

Universidade do Estado de Santa Catarina

Gradiente

Grupo

Júlia Llorente

Nicole Carolina Mendes

Prof. Responsável

Gilmario Barbosa dos Santos

22 de outubro de 2023

Sumário

Parte experimental	2
0.1 Tarefa 1:	2
0.2 Implementação	2
0.3 Resultados	4
0.3.1 Máscara de Prewitt	4
0.3.2 Máscara de Sobel	6
0.3.3 Máscara de Scharr	8
0.3.4 Matrizes de Magnitude para as componentes Gx e Gy de Prewitt	10
0.3.5 Matrizes de Magnitude para as componentes Gx e Gy de Sobel	11
0.3.6 Matrizes de Magnitude para as componentes Gx e Gy de Scharr	12
0.3.7 Matrizes de bordas para as componentes Gx e Gy de Prewitt	13
0.3.8 Matrizes de bordas para as componentes Gx e Gy de Sobel	14
0.3.9 Matrizes de bordas para as componentes Gx e Gy de Scharr	15
0.4 Conclusão	16
0.5 Tarefa 2:	16
0.6 Análise por Imagem	16
0.6.1 Lua1_gray_histogram.png	16
0.6.2 chessboard_inv_histogram.png	17
0.6.3 img02_histogram.png	18
0.7 Conclusão	19

Tarefas

0.1 Tarefa 1:

1. Utilize as imagens Lua1_gray.jpg, chessboard_inv.png e img2.jpg disponíveis no site da disciplina no Moodle (você pode utilizar outras adicionalmente, mas não em substituição a essas imagens citadas). Implemente o operador gradiente de acordo com o que foi especificado anteriormente (não utilize funções de gradiente prontas): aplicando máscaras de Sobel, Prewitt e Scharr. Compare os resultados obtidos pelos três operadores.
2. Compare os resultados das soluções, por exemplo, analise quais resultados apresentaram bordas mais bem definidas e quais apresentaram bordas mais coerentes com a respectiva imagem original.

0.2 Implementação

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

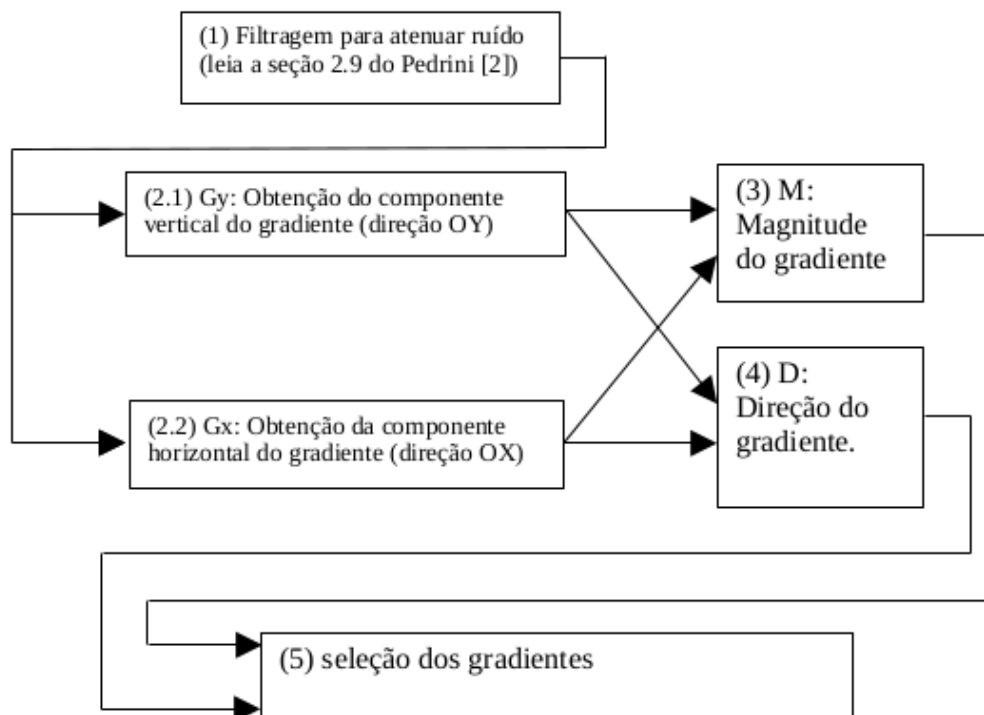


Figura 1: Fluxograma do cálculo do operador gradiente de uma imagem em tons de cinza

Seguindo essa abordagem, o primeiro passo consistiu em reduzir possíveis interferências visuais nas imagens utilizando um filtro passa-baixa. Ao analisar previamente as imagens, foi identificado que apenas uma delas apresentava interferência do tipo "sal-e-pimenta", caracterizada por pontos brancos e pretos

dispersos na imagem. O filtro passa-baixa utilizado para tratar essa imagem foi baseado na operação de mediana. Nesse processo, cada pixel recebeu o valor mediano de uma lista que incluía sua própria intensidade e as intensidades dos oito pixels ao seu redor, criando uma janela de análise 3x3. Após a aplicação desse filtro na imagem "Lua1_gray.jpg", obteve-se a Figura 2 como resultado.



Figura 2: Lua1_gray.jpg com filtro passa-baixa.

