

Relatório PIM

João Vitor Fröhlich¹, Karla Alexsandra de Souza Joriatti¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina

joao.frohlich@edu.udesc.br, karla.joriatti@edu.udesc.br

Relatório criado para descrever a execução do trabalho da matéria de Processamento de Imagens sobre operador gradiente.

1. Introdução

Descrição das tarefas:

1. Utilizando as imagens `Lua1_gray.jpg`, `chessboard_inv.png` e `img02.jpg`, disponibilizadas pelo professor, implementar um operador gradiente aplicando máscaras de Sobel, Prewitt e Scharr e comparar os resultados obtidos em cada um dos operadores.
2. Utilizando os operadores gradientes desenvolvidos na parte 1, implementar a função *high-boost* descrita por Gonzales e Woods [1] para os seguintes valores de k : 0,5; 1,0; 1,5. Comparar os resultados obtidos para cada operador.

2. Imagens utilizadas



Figura 1. `Lua1_gray.jpg` original



Figura 2. img02.jpg original

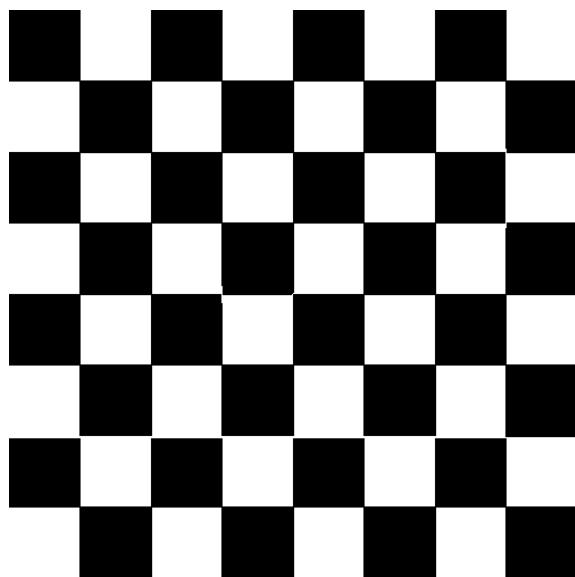


Figura 3. chessboard_inv.png original

3. Implementação

3.1. Implementação de operador gradiente

A realização da tarefa 1 baseia-se nas etapas básicas de aplicação do operador gradiente estabelecidos na Figura 4.

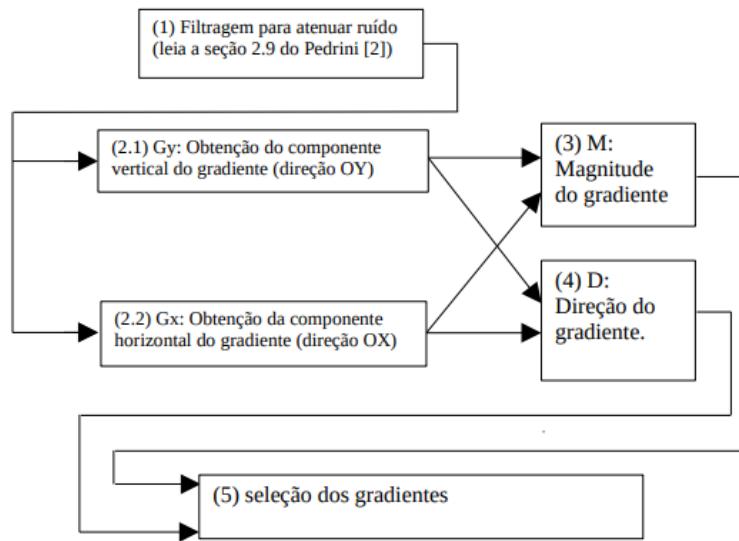


Figura 4. Fluxograma do cálculo do operador gradiente de uma imagem em tons de cinza

Seguindo esse pressuposto, o primeiro passo seria a atenuação de possíveis ruídos nas imagens por meio de algum filtro passa-baixa. Em uma observação prévia das imagens, constatou-se que apenas uma imagem apresentava ruído, sendo este do tipo sal-e-pimenta, caracterizado por pixels brancos e pretos salpicados na imagem. O algoritmo de filtro passa-baixa aplicado nesta imagem foi baseado na operação de mediana, onde cada pixel recebe o valor de mediana de uma lista contendo as intensidades dele mesmo e dos outros oito pixels ao seu redor, formando uma janela de 3x3 para análise. Após a aplicação do filtro na imagem `Lua1_gray.jpg`, foi obtida a figura 5 como retorno.



Figura 5. `Lua1_gray.jpg` com filtro passa-baixa

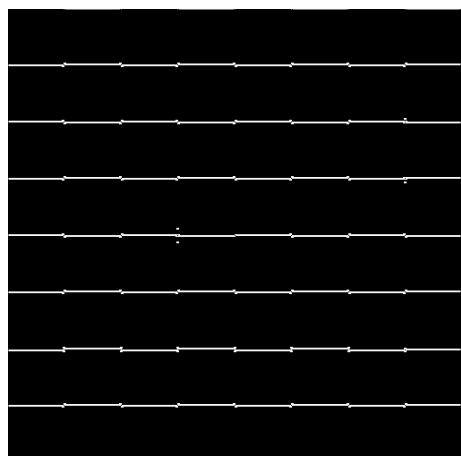
Partindo, então, para a segunda etapa do processo, foi feita a obtenção das componentes verticais e horizontais do gradiente. A partir deste ponto existe a divisão de operadores de gradiente, sendo eles Prewitt, Sobel e Scharr com as seguintes matrizes de orientação x e y , respectivamente:

$$\mathbf{Pw_x} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{Pw_y} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

