

# Processamento de imagens - Morfologia Matemática

Alano Martins Pinto e Gildácio Sá

UECE - Universidade Estadual do Ceará

26 de junho de 2017

# Tópicos

- Conceitos
- Teoria dos conjuntos
- Operações lógicas
- Dilatação e Erosão
- Abertura e fechamento
- Transformação Hit-or-miss
- Extração de bordas
- Extração de componentes conexas
- Conver Hull
- Thinning
- Thickening
- Esqueleto
- Poda
- Morfologia em escala de cinza

# Teoria dos conjuntos

União:  $C = A \cup B$

Interseção:  $C = A \cap B$

Subtração:  $C = A - B$

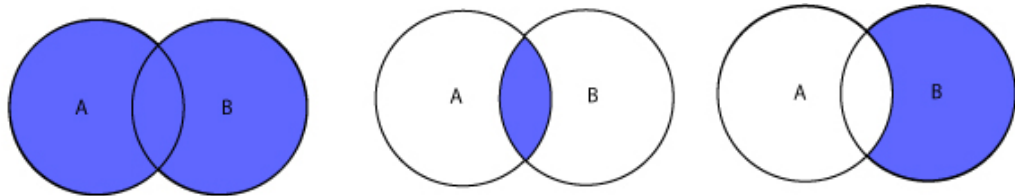


Figura: Propriedades básicas de conjuntos

# Complementar

## Definição

*Conjunto de pontos que não estão em  $A$*

## Equação

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

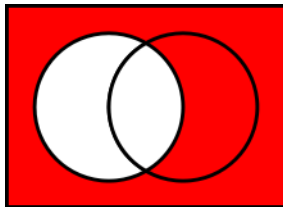


Figura: Complementar de conjuntos

# Translação

## Definição

*Move a origem de A para o ponto z*

## Equação

$$(A)z = \{c \mid c = a + z, \text{ para } a \in A\}$$

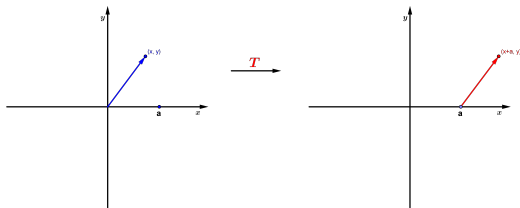


Figura: Translação em vetor

# Reflexão

## Definição

*Reflete todos os elementos de  $B$  sobre a origem desse conjunto*

## Equação

$$B = \{w \mid w = -b, \text{ para } b \in B\}$$

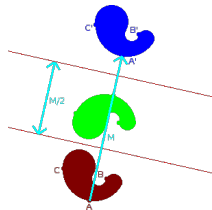


Figura: Reflexão em figura

# Operações lógicas (Binário)

- NOT
- AND
- OR
- XOR
- NOT-AND

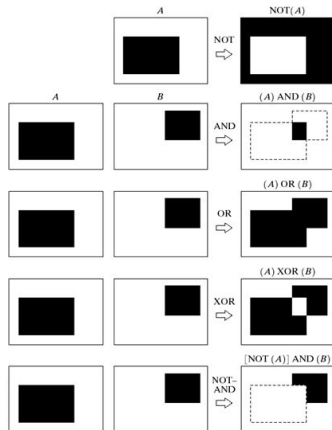


Figura: Operações lógicas

# Extração de bordas

## Definição

*Extrai bordas do pixels frontal. Realiza uma erosão e após a diferença do conjunto  $A$  com o resultado.*

