

Processamento Digital de Imagem

Filtragem Especial Parte 2

Prof: Emília Alves Nogueira
Ciência da Computação
Universidade Federal de Goiás
E-mail: emiliacdc@hotmail.com

Sumário

- Filtros de Realce
- Detectores de Bordas
 - Detector de Roberts
 - Detector de Prewitt
 - Detector de Sobel

Sumário

- Filtros de Realce
- Detectores de Bordas
 - Detector de Roberts
 - Detector de Prewitt
 - Detector de Sobel

Filtros de Realce

- Também chamados de filtros passa-alta
 - O realce (*sharpening*) tem como objetivo destacar as transições de intensidade na imagem
 - Utiliza um tipo de máscara que tende a realçar as diferenças de níveis de cinza na imagem



Filtros de Realce

- Analogias
 - Filtro de média (suavização) \Leftrightarrow Integração
 - Realce \Leftrightarrow Derivação
- As derivadas de uma função digital são definidas em termos de diferenças entre os pixels

Filtros de Realce

- Derivadas são proporcionais ao grau de descontinuidade na imagem
 - Enfatizam as regiões de bordas e os ruídos
 - Não enfatizam regiões constantes ou com variações de intensidade suaves
- Filtros
 - Laplaciano
 - Unsharp masking e highboost filtering
 - Derivativos

Filtros de Realce

- Filtro Laplaciano
 - Utiliza derivadas de segunda ordem
 - Resposta mais acentuada a detalhes finos como pontos isolados e linhas

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

- É um filtro isotrópico
 - A resposta é independente da direção da descontinuidade na imagem em que o filtro é aplicado (invariante à rotação);

Filtros de Realce

- Máscaras para o filtro Laplaciano
 - Centro negativo: remove bordas exteriores
 - Centro positivo: remove bordas interiores

0	1	0	1	1	1
1	-4	1	1	-8	1
0	1	0	1	1	1

0	-1	0	-1	-1	-1
-1	4	-1	-1	8	-1
0	-1	0	-1	-1	-1

Filtros de Realce

- Filtro Laplaciano
 - Realça bordas ou descontinuidades na imagem, porém ameniza regiões com nível de cinza constante



Filtros de Realce

- Note que o fundo da imagem foi “perdido”
 - O fundo pode ser “reconstruído”, preservando as descontinuidades, somando a imagem Laplaciana à imagem original

$$g(x, y) = f(x, y) + c[\nabla^2 f(x, y)]$$

- c é uma constante
 - $c = -1$ se o centro da mascara é negativo
 - $c = 1$, caso contrário

Filtros de Realce

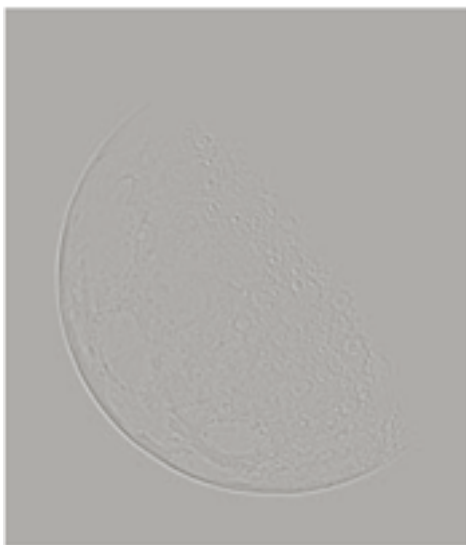
- “Recuperando” o fundo da imagem

$$g(x, y) = f(x, y) + c[\nabla^2 f(x, y)]$$

$f(x, y)$



Laplaciano



$g(x, y)$



Filtros de Realce

- Como o filtro Laplaciano é linear, existem máscaras que já combinam as duas operações
 - Realce + reconstrução do fundo da imagem

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Filtros de Realce

- Um processo para aumentar a nitidez das imagens consiste em subtrair uma versão não nítida (*suavizada*) de uma imagem da imagem original
- Passos
 - Borrar a imagem original
 - Subtrair a imagem borrada da original – a diferença resultante é chamada de *máscara*
 - Adicionar a *máscara* à imagem original

Filtros de Realce

- *Unsharp masking* (máscara de nitidez) e filtragem *highboost*
 - Seja $s(x,y)$ uma suavização da imagem $f(x,y)$

$$g_{mask}(x, y) = f(x, y) - s(x, y)$$

$$g(x, y) = f(x, y) + g_{mask}(x, y)$$

Filtros de Realce

- Generalizando
- $K = 1 \rightarrow$ *unsharp masking*
- $k > 1 \rightarrow$ *highboost filtering (filtragem alto-reforço)*
- $k < 1 \rightarrow$ *atenua a contribuição da máscara de nitidez*

