

# Procesamiento de imágenes biomédicas



Morfología Matemática

- 
- ❑ Las operaciones morfológicas van a modificar la forma de objetos de la imagen.
  - ❑ Las operaciones morfológicas pueden ser utilizadas para remover imperfecciones de la imagen y luego obtener información de la estructura y forma de la imagen.
  - ❑ Trataremos los siguientes temas:
    - ❑ ¿Qué es morfología?
    - ❑ Operaciones morfológicas.
    - ❑ Operaciones combinadas.
    - ❑ Algoritmos de morfología.

- 
- En todas las presentaciones que siguen, consideraremos que la imagen es binaria, y que serán 0 (ceros) los píxeles del fondo y 1 (unos) los píxeles pertenecientes a un objeto.
  - En realidad 0 ó 1 podrían ser intercambiables.
  - No es relevante hablar de blanco, negro, amarillo, verde.....

- 
- Y si no son binarias?
  - Recordar binarización, umbralización, histogramas, etc...
  - `im2bw(I, thr)`
  - Donde `thr` es un nivel de umbralización entre 0 y 1. También se puede probar con niveles automáticos: función `graythresh()` con varios métodos.

- 
- El proceso morfológico de imágenes (ó morfología) describe un conjunto de técnicas que tratan con la forma (morfología) de las características en una imagen.
  - Las operaciones morfológicas son aplicadas para reducir imperfecciones, trabajan típicamente con imágenes binarias.
  - Los filtros morfológicos pueden tener efectos sobre las estructuras de la imagen, definiendo previamente al elemento estructural.



Imagen binaria con  
imperfecciones



Imagen después del  
procesamiento morfológico

# Operaciones morfológicas fundamentales

---

- El procesamiento morfológico de imágenes es muy similar al filtrado espacial ya visto.
- El elemento estructural recorre cada pixel de la imagen original, para obtener el pixel de la imagen procesada.
- El valor de este pixel nuevo depende de la operación ejecutada.
- Hay 2 operaciones morfológicas básicas: *erosión y dilatación*.

# Operaciones morfológicas fundamentales

## □ Erosión

- La erosión es una operación morfológica correspondiente a la idea de reducción, ó de “quitar” una capa de pixeles a una imagen. Este proceso puede ser interpretado como: un pixel resultado de la erosión es 1, si la estructura de referencia centrada en ese pixel coincide en forma con el contenido de la imagen (coinciden los 1's).

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

0	0	0
0	1	1
0	0	0

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

# Operaciones morfológicas fundamentales

---

## □ Dilatación

- La dilatación es una operación morfológica correspondiente a la idea de crecimiento, ó de "añadir" una capa de pixeles a una imagen. Este proceso puede ser interpretado como el resultado de añadir a los pixeles 1 de la imagen, la forma correspondiente a la estructura de referencia.

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

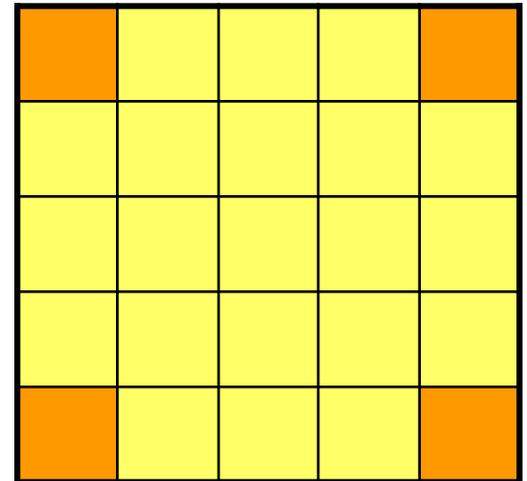
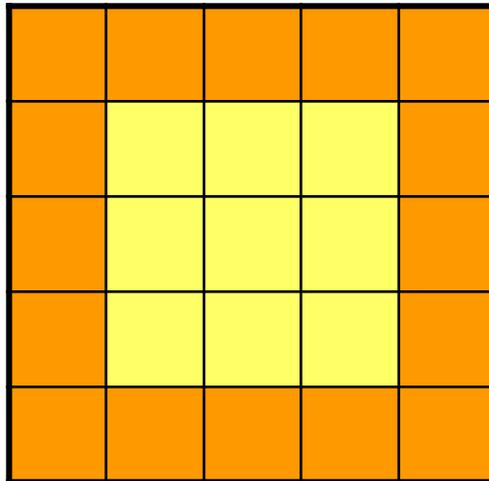
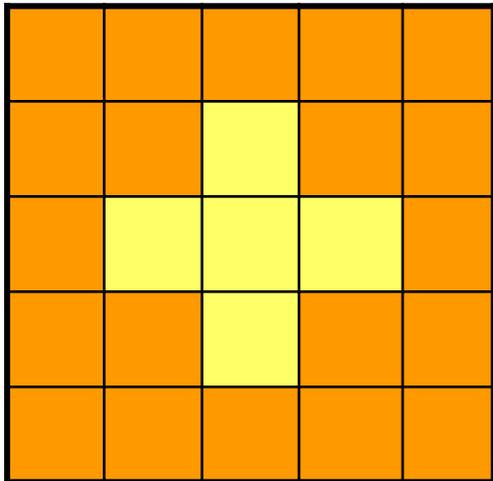
0	0	0
0	1	1
0	0	0

