Universidade Estadual de Londrina

Departamento de Computação

Programa de Mestrado em Computação

Módulo 5 - processamento morfológico de imagens

Autor: Prof. Dr. Alan Salvany Felinto

email: alan@uel.br

(2017)

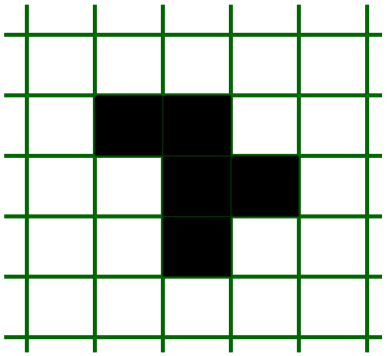
Sumário

- Erosão e dilatação
- Operação de abertura e fechamento
- Detecção de borda, preenchimento de buracos, componentes conectados, transformação Hit or miss.
- Processamento Morfológico para imagens em níveis de cinza.
- Transformada Top-Hat e Botton-Hat
- Gradiente
- Exercícios
- Referências Bibliográficas

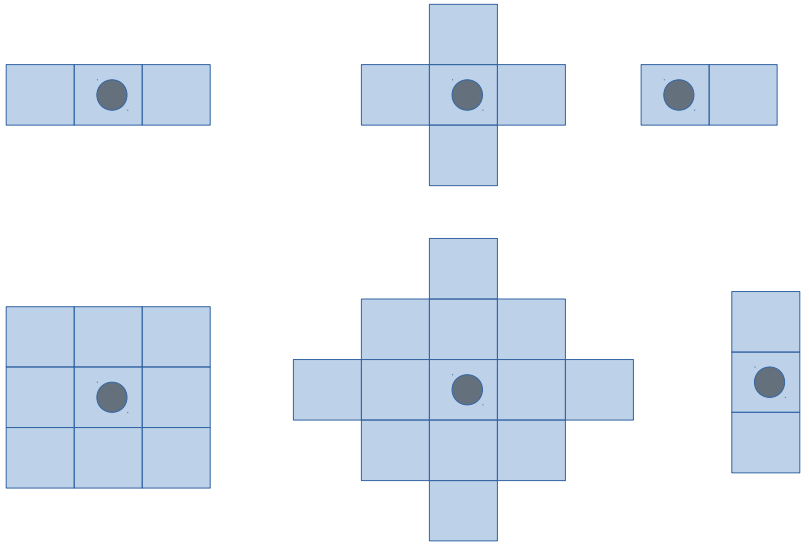
Morfologia Matemática

Morfologia- extrai informações relativas a geometria e a topologia de objetos contidos em uma imagem. Utiliza um elemento estruturante para extração das informações. Usa teoria de conjuntos como formalismo matemático.

Objeto de interesse

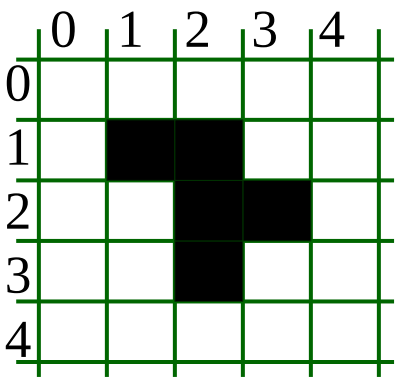


Elementos estruturantes

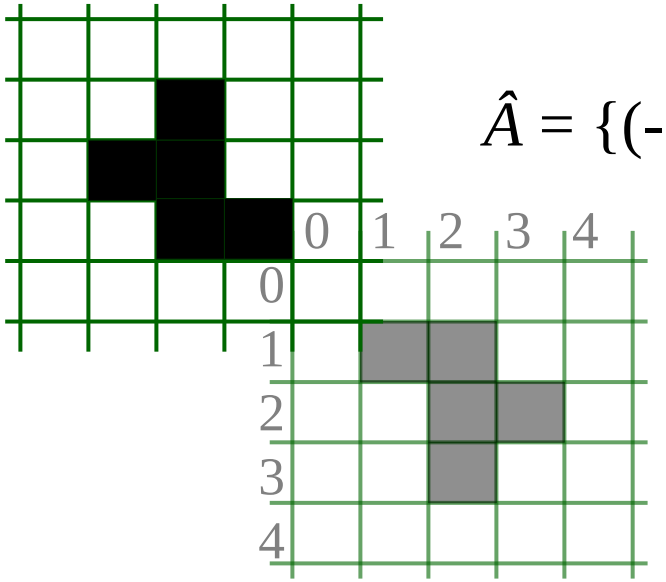


Reflexão

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



$A = \{(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(2,3)\}$

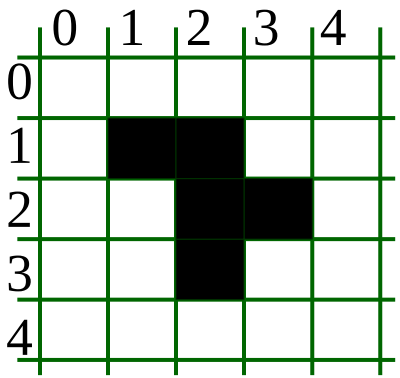


$\hat{A} = \{(-1,-1),(-1,-2),(-2,-2),(-3,-2),(-2,-3)\}$

Translação do conjunto *B* em relação a *z*

Dado $z = (z_1, z_2)$

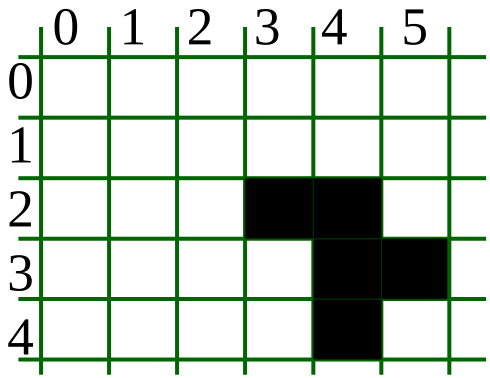
Ex:



$$(B)_z = \{c \mid c = b + z, \text{ para } b \in B\}$$

Z = (1,2)