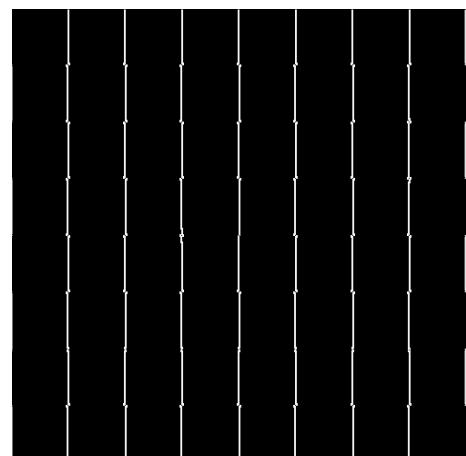
$$\mathbf{Sb_x} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{Sb_y} = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{Sc_x} = \begin{pmatrix} -3 & 0 & 3 \\ -10 & 0 & 10 \\ -3 & 0 & 3 \end{pmatrix} \quad \mathbf{Sc_y} = \begin{pmatrix} -3 & -10 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \\ 3 & 10 & 3 \end{pmatrix}$$

Começando com a máscara de Prewitt para G_x e G_y aplicados a cada imagem, obtivemos as matrizes/imagens mostrados nas figuras 6, 7 e 8.

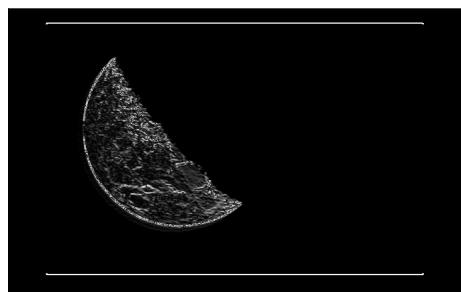


(a) Orientação Gx

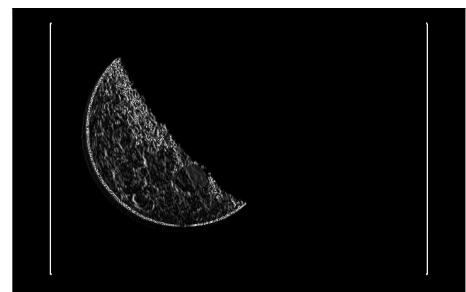


(b) Orientação Gy

Figura 6. Máscara de Prewitt aplicada a imagem chessboard_inv.png

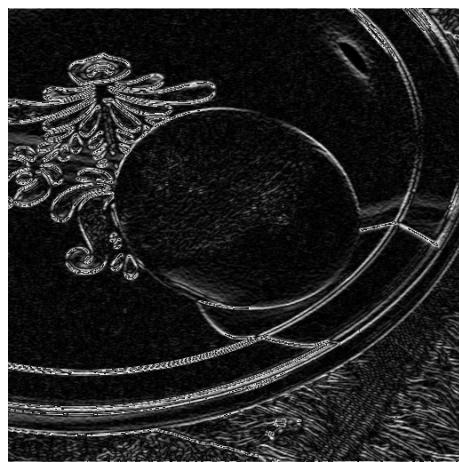


(a) Orientação Gx



(b) Orientação Gy

Figura 7. Máscara de Prewitt aplicada a imagem Lua1_gray.jpg



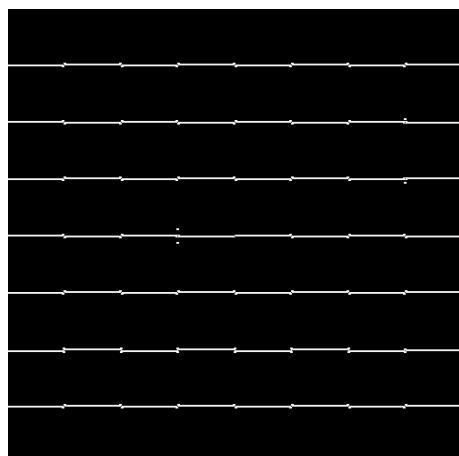
(a) Orientação Gx



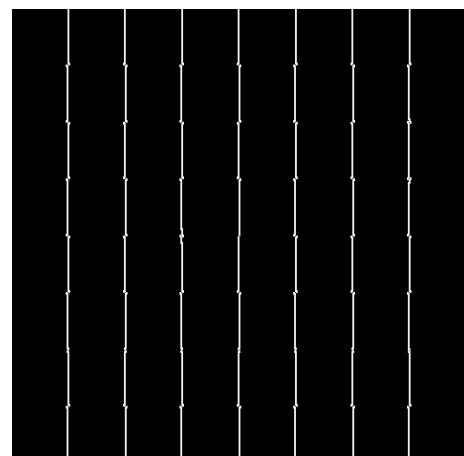
(b) Orientação Gy

Figura 8. Máscara de Prewitt aplicada a imagem img02.jpg

Os resultados das aplicações da máscara de Sobel para G_x e G_y em cada imagem, estão expostos nas figuras 9, 10 e 11.