Prosseguindo com a segunda fase do procedimento, procedeu-se à extração das componentes verticais e horizontais do gradiente. Neste estágio, ocorre a utilização de diferentes operadores de gradiente, nomeadamente Prewitt, Sobel e Scharr, cada um com matrizes de orientação para as direções x e y, conforme a seguir:

$$Pwx = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Pwy = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Sbx = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Sby = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Scx = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 3 \\ -10 & 0 & 10 \\ -3 & 0 & 3 \end{bmatrix}$$

$$Scy = \begin{bmatrix} -3 & -10 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \\ 3 & 10 & 3 \end{bmatrix}$$

0.3 Resultados

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

0.3.1 Máscara de Prewitt

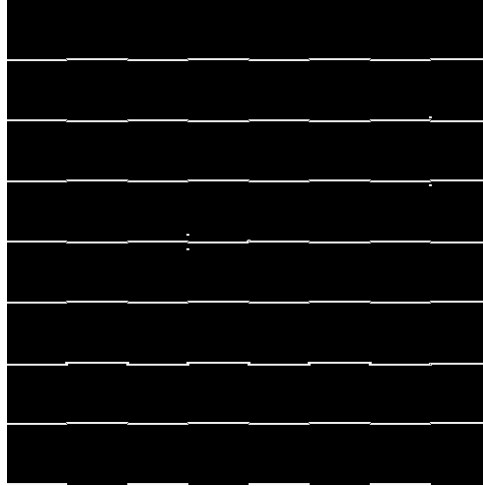


Figura 3: Chessboard Orientação G_x .

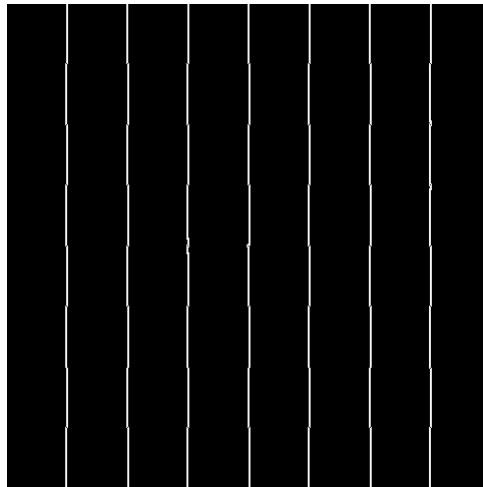


Figura 4: Chessboard Orientação G_y .

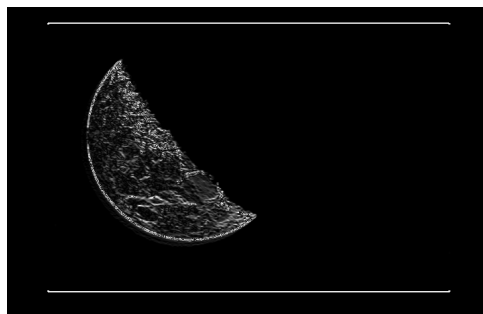


Figura 5: Lua Orientação G_x .

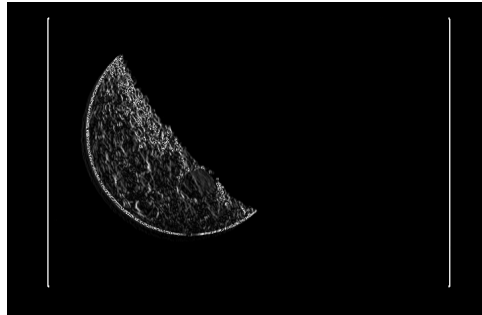


Figura 6: Lua Orientação Gy.



Figura 7: Orientação Gx.

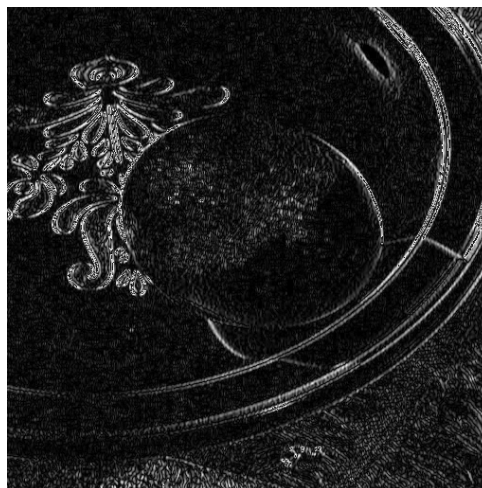


Figura 8: Orientação Gy.

Os resultados das aplicações da máscara de Sobel para Gx e Gy em cada imagem, estão expostos nas figuras:

0.3.2 Máscara de Sobel

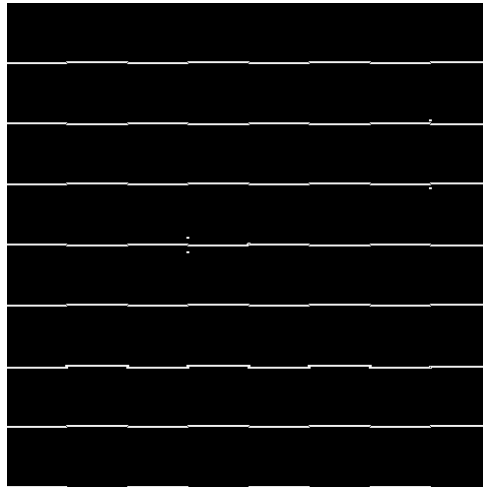


Figura 9: Chessboard Orientação Gx.