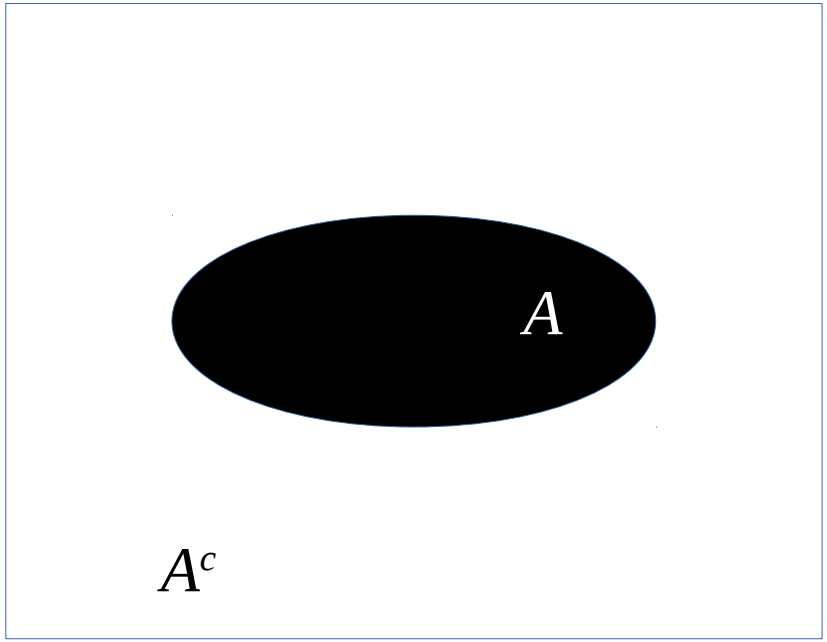
A = {(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(2,3),}