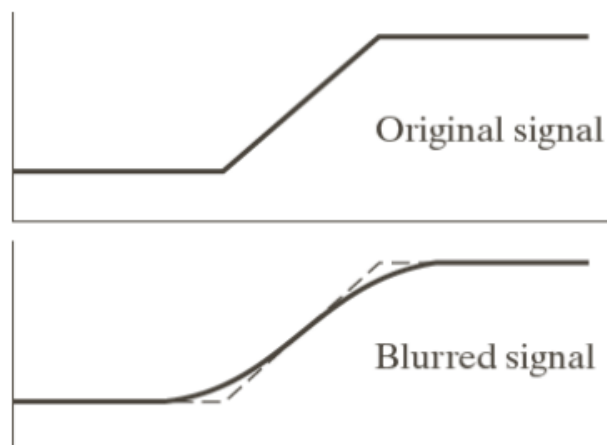
$$g_{mask}(x, y) = f(x, y) - s(x, y)$$

$$g(x, y) = f(x, y) + k.g_{mask}(x, y)$$

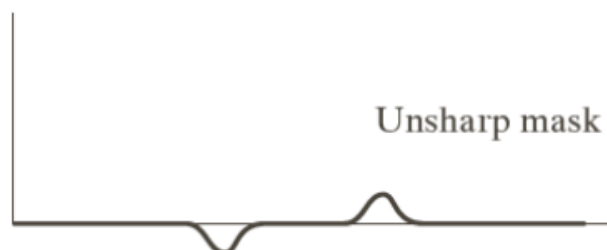
Filtros de Realce

- Exemplo unidimensional para entender o processo

Sinal Suavizado →



Diferença entre sinal suavizado e o original →



Sinal realçado →



Filtros de Realce

- *Unsharp masking* e filtragem *highboost*

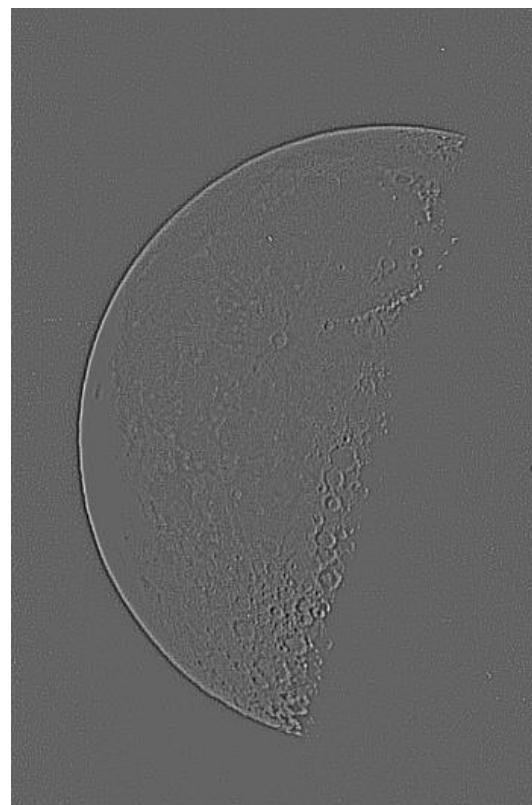
Original



Suavizada



Unsharp mask (g_{mask})



Filtros de Realce

- *Unsharp masking* e filtragem *highboost*

Resultado usando
unsharp mask



Resultado usando
filtragem



Sumário

- Filtros de Realce
- Detectores de Bordas
 - Detector de Roberts
 - Detector de Prewitt
 - Detector de Sobel

Detectores de Bordas

- São filtros derivativos
 - Utilizam derivadas de primeira ordem
 - Utilizam a magnitude do gradiente
- Gradiente
 - Vetor que indica a direção de maior variação de uma função

$$\nabla f \equiv \text{grad}(f) = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

Detectores de Bordas

- Magnitude
 - Comprimento do vetor gradiente
 - A magnitude do vetor gradiente de ∇f , denotado por $M(x,y)$ é dado por:

$$M(x, y) = \text{mag}(\nabla f) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} \approx |g_x| + |g_y|$$

- $M(x,y)$ indica, no ponto (x,y) , a taxa de mudança na direção do vetor gradiente
 - A imagem gradiente tem o mesmo tamanho que a imagem original

Detectores de Bordas

- Cálculo da derivada para funções discretas
 - Devemos construir máscaras
 - Convolução
- Máscaras Propostas na literatura
 - Operador gradiente cruzado de Roberts
 - Ou, detector de Bordas de Roberts
 - Operador de Prewitt
 - Ou, detector de Bordas de Prewitt
 - Operador de Sobel
 - Ou, detector de Bordas de Sobel

