

INF01046 – Fundamentos de Processamento de Imagens

Prof. Manuel M. Oliveira

2º Trabalho de Implementação

Total de Pontos do Trabalho: 200

Objetivo

O objetivo deste trabalho é familiarizar os estudantes com:

- 1) Cálculo de histograma, transformações lineares sobre pixels (ajuste de brilho e contraste e cálculo do negativo), equalização e “matching” de histograma;
- 2) Conceitos fundamentais como convolução e filtragem no domínio espacial.

Ao completá-lo, você terá compreendido:

- a) Como realizar transformações lineares e equalização de histograma;
- b) O conceito de filtros separáveis e como eles podem ser utilizados para produzir filtros de mais alta ordem;
- c) Como aumentar (*zoom in*) e reduzir (*zoom out*) imagens;
- d) Como implementar convoluções para obter efeitos como borramento (filtros passa baixas), detecção de bordas (filtros passa altas) e *embossing*;
- e) Como rotacionar uma imagem de 90 graus.

Você se familiarizará com vários kernels úteis e compreenderá seus efeitos sobre imagens.

Descrição do Trabalho

Estenda o programa desenvolvido para o Trabalho N° 1 para realizar as seguintes operações:

Parte 1

- 1) Calcular e exibir o histograma de uma imagem em tons de cinza (8 bits por pixel). Caso a imagem informada como entrada seja colorida, converta-a para tons de cinza (luminância) e então calcule seu histograma. Exiba o histograma em uma janela separada, onde cada coluna da imagem representa um tom de cinza. Normalize a altura das colunas para obter uma representação apropriada (**20 pontos**).
- 2) Ajustar o brilho de uma imagem (e exibí-la), somando ao valor de cada pixel um escalar no intervalo $[-255, 255]$. Certifique-se que o resultado da operação aplicado a cada pixel encontra-se na faixa $[0, 255]$, ajustando-o para zero ou 255 quando

necessário. No caso de imagens coloridas, aplique o algoritmo para cada um dos canais (R,G,B) independentemente **(15 pontos)**.

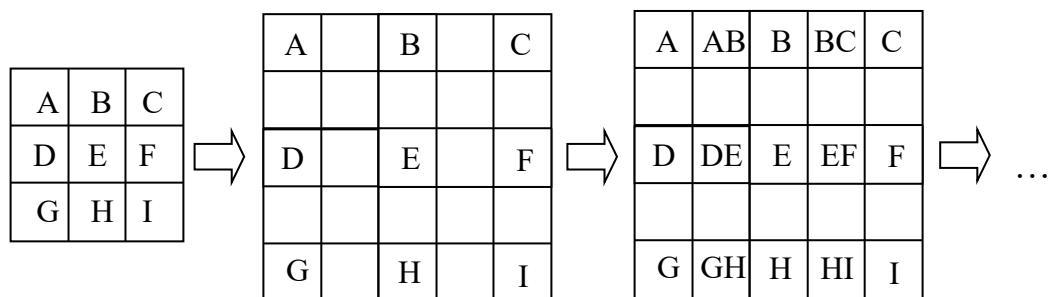
- 3) Ajustar o contraste de uma imagem (e exibí-la), multiplicando cada pixel por um escalar no intervalo (0, 255]. Certifique-se que o resultado da operação aplicado a cada pixel encontra-se na faixa [0,255], ajustando-o para 255 quando necessário. No caso de imagens coloridas, aplique o algoritmo para cada um dos canais (R,G,B) independentemente **(15 pontos)**.
- 4) Calcular e exibir o negativo de uma imagem, calculando o novo valor de cada pixel como: $\langle \text{novo valor} \rangle = 255 - \langle \text{antigo valor} \rangle$. No caso de imagens coloridas, aplique o algoritmo para cada um dos canais (R,G,B) independentemente **(10 pontos)**.
- 5) Equalizar o histograma de uma imagem, exibindo as imagens antes e depois da equalização. Para imagens em tons de cinza, exibir os histogramas antes e depois da equalização. No caso de imagens coloridas, para cada um dos canais (R,G,B), utilize o histograma cumulativo obtido a partir da imagem de luminância **(25 pontos)**.

Pontos Extra: Implementação utilizando o espaço de cor $L^*a^*b^*$ (além da atividade acima) no caso de imagens coloridas (20 pontos).