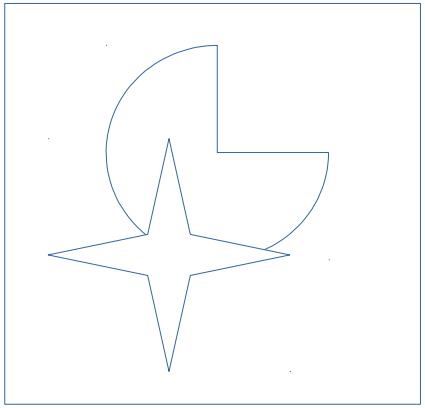


$(A)_z$ = *{(2,3),(2,4),(3,4),(4,4),(3,5),}*

Complemento do Conjunto *A*

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

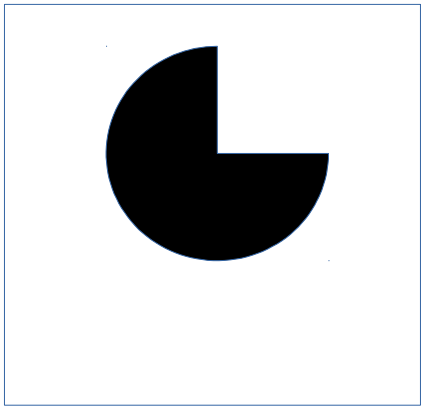




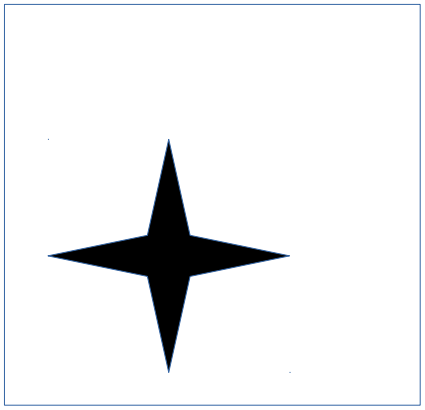
Diferença, entre *A* e *B*

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

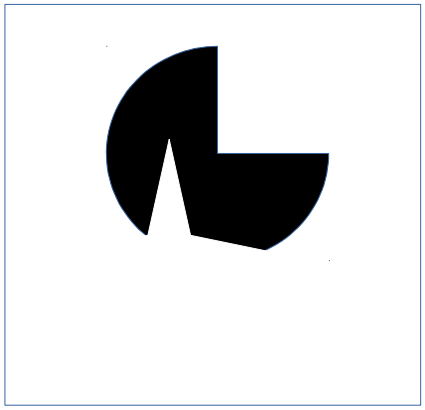
A

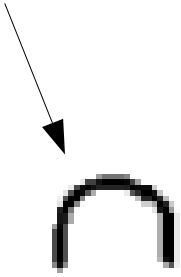


B

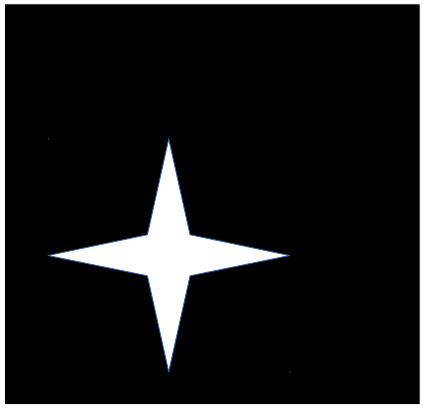


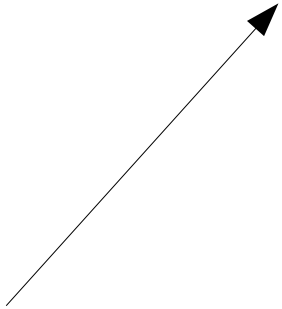
A-B





B^c

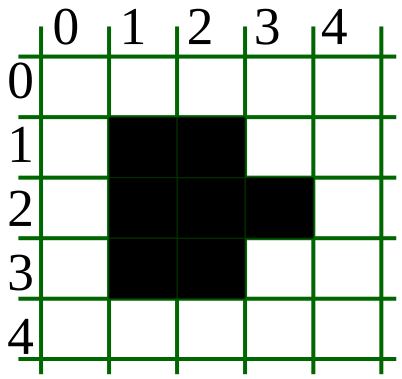




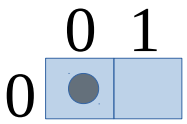
Erosão

$$A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\}$$

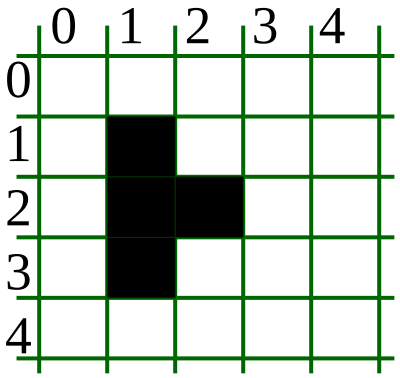
B transladado por *z* está contido em a



$A = \{(1,1),(1,2),(2,1),(2,2),(3,1),(3,2),(2,3)\}$



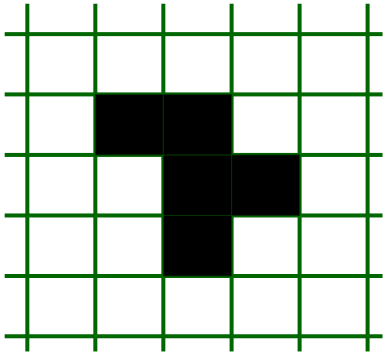
B ={(0,0), (0,1)}



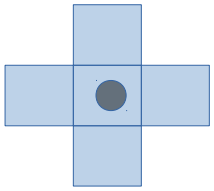
$A \ominus B$ = ?

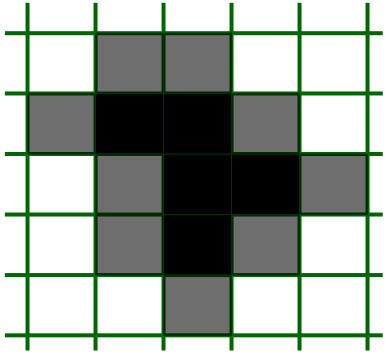
Dilatação

A



B





$$A \oplus B = \{z \mid (\hat{B})_z \cap A \neq \varnothing\}$$

Dualidade

$$(A \ominus B)^C = A^C \oplus \hat{B}$$

$$(A \oplus B)^C = A^C \ominus \hat{B}$$

Caso o elemento estruturante for simétrico então: $B = \hat{B}$

$$(A \ominus B)^C = A^C \oplus \hat{B}$$

Neste caso pode-se fazer a erosão pela dilatação do fundo da imagem utilizando o mesmo elemento estruturante.

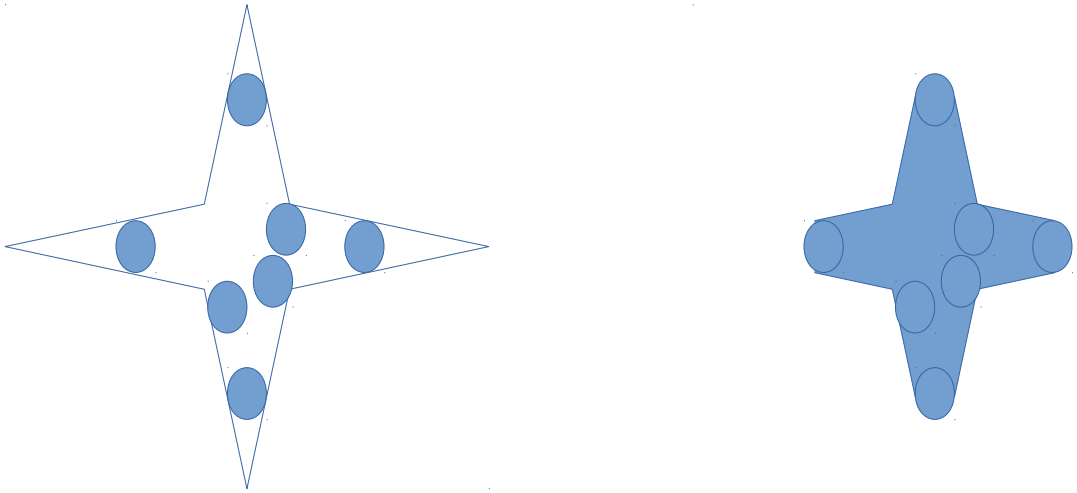
Operação de Abertura

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

Duas operações:
Primeiro erosão depois dilatação com o mesmo elemento estruturante.
Elimina conjuntos de pixeis menores que os Elementos estruturantes. Suaviza.
Elimina detalhes finos na imagem.

