

MC920 - Trabalho 2

Fábio Camargo Ricci - 170781

Introdução

Esse trabalho tem como objetivo estudar as técnicas de limiarização global e local em imagens. Os algoritmos utilizados foram:

- Método global
- Método de Bernsen
- Método de Niblack
- Método de Sauvola e Pietaksinen
- Método de Phansalskar, More e Sabale
- Método do Contraste
- Método da Média
- Método da Mediana

Bibliotecas utilizadas

OpenCV2 - Leitura e escrita de imagens

NumPy - Manipulação de Arrays

Matplotlib - Plotagem de histogramas

Execução

Para executar o programa na raiz do projeto, basta chamar: `python3 ./main.py {caminho_arquivo_entrada} {prefixo_arquivo_saida}`

Ex: `python3 ./main.py ./in/baboon.png baboon`

O programa

A partir da imagem de entrada, o programa gera uma imagem de saída e um histograma dos níveis de cinza para cada um dos métodos apresentados:

- Método Global: Se o valor de intensidade de um pixel (x, y) for maior do que um limiar T (por exemplo, $T = 128$), o pixel será considerado como pertencente ao objeto; caso contrário, será considerado como fundo.
- Método de Bernsen: Para cada pixel (x, y) , o limiar é calculado como:

$$T(x, y) = (z_{min} + z_{max})/2$$

em que z_{min} e z_{max} são os valores de níveis de cinza mínimo e máximo, respectivamente, em uma vizinhança $n \times n$ (3×3 nesse projeto) centrada em (x, y) .

- Método de Niblack: O valor de limiar é calculado como:

$$T(x, y) = \mu(x, y) + k * \sigma(x, y)$$

em que $\mu(x, y)$ e $\sigma(x, y)$ são a média e o desvio padrão, respectivamente, em uma vizinhança local de (x, y) (7×7 nesse projeto).

- Método de Sauvola e Pietaksinen: O limiar em um pixel (x, y) é calculado como

$$T(x, y) = \mu(x, y) + [1 + k * (\sigma(x, y)/R - 1)]$$

em que $\mu(x, y)$ e $\sigma(x, y)$ são a média e o desvio padrão em uma vizinhança local de (x, y) (5×5 nesse projeto), $k = 0.5$ e $R = 128$.

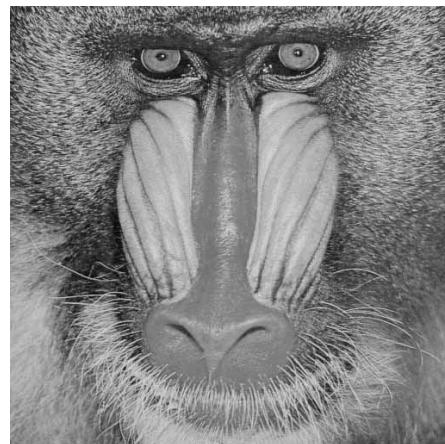
- Método de Phansalskar, More e Sabale: O limiar é calculado como:

$$T(x, y) = \mu(x, y) + [1 + p * \exp(-q * \mu(x, y)) + k * (\sigma(x, y)/R - 1)]$$
em que $\mu(x, y)$ é a média em uma vizinhança local de (x, y) (5×5 nesse projeto), $k = 0.5$, $R = 128$, $p = 2$ e $q = 10$.
- Método do Contraste: Atribui o valor de um pixel como fundo ou objeto, dependendo se seu valor está mais próximo do máximo ou mínimo local, respectivamente.
- Método da Média: Seleciona o limiar como a média da distribuição local de intensidade. Dessa forma, se o valor de um pixel (x, y) for maior do que a média de sua vizinhança (5×5 nesse projeto), o pixel será considerado como pertencente ao objeto; caso contrário, será considerado como fundo.
- Método da Mediana: Seleciona o limiar como a mediana da distribuição local de intensidade. Dessa forma, se o valor de um pixel (x, y) for maior do que a mediana de sua vizinhança (5×5 nesse projeto), o pixel será considerado como pertencente ao objeto; caso contrário, será considerado como fundo.

