Universidade Federal De Uberlândia
Faculdade de Computação
Processamento digital de imagens
GSI058

EULLER HENRIQUE BANDEIRA OLIVEIRA
11821BSI210

Resumo :
Aula 09

Uberlândia
2021

Morfologia

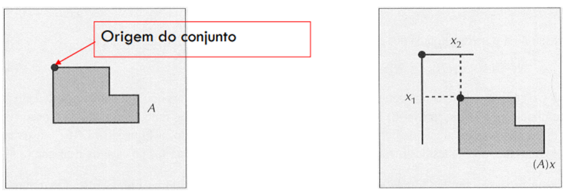
- Biologia
  - Forma de plantas e animais
  - Estrutura de plantas e animais
- Processamento de imagens
  - Utilidade:
    - Representação e descrição da forma de uma região
  - Utiliza a Teoria dos conjuntos
  - Métodos:
    - Extração de componentes
    - Filtragem de componentes
    - Alinhamento de componentes
    - Afinamento de componentes
    - Poda de componentes

Definições básicas

- Imagens binárias
  - Pixels brancos ou pretos
  - Z^2
    - x = eixo horizontal
    - y = eixo vertical
- Imagens em nível de cinza
  - Pixels brancos, cinzas com intensidades diferentes ou pretos
  - Z^3: (x,y,z)
    - x = eixo horizontal
    - y = eixo vertical
    - z = intensidade

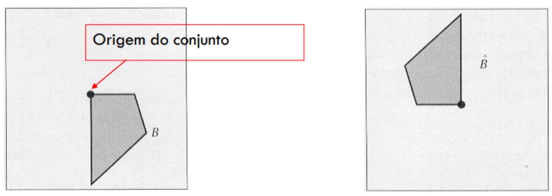
Translação de A por x

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



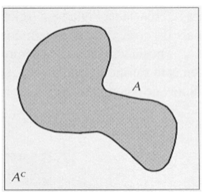
Reflexão de B

$$\hat{B} = \{x \mid x = -b, \quad para\ b \in B\}$$



Complemento do conjunto A

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

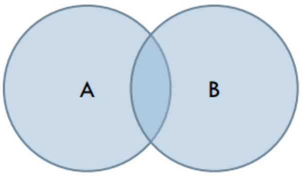


Interseção de A e B

$$A \cap B = \{x \mid (x \in A) \wedge (x \in B)\}$$

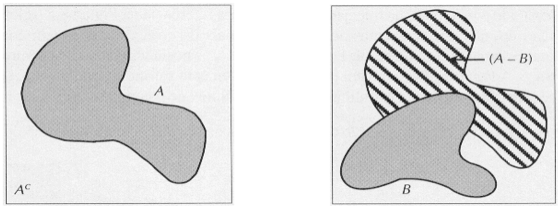
União de A e B

$$A \cup B = \{x \mid (x \in A) \vee (x \in B)\}$$



Diferença de dois conjuntos A e B

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



<u>Dilatação Binária</u>

$$A \oplus B = \{c \in Z^2 \mid c = a + b,\ a \in A\ e\ b \in B\}$$

Onde:

A e B: Conjuntos de Z^2
A: Imagem que está sendo operada
B: Elemento estruturante

- Define como a dilatação irá ocorrer

Aplicação: Preenchimento de espaço (gap filing)

<u>Erosão Binária</u>

$$A \Theta B = \{c \in Z^2 \mid c + b \in A,\ para\ \ todo\ \ b \in B\}$$

Onde:

A e B: Conjuntos de Z^2
A: Imagem que está sendo operada
B: Elemento estruturante

- Define como a erosão irá ocorrer

Aplicação: Remoção de Componentes

<u>Dilatação x Erosão</u>

Dilatação:

Reduz uma imagem

Erosão:

Expande uma imagem

São operações duais:

$$(A \Theta B)^c = A^c \oplus \hat{B}$$

<u>Abertura</u>

Abertura = Erosão → Dilatação

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

<u>Fechamento</u>

Fechamento = Dilatação → Erosão

$$A \bullet B = (A \oplus B) \Theta B$$

<u>Abertura x Fechamento</u>

Idempotência:

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

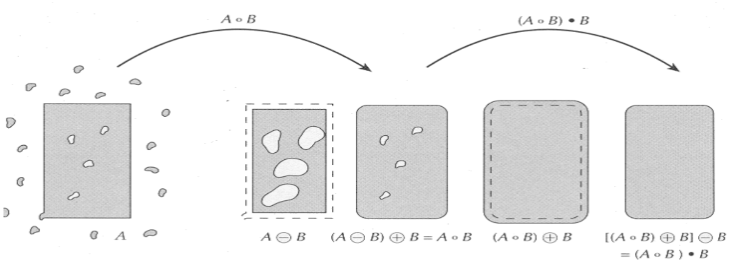
$$(A \bullet B) \bullet B = A \bullet B$$

