

Mc920 - Trabalho 3

Felipe Santana Dias - 215775

1. ESPECIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

O objetivo desse trabalho é aplicar diferentes métodos de limiarização global e local em imagens monocromáticas, sendo eles: o método global, de Bernsen, de Niblack, de Sauvola e Pietaksinen, de Phansalskar, More e Sabale, do Contraste, da Média e da Mediana. A partir das imagens, dos histogramas e dos dados gerados queremos observar como cada método se comporta e a relação existente desse resultado com os valores de limiar e da vizinhança escolhidos.

2. ENTRADA DE DADOS

O código desenvolvido para a aplicação de todos os métodos descritos no tópico 1 foram desenvolvidos em python através das bibliotecas OpenCV, NumPy, SciKit-Image e Matplotlib em um arquivo chamado *'mc920-trabalho3.py'*. O programa foi feito para aceitar imagens monocromáticas e no formato PGM.

Ao executar o código, será requerido a imagem em que será realizado o processamento e o valor n da vizinhança para todos os métodos testados. As análises feitas neste relatório estão baseadas nas observações realizadas sobre esses casos. A imagem utilizada para embasamento foi a *'sonnet.pgm'*, disponibilizada pelo professor e está presente na pasta raiz juntamente com o código e as imagens resultantes.

Após o processamento, todas as imagens serão salvas na pasta raiz seguindo o padrão *'nome_da_imagem - nome_do_algoritmo valor_da_vizinhança.png'*.

3. CÓDIGO E DECISÕES TOMADAS

3.1 Algoritmo

A imagem foi carregada através da biblioteca OpenCV e convertida em uma NumPy Array para realizarmos as operação de maneira otimizada. Para a implementação dos métodos, visando o melhor desempenho do programa, foi utilizada as funções de threshold presente na biblioteca SciKit-Image. No caso dos métodos de Niblack, Sauvola, Média e Mediana foram utilizadas as funções já implementadas pela biblioteca. Nos demais casos locais foi utilizada a função genérica da biblioteca, implementando cada método em funções separadas.

Após escolhida a imagem e o valor da vizinhança, é gerado o histograma da imagem (salvo também na pasta raiz) e é aplicado todos os métodos. Para cada método é gerado uma imagem resultante e a saída no terminal com os valores da fração entre a quantidade pixels preto e o número total.

3.2 Imagens para análise

Como o objetivo dos métodos é encontrar a melhor solução para a seleção de descontinuidades e detecção de objetos, escolhemos a imagem *'sonnet.pgm'* por possuir um objeto com alto contraste com relação ao fundo - letras em preto sobre

o papel branco. Contudo, por a imagem possuir uma iluminação irregular, é interessante observar o comportamento de cada método nessa situação adversa e mais complexa.

4. SAÍDA DE DADOS

Ao final da execução é gerada todas as novas imagens cujo título é o mesmo que a imagem inicial adicionado do nome do algoritmo e o valor da vizinhança. Todas as imagens são salvas na pasta raiz. Também é mostrada no terminal a fração de pixels preto.

5. RESULTADOS

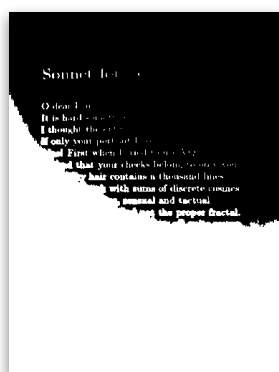
Para discutir os resultados obtidos utilizaremos a imagem *'sonnet.pgm'* disponibilizada no site da disciplina, aplicando os métodos com o valor de 3 vizinhanças diferentes: 3, 11 e 49.

5.1 Método Global

No caso do Método Global, foi escolhido o limiar de $T = 128$ para ser aplicado em toda a imagem. A implementação deste foi realizada pela classificação dos pixels entre menor ou maior que o limiar e atribuído o valor de 0 ou 255, respectivamente.

Como o método não varia de acordo com o número da vizinhança (visto que aplica o mesmo limiar para toda a imagem), a imagem gerada permaneceu a mesma em todas as diferentes vizinhanças, perceptível por possuírem a mesma fração de pixels pretos.