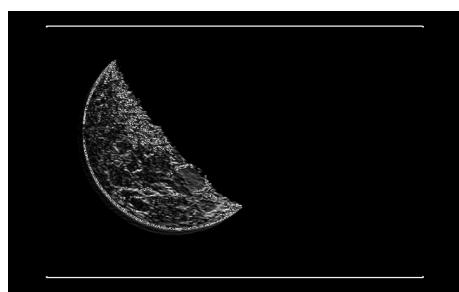


(a) Orientação Gx

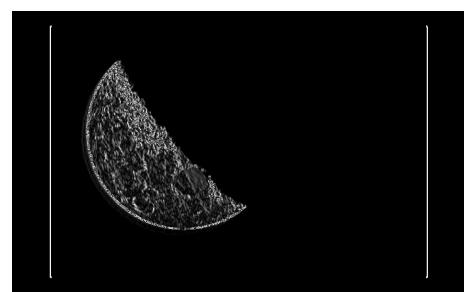


(b) Orientação Gy

Figura 9. Máscara de Sobel aplicada a imagem chessboard_inv.png

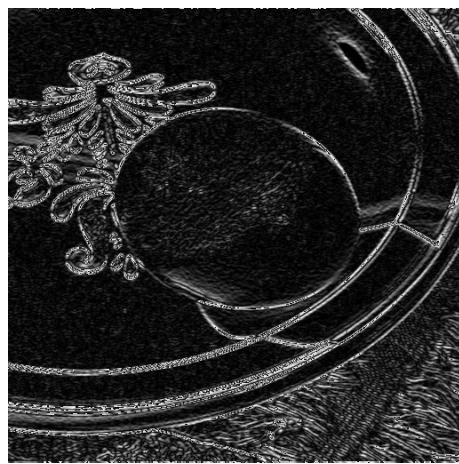


(a) Orientação Gx



(b) Orientação Gy

Figura 10. Máscara de Sobel aplicada a imagem Lua1_gray.jpg



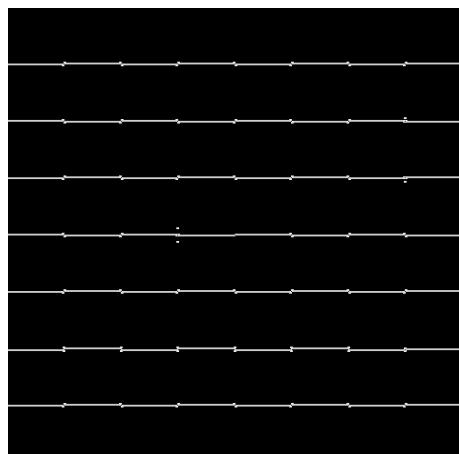
(a) Orientação Gx



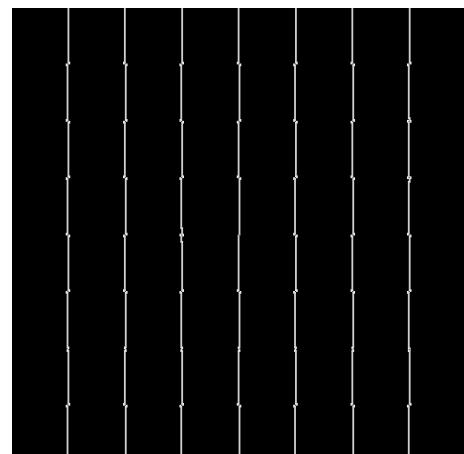
(b) Orientação Gy

Figura 11. Máscara de Sobel aplicada a imagem img02.jpg

E, por fim, as figuras 12, 13 e 14 trazem o resultado da aplicação da máscara de Scharr para encontrar G_x e G_y em cada uma das imagens originais.