Sumário

- Filtros de Realce
- Detectores de Bordas
 - Detector de Roberts
 - Detector de Prewitt
 - Detector de Sobel

Detector de Roberts

- Operador gradiente-cruzado de Roberts
- Máscaras

$$h_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad h_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$f * h_1$ = resultado da convolução

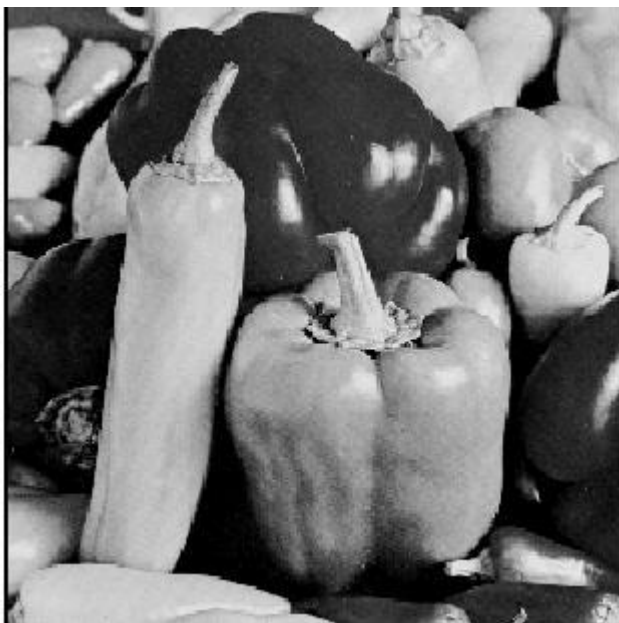
- Gradiente

$$Im = \sqrt{(f * h_1)^2 + (f * h_2)^2}$$

$$Im_Final = Im / \max(Im)$$

Detector de Roberts

- Operador gradiente-cruzado de Roberts



Sumário

- Filtros de Realce
- Detectores de Bordas
 - Detector de Roberts
 - Detector de Prewitt
 - Detector de Sobel

Detector de Prewitt

- Operador de Prewitt
- Máscaras

$$h_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad h_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Gradiente

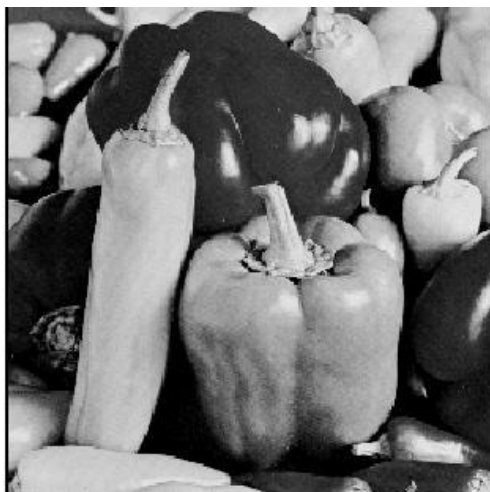
$$Im = \sqrt{(f * h_1)^2 + (f * h_2)^2}$$

$f * h_1$ = resultado da convolução

$$Im_Final = Im / \max(Im)$$

Detector de Prewitt

- Operador de Prewitt



Sumário

- Filtros de Realce
- Detectores de Bordas
 - Detector de Roberts
 - Detector de Prewitt
 - Detector de Sobel

Detector de Sobel

- Operador de Sobel
- Máscaras

$$h_1 = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad h_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$f * h_1$ = resultado da convolução