## Equação

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

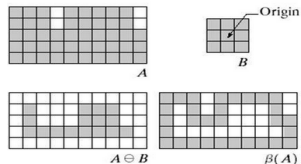


Figura: Extração de bordas 1



Figura: Extração de bordas 2



# Preenchimento de regiões

## Definição

*Preenche ua região em A, dado um ponto inicial p.*

## Equação

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

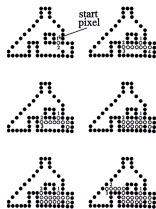


Figura: Preenchimento de regiões

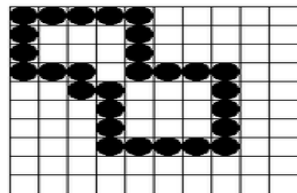


Figura: Preenchimento de regiões

# Extração de componentes conexos

## Definição

*Encontra um componente conectado  $X$  em  $A$ .*

## Equação

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A \quad k = 1, 2, 3$$

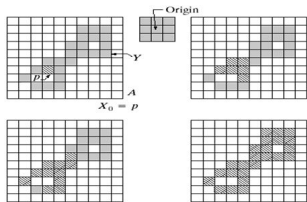


Figura: Componentes conectos

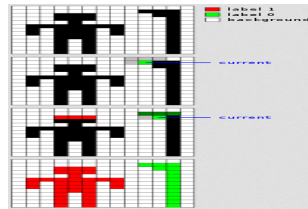


Figura: Componentes conectos

# Convex hull

## Definição

*Encontra o envelopamento convexo de um conjunto A*

## Equação

$$X_k^i = (X_{k-1} \otimes B^i) \cup A \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad k = 1, 2, 3, ..$$

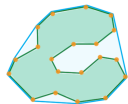


Figura: Convex hull

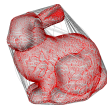


Figura: Convex hull

# Afinamento

## Definição

*Encontra o envelopamento convexo de um conjunto  $A$*

## Equação

$$A \otimes B = A - (A * B) \text{ OU } A \cap (A * B)^c$$

# Afinamento

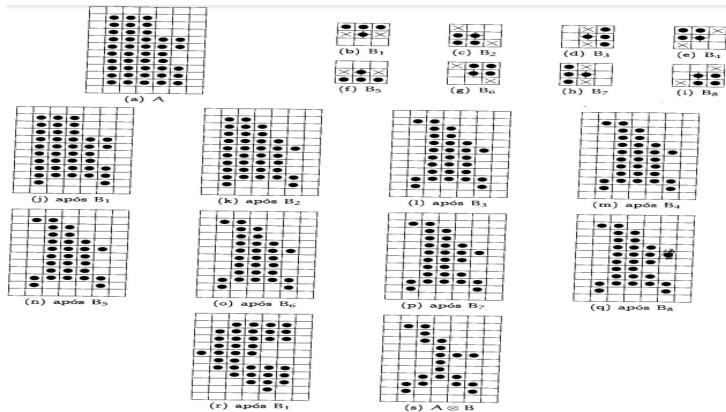


Figura: Afinamento

# Espessamento

## Definição

*Aumenta a espessura de um conjunto  $A$*

## Equação

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

# Espessamento

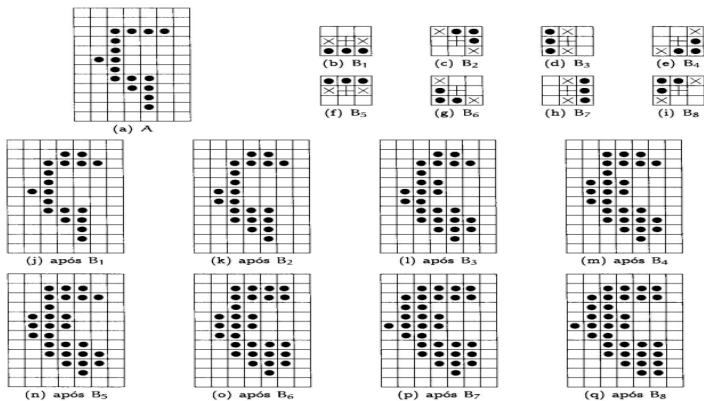


Figura: Espessamento

# Esqueleto

## Definição

*Processo de redução da região foreground, preservando a extensão e conectividade.*