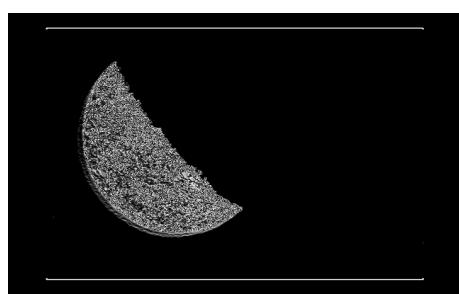


(a) Orientação Gx

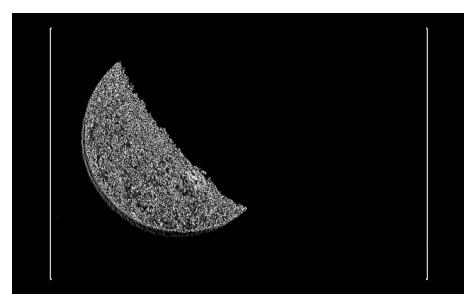


(b) Orientação Gy

Figura 12. Máscara de Scharr aplicada a imagem chessboard_inv.png

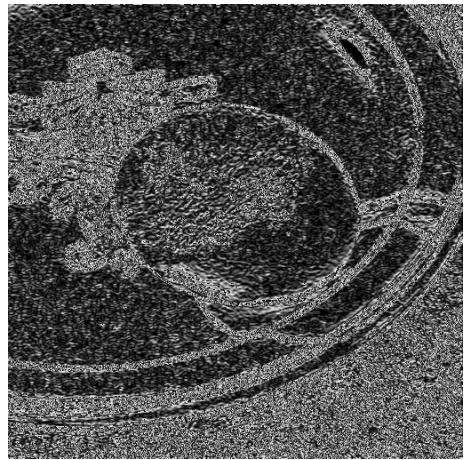


(a) Orientação Gx

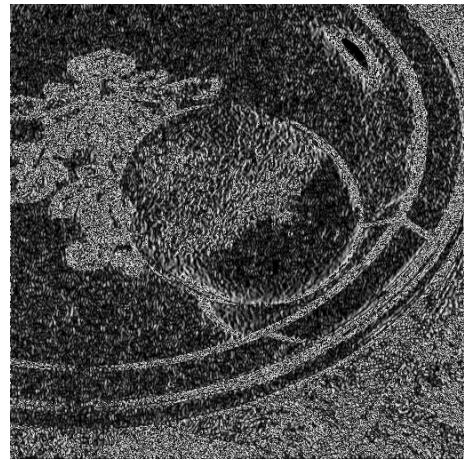


(b) Orientação Gy

Figura 13. Máscara de Scharr aplicada a imagem Lua1_gray.jpg



(a) Orientação Gx



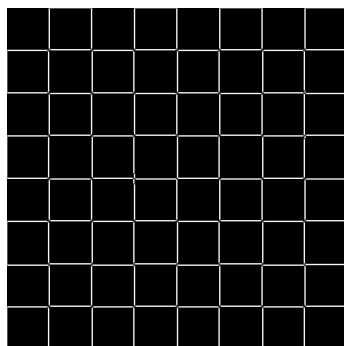
(b) Orientação Gy

Figura 14. Máscara de Scharr aplicada a imagem img02.jpg

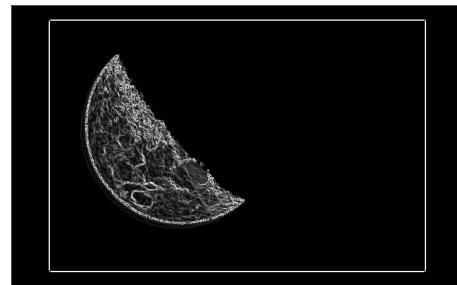
Avançando a etapa 2, chegamos ao cálculo de magnitude para cada par G_x e G_y de cada operador criado a partir das diferentes máscaras. Neste passo, utilizamos a fórmula (1) para o realizar o cálculo de cada matriz de magnitudes.

$$M(i, j) = \sqrt{(G_y(i, j))^2 + (G_x(i, j))^2} \quad (1)$$

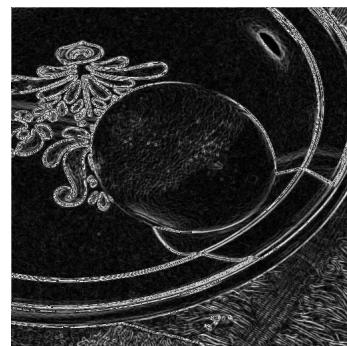
Com isso, obtivemos os resultados representados pelos conjuntos de figuras 15, 16 e 17.