Interpretação Geométrica da operação de Abertura

$$A \circ B = \bigcup \{(B)_x \mid (B)_x \subset A\}$$



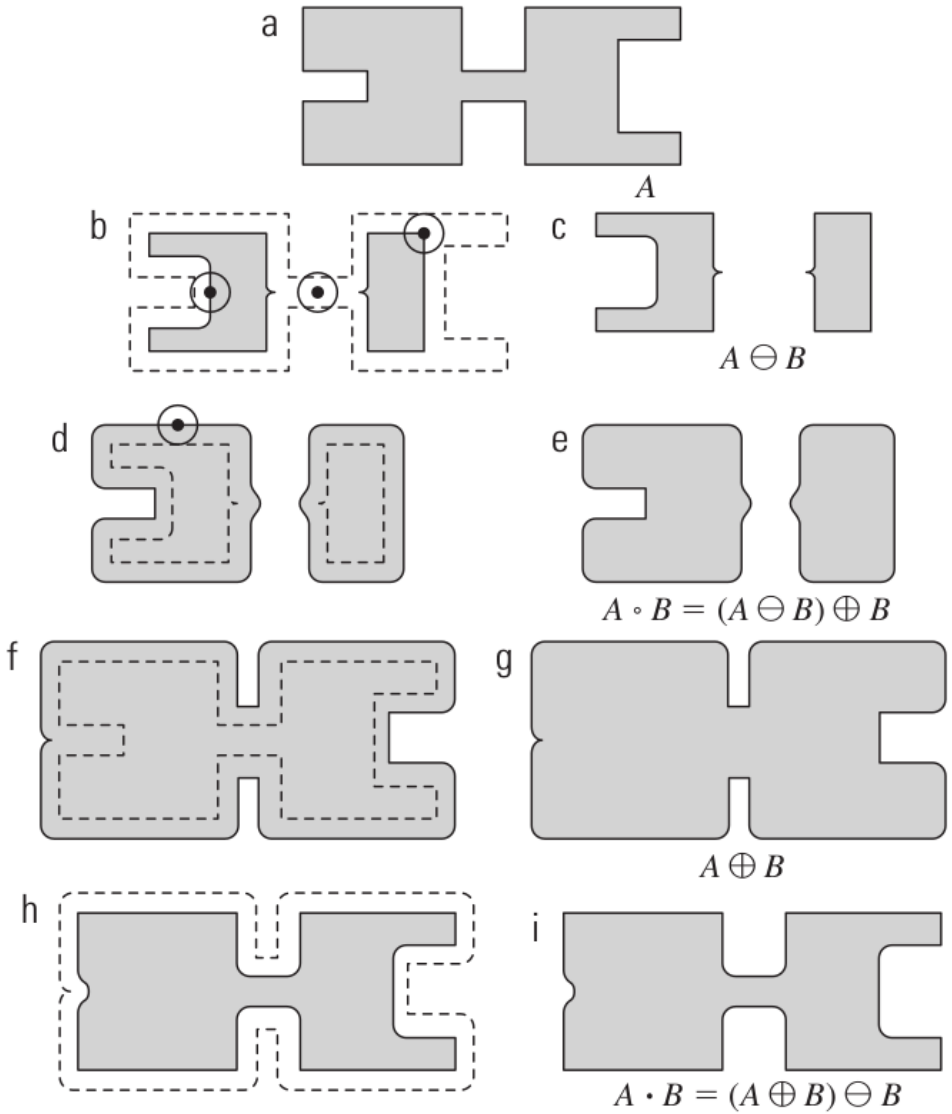
Ajuste de *B* em *A*

Fechamento

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

Duas operações:
Primeiro dilatação depois erosão com o mesmo elemento estruturante.
Elimina buracos e vazios menores que os Elementos estruturantes. Suaviza.

Resumo



Fonte Gozalez 2010

Extração de Fronteira

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

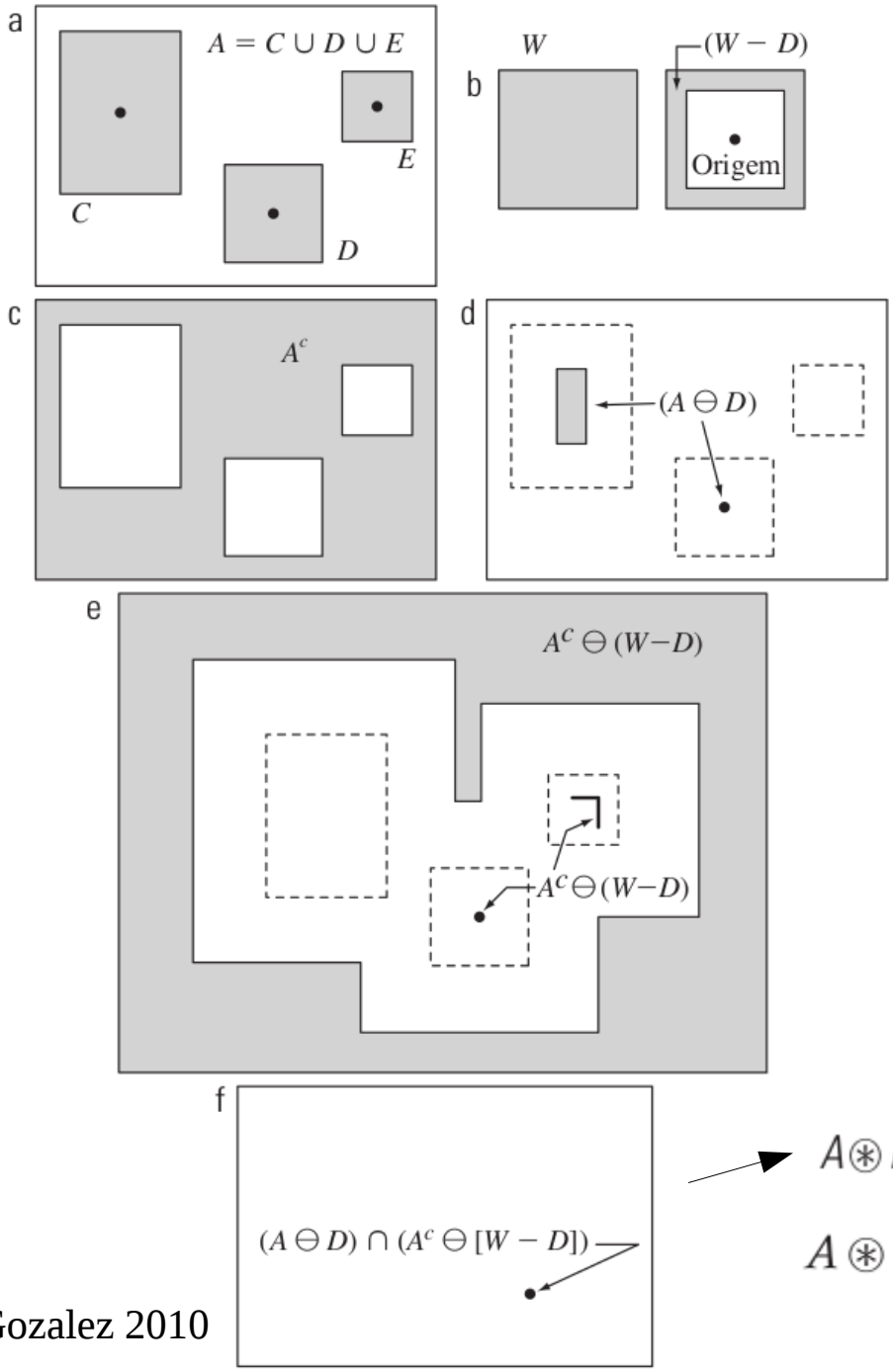
A transformada Hit-or-Miss

Elimina elementos menores que o Elemento estruturante

Considere:

$B_1 = D$

$B_2 = (W\text{-}D)$

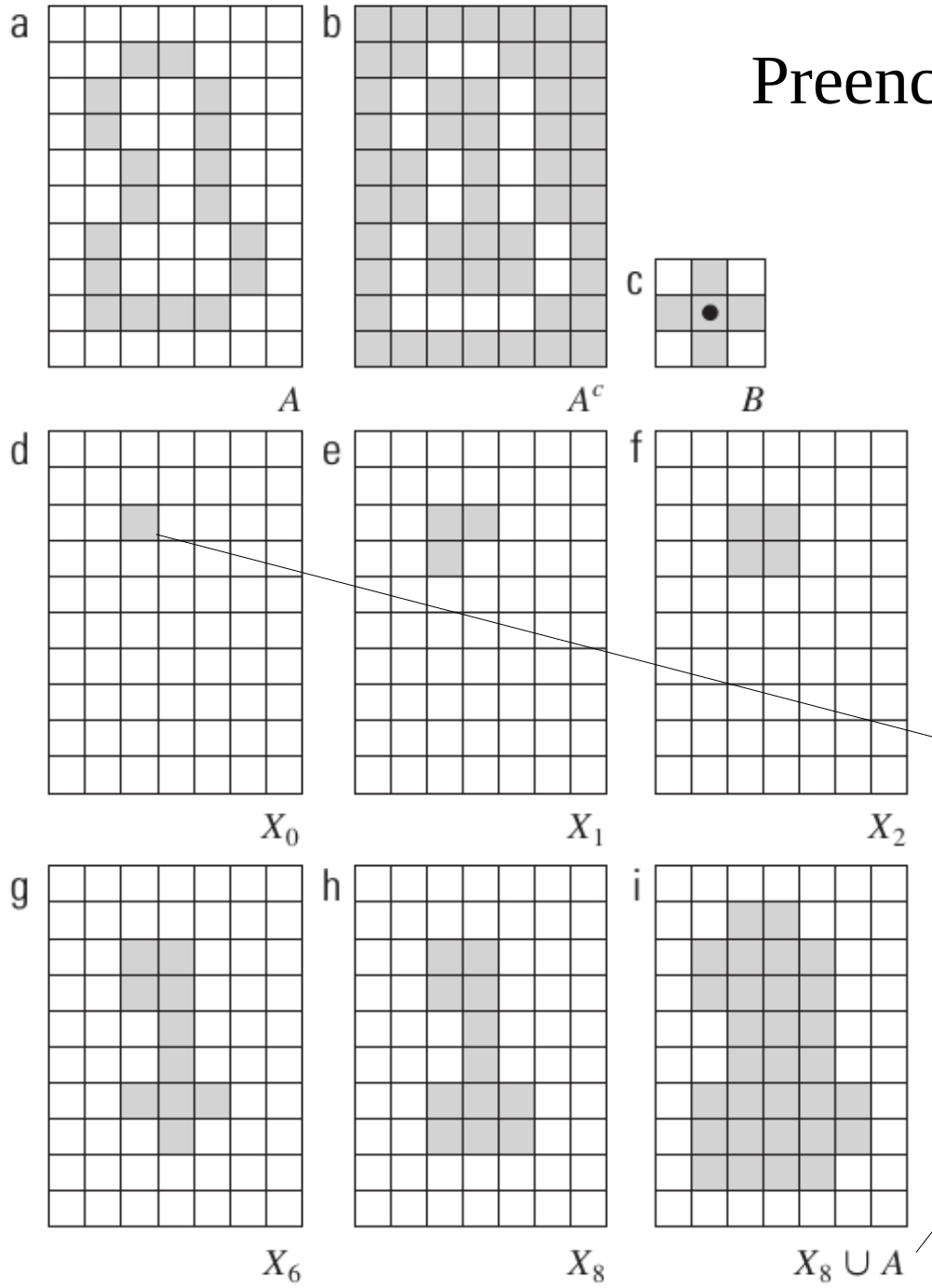


$$A \circledast B = (A \ominus B_1) \cap (A^c \ominus B_2)$$

$$A \circledast B = (A \ominus B_1) - (A \oplus \hat{B}_2)$$

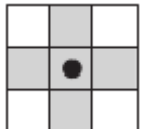
Fonte Gozalez 2010

Preenchimento de Regiões



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

Elemento estruturante utilizado

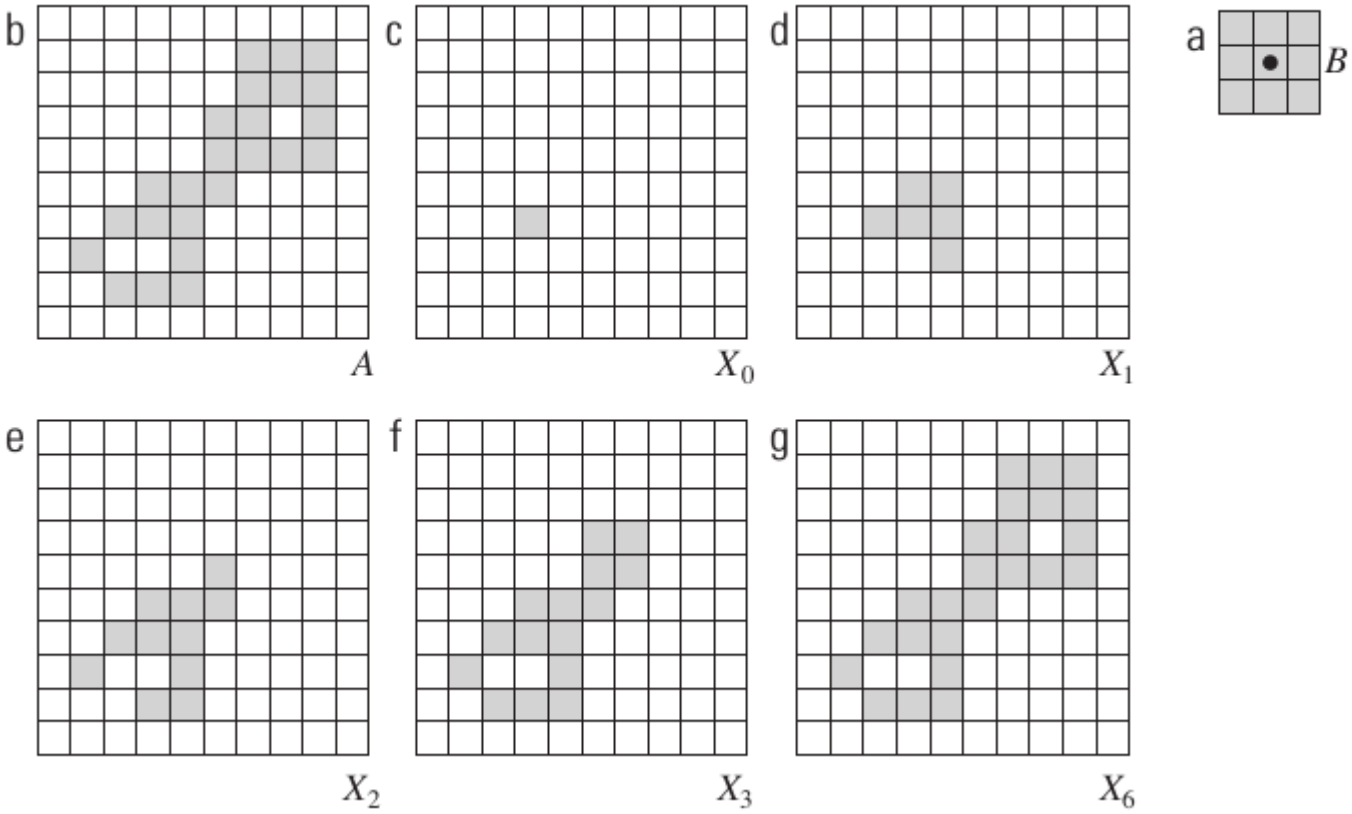


