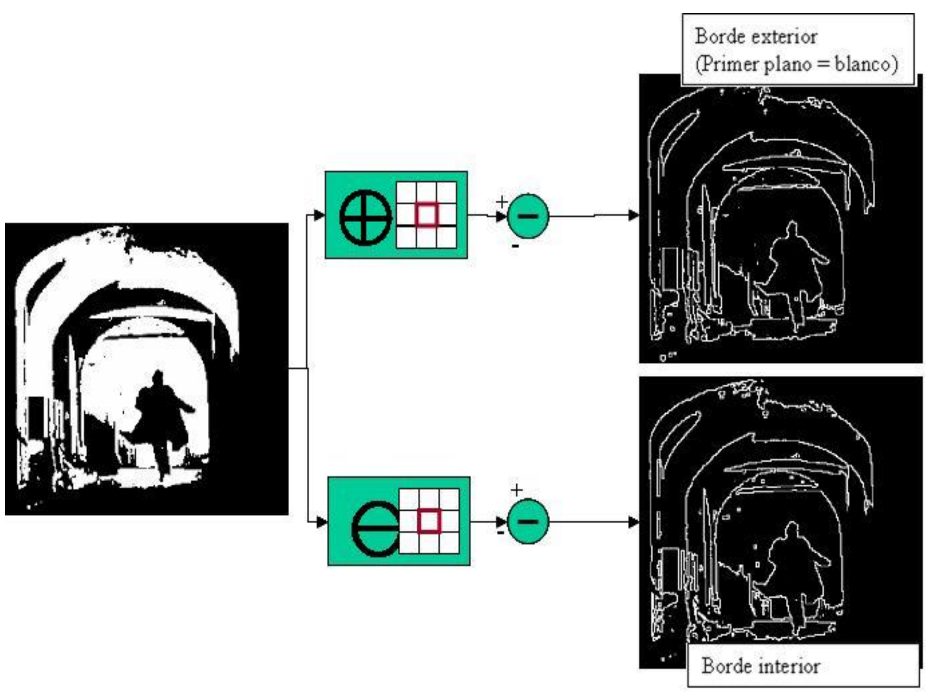
ALGUNOS ALGORITMOS MORFOLÓGICOS

- A continuación se citan algunos usos prácticos de las técnicas morfológicas analizadas anteriormente:

EXTRACCIÓN DE BORDES

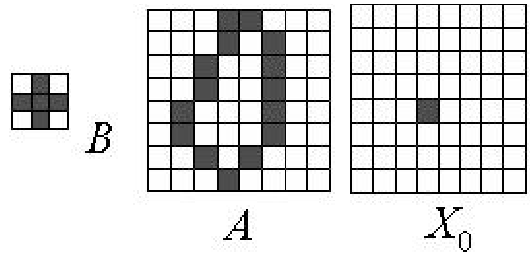
- Borde de A = $\beta_B(A)$ siendo B un EE adecuado
- Tres tipos de bordes:
  - Bordes exteriores: $\beta_B(A) = \delta_B(A) - A$
  - Bordes interiores: $\beta_B(A) = A - \varepsilon_B(A)$
  - Bordes anchos: $\beta_B(A) = \delta_B(A) - \varepsilon_B(A)$



Debido al espesor del EE, el borde tiene un espesor de 1 píxel. Si se usara un EE de 5x4 tendría un espesor de 2 píxeles