(a) Imagem chessboard_inv.png

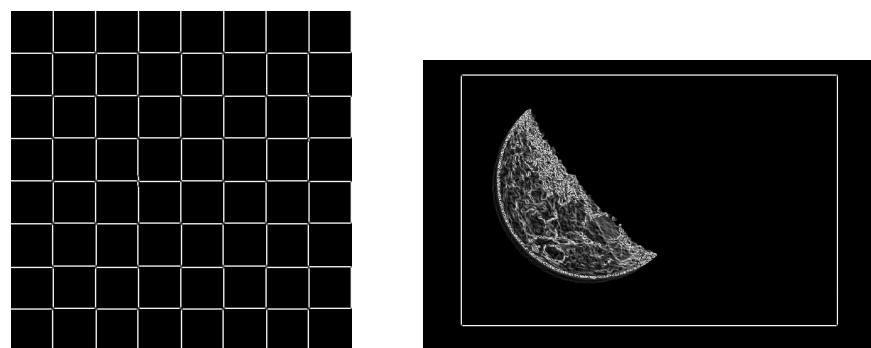


(b) Imagem Lua1_gray.jpg



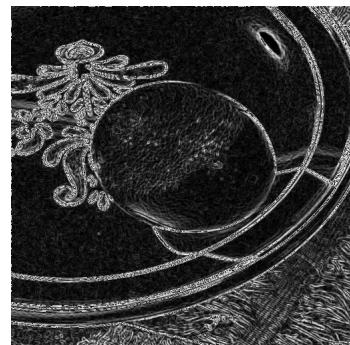
(c) Imagem img02.jpg

Figura 15. Matrizes de Magnitude para as componentes G_x e G_y de Prewitt



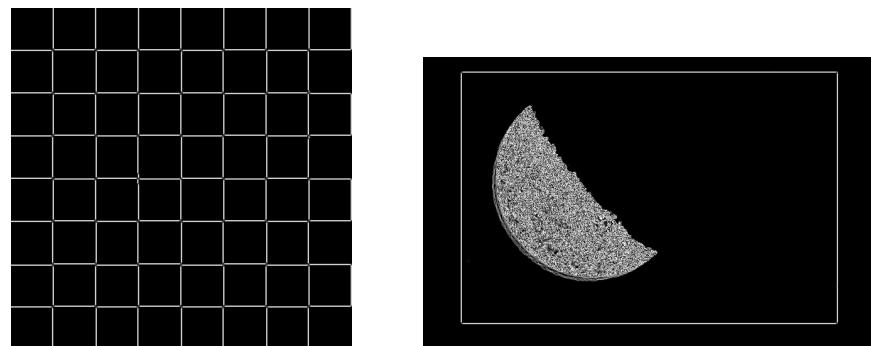
(a) Imagem chessboard_inv.png

(b) Imagem Lua1_gray.jpg



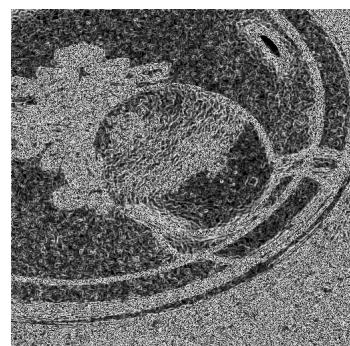
(c) Imagem img02.jpg

Figura 16. Matrizes de Magnitude para as componentes G_x e G_y de Sobel



(a) Imagem chessboard_inv.png

(b) Imagem Lua1_gray.jpg



(c) Imagem img02.jpg

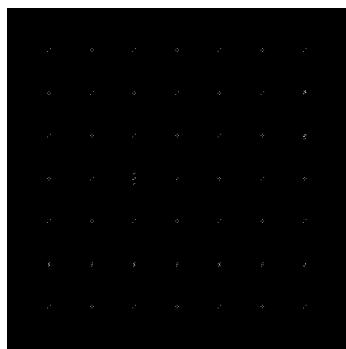
Figura 17. Matrizes de Magnitude para as componentes G_x e G_y de Scharr

Seguindo para o penúltimo passo do fluxograma, temos a etapa para criação da matriz de direção e, assim como no cálculo da magnitude, a direção também segue uma fórmula pré-definida, explícita pela equação (2) a seguir:

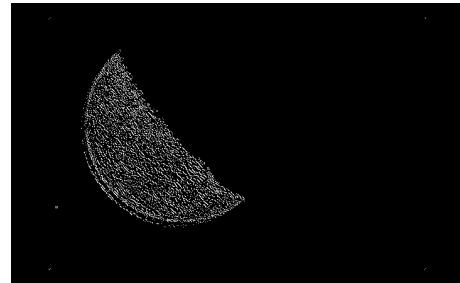
$$D(i, j) = \arctan \frac{G_y(i, j)}{G_x(i, j) + \epsilon} \quad (2)$$

Com a aplicação dessa fórmula em cima de cada par G_x e G_y , obtivemos os resultados das direções do gradiente.

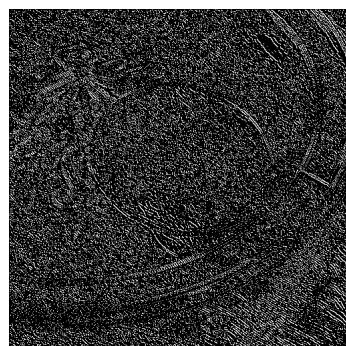
Por fim, na última etapa, utilizando a matriz de magnitudes, com variação de intensidade $[0, 255]$, e as direções, no intervalo de $(-180, 180)$, foi possível calcular os máximos locais e gerar a matriz com as bordas das imagens originais para cada operador gradiente calculado. Esses resultados são apresentados pelas figuras 18, 19 e 20.



(a) Imagem chessboard_inv.png

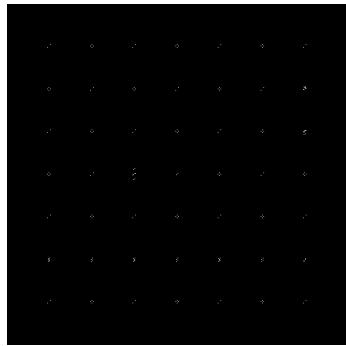


(b) Imagem Lua1_gray.jpg

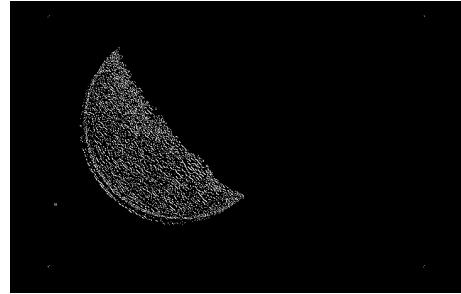


(c) Imagem img02.jpg

Figura 18. Matrizes de bordas para as componentes G_x e G_y de Prewitt



(a) Imagem chessboard_inv.png

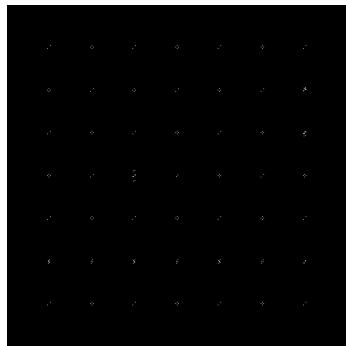


(b) Imagem Lua1_gray.jpg

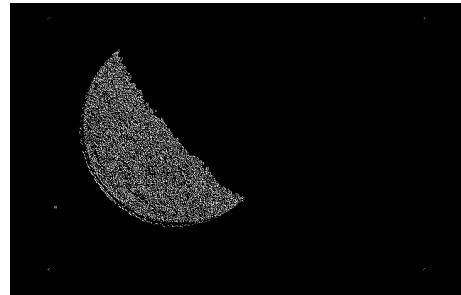


(c) Imagem img02.jpg

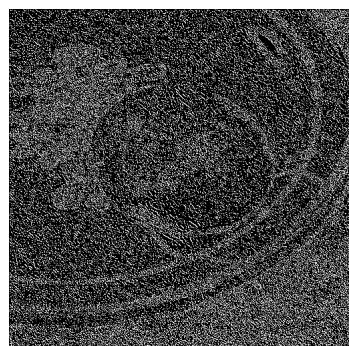
Figura 19. Matrizes de bordas para as componentes G_x e G_y de Sobel



(a) Imagem chessboard_inv.png



(b) Imagem Lua1_gray.jpg



(c) Imagem img02.jpg

Figura 20. Matrizes de bordas para as componentes G_x e G_y de Scharr

3.2. Implementação da função high-boost

Para a segunda tarefa, implementamos a função high-boost em cima de cada operador gradiente calculado na tarefa 1, usando especificamente as matrizes de magnitude. Dessa forma, para cada combinação linha x coluna da imagem original, a mesma posição linha x coluna na imagem de high-boost seria a soma da intensidade do pixel na imagem original com a intensidade desse pixel na matriz de magnitudes, levando em consideração o valor peso k (0.5, 1.0 e 1.5) e limite da soma sendo 255.