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

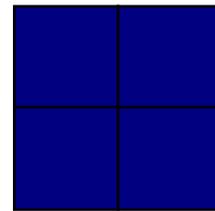
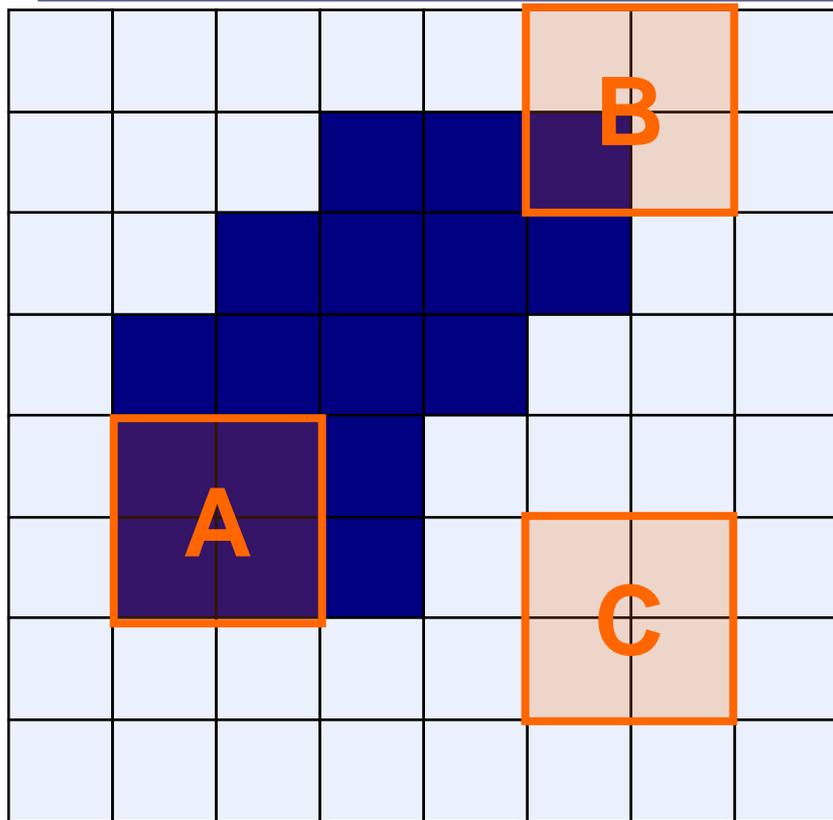
# Diseño de filtros morfológicos

---

- Los filtros morfológicos se especifican mediante la definición de dos cosas: la operación que desempeñan (erosión ó dilatación) y su correspondiente estructura de referencia. El tamaño y la forma de la estructura son dependientes de la aplicación.



# Elemento estructural, hits y fits



Elemento estructural

- **Fit:** cuando todos los pixeles del elemento estructural, están sobre pixeles de la imagen.
  - **Hit:** si cualquier pixel del elemento estructural está sobre la imagen.
- 
- Todos los procesamientos morfológicos son basados en estas ideas simples.

- 
- El elemento de estructura puede tener “cualquier” forma y tamaño
  - Por simplicidad vamos a usar estructuras rectangulares con origen en el punto central de la estructura