Por considerar um mesmo limiar para a imagem toda, podemos ver que esse método acarreta na grande perda de detalhes, ressaltando os cinzas mais claros e escurecendo as tonalidades mais baixas. Apesar de considerarmos o branco como fundo, como nosso objeto é mais escuro, a seleção ocorreu de forma invertida.



Número da vizinhança	Fração pixels pretos
3	0.47941176470588237
11	0.47941176470588237
49	0.47941176470588237

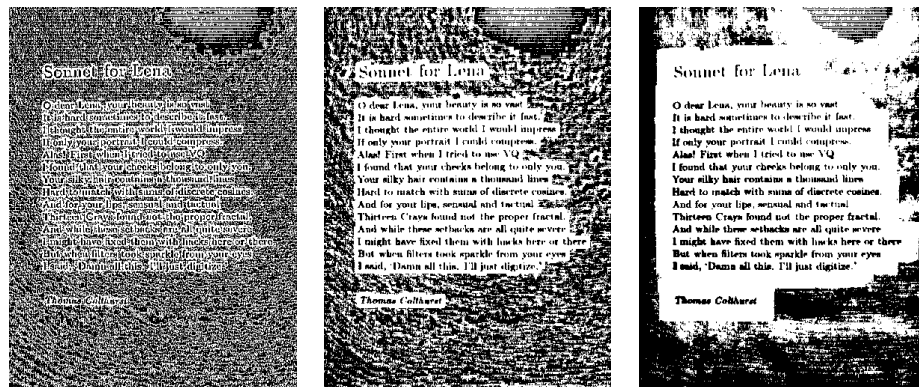
5.2 Método de Bernsen

O Método de Bernsen calcula o limiar como a média dos valores de nível máximo e mínimo da vizinhança do pixel escolhido. Como é característico dos

métodos locais, houve muito mais precisão na seleção do objeto mesmo nas áreas de iluminação irregular.

Com relação ao valor da vizinhança, é possível perceber que desde o primeiro caso as letras já se destacaram do fundo, mas por possuir uma vizinhança muito próxima, o fundo permaneceu com muito ruído. A partir da vizinhança igual à 11, os pixels do fundo ao redor do objeto apresentaram maior congruência com a cor para o fundo, diferenciando mais precisamente o objeto do fundo. Com a vizinhança em 49 essa diferenciação ficou ainda mais explícita.

É interessante observar nesse caso que, quanto maior o valor da vizinhança, menor é a fração de pixels preto na imagem, mostrando a melhor seleção do objeto.



Da esquerda para direita: Vizinhança 3, 11 e 49

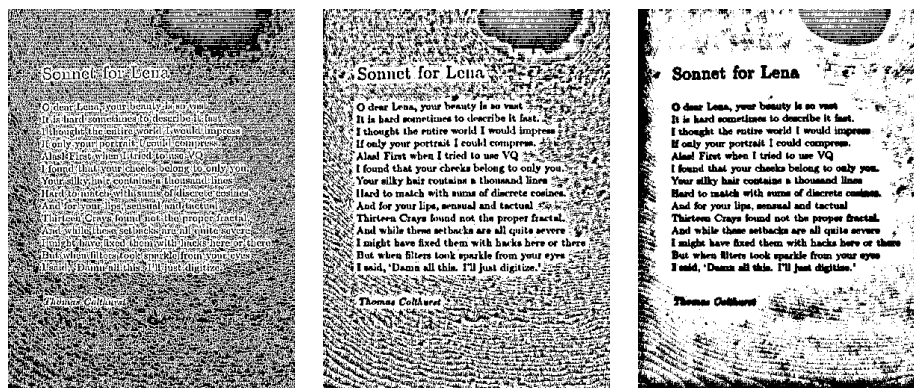
Número da vizinhança	Fração pixels pretos
3	0.5449244281045752
11	0.46725388071895424
49	0.36809129901960785

5.3 Método de Niblack

O método de Niblack utiliza a média e o desvio-padrão da vizinhança para definir um limiar. Há também uma variável k responsável por ajustar a borda do objeto. Como nosso objeto possui pequenas variações relevantes para a sua forma, foi escolhido o valor de $k = 0.2$.

Para a imagem escolhida, tivemos um resultado mais satisfatório que o método anterior. Logo na vizinhança 3, obtemos um valor da fração de pixels preto semelhante ao de vizinhança 11 no caso anterior. Progressivamente, conforme aumentamos a vizinhança, a qualidade da separação entre objeto e fundo e a quantidade de ruído apresenta melhora significativa.