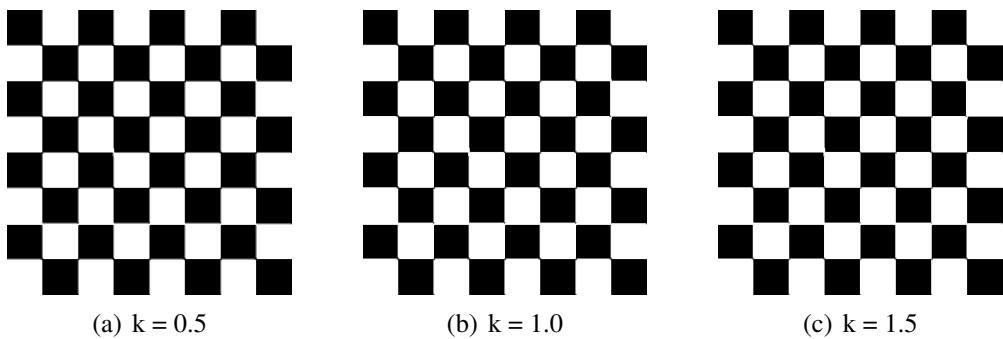


Figura 21. Imagem chessboard_inv.png após aplicação de high-boost para máscara Prewitt

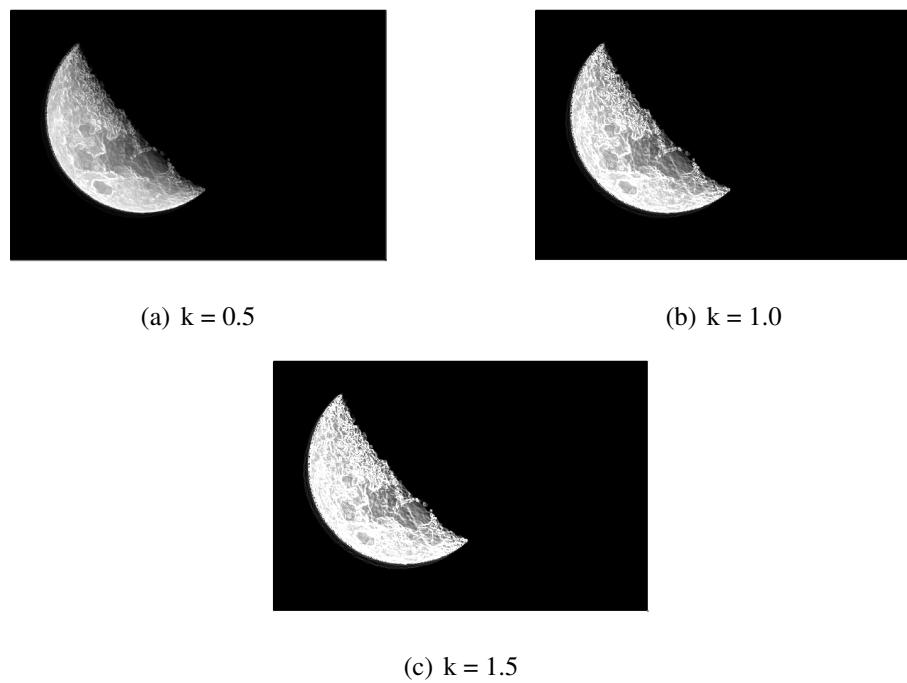


Figura 22. Imagem Lua1_gray.jpg após aplicação de high-boost para máscara Prewitt