- Gradiente

$$Im = \sqrt{(f * h_1)^2 + (f * h_2)^2}$$

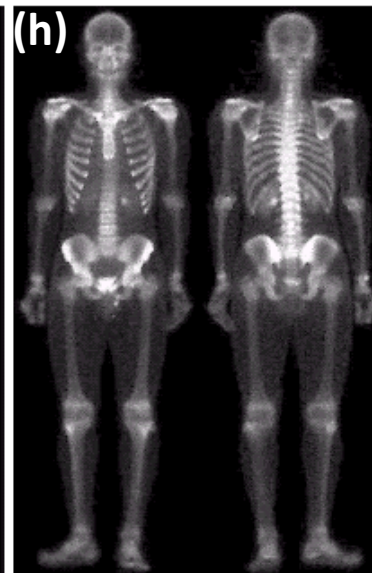
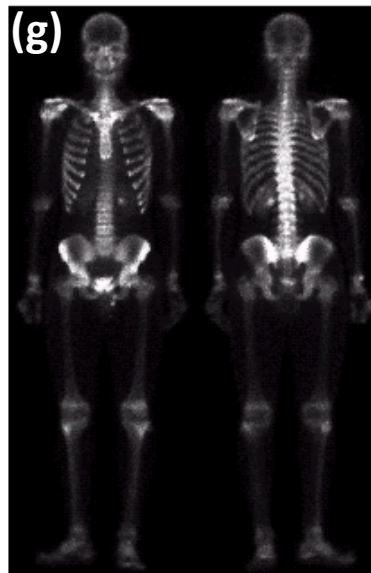
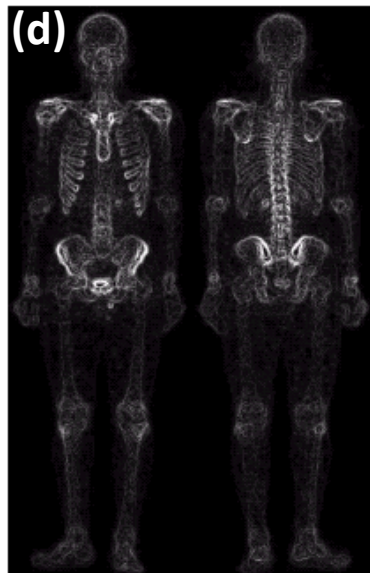
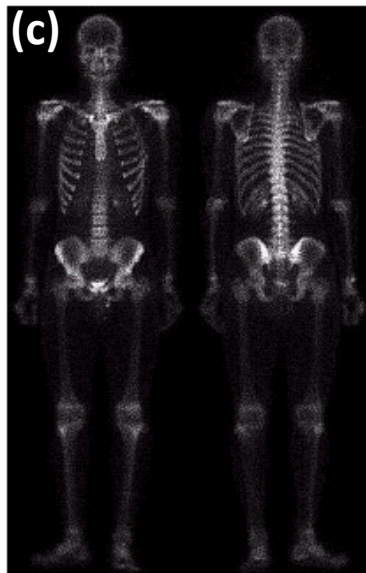
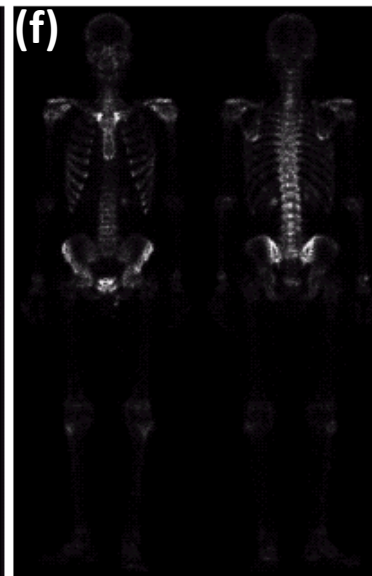
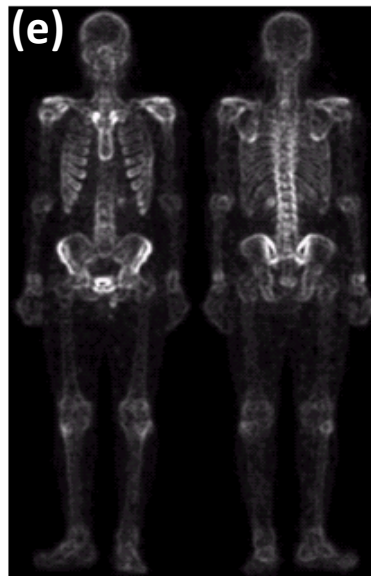
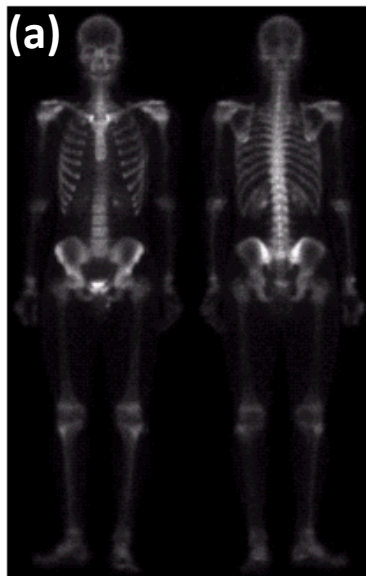
$$Im_Final = Im / \max(Im)$$

Detector de Sobel

- Operador de Sobel



Um exemplo da combinação de métodos de realce



a)Original

b)Laplaciano

c) a) e b)

d)Sobel

e)Sobel
suavizado
com mascara
de média 5x5

f) produto de
c) e e)

g)Imagem
realçada
soma de
a) e f)

h)Aplicação
da transformada de
potência em g)