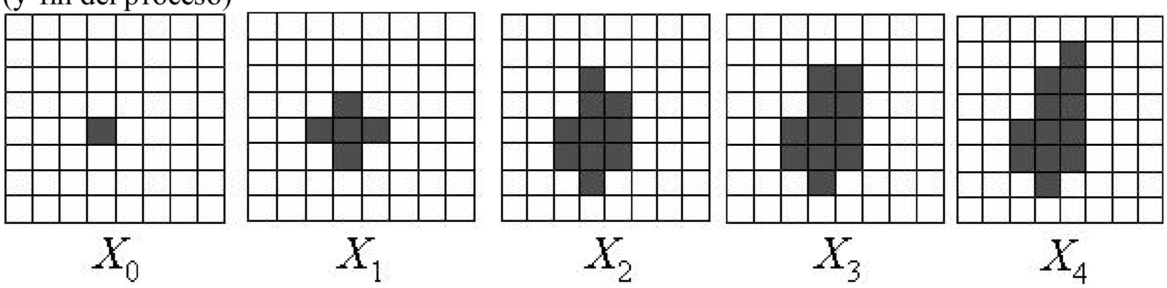
---

RELLENO DE REGIONES

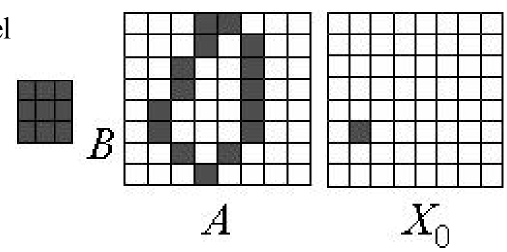


- **Objetivo:** rellenar la región definida por una frontera
- **Elementos:**
  - Imagen: A
  - EE: B
  - Inicialización: X_0, punto interior
- **Relleno:**
  - Dilatación condicional:
    - $X_k=(X_{k-1}\oplus B) \cap A^c \qquad k=1,2,...$

      Este proceso rellenaria todo el área, por lo que se aplica la condición de intersección con A^c
  - Si $X_n=X_{n-1} \rightarrow Y = X_n \cup A$
    (y fin del proceso)

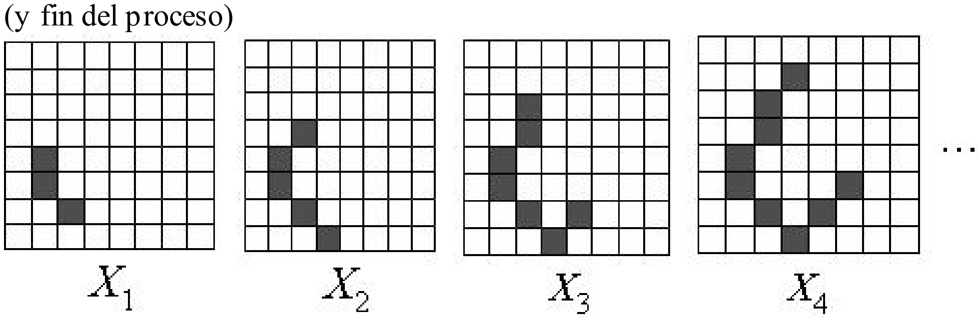


EXTRACCIÓN DE COMPONENTES CONECTADAS



- **Objetivo:** obtener la componente conectada a un píxel del primer plano.
- **Inicialización:**
  - Imagen: A
  - Elemento estructurante: B
  - Inicialización: X_0, punto frontera
- **Relleno:**
  - Dilatación condicional:
    - $X_k=(X_{k-1}\oplus B) \cap A \qquad k=1,2,...$

      Expresión similar al caso anterior excepto que aquí usamos A.
  - Si $X_n=X_{n-1} \rightarrow Y=X_n$
    (y fin del proceso)



CUBIERTA CONVEXA

- **Definiciones:**
  - *Convexidad:*
    - *A* es convexo si contiene cualquier línea recta uniendo dos de sus puntos
  - *Cubierta convexa ("convex hull") de S*
    - Es el menos conunto convexo, *H*, que contiene a *S*.
    - (Equivalente a "rodear" *S* con una goma elástica).
  - *Deficiencia convexa de S*
    - Se define por: *H-S*
- Son útiles en descripción de objetos.

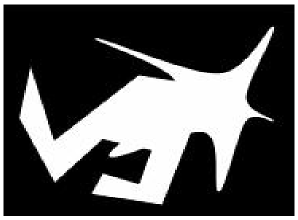
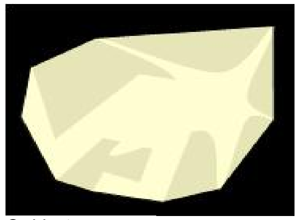
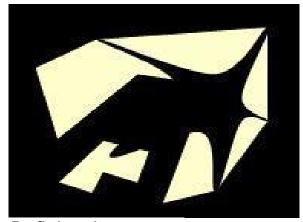
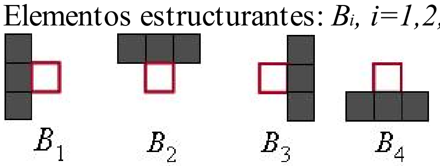


Imagen original (primer plano no convexo)


Cubierta convexa


Deficiencia convexa

- **Cubrimiento convexo**
  - *Componentes:*
    - Imagen: *A*
    - Elementos estructurantes: B_i, $i=1,2,3,4$



