



Div. Ingeniería de Sistemas y Automática

Universidad Miguel Hernández

# Tema 8. Análisis morfológico en imágenes



GRUPO DE TECNOLOGÍA  
INDUSTRIAL

-  Definición
- ↖ Nomenclatura
- ↖ Erosión
- ↖ Dilatación
- ↖ Opening
- ↖ Closing
- ↖ Morfología en Escala de Gris
- ↖ Transformada Hit-or-Miss
- ↖ Transformada Top-Hat

*“Desde un punto de vista general, por ‘morfología’ se interpreta el estudio de la forma y la estructura”*

(Dougherty)

↖ Objetivo

↖ Modificar la estructura o forma de los píxeles en la imagen

↖ Imagen Binaria (objeto y fondo)

↖ Imagen Multinivel

↖ Los procesamientos morfológicos de las imágenes se basan en la teoría de conjuntos dejando de lado el procesamiento lineal de las mismas.

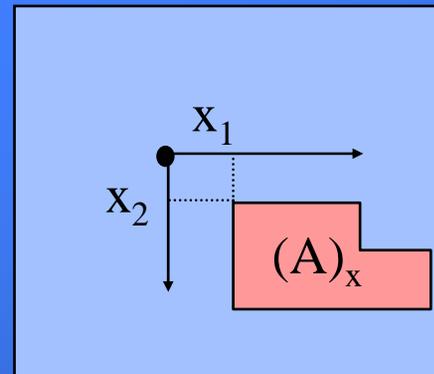
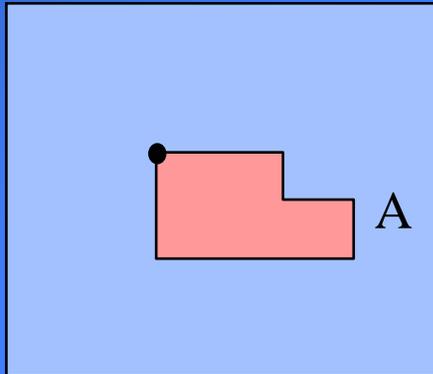
- ↖ Definición
- 📄 Nomenclatura
- ↖ Erosión
- ↖ Dilatación
- ↖ Opening
- ↖ Closing
- ↖ Morfología en Escala de Gris
- ↖ Transformada Hit-or-Miss
- ↖ Transformada Top-Hat

↖ Conjuntos  $A, B \subset \mathbb{Z}^2$

↖ Puntos de los conjuntos  $a=(a_1, a_2); b=(b_1, b_2)$

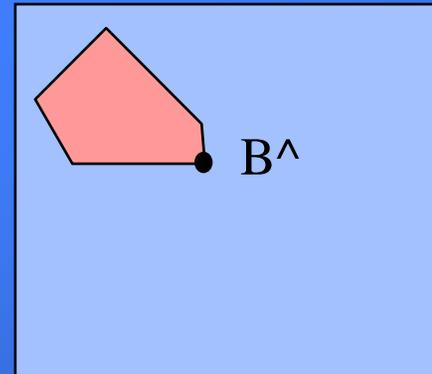
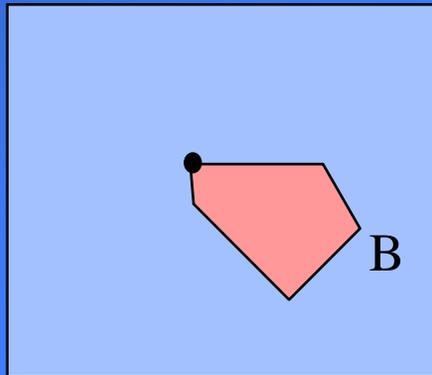
↖ Conjunto A trasladado por x

