

Projeto 1 de Introdução ao Processamento de Imagens

Marcos Paulo Cayres Rosa (14/0027131)

Departamento de Ciência da Computação
Introdução ao Processamento de Imagens
Brasília, Brasil

Abstract—Esse documento tem como finalidade demonstrar diferentes transformações pelas quais as imagens foram submetidas, mais especificamente, as técnicas de dizimação, interpolação, aguçamento, *power-law*, equalização e procedimentos no domínio da frequência (*Abstract*)

Keywords—*matlab*, *redimensionagem*, *quantização*, *fourier*, *aguçamento*, *filtragem*

I. INTRODUÇÃO

O *Matlab* é um software de alta performance que permite a manipulação de matrizes, podendo estas representar imagens. Com isso em vista, foi utilizado para executar os procedimentos como o redimensionamento, por meio dos processos de dizimação e interpolação e funções inclusas no programa, ou seja, ampliar e reduzir imagens, analisando a perda de informação com esses.

Para realização desses procedimentos é necessário conhecimento a cerca de operações matemáticas básicas e com matrizes, especialmente dentro do software utilizado, e métodos de implementação das funções requisitadas. Como também, entender o funcionamento dos comandos do *Matlab*, conforme será indicado adiante.

Outras funções observadas foram a transformação gama e a equalização, ambas almejando melhorar subjetivamente o conteúdo de imagens. Ademais, tendo em vista conhecimentos sobre as séries e transformadas de Fourier, objetivou-se testar funções prontas para analisar magnitude, fase e troca de fase, além de comparar o uso de filtros no domínio espacial em contraponto ao da frequência.

II. METODOLOGIA

A. Redimensionamento e aguçamento

Primordialmente, por meio da função *dec_int* (item 1.1) procurava-se reduzir uma imagem e, após isso, interpolá-la ao tamanho original. Para isso, determinava as dimensões da imagem e se era colorida ou em escala de cinza e, então, a dizimava e interpolava, retornando ambos os resultados. No caso, respectivamente, criando uma nova matriz que contenha somente os valores em um fator de 2 para ambas as direções e outra que repetisse o valor do pixel mais próximo.

Há também outra função, chamada *edge_improv* (item 1.2), a qual busca melhorar subjetivamente a imagem introduzida ao aguçar as bordas. Com esse objetivo, utiliza-se a função *imfilter* e soma o resultado final a imagem original,

sendo que foi usado um filtro passa-alta laplaciano no domínio espacial. Após diversos testes, o *Kernel* indicado a seguir foi escolhido como o que retornada imagens visualmente mais aprazíveis, pelos outros fazerem-nas parecer artificiais, já que tinham valores maiores no centro ou também consideravam as diagonais.

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Enquanto isso, no programa principal (*Proj1.m* - item 1.3), as funções *dec_int* e *imresize*, utilizando interpolação bicúbica, são chamadas para serem aplicadas em *test80.jpg*. Para, então, ser usada a função *edge_improv* em ambas imagens retornadas e poder comparar os efeitos subjetivos nelas.

B. Correção gamma e equalização

No item 2, foi requisitada a criação de um programa (*Proj1_2.m*) que testasse o realce *power-law* (2.1), executasse equalização das imagens e mostrasse tanto o histograma quando a função de distribuição acumulada de um dos casos (2.2) e comparasse os resultados (2.3). Sendo permitido usar as funções prontas: *imadjust*, *imhist* e *histeq*.

As comparações dos resultados em base as imagens fornecidas (*car.png*, *crowd.png* e *university.png*) estão detalhadas na seção dos resultados, incluindo a justificativa de quais valores de gama foram considerados melhores e a comparação destes com a equalização.

C. Domínio da frequência

O item 3.1 (*Proj1_3.m*) pedia para, utilizando funções prontas, ler as imagens *clown.tif* e *mandrill.tif*, e analisa-las no domínio da frequência. Mais especificamente, realizar a transformada de Fourier com *fft2*, deslocar o componente DC para o centro com *fftshift*, mostrar a magnitude e a fase, com o auxílio respectivo de *log* e *angle*, trocar as fases das imagens pela identidade de Euler e fazer a transformada inversa dos resultados com *ifft2*, apresentando sempre na tela os resultados dos procedimentos.