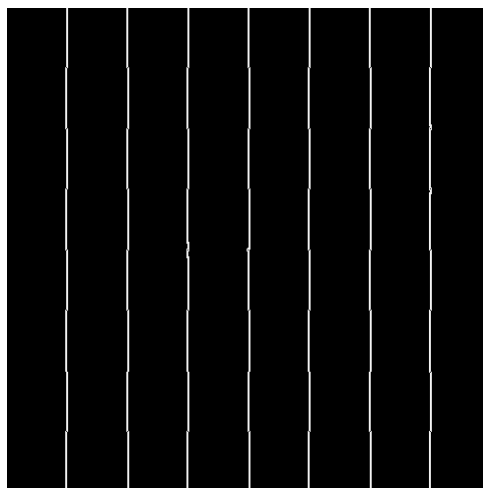


Figura 10: Chessboar Orientação Gy.

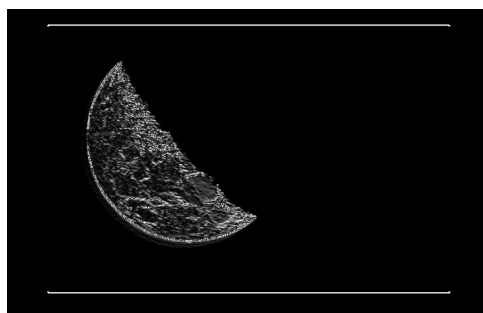


Figura 11: Lua Orientação Gx.

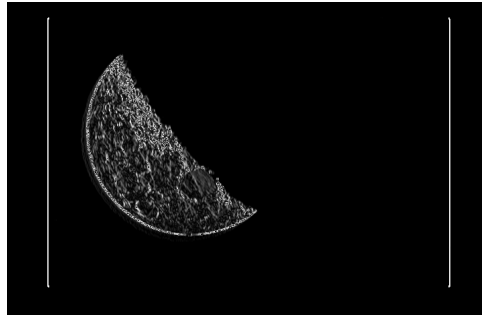


Figura 12: Lua Orientação Gy.

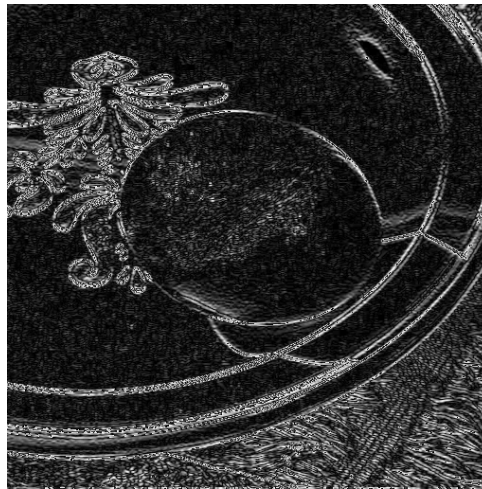


Figura 13: Orientação Gx.

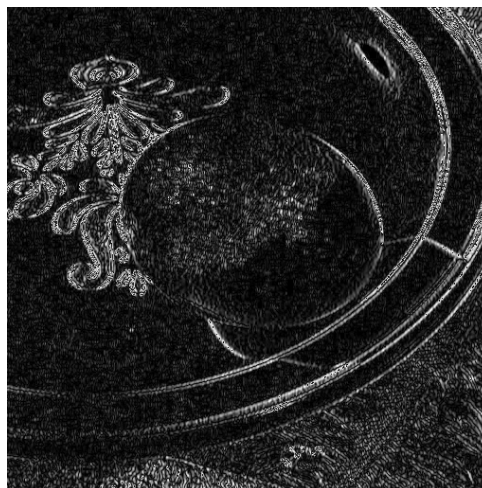


Figura 14: Orientação Gy.

E, por fim, as figuras 12, 13 e 14 trazem o resultado da aplicação da máscara de Scharr para encontrar Gx e Gy.

0.3.3 Máscara de Scharr

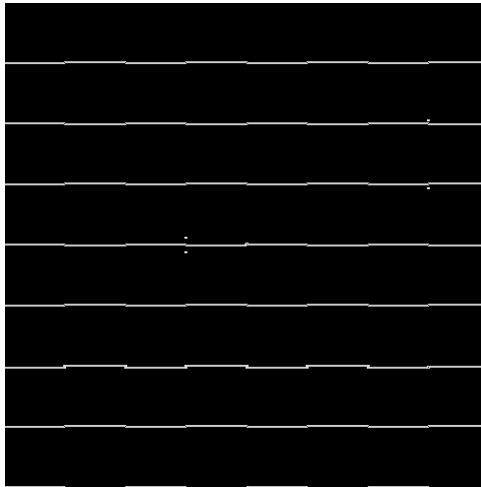


Figura 15: Chessboard Orientação Gx.

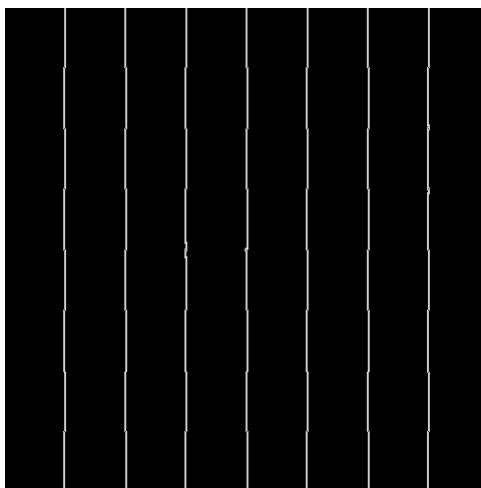


Figura 16: Chessboard Orientação Gy.