$$A + x = (A)_x = \{c \mid c = a + x, a \in A\}$$



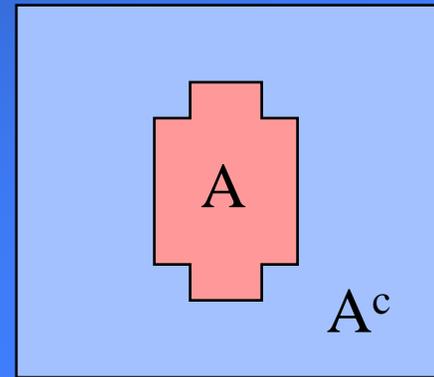
## ↖ Reflexión de B

$$B^{\wedge} = \{x \mid x = -b, b \in B\} = (-B)$$



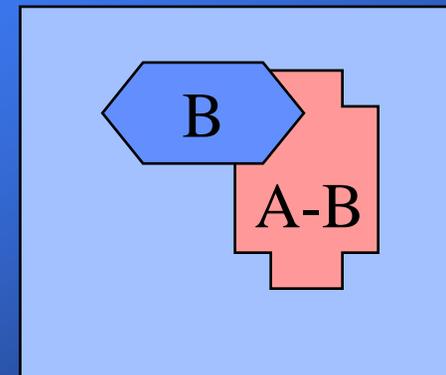
## ↖ Complemento de A

$$A^c = \{x \mid x \notin A\}$$



## ↖ Diferencia de dos imágenes

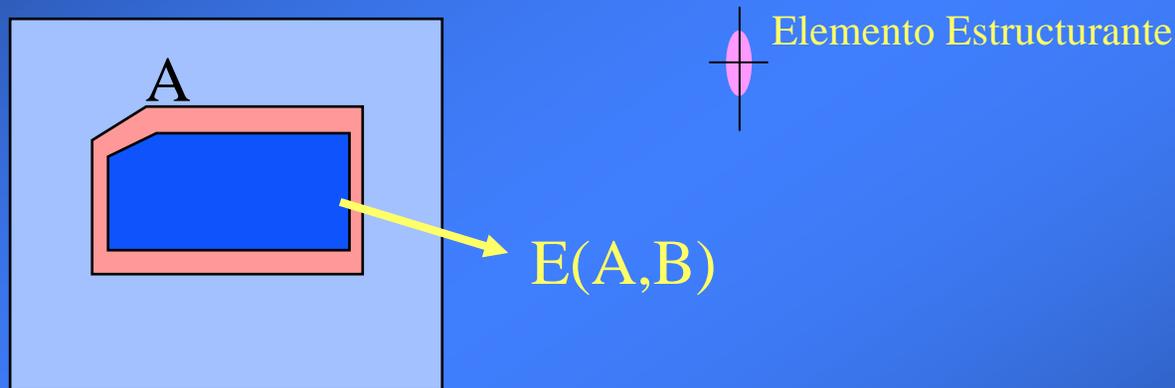
$$A - B = A \cap B^c = \{x \mid x \in A, x \notin B\}$$



- ↖ Definición
- ↖ Nomenclatura
-  Erosión
- ↖ Dilatación
- ↖ Opening
- ↖ Closing
- ↖ Morfología en Escala de Gris
- ↖ Transformada Hit-or-Miss
- ↖ Transformada Top-Hat

↖ La erosión del conjunto 'A' por el elemento estructurante 'B' se define como:

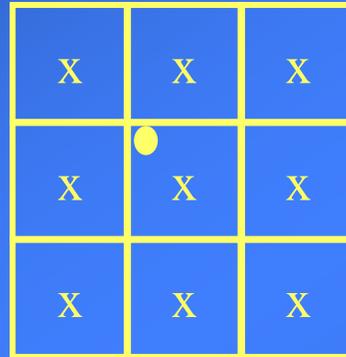
$$A \ominus B = E(A, B) = \{x : B + x \subset A\}$$



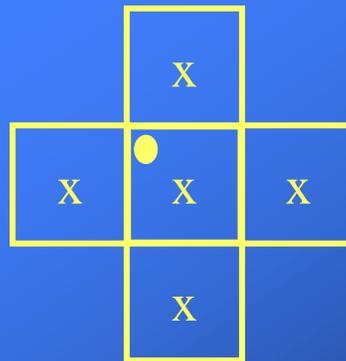
- ↖ Si el origen descansa dentro del elemento estructurante, la erosión tiene el efecto de contraer la imagen
- ↖ Geométricamente el elemento estructurante se mueve por la parte interna del conjunto 'A'.