Por fim, em 3.2 procurava-se criar uma função de aguçamento de bordas *edge_improv2*, encontrando uma frequência de corte que se aproximasse do resultado da função *edge_improv*. Ambas então são aplicadas em *Proj1_3b* para fazer comparações. No caso, feito na imagem *test80.jpg*, após

passar pelo mesmo processo da questão 1. Sendo que foi feito tanto em escala de cinza quanto na imagem colorida e houve testes com filtros passa-alta gaussiano, butterworth e ideal. Sendo que as fórmulas usadas foram, respectivamente:

$$H(\text{gaussiano}) = \frac{-D^2}{e^{2Do^2}}$$

$$H(\text{butterworth}) = \frac{1}{1 + \left[\frac{D}{Do}\right]^{2n}}$$

$$H(\text{ideal}) = \begin{cases} 1, & \text{se } D \leq Do \\ 0, & \text{se } D > Do \end{cases}$$

Considerando D como o valor do pixel em questão, Do o limiar a ser determinado e o filtro final como:

$$H(\text{passa-alta}) = 1 - H$$

Esse último para converter os filtros que são originalmente passa-baixa.

III. RESULTADOS

A. Redimensionamento e aguçamento

O processo de reduzir a imagem faz com que se perca informação útil, em vista de estarmos desconsiderando diversas componentes. Isso faz com que a imagem como um todo continua bem distinguível, porém com grande perda dos detalhes, fator visto ao ampliá-la de volta ao tamanho original.

Os pontos levantados anteriormente são vistos especialmente na função criada pelo usuário, pois se utiliza do método de dizimação, perdendo um quarto da informação total da imagem, metade em cada direção. Por esses motivos, é visto como necessário criar um filtro de aguçamento, melhorando tanto as bordas como os detalhes e conforme este é o maior problema, filtros baseados na segunda ordem (realce de detalhes finos), como o laplaciano, mostram-se mais efetivos.



Fig. 1. Imagem Reduzida pela função *dec_int*, à esquerda, e pela *imresize*, à direita



Fig. 2. Imagem interpolada pela função *dec_int*, à esquerda, e imagem após o uso de *edge_improv*, à direita



Fig. 3. Imagem interpolada pela função *imresize*, à esquerda, e imagem após o uso de *edge_improv*, à direita

No primeiro caso, com a interpolação de *dec_int*, a imagem final continuou subjetivamente feia, pois ainda parece falsa, em vista dos detalhes serem bruscoss. Já com a bicúbica do *imresize*, a imagem após o aguçamento ficou similar à original, realçando as bordas de forma que não parecesse artificial.

B. Correção gama e equalização

Nessa questão, comparou-se resultados de realce *power-law* com valores entre 0 e 1 e maiores que 1. Observou-se que para a imagem *car.png*, como visto abaixo, os melhores resultados encontram-se entre 2 e 3, pois a imagem é clara e com pouco contraste (fator melhor exemplificado nos histogramas). No caso, o fator gama maior que 1 faz com que a imagem escureça e, caso contrário, que clareie. Com isso, caso o valor seja muito alto ou baixo, pode fazer com que a imagem fique pouco visível para o olho humano, devendo assim aplicar testes para descobrir, subjetivamente, qual o melhor valor.



Fig. 4. Imagem Original



Fig. 5. Imagem com gama igual à 0,5



Fig. 6. Imagem com gama igual à 3

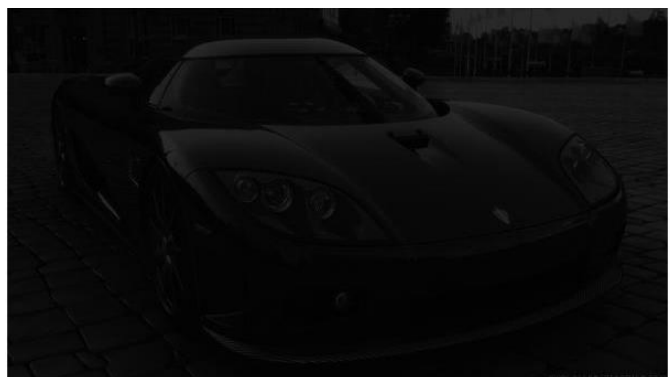


Fig. 7. Imagem com gama igual à 5

Considerando o histograma visto abaixo, é possível perceber que a imagem tem um baixo contraste, por isso tornando pouco distinguível o fundo do carro e o centro,

parecendo que estão relacionados pela luz mais forte vista em destaque. Esse último fator ocorre pelo fato da imagem tender mais para valores altos, fazendo-a clarear. Ambos os problemas solucionados por meio de uma equalização. Por conseguinte, observa-se que, ao fazê-la, os valores ficam bem mais distribuídos, aumentando o contraste consideravelmente e propiciando a função de distribuição acumulada almejada, em forma de rampa.