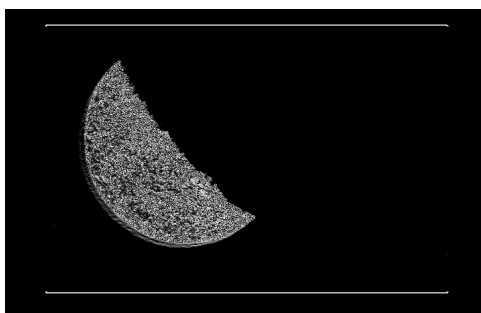


Figura 17: Lua Orientação Gx.

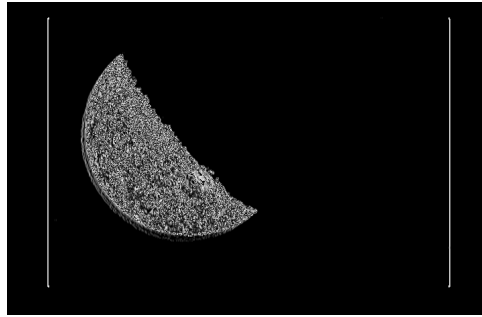


Figura 18: Lua Orientação Gy.

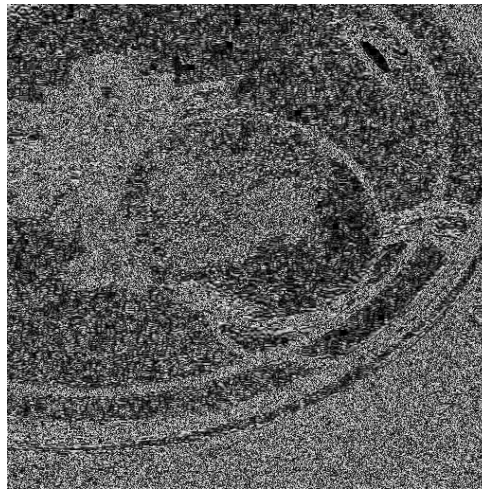


Figura 19: Orientação Gx.

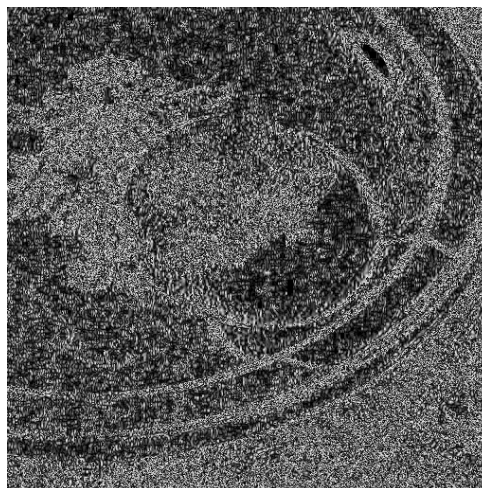


Figura 20: Orientação Gy.

Progredindo para a fase 2, entramos no processo de calcular a magnitude para cada par Gx e Gy gerado a partir dos diferentes operadores criados com as diversas máscaras. Nesta etapa, empregamos a fórmula a baixo para realizar o cálculo de cada matriz de magnitudes.

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

Com isso, obtivemos os resultados:

0.3.4 Matrizes de Magnitude para as componentes Gx e Gy de Prewitt

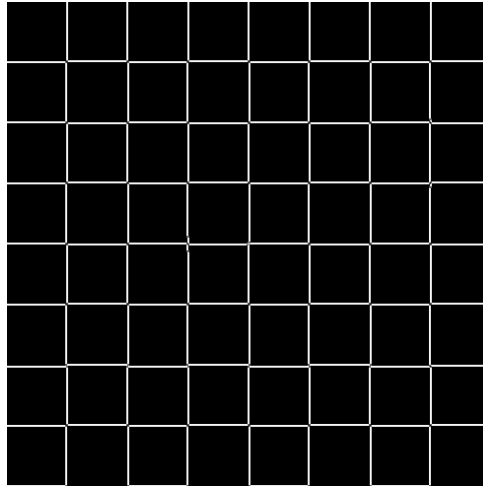


Figura 21: Chessboard.

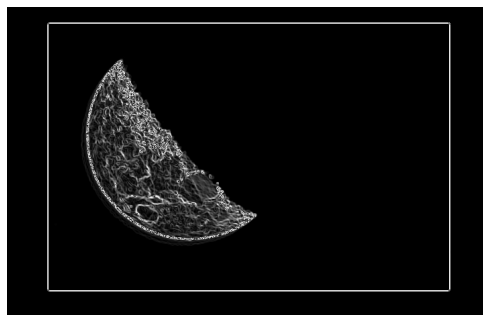


Figura 22: Lua.