No último caso, com vizinhança igual a 49, além da melhor separação entre objeto e fundo, o objeto possui seus limites muito bem definidos.



Da esquerda para direita: Vizinhança 3, 11 e 49

Número da vizinhança	Fração pixels pretos
3	0.43766339869281046
11	0.3337673611111111
49	0.25008169934640523

5.4 Método de Sauvola e Pietaksinen

O método de Sauvola e Pitaksinen apresentam a proposta de aprimorar o Método de Niblack para as situações em que o resultado não é satisfatório. Para isso, além do parâmetro k , há também mais um parâmetro R . Por recomendação dos autores, utilizamos os valores de 0.5 e 128 para os parâmetros, respectivamente.

Contudo, apesar de não apresentar ruído algum, o objeto também não foi encontrado - especialmente na vizinhança 3 em que não há nenhum pixel preto. Conforme é aumentado a vizinhança, há uma aumento na quantidade de pixels preto, contudo ainda não é possível traçar a imagem.



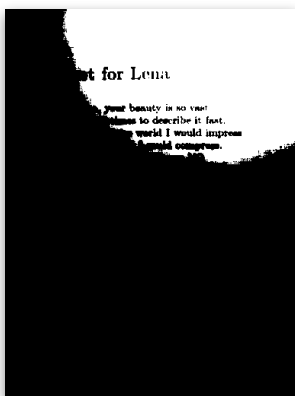
Da esquerda para direita: Vizinhança 3, 11 e 49

Número da vizinhança	Fração pixels pretos
3	0.0
11	0.00010212418300653595
49	0.00026552287581699344

5.5 Método de Phansalskar, More e Sabale

O Método de Phansalskar, More e Sabale também utiliza outros parâmetros além da média e do desvio-padrão da vizinhança. Nesse caso os valores utilizados para k, R, p e q foram de 0.25, 0.5, 2, 10, respectivamente. Esses valores são os sugeridos pelos próprios autores.

Curiosamente, ao variarmos a vizinhança não houve alteração na imagem. Em todos os casos o método não soube lidar muito bem com a iluminação irregular da imagem.

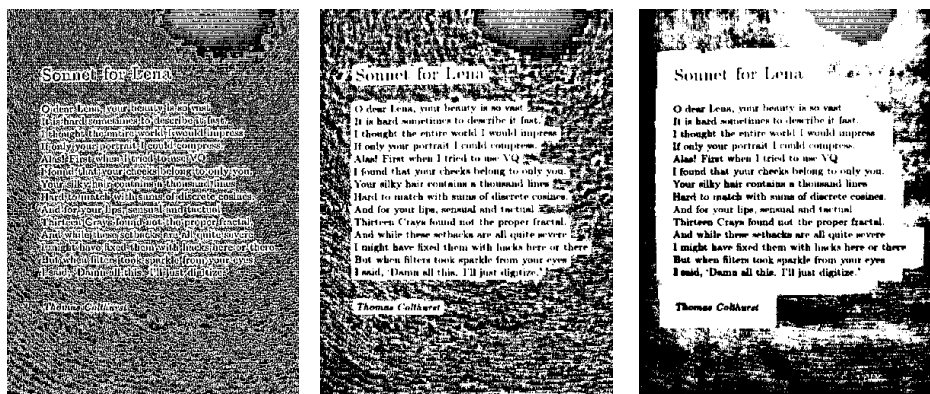


Número da vizinhança	Fração pixels pretos
3	0.7512408088235294
11	0.7512408088235294
49	0.7512408088235294

5.6 Método do Contraste

O Método do Contraste compara o valor do pixel com o máximo e mínimo local e define seu valor com base em sua proximidade entre eles. Após aplicarmos o método, obtivemos um resultado idêntico ao obtido pelo Método de Bernsen, que pode ser comprovado pelos valores encontrados na fração de pixels preto.

Da mesma maneira como no outro método, conforme aumentamos a vizinhança o resultado foi obtendo expressivas melhoras no reconhecimento do objeto.