Fig. 8. Imagem Equalizada

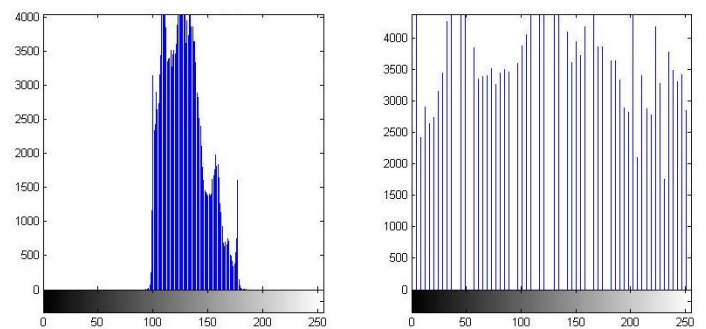


Fig. 9. Histograma original e equalizado

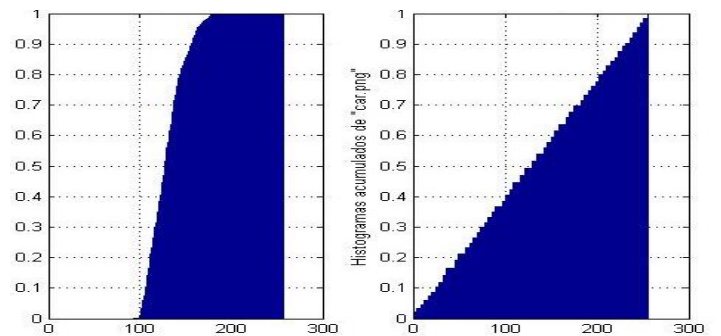


Fig. 10. Função de distribuição acumulada original e equalizada

Nos demais casos, as imagens são mais escuras e os melhores valores encontram-se entre 0 e 1. Mais especificamente entre 0,3 e 0,6 para *crowd.png* e *universit.png*.

Ainda assim, em todos os casos, os melhores resultados evidenciados foram a partir da equalização do histograma, uma vez que obtém a máxima variância do histograma de uma imagem, melhorando o contraste. Esses fatos são evidenciados por meio dos histogramas e as distribuições acumuladas acima.

Por fim, após as mudanças tanto *power-law* quanto a equalização, as melhoras observadas são: uma melhor distinção entre o fundo e os objetos em destaque, uma aparência mais metalizada para o carro (*car.png*), capacidade de perceber melhor e separar as pessoas presentes (*crowd.png*) e findar a aparência noturna, tornando mais fácil a percepção das árvores, o padrão do piso e o prédio e iluminação ao fundo (*university.png*).



Fig. 11. Comparação entre a imagem original, com o melhor resultado da correção gamma e a equalizada (*crowd.png*)



Fig. 12. Comparação entre a imagem original, com o melhor resultado da correção gamma e a equalizada (*university.png*)

C. Domínio da frequência

Primeiramente, percebe-se que os componentes mais frequentes nas imagens são os verticais e horizontais, tendo mais informações nas baixas frequências, estas que formam o conteúdo geral da figura. Além disso, para conseguirmos entender a informação da magnitude, é necessário aplicar a função *log* e, com o objetivo de compreender melhor o espectro, utilizar-se de *fftshift*, trazendo o componente DC ao centro da imagem.