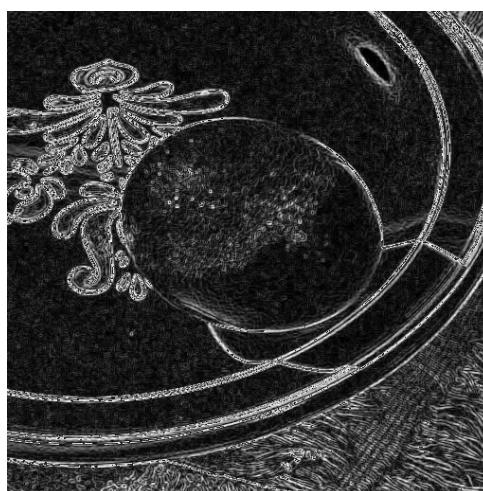


Figura 23: img02.

0.3.5 Matrizes de Magnitude para as componentes Gx e Gy de Sobel

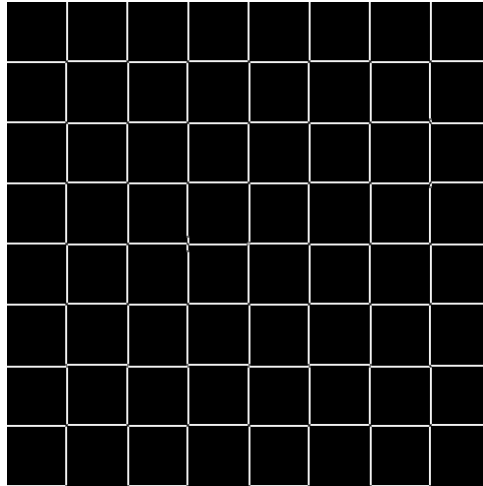


Figura 24: Chessboard.

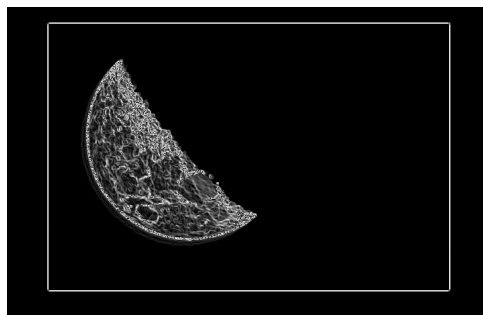


Figura 25: Lua.

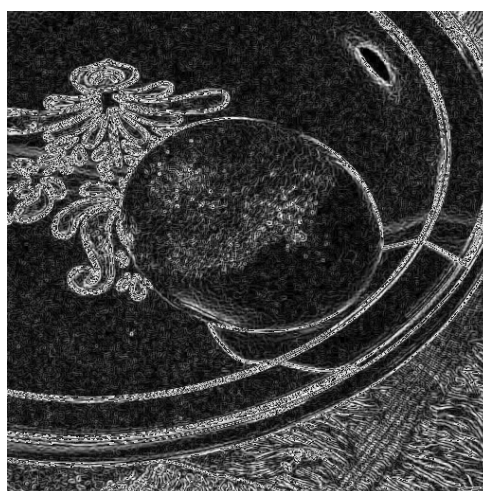


Figura 26: img02.

0.3.6 Matrizes de Magnitude para as componentes Gx e Gy de Scharr

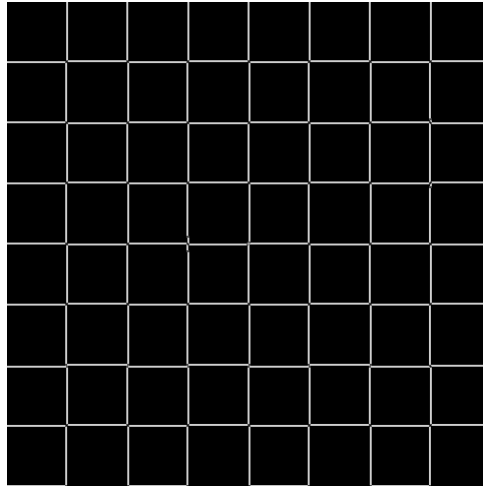


Figura 27: Chessboard.

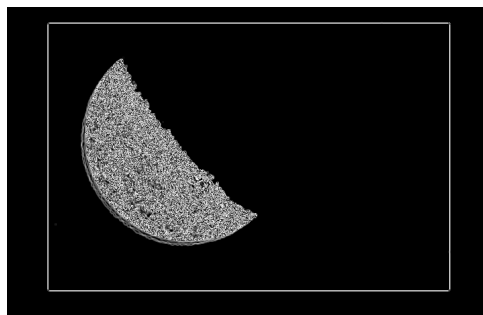


Figura 28: Lua.

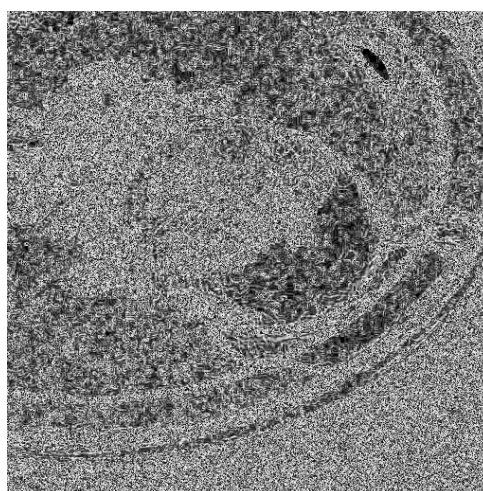


Figura 29: img02.