São operações duais:

$$(A \bullet B)^c = (A^c \circ \hat{B})$$

<u>Filtro Morfológico</u>

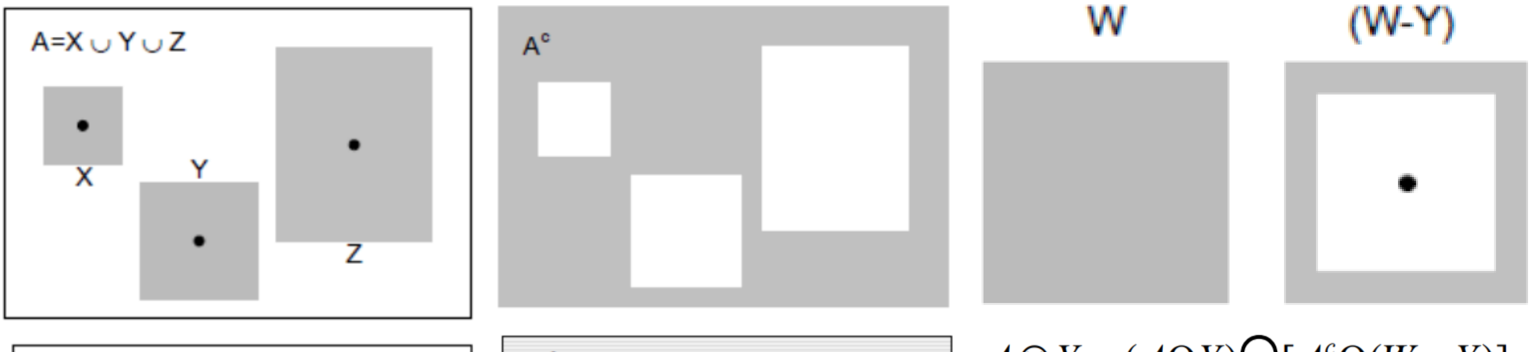
Filtro para ruídos isolados: Abertura →Fechamento



Transformada de Hits

- Detecta formas em uma imagem
- Erosão + Dilatação: Operador que indica a posição de um determinado padrão (Elemento estruturante B)

Ex:



$$A \otimes Y = (A \Theta Y) \bigcap [A^c \Theta (W - Y)]$$

Algoritmos Morfológicos Básicos

Extração de fronteiras

- Fronteira de uma imagem A:

Bordas internas:

- A menos erosão de A por B

$$\beta(A) = A - (A \Theta B)$$

Bordas externas:

- Dilatação de A por B menos A

$$\beta(A) = (A \oplus B) - A$$

Ex:

Preenchimento de Regiões

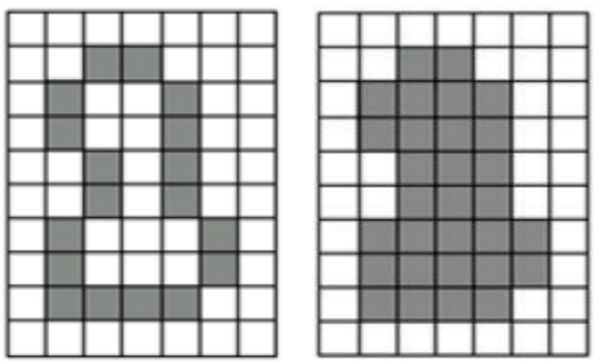
- A partir da fronteira de uma imagem, o algoritmo preenche a região inteira

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \bigcap A^c \qquad para \quad k = 1,2,3,....$$

Onde:

x0: Ponto dentro da fronteira
B: Elemento estruturante
A^c: Complemento de A

Condição de parada: Xk == Xk-1



Casco convexo (Convex Hull)

- Utiliza a transformada hit-or-miss
- Definição: Menor conjunto convexo que ainda contém S (conjunto arbitrário)

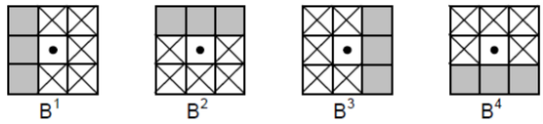
$$X_k^i = (X \circledast B^i) \cup A \quad para \quad i = 1,2,3,4 \quad e \quad k = 1,2,3,.....$$

$$X_0^i = A$$

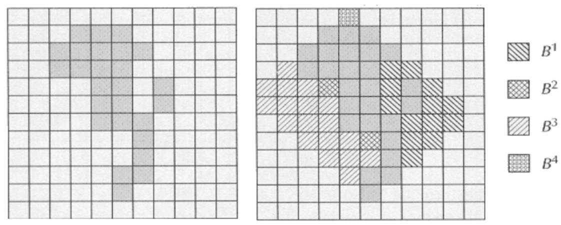
$$D^i = X^i_{conv}$$

$$\boxed{C(A) = \bigcup_{i=1}^{4} D^i}$$

Elemento estruturantes:



Ex:



- Onde:
    - B^i: Um dos 4 elementos estruturantes
    - X^i conv: Indica que Xk = Xk-1

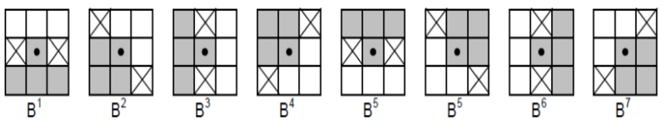
Afinamento (Thinning)

- Utiliza a transformada hit-or-miss
- Gera uma versão “emagrecida” da imagem A
- Afinamento da imagem A: Aplicação da equação em Bn
- Imagem afinada: conectividade-m

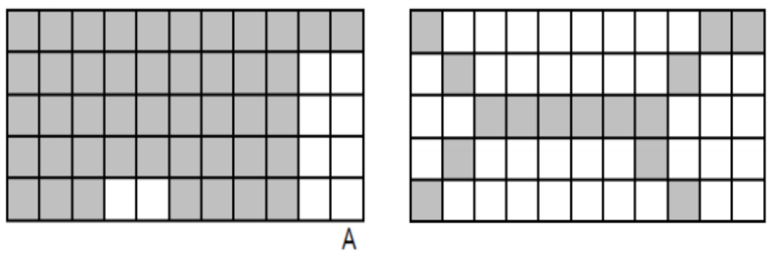
$$\boxed{A \otimes B = A - (A \circledast B) = A \cap (A \circledast B)^c}$$

$$\{B\} = \{B^1, B^2, B^3, ...B^n\}$$

Elementos estruturantes:



Ex:



Espessamento (Thickening)

- Utiliza a transformada hit-or-miss
- Gera uma versão “engordada” da imagem A

$$A \odot B = A \cup (A \circledast B)$$

Afinamento x Espessamento

- São operações duais:

$$(A \odot B)^c = A^c \otimes B \qquad \text{(dualidade)}$$
$$(A \otimes B)^c = A^c \odot B \qquad \text{(dualidade)}$$

<u>Operações Morfológicas em Tons de Cinza</u>

- Considerações**:**
    - Um pixel pode ter qualquer valor inteiro
    - Operações lógicas simulam conversões aritméticas
        - Interseções → Mínimos
        - Uniões → Máximos
        - Etc

Notação:

f(x,y): Imagem de entrada
b(x,y): Elemento estruturante

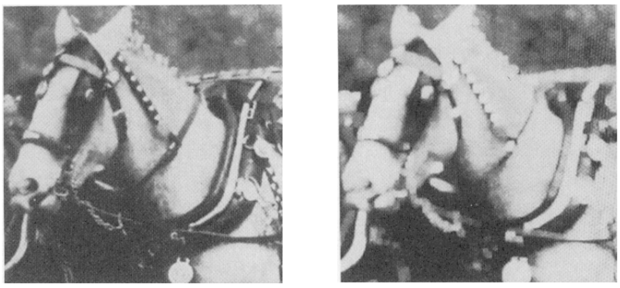
Dilatação em nível de cinza

- De acordo com os valores de b:
  - Gera uma imagem mais clara
  - Detalhes escuros são reduzidos ou eliminados
  - Max: Substitui as somas da convolução pelos produtos da convolução
  - Elemento estruturante: positivo ou negativo

$$(f \oplus b)(s,t) = \max\left\{f(s-x,t-y)+b(x,y) \middle| (s-x),(t-y) \in D_f ; (x,y) \in D_b\right\}$$

- Onde:
  - Df: Domínio de f
  - Db: Domínio de b

Ex:



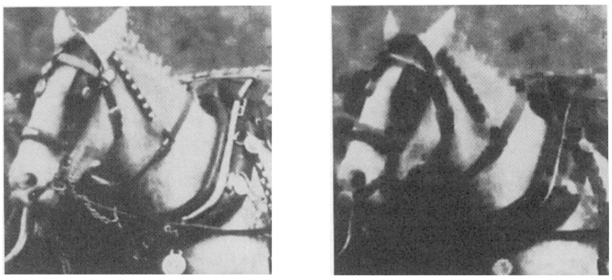
Erosão em nível de cinza

- De acordo com os valores de b:
  - Gera uma imagem mais escura
  - Detalhes claros são reduzidos ou eliminados

$$(f \ominus b)(s,t) = \min\left\{f(s+x,t+y)-b(x,y) \middle| (s+x),(t+y) \in D_f ; (x,y) \in D_b\right\}$$

- Onde:
  - Df: Domínio de f
  - Db: Domínio de b

Ex:



Outros operadores

- Abertura
- Fechamento
- Suavização morfológica
  - Abertura→ Fechamento
  - Remoção ou atenuação
- Transformação top-hat
  - Enfatiza o detalhe
- Etc