1	1	1
1	<b>1</b>	1
1	1	1

0	1	0
1	<b>1</b>	1
0	1	0

0	0	1	0	0
0	1	1	1	0
1	1	<b>1</b>	1	1
0	1	1	1	0
0	0	1	0	0

# Fitting & Hitting

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

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Elemento  
estructural 1

0	1	0
1	1	1
0	1	0

Elemento  
estructural 2

# Ejemplo de erosión

Imagen original

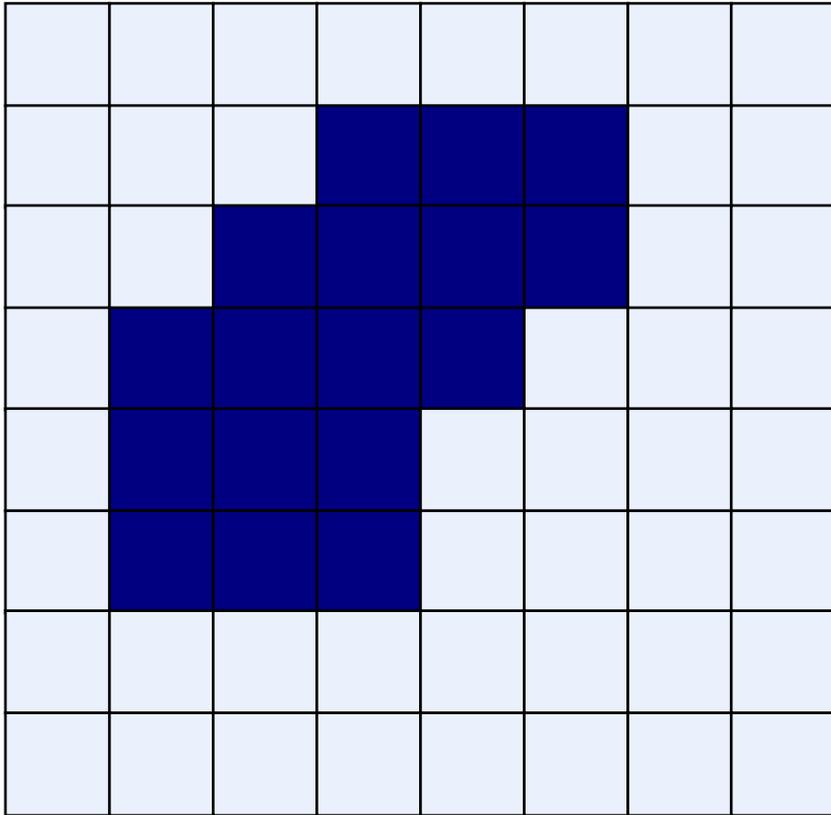
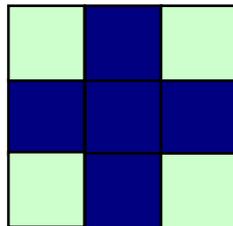
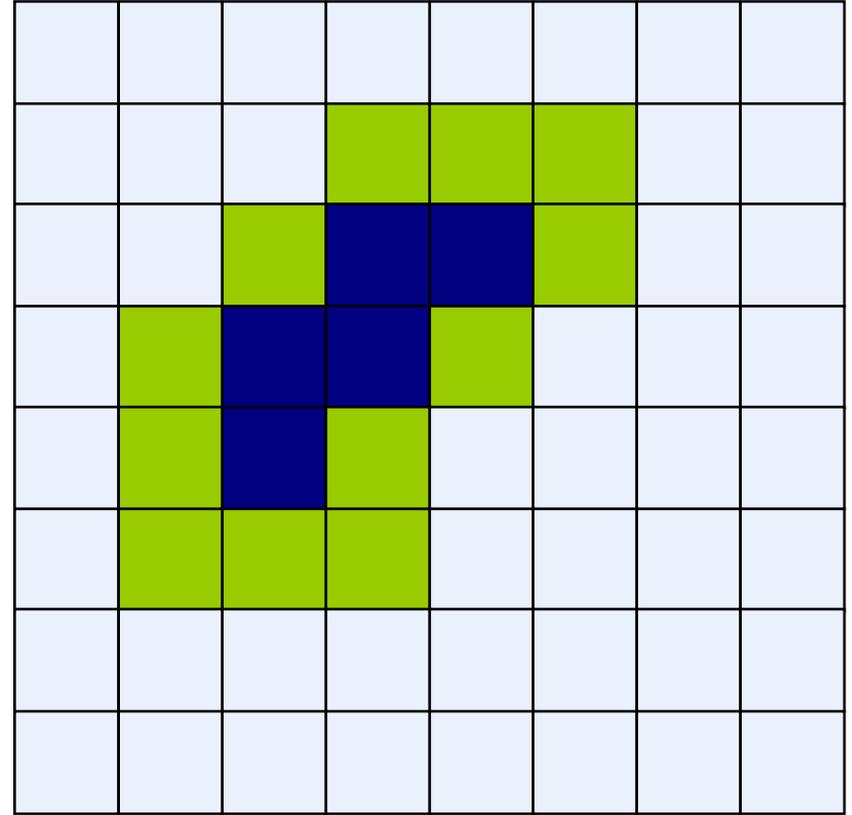