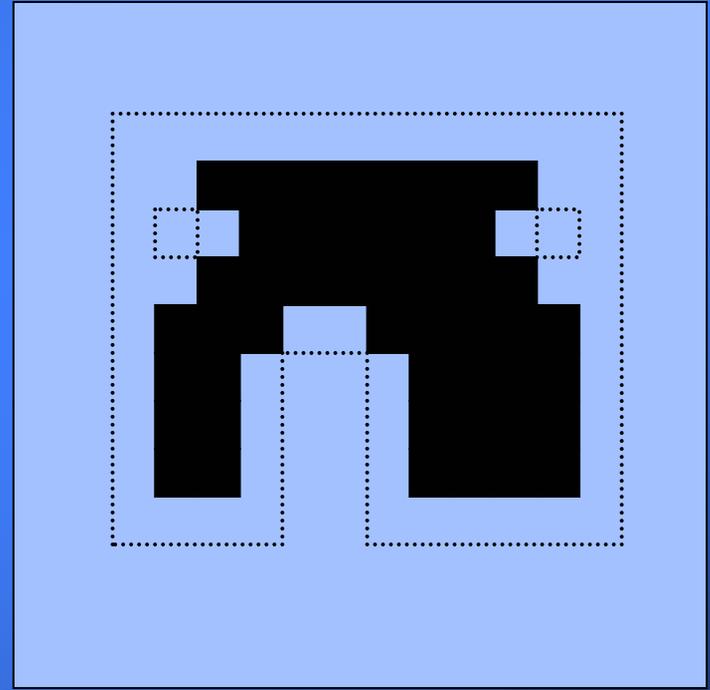
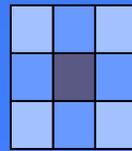
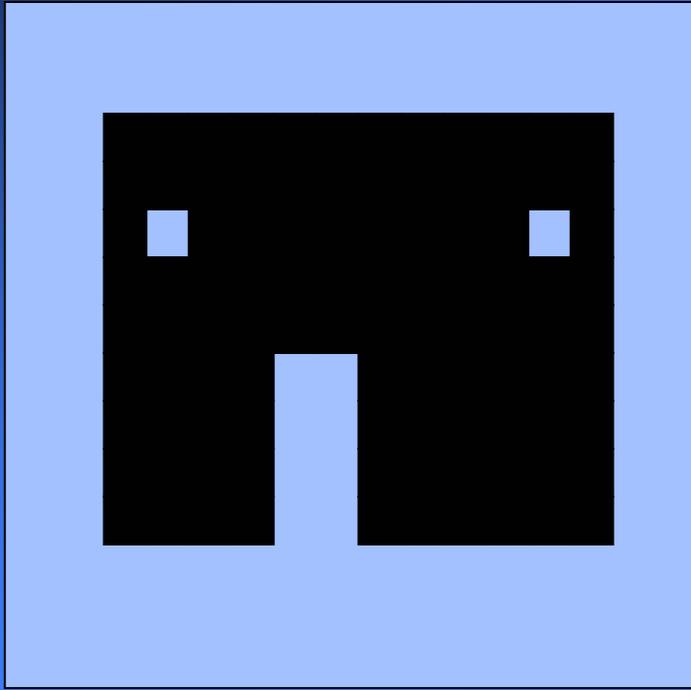
## ↖ Elementos estructurantes en imágenes digitales

↖ Elemento estructurante cuadrado 3x3



↖ Elemento estructurante en cruz 3x3

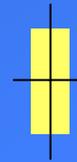
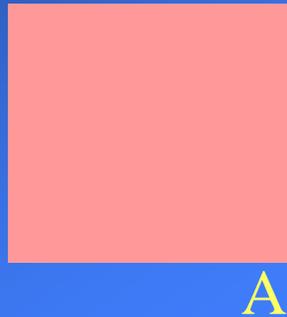




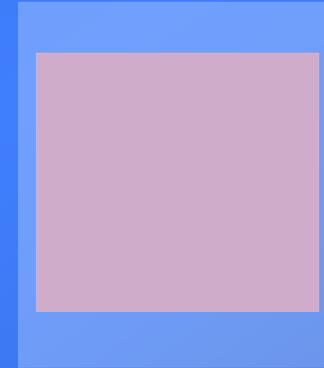
- ↖ Definición
- ↖ Nomenclatura
- ↖ Erosión
-  Dilatación
- ↖ Opening
- ↖ Closing
- ↖ Morfología en Escala de Gris
- ↖ Transformada Hit-or-Miss
- ↖ Transformada Top-Hat

↖ La dilatación del conjunto 'A' por el elemento estructurante 'B' se define como:

$$A \oplus B = D(A, B) = \bigcup \{A + b : b \in B\}$$

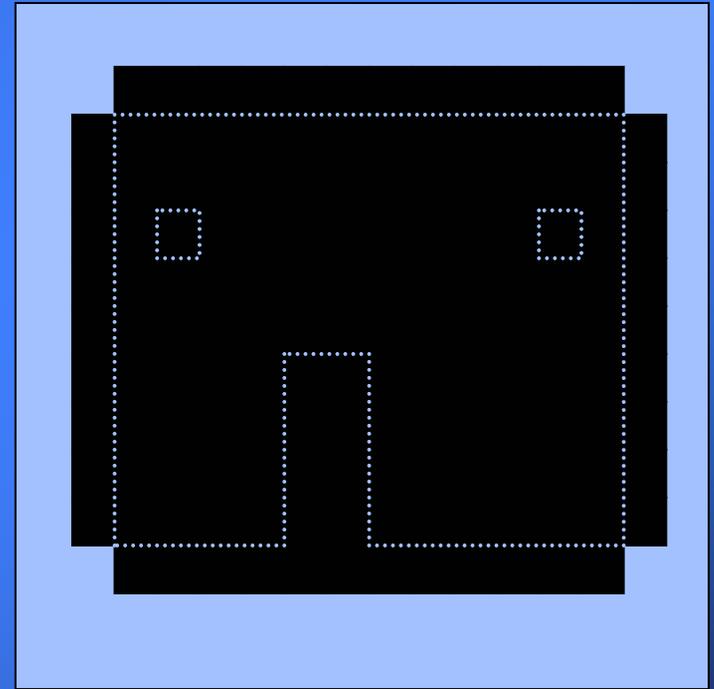
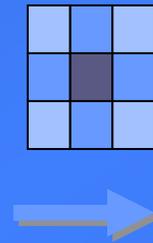
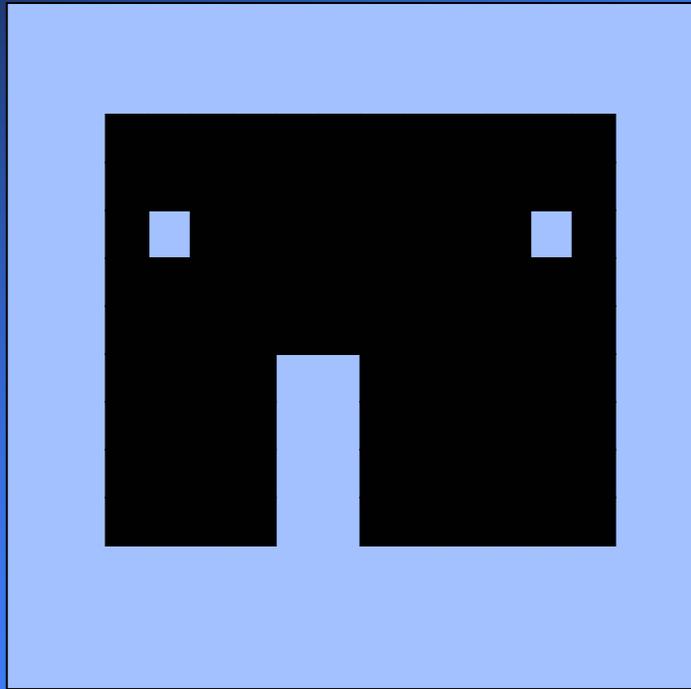


Elemento Estructurante



$D(A, B)$

- ↖ Si el origen descansa dentro del elemento estructurante, la dilatación tiene el efecto de expandir la imagen
- ↖ A diferencia de la erosión, la dilatación es conmutativa  $D(A, b) = D(b, A)$

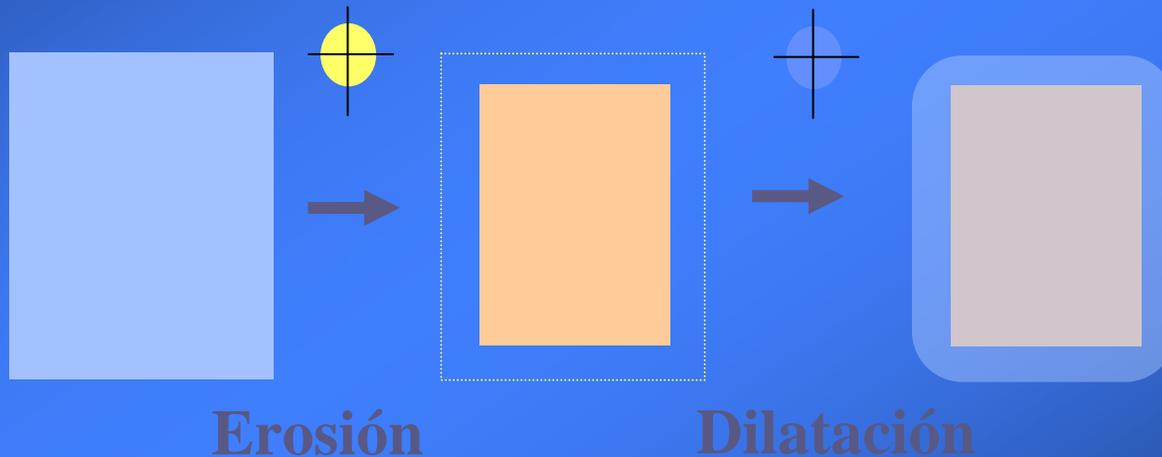


- ↖ Definición
- ↖ Nomenclatura
- ↖ Erosión
- ↖ Dilatación
-  Opening
- ↖ Closing
- ↖ Morfología en Escala de Gris
- ↖ Transformada Hit-or-Miss
- ↖ Transformada Top-Hat