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:

$$D(i, j) = \arctan \left(\frac{Gy(i, j)}{Gx(i, j) + \epsilon} \right) \quad (2)$$

Ao empregar esta fórmula em cada par de Gx e Gy, conseguimos obter os resultados que representam as direções do gradiente. Por fim, na etapa final, utilizando a matriz de magnitudes, com valores variando de 0 a 255, e as direções no intervalo de -180 a 180 graus, foi possível calcular os máximos locais e gerar uma matriz que destaca as bordas nas imagens originais para cada operador de gradiente calculado. Esses resultados são então apresentados:

0.3.7 Matrizes de bordas para as componentes Gx e Gy de Prewitt

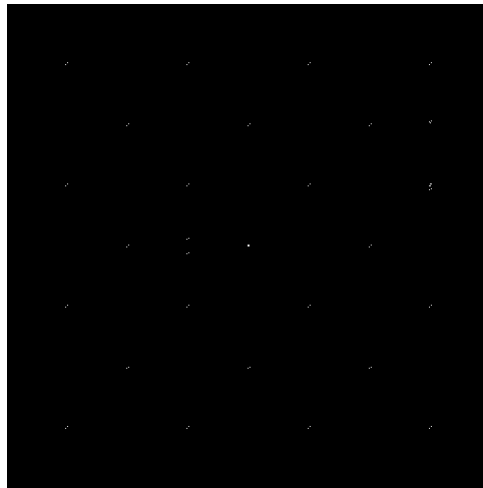


Figura 30: Chessboard.

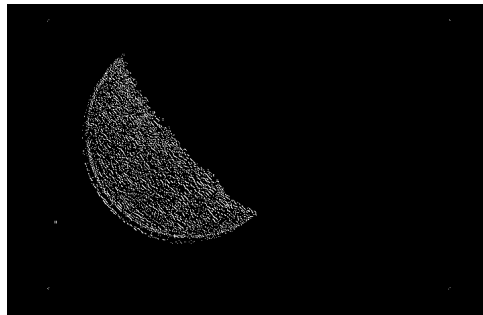


Figura 31: Lua.

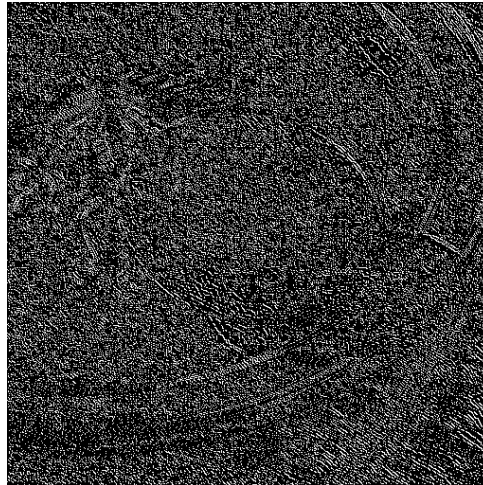


Figura 32: img02.

0.3.8 Matrizes de bordas para as componentes Gx e Gy de Sobel

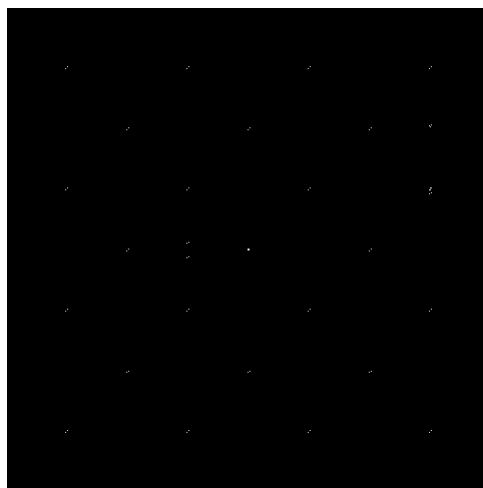


Figura 33: Chessboard.

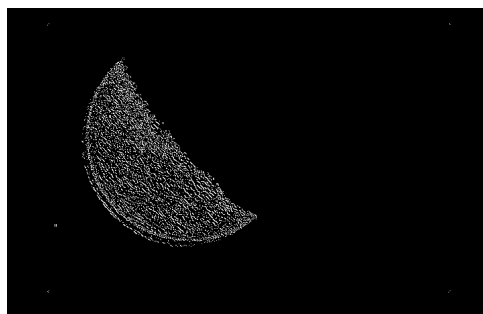


Figura 34: Lua.

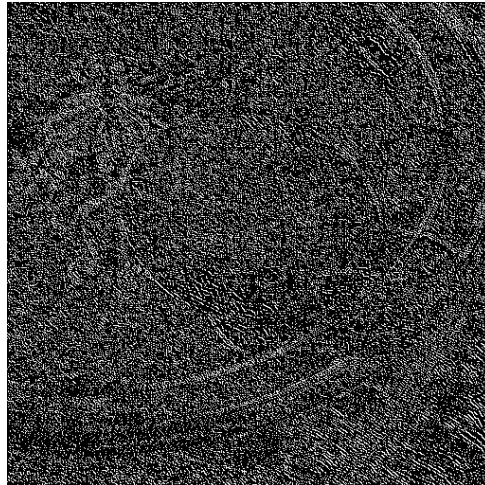


Figura 35: img02.