Imagen procesada



Elemento estructural

# Erosión: Ejemplo 1

---



Imagen original

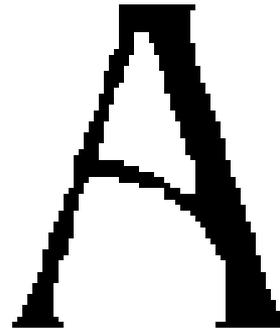


Imagen original erosionada  
con un elemento estructural  
de 3x3

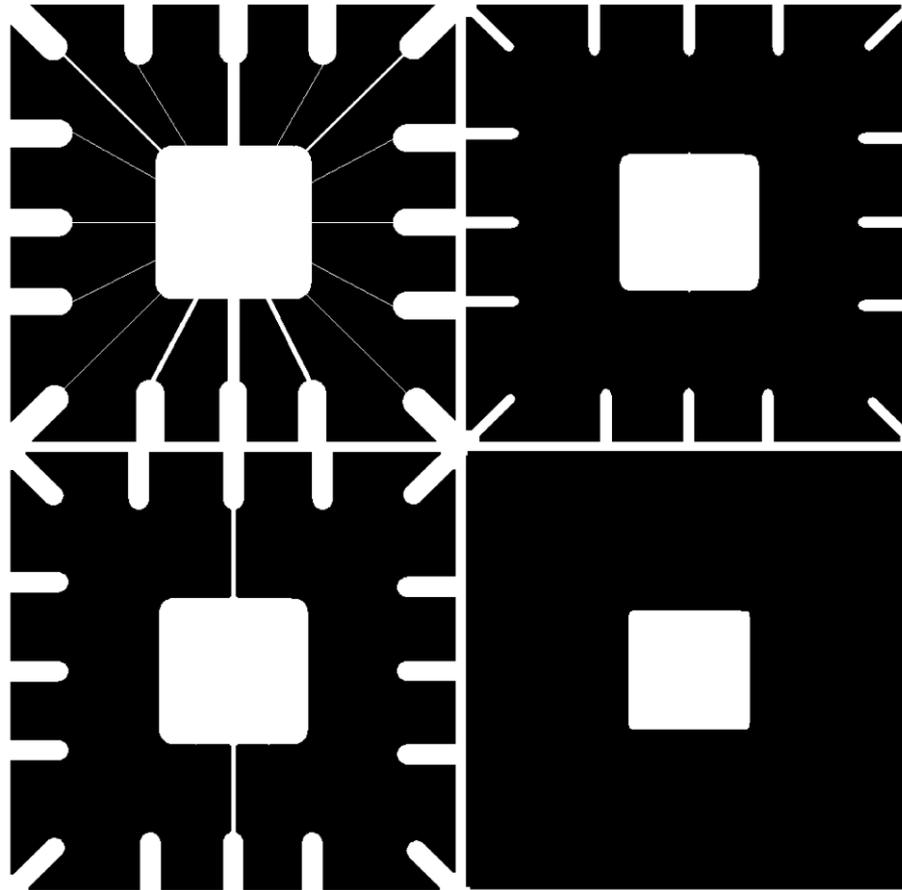


Imagen original erosionada  
con un elemento estructural  
de 5x5

Detalle: aquí el pixel 1 se refiere al color negro

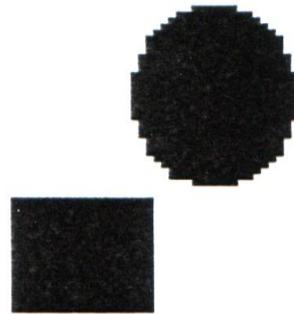
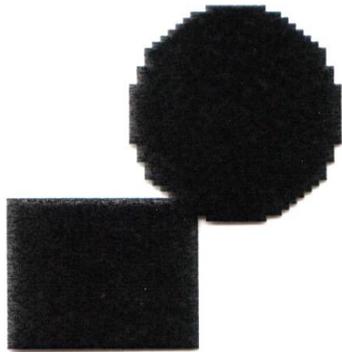
# Erosión: Ejemplo 2

---



# ¿Para qué usamos erosión?

---



# Ejemplo Dilatación

Imagen original

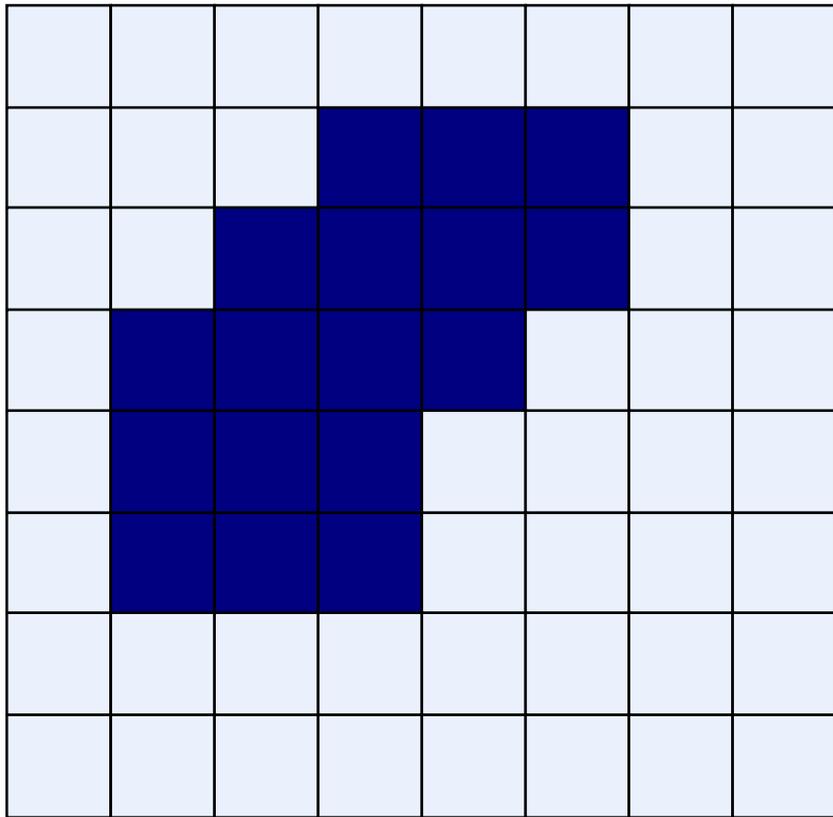
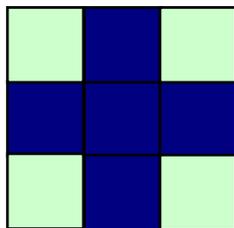
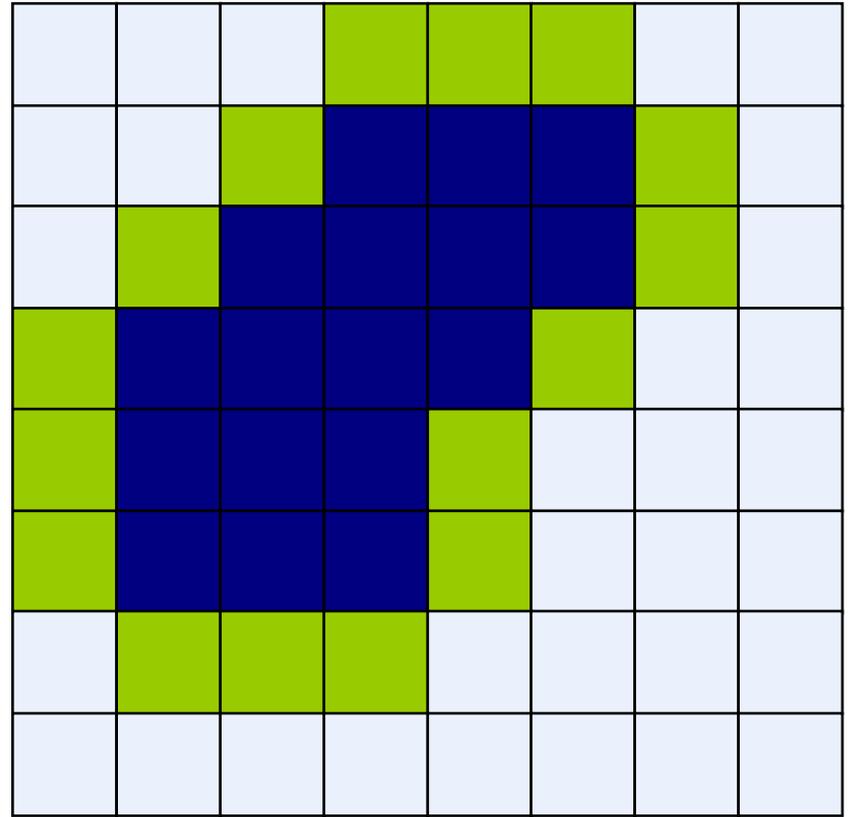