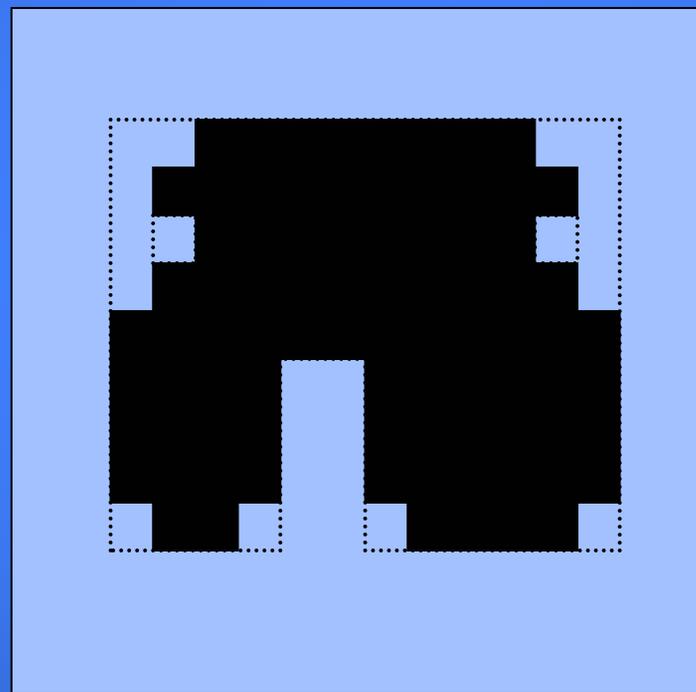
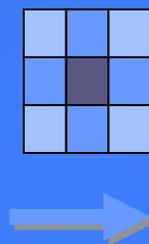
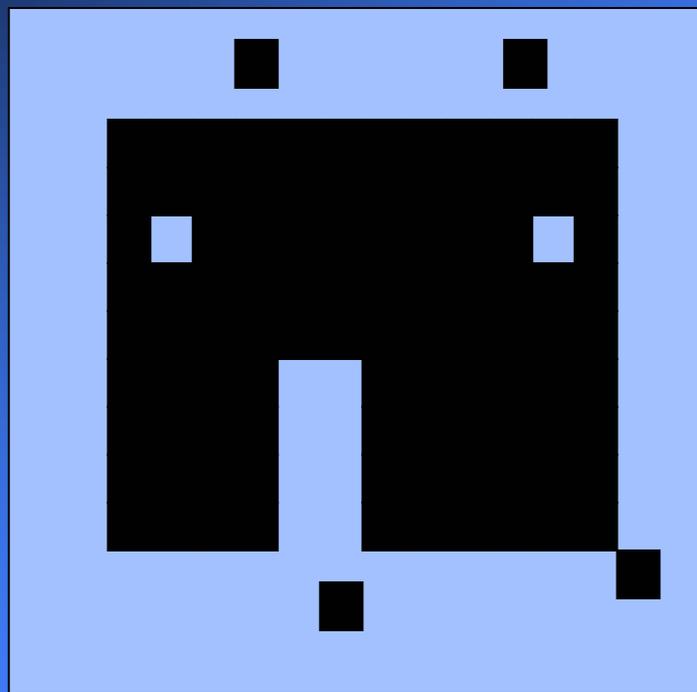
↖ Opening: erosión de 'A' por 'B', seguido por la dilatación del resultado por 'B'.

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

$$O(A, B) = A \circ B = \bigcup \{B + x : (B + x) \subset A\}$$



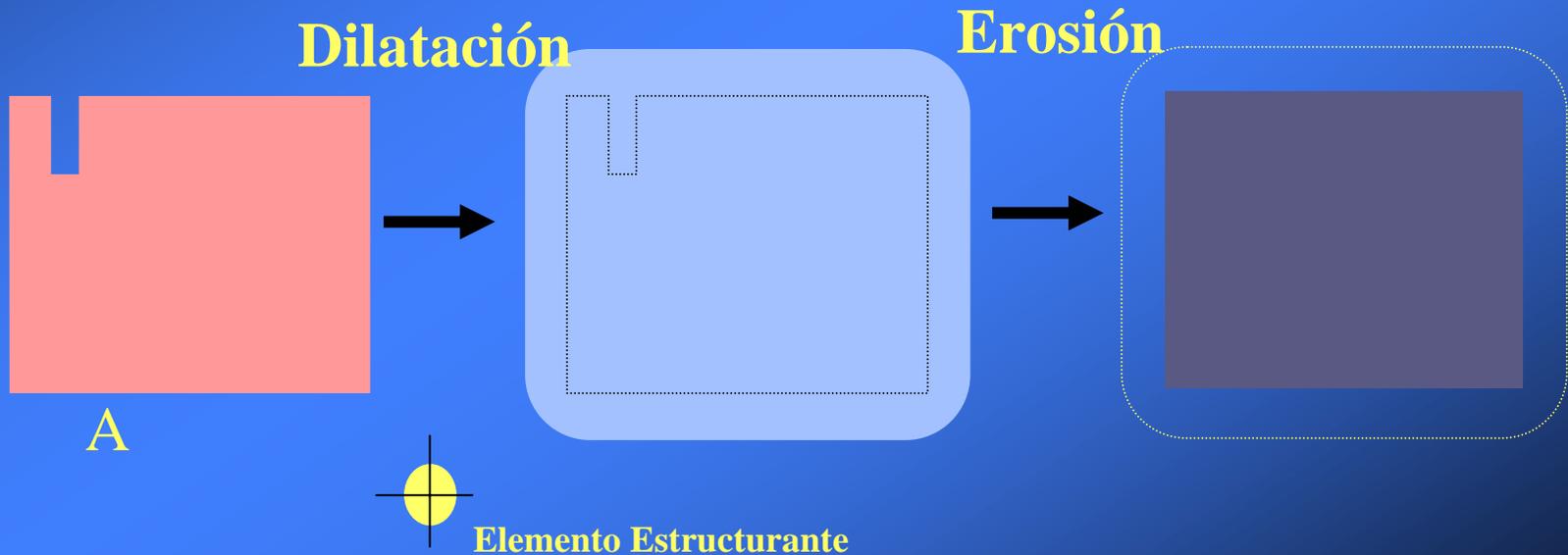
↖ El opening es muy útil para eliminar el ruido aditivo (del mismo campo) sobre el conjunto que se esté aplicando