Bi-1 es una rotación de Bi de 90° en el sentido horario

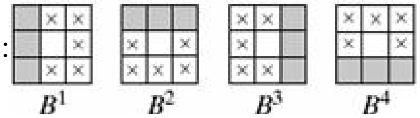
    - Inicialización: X_0, punto frontera
  - *Algoritmo:*
    - Aplicación iterativa del algoritmo acierta/falla a *A* con B_1. Cuando no se producen mas cambios se aplica la unión con *A* y se denomina al resultado D_1. Se continua con B_2, B_3 y B_4 obteniendo D_2, D_3 y D_4 → la unión de D_i → **Convex Hull**
    - Formalmente:

$$X_k^i = (X_{k-1}^i \circledast B) \cup A \qquad k=1,2,3,\ \ldots \quad \text{Con } x_0^i = A$$

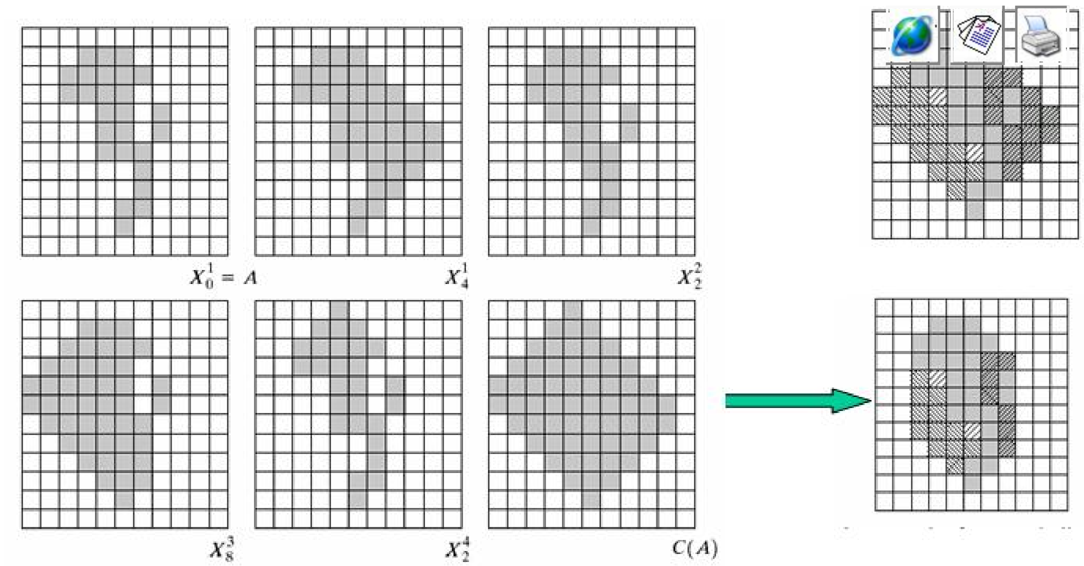
$$D_i = \lim_k X_k^i \quad \text{donde } lim \text{ indica detención cuando } x_k^i = x_{k-1}^i$$

$$H = D_1 \cup D_2 \cup D_3 \cup D_4$$

  - Este algoritmo no garantiza que H sea la cubierta convexa. El resultado puede ser mayor que las dimensiones mínimas que garanticen la convexidad.
    - Una simple aproximación es limitar el resultado por las componentes verticales y horizontales del conjunto original de puntos
  - Ejemplo:
    - Elementos estructurantes:



    - Iteración

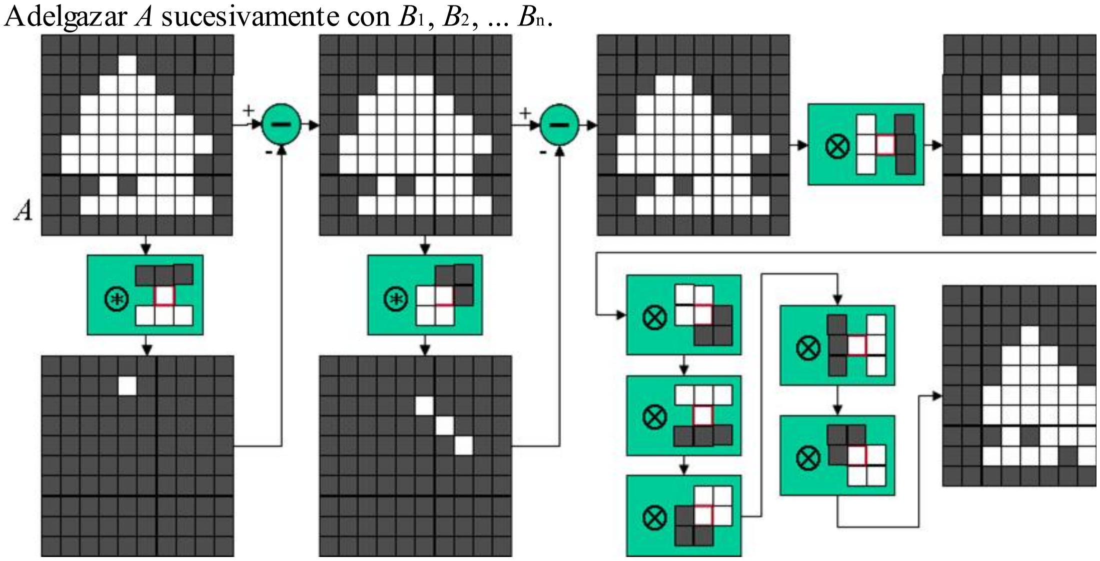


[Figuras tomadas de Gonzalez, Woods, Digital Image Processing (2nd Ed.), Prentice Hall, 2002]()

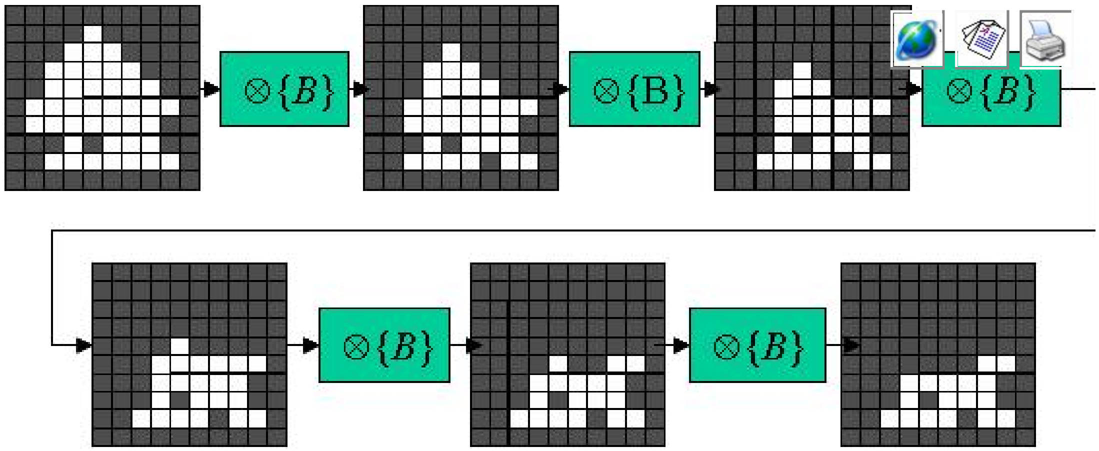
Resultado de limitar el resultac
anchura y altura del conjunto c

ADELGAZAMIENTO Y ENGORDE

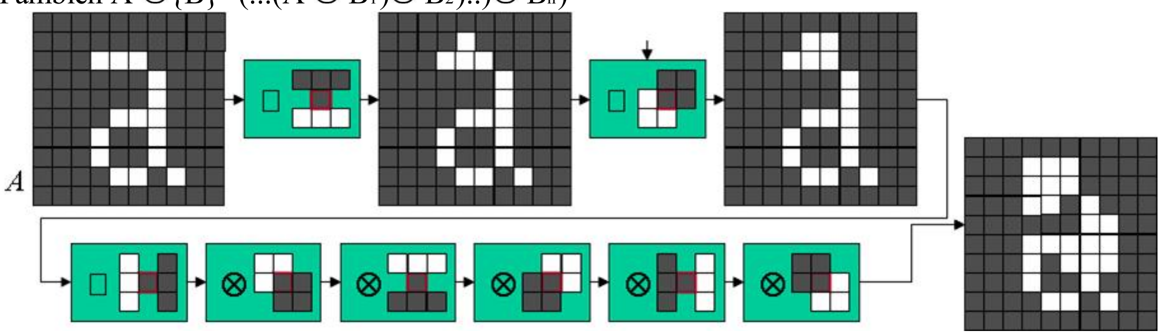
- **Adelgazamiento: →** ⊗
  - Expresado en términos de Acierta/Falla:
    - $A \otimes B = A - (A \circledast B) = A \cap (A \circledast B)^c$
  - En la práctica, suele aplicarse como una secuencia de EE
    - $B = \{B_1, B_2, \ldots, B_n\}$ siendo B_i una versión rotada de B_{i-1}
    - $A \otimes \{B\} = (\ldots(A \otimes B_1) \otimes B_2)\ldots) \otimes B_n)$
      Adelgazar A sucesivamente con B_1, B_2, ... B_n.