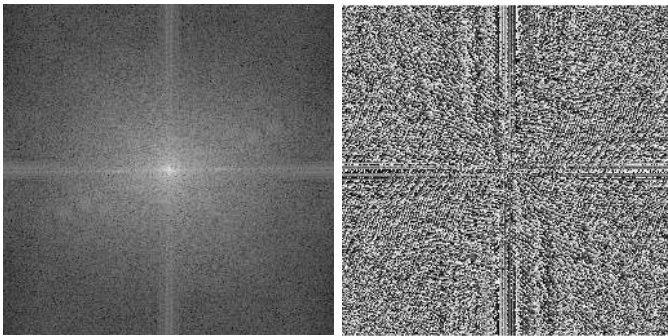


Fig. 13. Espectros da Magnitude e da Fase de *clown.tif*

Também ficou evidenciado que as imagens, por meio das funções do *Matlab*, permanecem semelhantes a que tem o valor da fase utilizado, parecendo que foram invertidas. Isso se deve ao fato de que, quando ignoramos a fase e recuperamos a imagem, esta perde seus traços, pois influencia as baixas frequências, tendo amplitudes maiores em torno da origem. Outro ponto que mostra a importância da fase é a congruência desta, ou seja, nas bordas e detalhes, muitas frequências estão em fase, permitindo com que a imagem seja recuperada em parte a partir dessas informações.

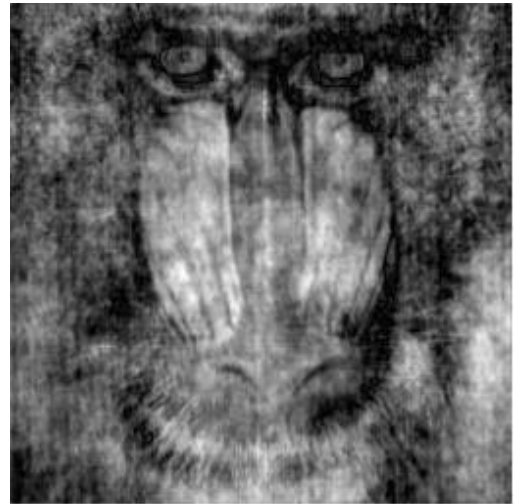


Fig. 14. Troca de Fase de *clown.tif* por *mandril.tif*

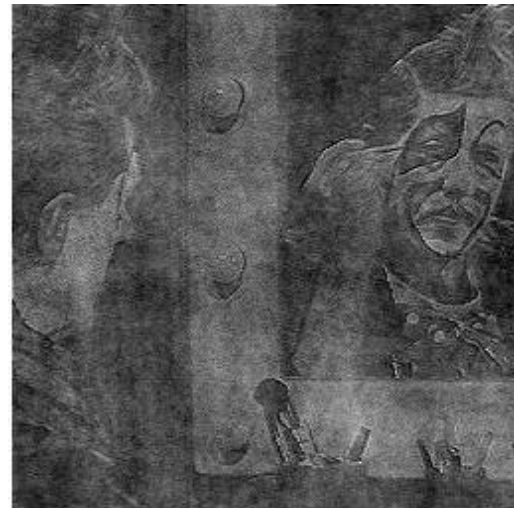


Fig. 15. Troca de Fase de *mandril.tif* por *clown.tif*

Para última etapa do trabalho, foram feitas máscaras de passa-alta para se assimilar ao filtro laplaciano no domínio espacial. Sendo que o melhor resultado entre ideal, butterworth e gaussiano foi o último, pois não trazia *ringing* e trouxe um resultado que pareceu mais suave, deixando a imagem realçada, mas sem parecer muito modificada ou quadriculada. Inclusive, esse resultado ficou melhor do que o evidenciado no domínio espacial e os melhores valores encontrados para frequência de corte ficaram entre 10 e 30. Essas determinações e constatações foram iguais tanto para imagem em escala de cinza quanto a colorida, devido ao segundo caso ser a aplicação do mesmo processo do primeiro três vezes, uma para cada componente.