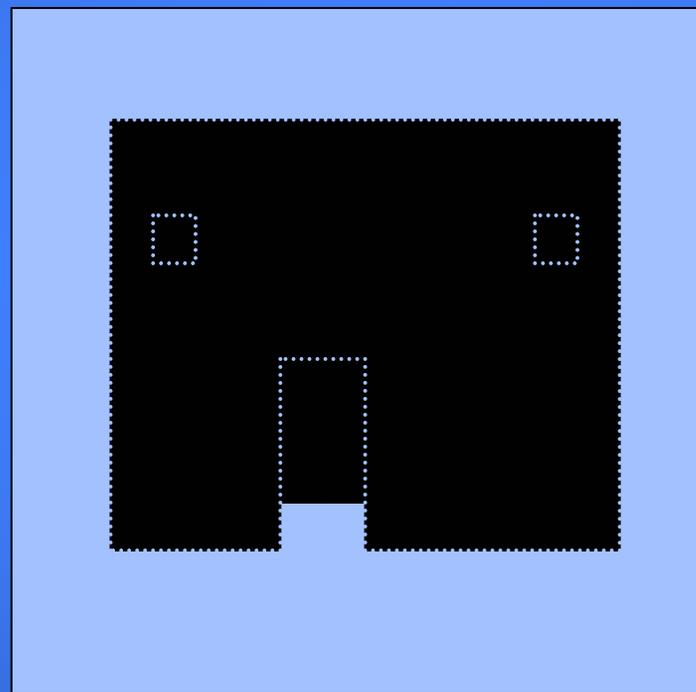
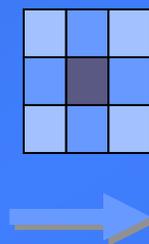
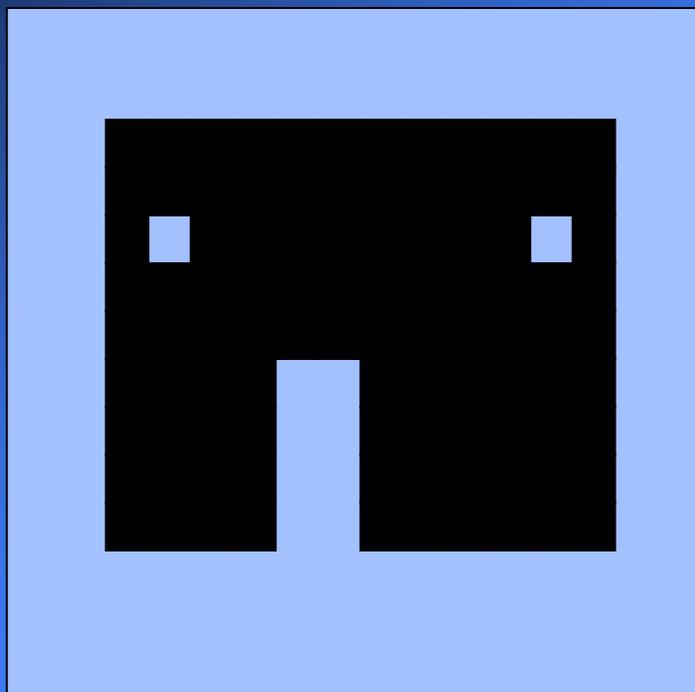


- ↖ Definición
- ↖ Nomenclatura
- ↖ Erosión
- ↖ Dilatación
- ↖ Opening
-  Closing
- ↖ Morfología en Escala de Gris
- ↖ Transformada Hit-or-Miss
- ↖ Transformada Top-Hat

- ↖ Closing: dilatación de 'A' por 'B', seguido por la erosión del resultado por 'B'
- ↖ Es la operación dual del opening

$$C(A, B) = A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$





- ↖ Definición
- ↖ Nomenclatura
- ↖ Erosión
- ↖ Dilatación
- ↖ Opening
- ↖ Closing
-  Morfología en Escala de Gris
- ↖ Transformada Hit-or-Miss
- ↖ Transformada Top-Hat

- ↖ Los tratamientos morfológicos actúan sobre funciones con valores reales definidos sobre una malla cartesiana n-dimensional
  - ↖ A diferencia del caso binario, cada punto no representa la pertenencia o no a una determinada clase (objeto/fondo)
- ↖ Las Transformaciones morfológicas en escala de gris más utilizadas son aquellas que emplean un elemento estructurante plano:
  - ↖ Maximizado Espacial
  - ↖ Minimizado Espacial
  - ↖ Gradiente espacial
  - ↖ Realce, ...