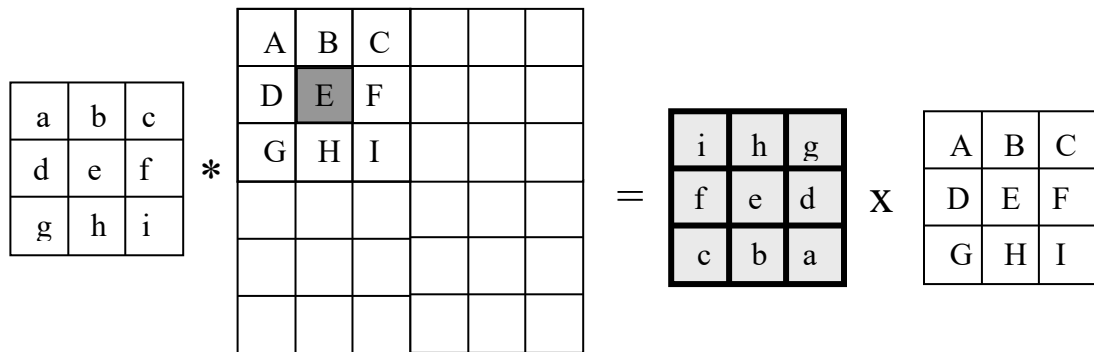
- 6) Realizar *Histogram Matching* de pares de imagens em tons de cinza **(15 pontos)**.

Parte 2

- 7) Reduzir uma imagem (*zoom out*) utilizando fatores de redução s_x e s_y (s_x e $s_y \geq 1$), onde s_x não é necessariamente igual a s_y . Para tanto, defina um retângulo com dimensões s_y e s_x , e mova-o sobre a imagem, de modo que os retângulos nunca se sobreponham e que nenhum pixel da imagem deixe de ser coberto. Para cada posição do retângulo, calcule as médias (R, G e B) dos pixels sob o retângulo, utilizando estes resultados na imagem de saída. Caso o retângulo vá além das dimensões da imagem original, calcule as médias usando apenas os pixels sob o retângulo **(25 pontos)**
- 8) Ampliar a imagem (*zoom in*) utilizando um fator de 2x2 a cada vez. Visto que a imagem será 4 vezes maior que a original, certifique-se de que você alocará memória para tal, apropriadamente. Implemente o processo de ampliação utilizando operações 1-D em dois passos. Primeiro, insira uma linha e uma coluna em branco entre cada duas linhas e colunas originais, respectivamente (veja ilustração na figura a seguir). Após, linearmente interpole os valores para preencher os espaços ao longo de todas as linhas (ou colunas) e, finalmente, ao longo de todas as colunas (ou linhas) **(25 pontos)**.



- 9) Implemente rotação de imagem de 90° (tanto no sentido horário como no sentido anti-horário). A operação de rotação deve poder ser aplicada múltiplas vezes de modo a permitir obter rotações de +/- 180°, +/- 270°, etc. **(15 pontos)**
- 10) Implemente um procedimento para realizar convolução entre uma imagem e um filtro 3x3 arbitrário. De modo a simplificar sua implementação, ignore as bordas da imagem original e aplique a convolução apenas no seu interior. Exceto para o filtro passa baixas, aplique a convolução apenas a imagens de luminância. A figura a seguir ilustra a aplicação de uma operação de convolução ao pixel **E** utilizando um kernel 3x3. Note que o kernel é rotacionado de 180° antes da aplicação. No exemplo do pixel E, o resultado é: $Conv(E) = iA + hB + gC + fD + eE + dF + cG + bH + aI$. Devido à soma de vários produtos e à possibilidade de utilização de pesos negativos, o resultado da convolução pode ser maior que 255 ou menor que zero. Na sua implementação, você deverá aproximar estes casos com os valores 255 e zero, respectivamente, para os casos (i) a (iii) abaixo. Para os demais, some 127 ao resultado da convolução antes de fazer esta aproximação (*clamping*). A interface do seu programa deverá aceitar valores arbitrários para os pesos dos filtros. Teste o seu procedimento com os kernels (i) a (vii) a seguir **(35 pontos)**.



i) **Gaussiano**, filtro passa baixas (produz borramento).

0.0625	0.125	0.0625
0.125	0.25	0.125
0.0625	0.125	0.0625

ii) **Laplaciano**, filtro passa altas (detecta arestas importantes).

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

iii) Passa Altas Genérico (detector de arestas mais sensitivo).

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

iv) Prewitt Hx (gradiente dos tons de cinza na direção horizontal – efeito de relevo)

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

v) Prewitt Hy (gradiente dos tons de cinza na direção vertical – efeito de relevo)

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

vi) Sobel Hx (mais sensível ao gradiente dos tons de cinza na direção horizontal – efeito de relevo)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

vii) Sobel Hy (mais sensível ao gradiente dos tons de cinza na direção vertical – efeito de relevo)

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1