0.3.9 Matrizes de bordas para as componentes Gx e Gy de Scharr

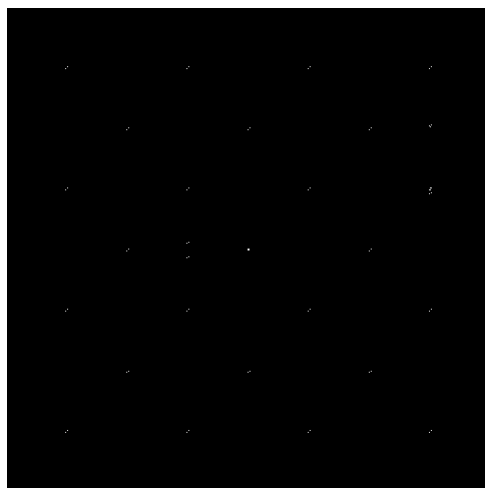


Figura 36: Chessboard.

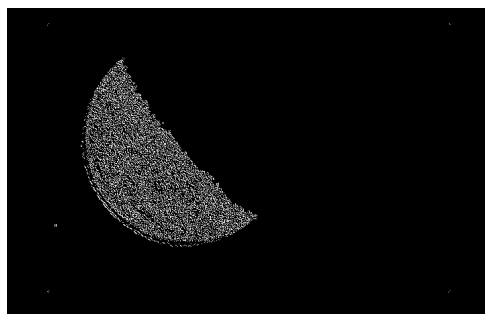


Figura 37: Lua.

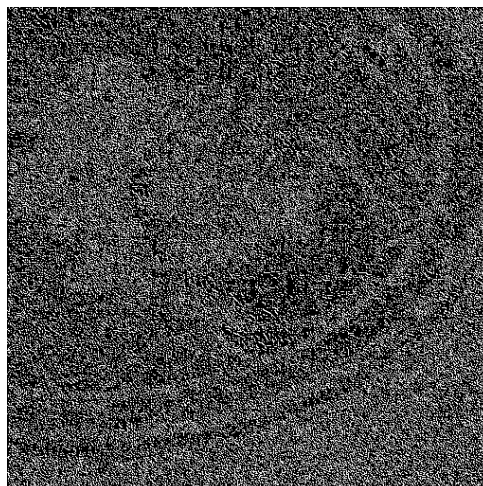


Figura 38: img02.

0.4 Conclusão

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 das máscaras.

Dessa forma, concluímos que, para as imagens `Lua1_gray.jpg` e `img02.jpg`, a máscara de Prewitt é uma das melhores escolhas em termos de detalhamento.

0.5 Tarefa 2:

1. Com os resultados obtidos na tarefa anterior para os gradientes fortes selecionados e respectivas direções, implemente script Python para obter descritores na forma de histogramas de direções de gradiente.
2. Análise os diferentes histogramas e correlacione com as características das imagens testadas (tarefa anterior). Compare os resultados em termos do potencial descritivo dessa estratégia simples.

0.6 Análise por Imagem

0.6.1 `Lua1_gray_histogram.png`

1. Características Gerais: A imagem possui gradientes majoritariamente concentrados nas orientações dos três primeiros compartimentos (0-60°). Isso pode ser um indicativo de características ou estruturas específicas na imagem, como bordas que tendem a ter estas direções específicas.
2. Comparação entre operadores: O operador Scharr detectou valores muito mais altos de gradientes do que os operadores Sobel e Prewitt. Uma possível explicação para isso é que o Scharr pode ser mais sensível, possivelmente devido à sua matriz de convolução, levando a uma detecção amplificada de gradientes. Isso pode ser vantajoso se estivermos buscando bordas mais sutis, mas também pode levar a mais falsos positivos.

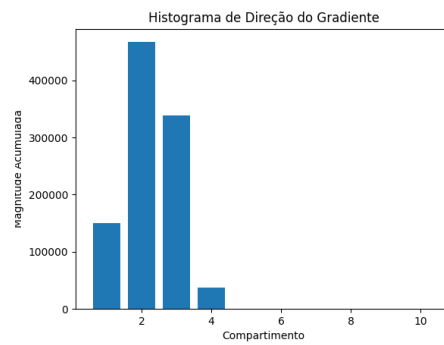


Figura 39: Lua1_gray_histogram.png - Sobel



Figura 40: Lua1_gray_histogram.png - Prewitt

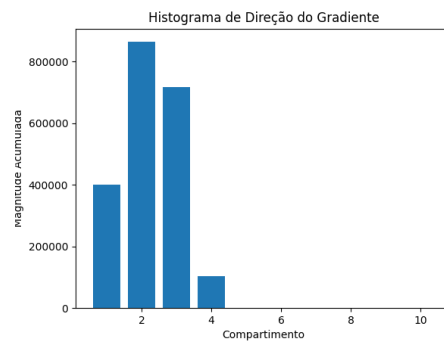


Figura 41: Lua1_gray_histogram.png - Scharr

0.6.2 chessboard_inv_histogram.png

1. Características Gerais: A imagem apresenta valores significativamente menores nos histogramas, sugerindo que as bordas são menos proeminentes ou menos numerosas em comparação com Lua1_gray_histogram.png. Mais uma vez, as bordas detectadas estão concentradas nos primeiros três compartimentos.
2. Comparação entre operadores: Os três operadores apresentam valores semelhantes entre si para esta imagem, o que sugere que a natureza das bordas nesta imagem é tal que sua detecção não varia muito entre os operadores.