## ↖ Maximizado Espacial

↖ Al emplear un elemento estructurante plano, la dilatación en escala de gris se convierte en un maximizado espacial

$$f \oplus D_b = \max \{ f(s-x, t-y) \mid (s-x), (t-y) \in D_f : (x, y) \in D_b \}$$

↖ Si:

$$f = (7, 9, 8, 3, 8, 9, 9)$$

y,

$$D_b = (1, 1)$$

la dilatación será:

$$(f \oplus D_b) = (9, 9, 8, 8, 9, 9)$$

## Maximizado Espacial: Ejemplo

VISIÓN POR COMPUTADOR



Imagen Original

1	1	1
1	1	1
1	1	1



Maximizado Espacial

↖ Minimizado espacial

↖ Al emplear un elemento estructurante plano, la erosión en escala de gris se convierte en un minimizado espacial

$$f \ominus D_b = \min \{ f(s+x, t+y) \mid (s+x), (t+y) \in D_f : (x, y) \in D_b \}$$

↖ Si:

$$f = (7, 9, 8, 3, 8, 9, 9)$$

y,

$$D_b = (1, 1)$$

la dilatación será:

$$(f \ominus D_b) = (7, 8, 3, 3, 8, 8)$$

## Minimizado Espacial: Ejemplo

VISIÓN POR COMPUTADOR



1	1	1
1	1	1
1	1	1

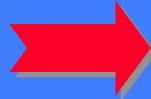


Imagen Original

Minimizado Espacial

## ↖ Gradiente Morfológico

- ↖ Se emplea para la detección de bordes en todas las direcciones en una imagen multinivel
- ↖ Siendo 'f' la imagen de entrada, y 'b' el elemento estructurante plano, el gradiente morfológico se define como:

$$g = (f \oplus b) - (f \ominus b)$$

- (i) A diferencia del gradiente empleado en la clásica detección de bordes, el gradiente morfológico, al usar elementos estructurantes simétricos tiende a depender menos de la direccionalidad del borde.
- (ii) Presenta un mayor coste computacional.



Maximizado



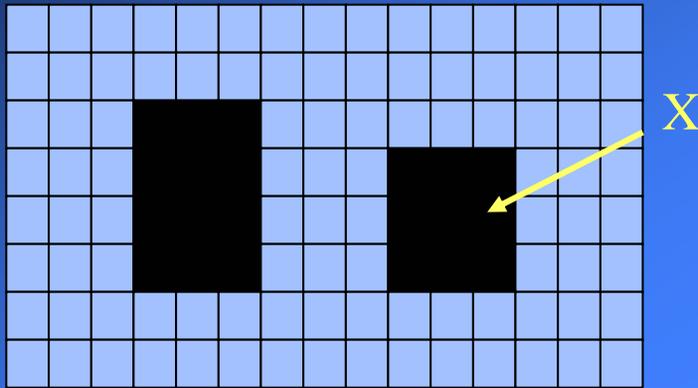
Minimizado



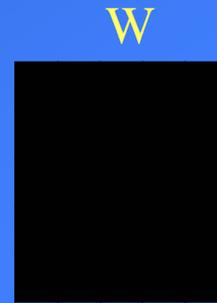
Gradiente  
Morfológico

- ↖ Definición
- ↖ Nomenclatura
- ↖ Erosión
- ↖ Dilatación
- ↖ Opening
- ↖ Closing
- ↖ Morfología en Escala de Gris
-  Transformada Hit-or-Miss
- ↖ Transformada Top-Hat

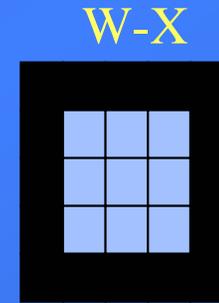
↖ Constituye una herramienta básica para la detección de formas en imágenes binarias.