Dilatação começando por este elemento

Objeto preenchido

Componentes Conectados

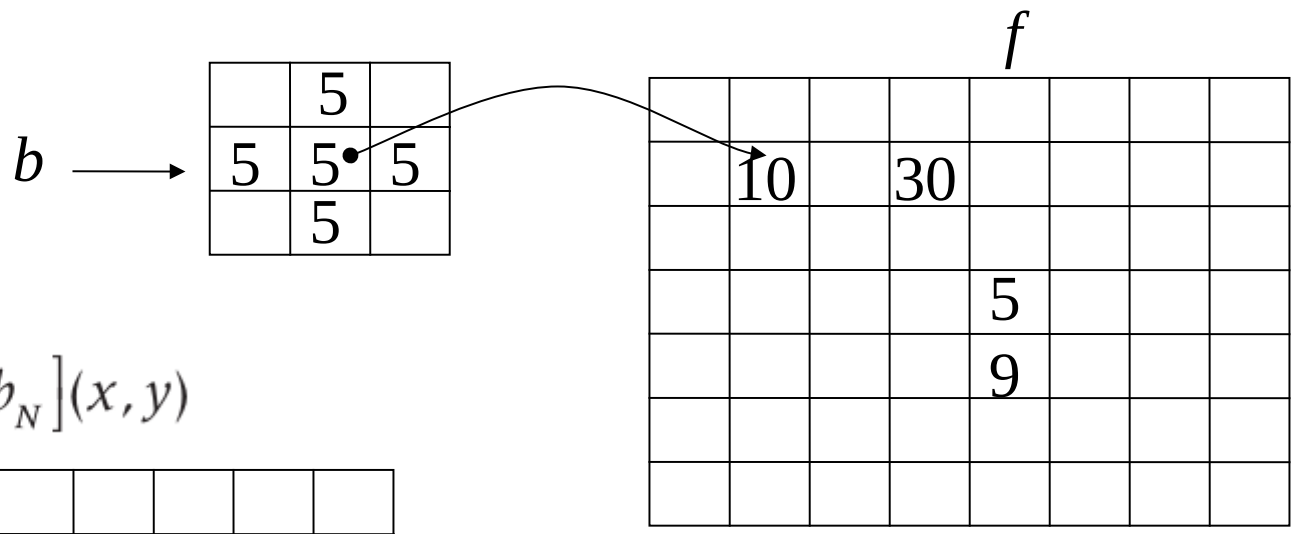
$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A \quad k = 1, 2, 3, \ldots$$



Gonzalez 2010

Processamento Morfológico para imagens em níveis de cinza

Dilatação $$\left[f \oplus b_N\right](x,y) = \max_{(s,t)\in b_N} \left\{f(x-s,y-t) + b_N(s,t)\right\}$$