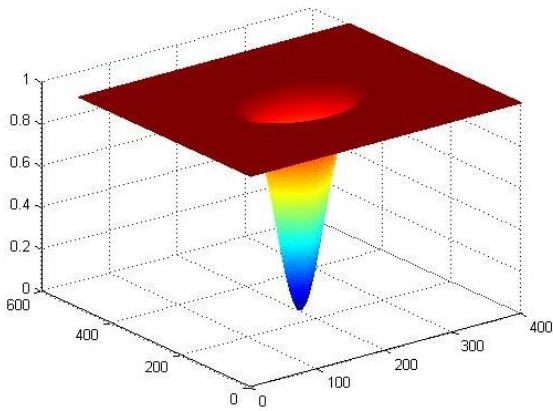


Fig. 16. Máscara gaussiana de passa-alta utilizada

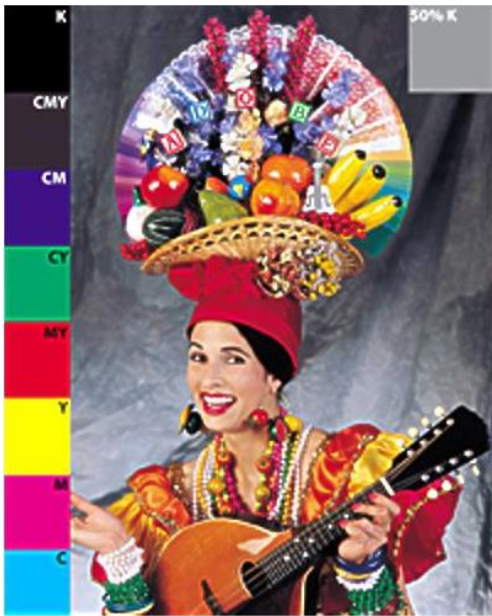


Fig. 17. Resultado do aguçamento no domínio espacial

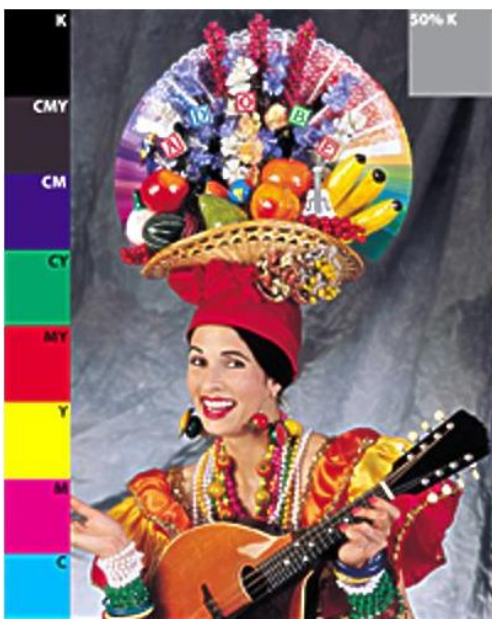


Fig. 18. Resultado do aguçamento gaussiano no domínio da frequência

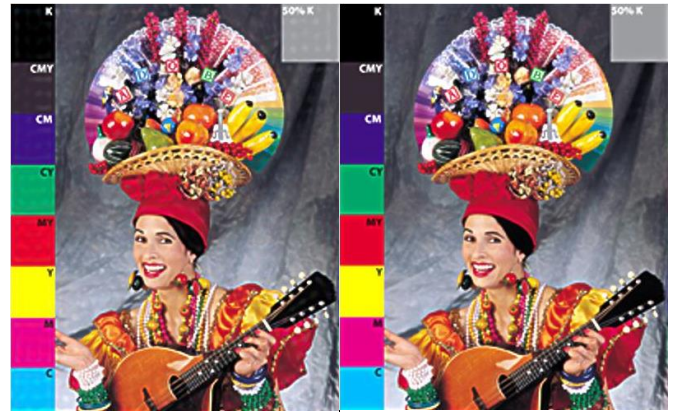


Fig. 19. Comparativo para resultado do filtro ideal e butterworth, respectivamente, sendo evidenciada a presença de *ringing* principalmente no primeiro

IV. CONCLUSÃO

A primeira conclusão é a de que, quando se altera o tamanho da imagem, a qualidade da mesma decresce e, ao tentar ampliá-la, os resultados são pouco satisfatórios, já que fica com a aparência quadriculada, especialmente por interpolação por vizinho mais próximo ao invés de bicúbico.

Ademais, a equalização mostra-se um processo extremamente eficiente, trazendo diversas melhoras à imagem, especialmente ao olho humano, pois possibilita melhor distinção entre os objetos e espaços presentes e melhora, ao mesmo tempo, a claridade da imagem; fator que ao tentar ser adaptado por correção gama, pode trazer bons resultados, mas em um processo de tentativa e erro e dificilmente mais efetivo que a equalização.

Quanto ao aguçamento das imagens, há uma facilidade maior no domínio da frequência, pela não utilização de *kernels*, tornando mais simples a manipulação e possibilitando, assim, melhores resultados. Por fim, entende-se a importância dos detalhes e bordas de uma imagem, tanto pelas constatações em relação à fase, quanto pela evidência de melhora com o realce, especialmente quando uma imagem está originalmente borrada.