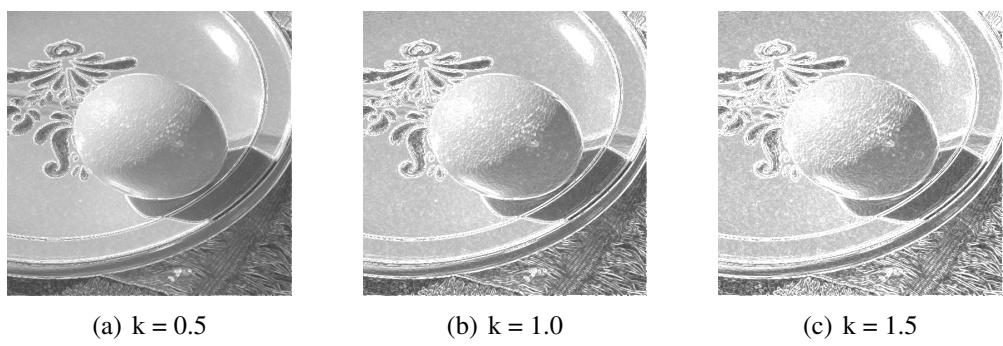


Figura 23. Imagem img02.jpg após aplicação de high-boost para máscara Prewitt

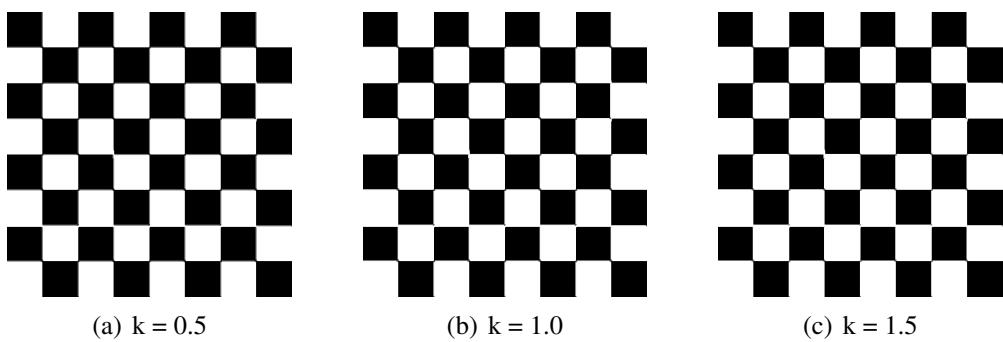


Figura 24. Imagem chessboard_inv.png após aplicação de high-boost para máscara Sobel

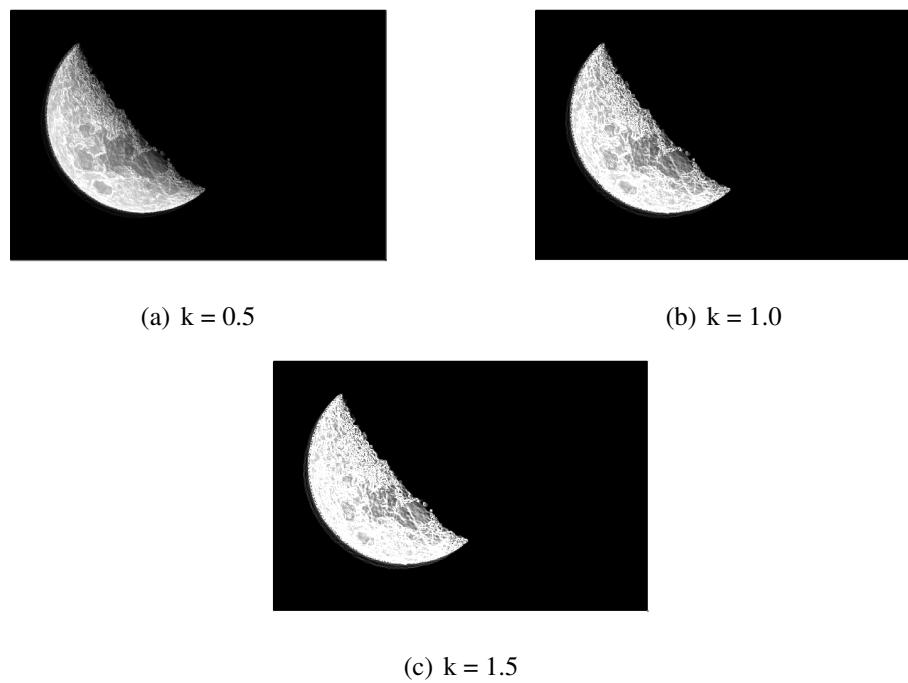
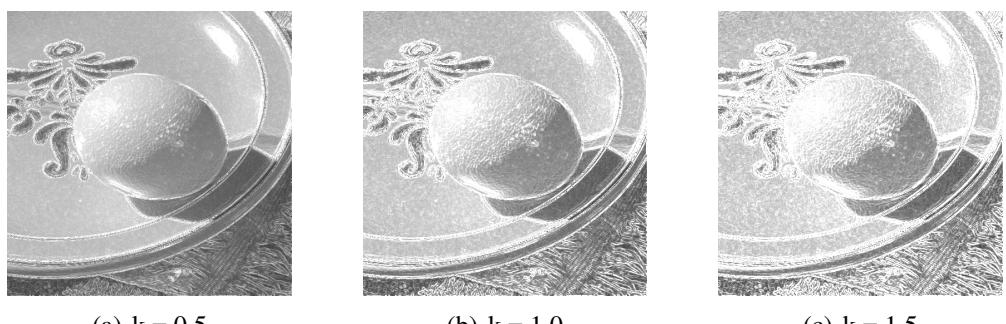