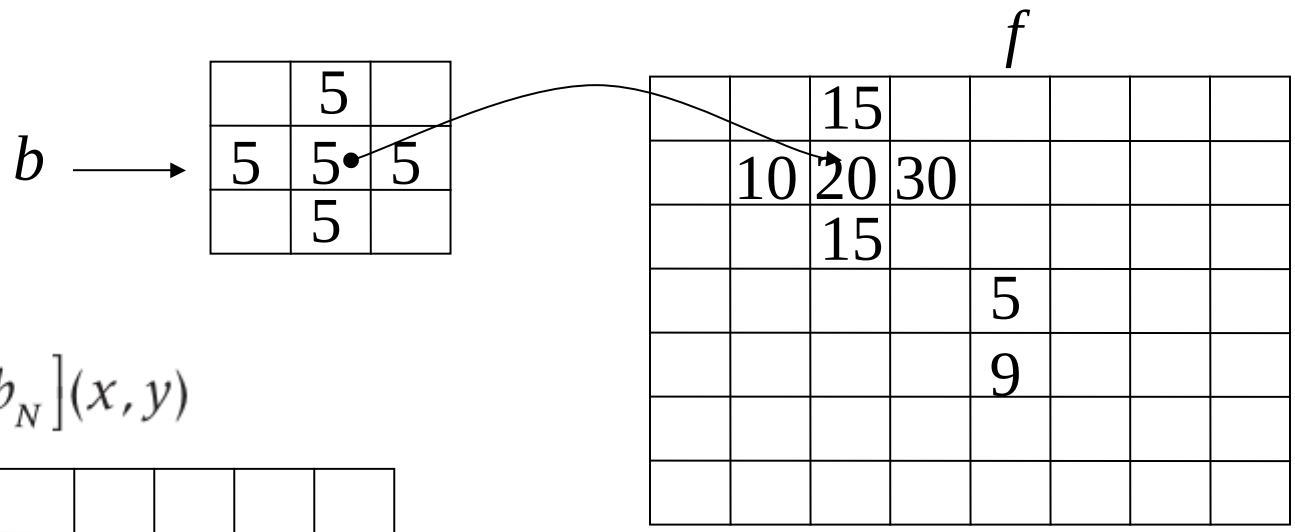
$\left[f \oplus b_N\right](x,y)$

	15						
15	15	15					
	15						

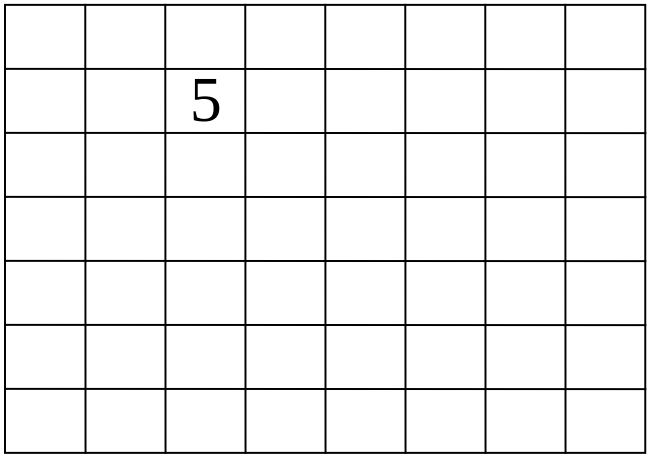
Continue processando...

Processamento Morfológico para imagens em níveis de cinza

Erosão $$[f \ominus b_N](x,y) = \min_{(s,t)\in b_N} \{f(x+s, y+t) - b_N(s,t)\}$$



$[f \oplus b_N](x,y)$



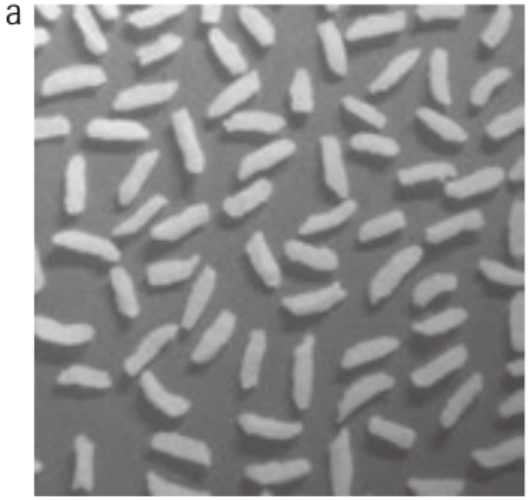
Transformada Top-Hat (Cartola)

$$T_{\text{hat}}(f) = f - (f \circ b)$$

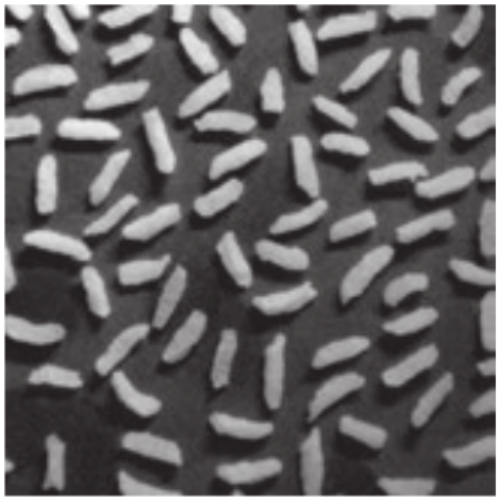
- A abertura remove objetos menores que o elemento estruturante.
- A subtração faz com que fique somente os elementos que foram removidos.
- Usada em objetos claros sobre fundos mais escuros.
- Detecta detalhes na presença de sombras

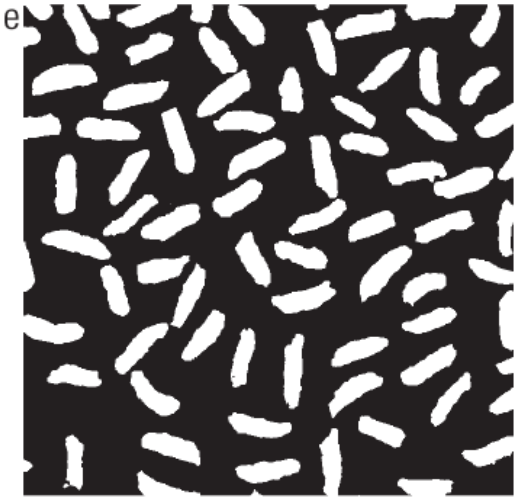
Aplicação Top Hat
Minimiza o efeito da iluminação não uniforme

f original



f segmentada (Otsu)





Abertura ES

Top Hat

$$T_{\text{hat}}(f) = f - (f \circ b)$$

d segmentada (otsu)

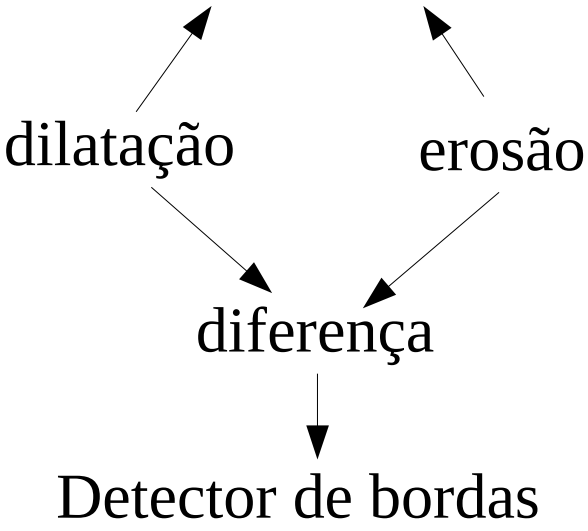
Transformada Black-Hat (Bottom-Hat)

$$B_{\text{hat}}(f) = (f \bullet b) - f$$

- Detecta detalhes em imagens claras.