## Equação

$$S(A) = \bigcup_{k=0}^k \{(A \ominus kB) - [(A \ominus kB) \circ B]\}$$

*Reconstrução :*

$$S(A) = \bigcup_{k=0}^k (S_k(A) \oplus kB)$$



# Esqueleto

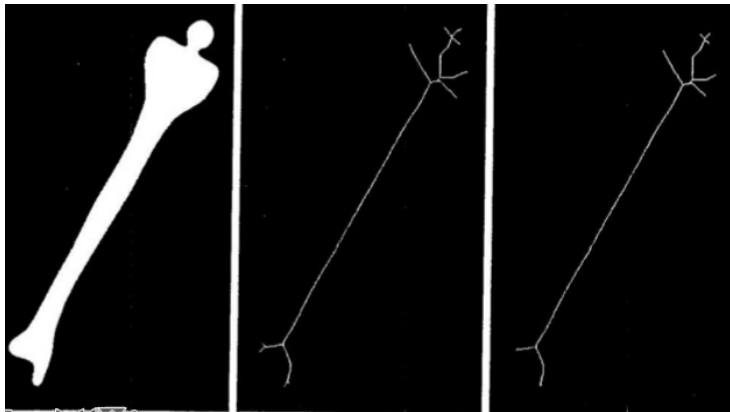


Figura: Esqueleto

## Definição

*Aumenta a espessura de um conjunto  $A$*

## Equação

$$X_1 = A \otimes B \quad (1)$$

$$X_2 = \bigcup_{k=1}^8 (X_1 \circledast B^k) \quad (2)$$

$$X_3 = (X_2 \oplus H) \cap A \quad (3)$$

$$X_4 = X_1 \cup X_3 \quad (4)$$

# Poda

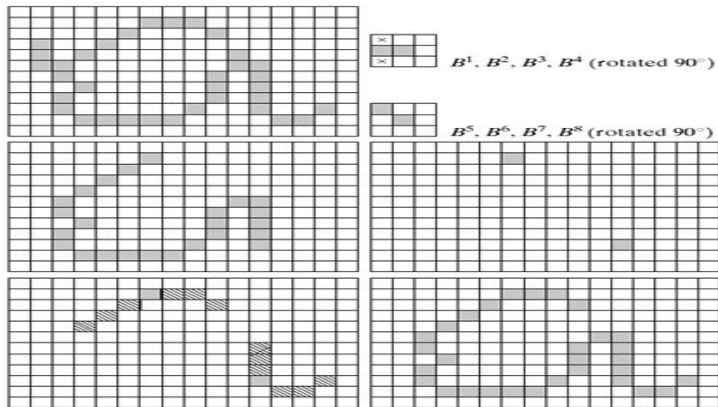


Figura: Poda

# Morfologia - Imagens monocromáticas

- Dilatação e Erosão
- Abertura e Fechamento
- Realce de contraste
- Granulometria
- Atenuação de ruídos

# Dilatação e Erosão - Imagens monocromáticas

## Definição

*Similar a imagens binárias*

## Equação

$$(f \oplus b)(x, y) = \max\{f(x - m, y - n) + b(m, n)\}$$

$$(f \ominus b)(x, y) = \min\{f(x - m, y - n) + b(m, n)\}$$

## Abertura e Fechamento - Imagens monocromáticas

### Definição

*Similar a imagens binárias*

### Equação

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

$$(f \bullet b) = (f \oplus b) \ominus b$$

## Realce de contraste - Imagens monocromáticas

### Definição

*Realce de contraste para imagem*

### Equação

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

$$BH(f) = (f \bullet b) - f$$

$$g = f + TH(f) - BH(f)$$

## Realce de contraste - Imagens monocromáticas

Top-Hat:



Figura: Top Hat

Black-Hat:



Figura: Black Hat



## Realce de contraste - Imagens monocromáticas

Aplicação do realce:

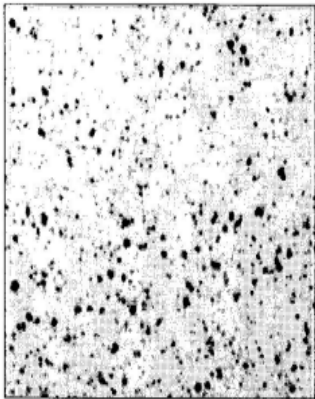


Figura: Realce

# Granulometria

## Definição

*Estimativa da distribuição de tamanhos de objeto em uma imagem*

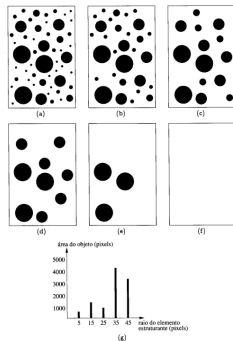


Figura: Granulometria

# Atenuação de ruídos

## Definição

*Abertura da imagem para redução de pontos brancos isolados e fechamento para redução de pontos pretos isolados*

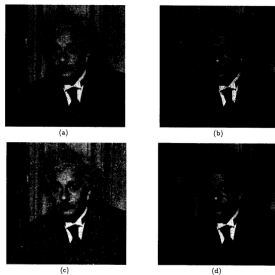


Figura: Redução de ruídos

# Bibliografia



Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods.

*Digital Image Processing (2nd Ed).*

Prentice Hall, 2002.



H. Pedrini and W. R. Schwartz.

*Análise de Imagens Digitais: Princípios, Algoritmos e Aplicações.*

Editora Thomson Learning, 2007.

Obrigado!