Figura 25. Imagem Lua1_gray.jpg após aplicação de high-boost para máscara Sobel

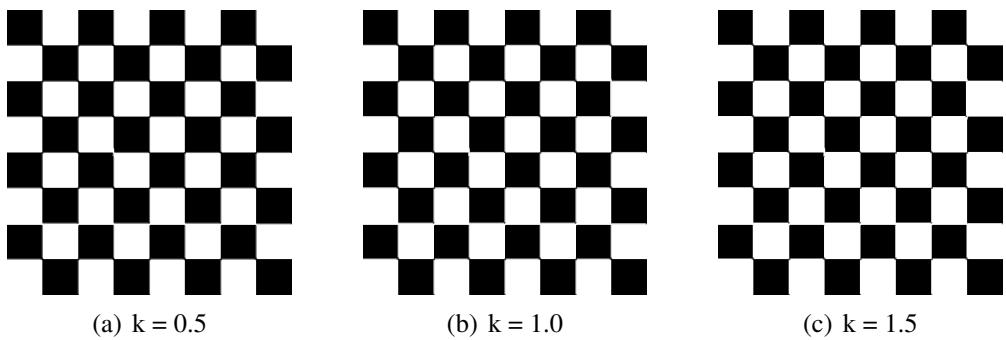


(a) $k = 0.5$

(b) $k = 1.0$

(c) $k = 1.5$

Figura 26. Imagem img02.jpg após aplicação de high-boost para máscara Sobel

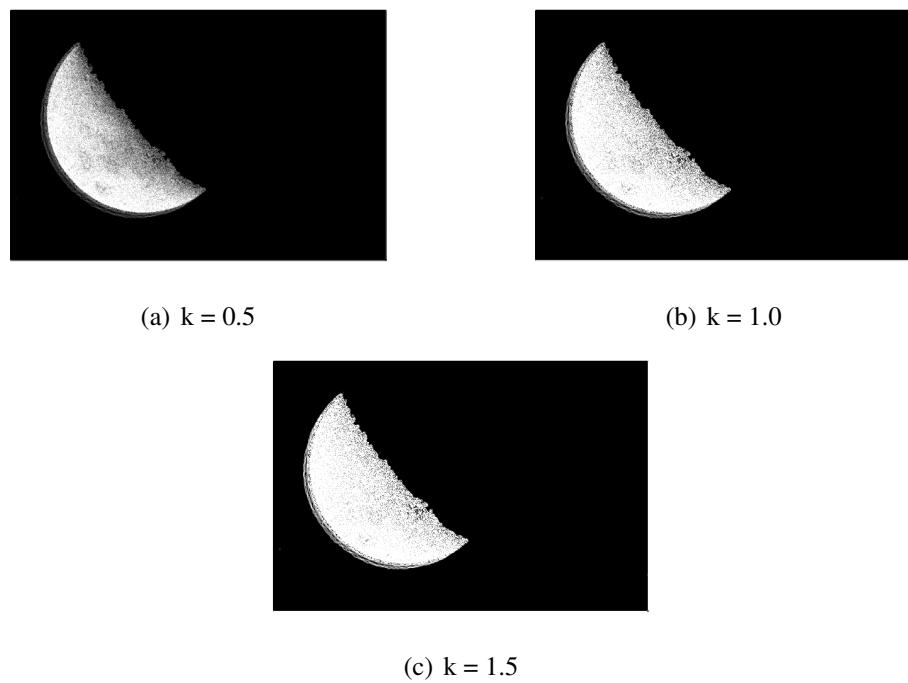


(a) $k = 0.5$

(b) $k = 1.0$

(c) $k = 1.5$

Figura 27. Imagem chessboard_inv.png após aplicação de high-boost para máscara Scharr



(a) $k = 0.5$

(b) $k = 1.0$

(c) $k = 1.5$

Figura 28. Imagem Lua1_gray.jpg após aplicação de high-boost para máscara Scharr

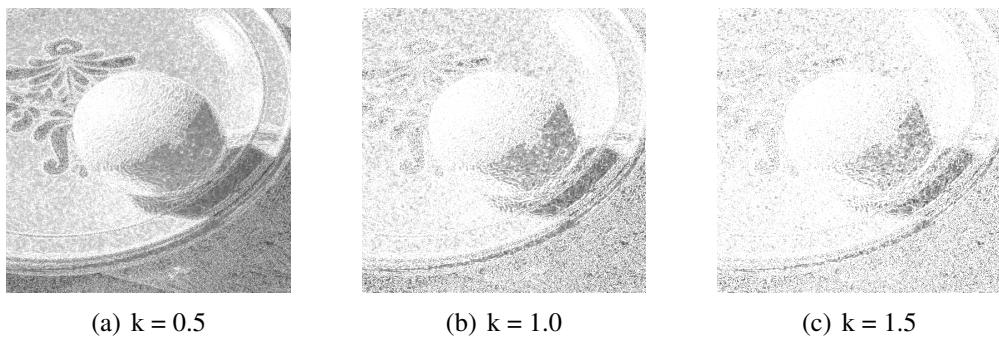


Figura 29. Imagem img02.jpg após aplicação de high-boost para máscara Scharr

4. Análise de Resultados

Ao avaliar os resultados, tanto da primeira parte do trabalho quanto da segunda, é evidente a diferença visual de detalhes captados por cada máscara. A quantidade de bordas destacadas por Prewitt é menor do que as destacadas por Sobel, que por sua vez também é menor do que as destacadas por Scharr. Isso impactou diretamente no resultado da aplicação da função de high-boost, pois enquanto o operador com Prewitt forneceu um bom nível de detalhamento, o operador com Scharr foi desnecessariamente detalhado.

Na função de high-boost a soma dos valores de intensidade da matriz/imagem original e de magnitude era ponderada por k , mostrando-se mais visualmente bonito com peso 0.5 para as imagens com mais detalhes. A imagem chessboard_inv.png sofreu alterações praticamente invisíveis, portanto observamos que para imagens com pouca ou nenhuma variação de intensidade as máscaras e os valores de k afetam pouco o resultado ou praticamente não afetam.

Dessa forma, concluímos que para as imagens Lua1_gray.jpg e img02.jpg, a máscara de Prewitt e $k = 0.5$ são as melhores escolhas de detalhamento, enquanto que para a imagem chessboard_inv.png qualquer máscara e valor de k poderia ser aplicado já que as intensidades serão ou 0 ou 255, e não existem muitos detalhes na imagem.

5. Bibliografia

- [1] Gonzalez, R. e Woods, R. "Processamento digital de Imagens", 3a ed. Ed. Pearson, 2010.