Imagen procesada



Elemento estructural

# Dilatación: Ejemplo 1

---



Imagen original



Imagen dilatada con un  
Elemento estructural  
de 3 x 3

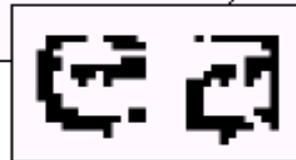


Imagen dilatada con un  
Elemento estructural  
de 5 x 5

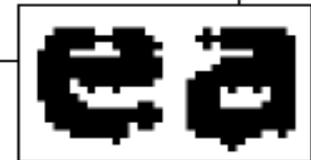
Detalle: aquí el pixel 1 se refiere al color negro

# Dilatación: Ejemplo 2

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.



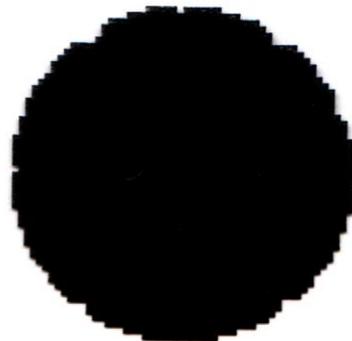
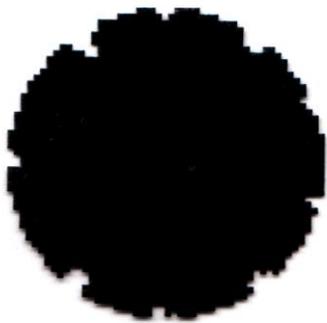
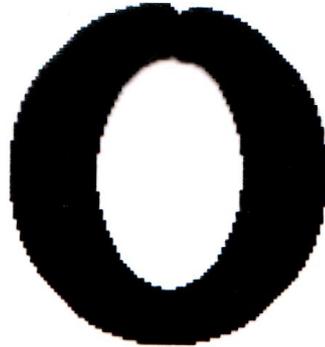
**Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.**



0	1	0
1	1	1
0	1	0

¿Para qué usamos dilatación?

---



# Operaciones compuestas

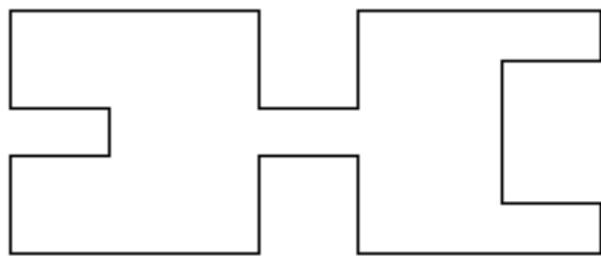
---

- Otras operaciones morfológicas de interés pueden llevarse a cabo combinando procesos de erosión y dilatación.
- Las más usadas de estas operaciones combinadas son:
  - Opening (apertura)
  - Closing (cierre)

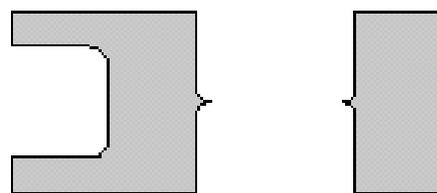
# Opening (Apertura)

- La apertura de una imagen  $f$  por un elemento estructural  $s$ , simbolizado  $f \circ s$  es simplemente una erosión seguida por una dilatación

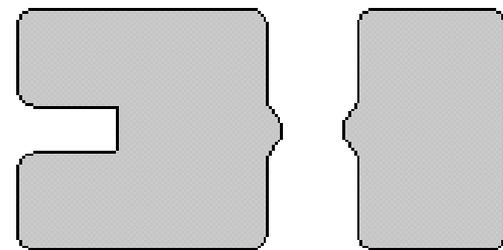
$$f \circ s = (f \ominus s) \oplus s$$



Forma original



Después de erosión



Después de dilatación  
(opening)

- Elemento estructural: disco

# Apertura

---

- Una apertura produce en su primera parte (erosión), que todos los píxeles de la imagen en 1, que sean más pequeños que la estructura de referencia, sean eliminados. Las estructuras que permanezcan en la imagen serán, a través de la dilatación suavizadas y aumentadas aproximadamente igual a su tamaño original.