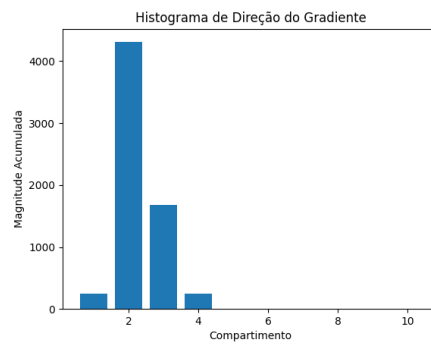


Figura 42: chessboard_inv_histogram.png - Sobel

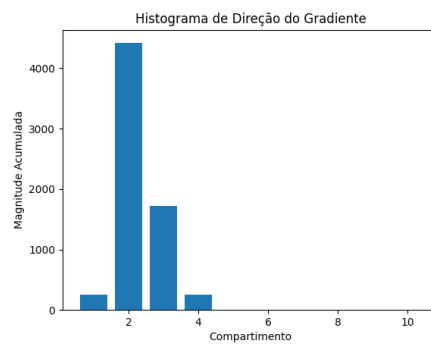


Figura 43: chessboard_inv_histogram.png - Prewitt

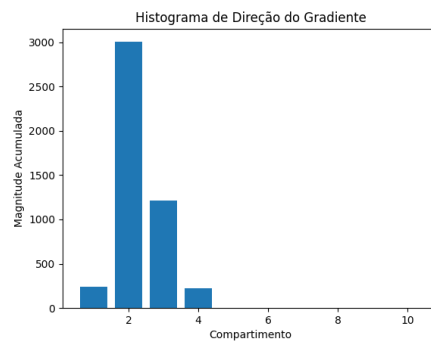


Figura 44: chessboard_inv_histogram.png - Scharr

0.6.3 img02_histogram.png

1. Características Gerais: Esta imagem mostra valores muito mais altos nos histogramas, indicando uma presença proeminente de bordas. Similar às outras imagens, a distribuição está fortemente concentrada nos primeiros três compartimentos.
2. Comparação entre operadores: Novamente, o operador Scharr detecta mais gradientes do que Sobel e Prewitt. Dada a tendência observada nas três imagens, pode-se inferir que o operador Scharr, em geral, é mais sensível ou amplifica mais os gradientes.

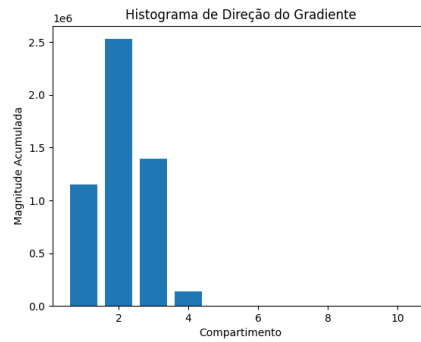


Figura 45: img02_histogram.png - Sobel

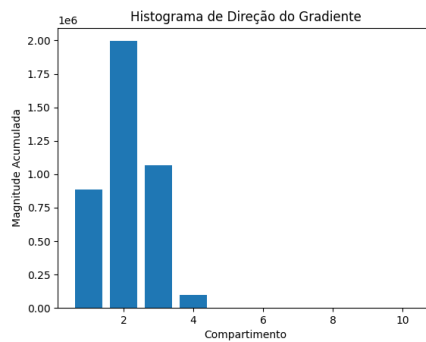


Figura 46: img02_histogram.png - Prewitt

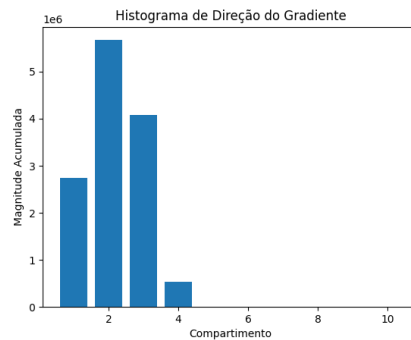


Figura 47: img02_histogram.png - Scharr

0.7 Conclusão

Ao analisar os histogramas de gradientes das imagens, observamos que as três imagens apresentam uma marcada predominância de gradientes nas orientações de 0-60°. Isso pode ser interpretado como uma característica intrínseca das imagens ou pode indicar um tipo específico de conteúdo ou estrutura que elas representam. Além disso, uma constante entre as análises foi o desempenho do operador Scharr em relação aos operadores Sobel e Prewitt. O Scharr consistentemente detectou um número maior de gradientes em todas as imagens testadas. Esta característica pode ser interpretada de duas maneiras: por um lado, a sensibilidade do Scharr pode ser benéfica, pois pode captar bordas mais sutis que outros operadores possam não detectar; por outro lado, essa mesma sensibilidade pode levar à detecção de falsos positivos ou amplificar gradientes que talvez não sejam tão relevantes em uma aplicação específica.

Assim, concluímos que a estratégia de caracterização de imagens por meio de histogramas de gradientes pode oferecer insights valiosos sobre a estrutura e conteúdo de uma imagem. No entanto, a escolha do

operador de gradiente é crucial e pode variar dependendo do contexto e do objetivo específico. Em cenários futuros, uma combinação dos resultados de diferentes operadores pode proporcionar uma representação mais robusta e abrangente da imagem em análise.