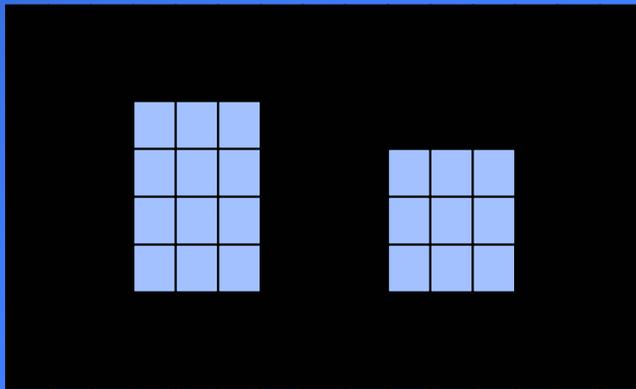
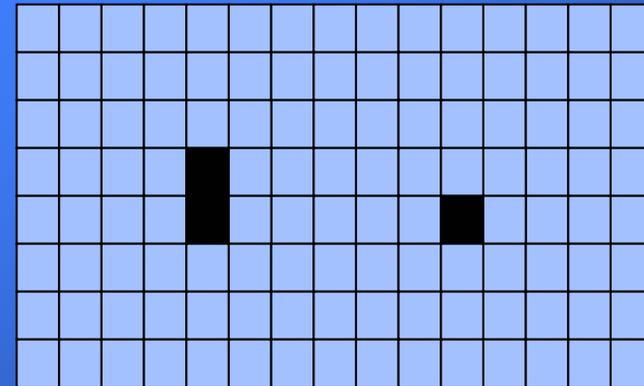
A

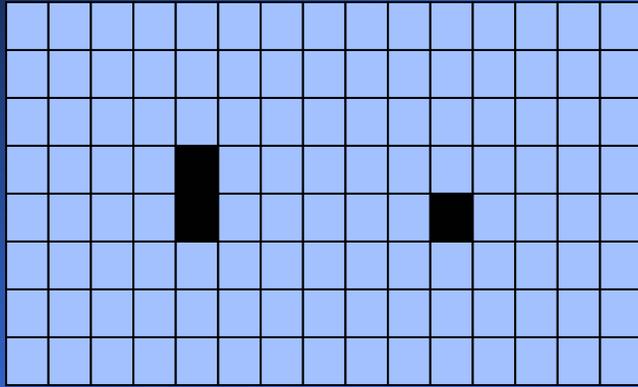
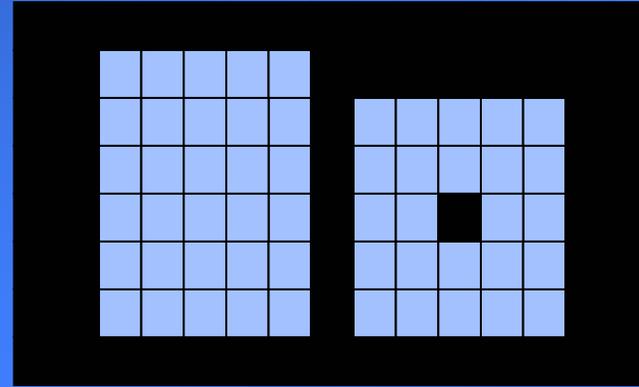
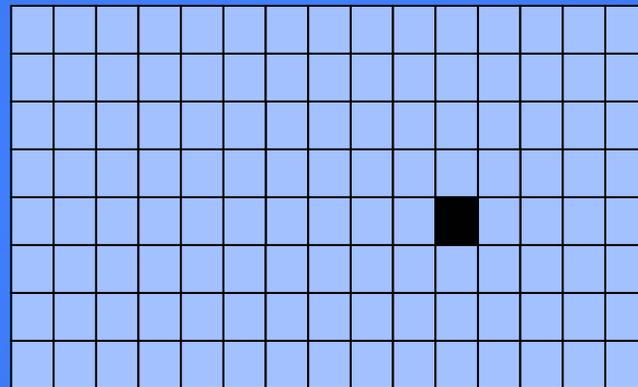


W



W-X

 $A^c$  $A \ominus X$

 $A \ominus X$  $A^c \ominus (W-X)$  $(A \ominus X) \cap (A^c \ominus (W-X))$

## ↖ Thinning:

- ↖ Realiza el adelgazamiento de un conjunto A a través de un elemento estructurante B
- ↖ Si se denota 'A⊙B' la operación Hit-or-Miss, se puede definir como:

$$A \otimes B = A - (A \odot B) = A \cap (A \odot B)^c$$

## ↖ Thickening:

- ↖ Es la operación dual de la anterior

$$A \bullet B = A \cup (A \odot B)^c$$

- ↖ Definición
- ↖ Nomenclatura
- ↖ Erosión
- ↖ Dilatación
- ↖ Opening
- ↖ Closing
- ↖ Morfología en Escala de Gris
- ↖ Transformada Hit-or-Miss
-  Transformada Top-Hat

- ↖ Se utiliza para aumentar los detalles de una imagen
  - ↖ Realza los detalles de una imagen, manteniendo en un segundo plano todas las zonas amplias y uniformes

$$h = f - (f \circ b)$$