# Ejemplo de Apertura

Imagen original

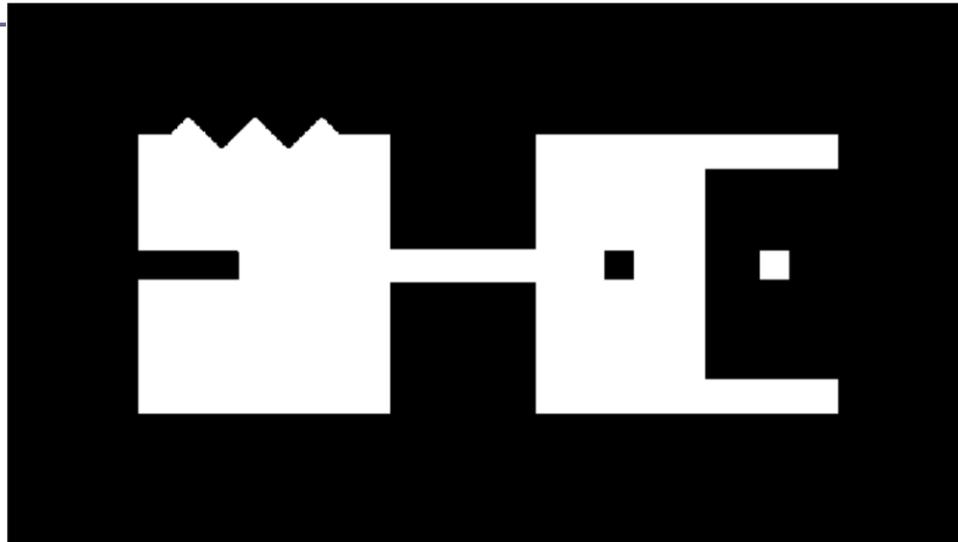


Imagen después de Opening



# Ejemplo de opening

Imagen original

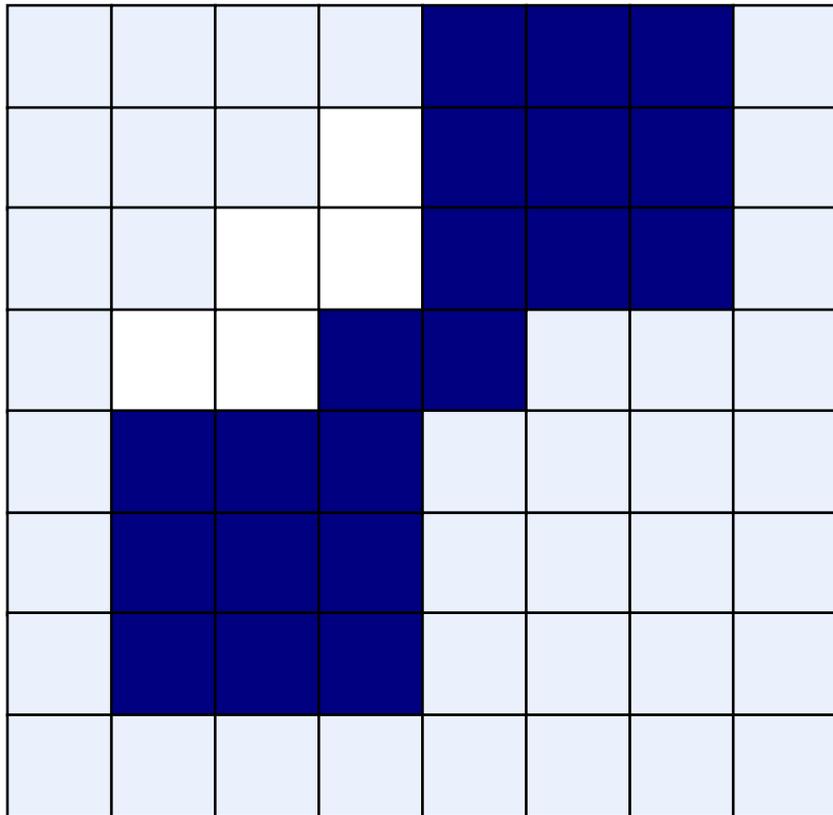
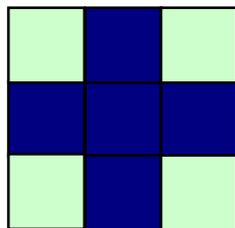
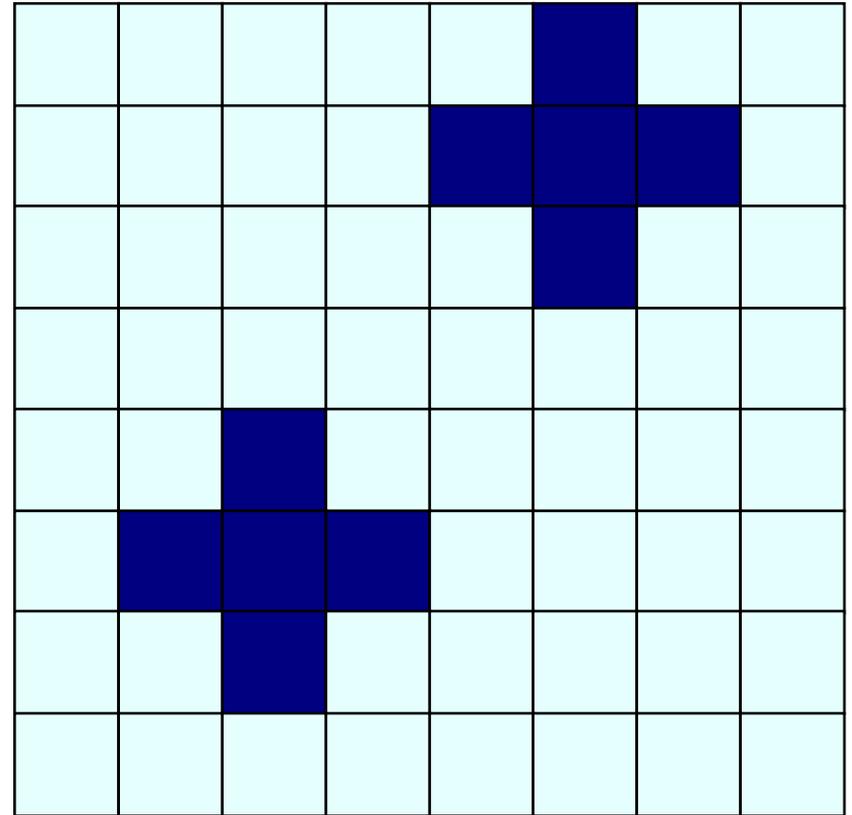