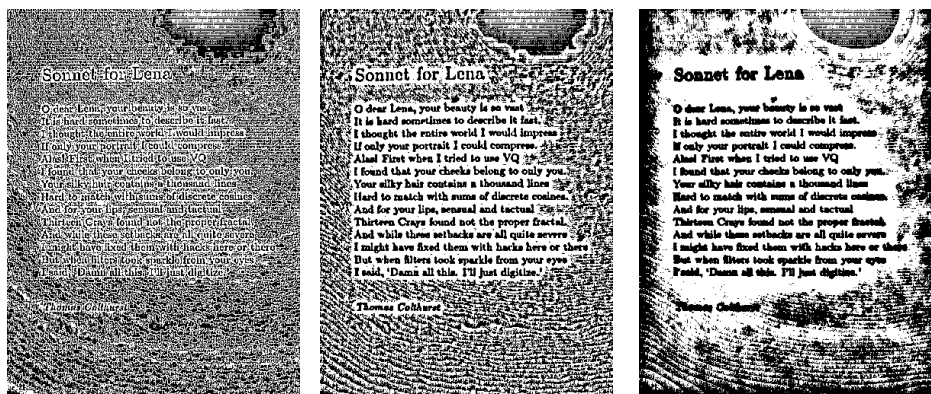


Da esquerda para direita: Vizinhança 3, 11 e 49

Número da vizinhança	Fração pixels pretos
3	0.5449244281045752
11	0.46725388071895424
49	0.36809129901960785

5.7 Método da Média

O método da média calcula a média dos valores dentro de uma vizinhança e atribui esse valor como limiar do pixel selecionado. É possível observar que conforme aumentamos o valor da vizinhança, o objeto torna-se melhor delimitado apesar de não acontecer a diminuição drástica na quantidade pixels preto na imagem.

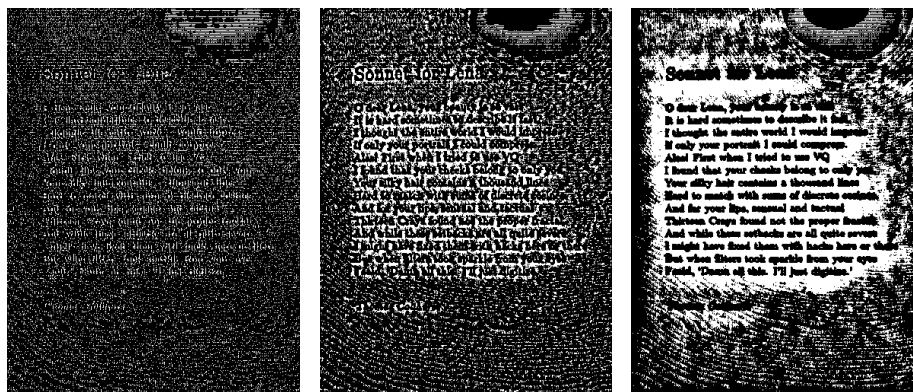


Da esquerda para direita: Vizinhança 3, 11 e 49

Número da vizinhança	Fração pixels pretos
3	0.48959865196078434
11	0.42935559640522875
49	0.40052593954248367

5.8 Método da Mediana

No Método da Mediana, a mediana da vizinhança é usada como limiar para definir seu o pixel selecionado faz parte do fundo ou do objeto. Apesar de apresentar gradual melhora conforme a vizinhança aumenta, a imagem não apresenta uma clara divisão entre objeto e fundo, perceptível pelo grande nível de pixels pretos na imagem.



Da esquerda para direita: Vizinhança 3, 11 e 49

Número da vizinhança	Fração pixels pretos
3	0.864047181372549
11	0.7686631944444444
49	0.6094107434640523

5.9 Conclusão

Visto os resultados obtidos e visualizando agora o histograma da imagem original, é possível concluir que os métodos locais apresentam significativa vantagem com relação ao método global.

Também é possível observar que na maioria dos casos, o aumento da vizinhança impactou positivamente e drasticamente os resultados obtidos, mas como já observamos no método global, essa relação não é válida infinitamente.

Dos métodos experimentados, o Método de Niblack foi o que apresentou resultados mais satisfatórios com relação à identificação das letras no papel. Por outro lado, o método de Sauvola e Pitaksinen, apesar de utilizarem o desvio-padrão e a média, não foram capaz de identificar o objeto.