Gradiente

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



Questões de implementação em OpenCV

Exemplo de Programa em OpenCV em c++
https://docs.opencv.org/3.3.0/d8/dc0/morphology2_8cpp-example.html

Documentação da rotina **morphologyEx** Opencv 3.3.0 :

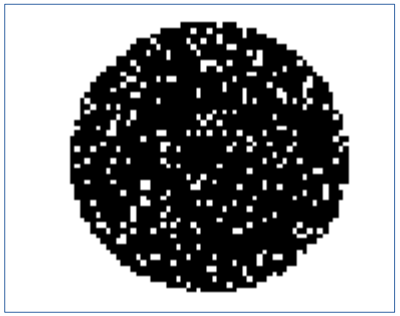
https://docs.opencv.org/3.3.0/d4/d86/group__imgproc__filter.html#ga67493776e3ad1a3df63883829375201f

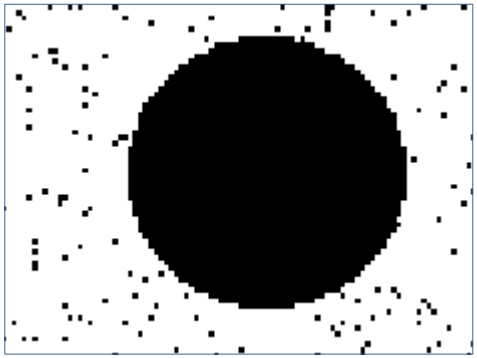
Documentação da rotina **morphologyEx** Opencv 2.4 :

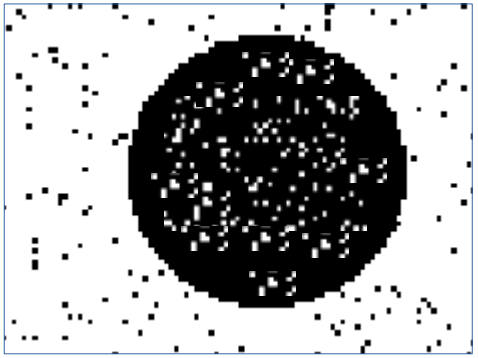
https://docs.opencv.org/2.4/modules/imgproc/doc/filtering.html?highlight=morphologyex#morphologyex

Exercícios

1) Usando morfologia matemática retire os ruídos das imagens





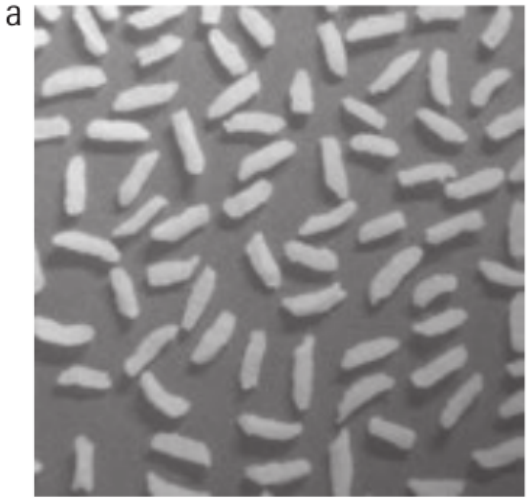


Quais operações morfológicas aplicáveis ?

2) Dado uma imagem binária e os conceitos de processamento de imagens morfológicas, implemente um detector de bordas

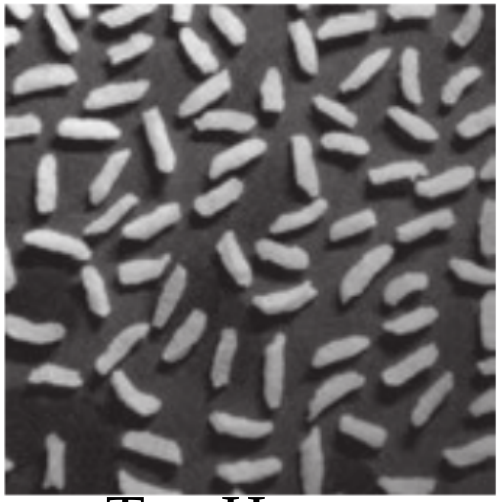
3) Implemente a seguinte aplicação da transformada Top Hat, que minimiza o efeito da iluminação não uniforme na segmentação dos objetos de interesse

f original



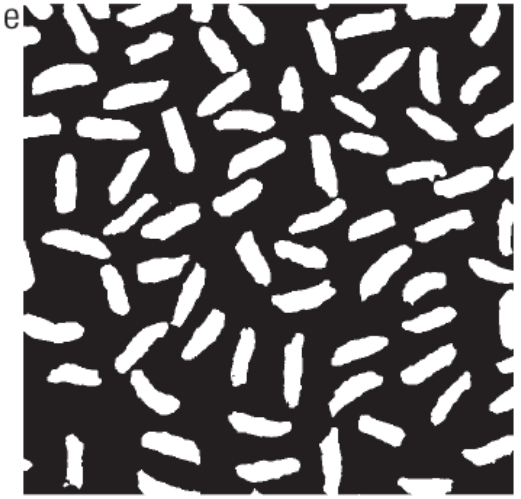
f segmentada (Otsu)

Abertura ES



Top Hat

$$T_{hat}(f) = f - (f \circ b)$$



d segmentada (otsu)

Bibliografias

- [Castleman (1996)] Castleman, K. R. Digital Image Processing. Prentice Hall pp-667. 1996.
- [Gonzalez (1993)] Gonzalez, R. F.; Woods, R. E. Digital Image Processing. Addison-Wesley, p 716. 1993.
- **[Gonzalez (2010)] Gonzalez, R. F.; Woods, R. E. Processamento Digital de Imagens , 3ª edição, Pearson Prentice Hall, 624p. 2010.**
- [Hearn (1997)] Hearn, D; Baker, M. P. Computer Graphics, C Version. Prentice Hall, 2ª edição, p. 650. 1997.
- [FOLEY_90] Foley, James D. et al : Computer Graphics - Principles and Practice, Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
- [PERSIANO_89] Persiano, R.C.M.; Oliveira, A.A.F. :Introdução à Computação Gráfica, Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1989.
- [Pratt (1991)] Pratt, Willian K. Digital Image Processing. A Wiley-Interscience Publication, 2a edição. 698 p. 1991.