Imagen procesada

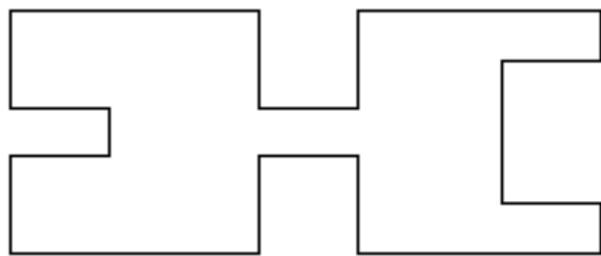


Elemento estructural

# Closing (cierre)

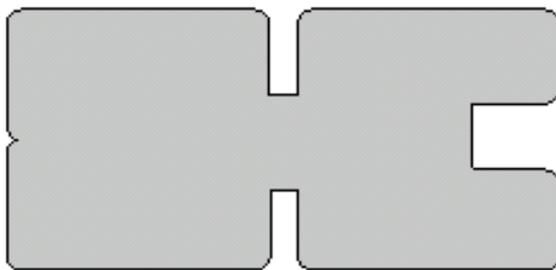
- El cierre (closing) de una imagen  $f$  por un elemento estructural  $s$ , simbolizado  $f \cdot s$  es simplemente una dilatación seguida por una erosión

$$f \cdot s = (f \oplus s) \ominus s$$



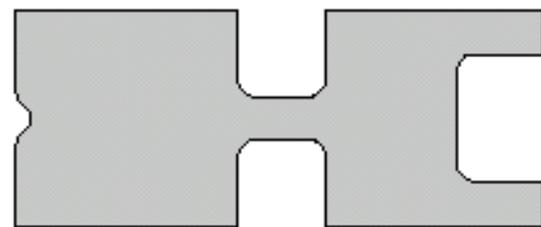
$A$

Imagen original



$A \oplus B$

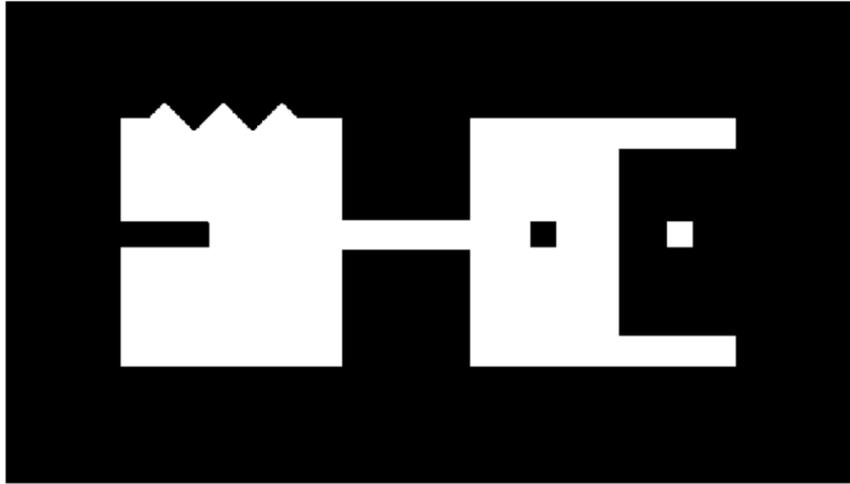
Después de dilatación



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

Después de erosión  
(closing)