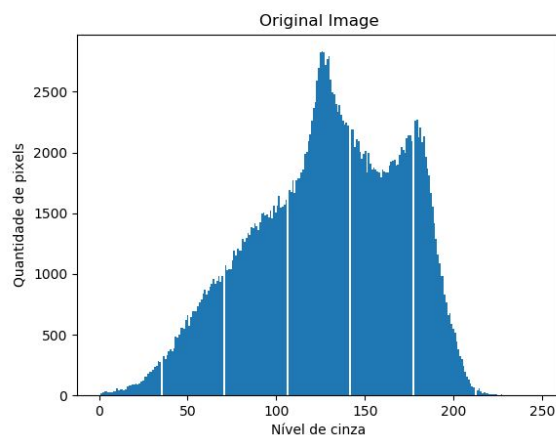
A leitura da imagem é feita a partir do comando `cv2.imread(filepath, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)`.

Resultados e discussão

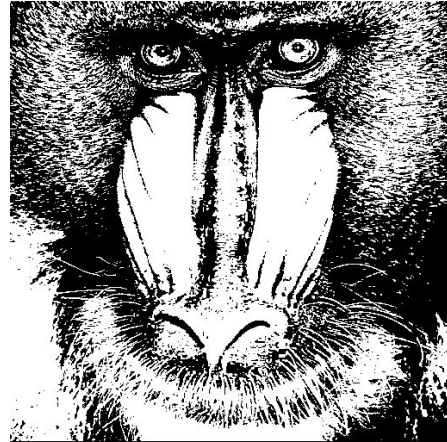
Imagem Original



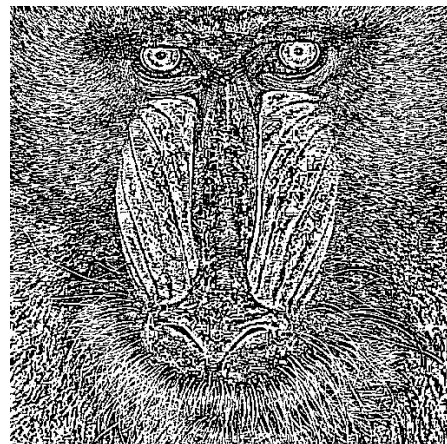
Histograma Imagem Original



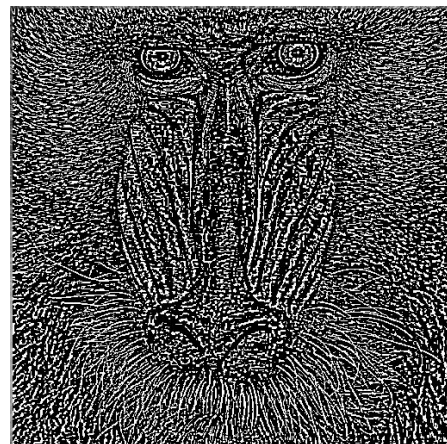
Método Global



Método de Bernsen



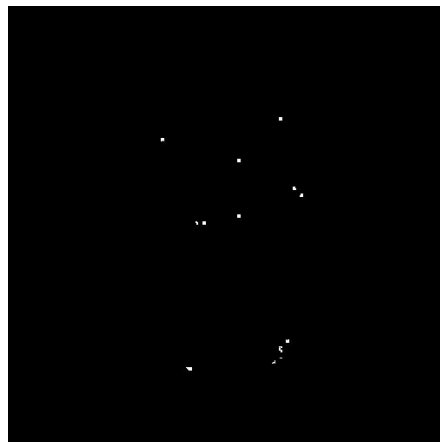
Método de Niblack



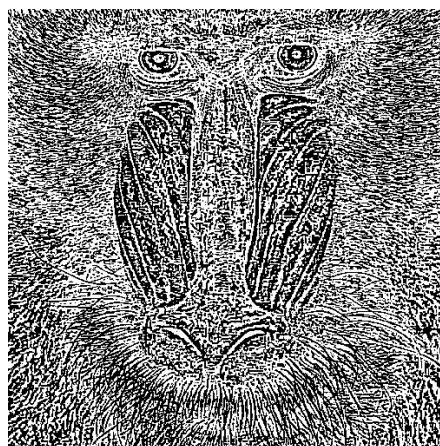
Método Sauvola e Pietaksinen



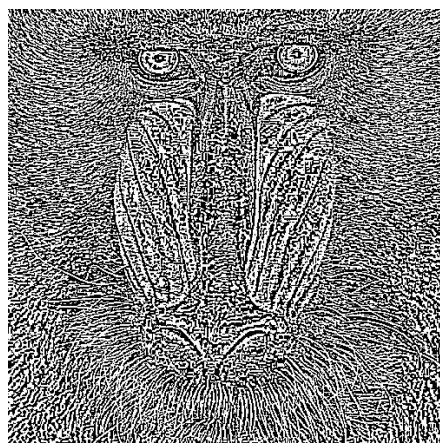
Método Phansalskar, More e Sabale



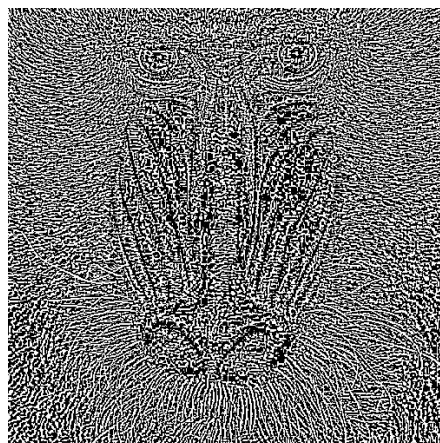
Método do Contraste



Método da Média



Método da Mediana



Porcentagem de pixels brancos e pretos em cada imagem:

- Método Global:
 - 46,15% pretos / 53,85% brancos
- Método de Bernsen:
 - 50,15% pretos / 49,85% brancos
- Método de Niblack:
 - 68,86% pretos / 31,14% brancos
- Método de Sauvola e Pietaksinen:
 - 3,57% pretos / 96,43% brancos
- Método de Phansalskar, More e Sabale:
 - 99,93% pretos / 0,07% brancos
- Método do Contraste:
 - 49,85% pretos / 50,15% brancos
- Método da Média:
 - 50,42% pretos / 49,58% brancos
- Método da Mediana:
 - 55,15% pretos / 44,85% brancos

Observando-se as imagens geradas e as porcentagens apresentadas anteriormente, pode-se notar que os métodos Global, Bernsen, Contraste, Média, Mediana e Niblack (em menor escala, com 68,86% pixels pretos) estabeleceram um limiar próximo ao 50%, o que resulta em imagens com mais artefatos, tornando possível a melhor identificação de bordas e limites. Já os métodos de Sauvola e Pietaksinen e Phansalskar, More e Sabale apresentam limiares muito extremos, resultando em imagens com poucos detalhes, praticamente todas brancas ou todas pretas.

Como pode-se notar pelo histograma apresentado, as cores da imagem original estão mais concentradas entre os níveis de cinza 100 e 200, de modo que os métodos que obtiveram porcentagens de pixels brancos e pretos próximas de 50% tiveram o limiar em algum valor nessa faixa entre 100 e 200.

Conclusão

Ao final desse projeto, pode-se estudar diferentes métodos de limiarização e binarização de imagens, sejam eles globais ou locais, e seus efeitos no resultado final. Notou-se que métodos que dividem as porcentagens de pixels pretos e brancos na mesma proporção, produzem um resultado com mais artefatos e bordas, tornando a imagem de saída mais próxima da imagem original.