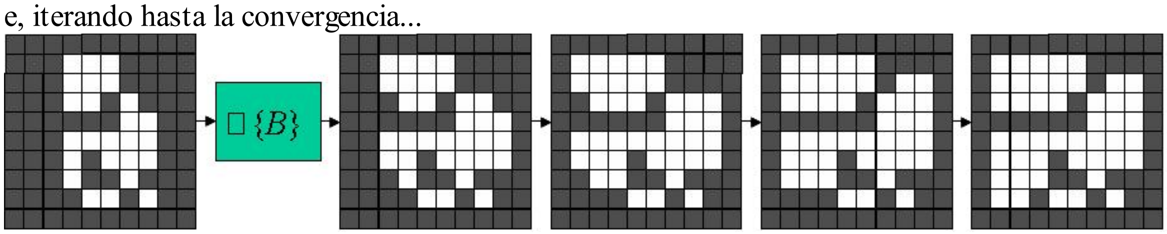
    - El proceso se repite hasta que no se obtienen cambios



- **Engorde:** → $\odot$
  - Es dual del adelgazamiento:
    - $A \odot B = A \cup (A \circledast B)$
  - También $A \odot \{B\} = (...(A \odot B_1) \odot B_2)..) \odot B_n)$

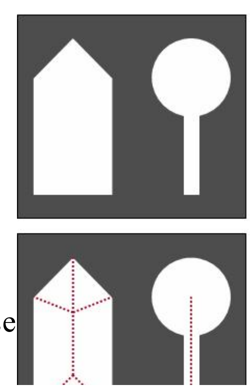


  - e, iterando hasta la convergencia...



ESQUELETIZACIÓN

- **Esqueleto:**
  - Dada una imagen A, se dice que **z** pertenece al esqueleto de A si y solo sí:
    - Si $(D)_z$ es el disco más grande centrado en **z** y contenido en A, no existe ningún otro disco más grande conteniendo a $(D)_z$ e incluido en A.
      - (en tal caso, $(D)_z$ se denomina *disco máximo*).
    - $(D)_z$ toca la frontera de A en, al menos, dos puntos.
  - Esta definición supone imágenes continuas. Su adaptación a imágenes digitales puede ser computacionalmente muy costosa, y suelen utilizarse algoritmos que obtienen buenas aproximaciones con imágenes digitales



en un tiempo razonable.

- Determinación del esqueleto:

$$S(A) = \cup_{k=1}^{K} S_k(A)$$

$$S_k(A) = (A \ominus_k B) - (A \ominus_k B) \circ B$$

  - donde
    $\ominus_k$ indica k sucesivas erosiones $(...(A \ominus B) \ominus B)...) \ominus B$
    K es la última iteración antes de que A se erosiones a un conjunto vacío
- Puede demostrarse que es una operación invertible:
  $A = \cup_{k=1}^{K} (S_k(A) \oplus B)$

PODA

- Los algoritmos de poda persiguen eliminar componentes espúreas resultantes de aplicar operaciones morfológicas de tipo adelgazamiento o esqueletización
- En general, requieren alguna información a priori acerca del tipo de imagen a tratar.
- Usada en el reconocimiento automático de caracteres escritos a mano
- 4 pasos:
  - Adelgazamiento (para eliminación de zonas espúreas usando EE específicos para detectar puntos de inflexión)
    - $X_1 = A \otimes \{B\}$
  - Recuperación (de la forma original):
    - $X_2 = \cup_{k=1}^{8} (X_1 \circledast B^k)$
  - Dilatación (con un EE de 3x3 "unos"):
    - $X_3 = (X_2 \oplus H) \cap A$
  - Poda:
    - $X_4 = X_1 \cup X_3$