- Elemento estructural: disco



# Ejemplo Closing

Image original

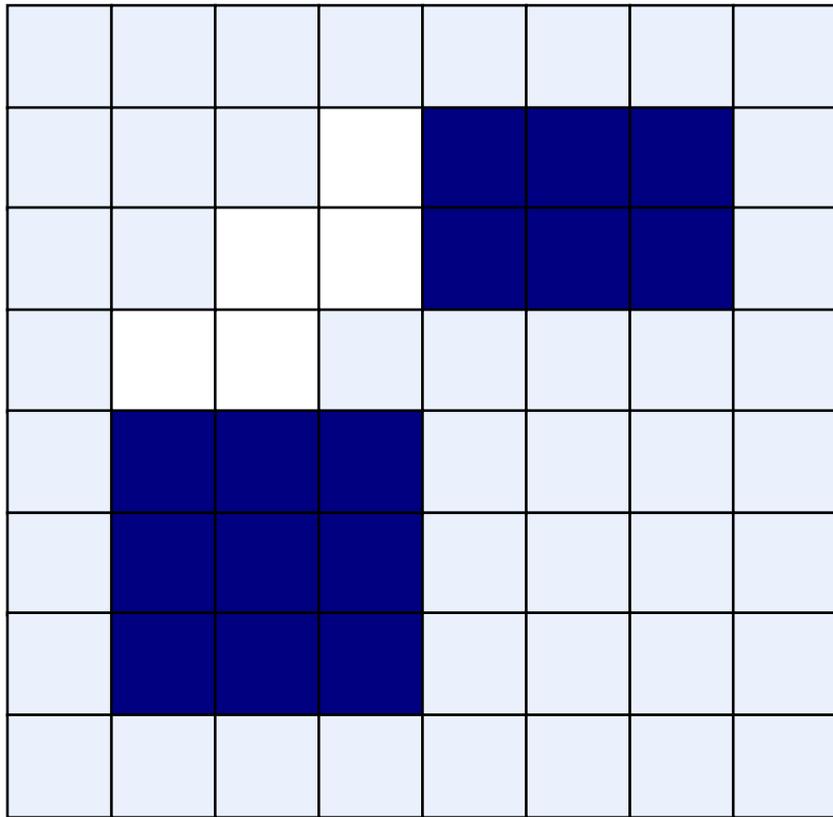
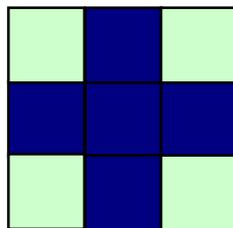
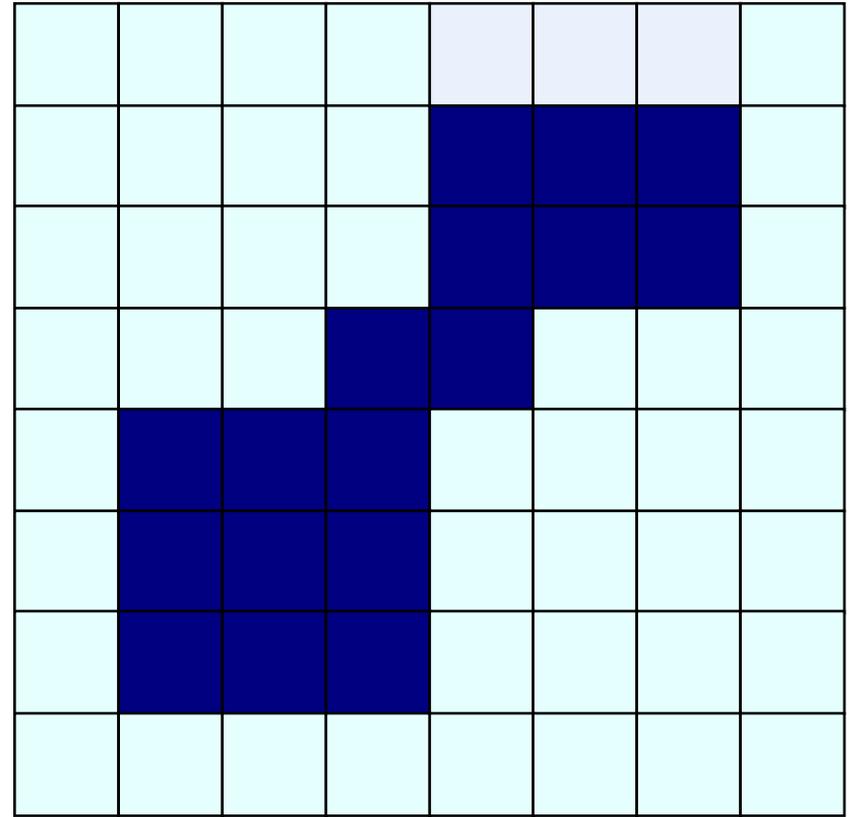


Imagen procesada



Elemento estructural

# Transformación hit-or-miss (éxito ó fracaso)

---

- Útil para determinar donde hay una determinada configuración de bits en una imagen binaria
- $C = \text{bwhitmiss}(A, B1, B2)$
- Donde A= imagen de entrada
- B1 y B2= elementos estructurales

# En Matlab

---

- `se = strel( shape, parámetros );`
- `I2 = imerode( I, se );` también `imdilate`
- `I2 = imclose( I, B );` también `imopen`
- `g = bwmorph( f, operation, n )`