



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE INFORMÁTICA - CI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



Kelvin Brenand - 20180005270

Relatório do Sistema de Processamento Digital de Imagens

João Pessoa

23 de outubro de 2022

Kelvin Brenand - 20180005270

Relatório do Sistema de Processamento Digital de Imagens

Relatório referente ao desenvolvimento do módulo I do sistema de processamento digital de imagens, que corresponde ao primeiro trabalho prático da disciplina Processamento Digital de Imagens.

Prof. Dr. Leonardo Vidal Batista

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Centro de Informática - CI

Curso de Graduação em Ciência da Computação

João Pessoa

23 de outubro de 2022

Sumário

1	Introdução	4
2	Fundamentação Teórica	4
2.1	Sistemas de Cores	4
2.2	Correlação e Filtros	5
2.3	Histograma	6
3	Objetivos	7
4	Materiais e Métodos	8
5	Resultados	8
5.1	Conversão RGB-YIQ-RGB	8
5.2	Filtro Negativo	8
5.3	Filtro Box	9
5.4	Filtro Sobel	9
5.5	Filtro Mediana	10
5.6	HSB	10
6	Discussão	11
7	Conclusões	11

Lista de Figuras

1	Imagem como uma matriz	5
2	Correlação sendo feita em uma imagem	5
3	Expansão de histograma	7
4	RGB Original	8
5	RGB Após conversões	8
6	Negativo Original	9
7	Negativo RGB	9
8	Negativo YIQ	9
9	Box Original	9
10	Box 49x49	9
11	Box 99x99	9
12	Sobel Original	9
13	Sobel Vertical	9
14	Sobel Horizontal	9
15	Mediana Original	10
16	Mediana 7x5	10
17	Mediana 15x15	10
18	HSB Original	10
19	HSB S=50%	10
20	HSB S=30%	10

1 Introdução

O processamento digital de imagens(PDI) consiste de operações que podem ser aplicadas em uma imagem, de modo a obter outra imagem aprimorada ou extrair da primeira alguma informação útil. É um tipo de processamento de sinal em que a entrada é uma imagem e a saída pode ser uma imagem ou características associadas a essa imagem. O projeto aqui descrito consiste do primeiro módulo do trabalho prático relativo à disciplina de Introdução ao Processamento Digital de Imagens, ministrada pelo professor Leonardo Vidal Batista, do curso ciência da computação da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Tal projeto consiste em aplicar de forma prática os conhecimentos teóricos ofertados pela disciplina até o momento. Sendo isso feito através de um sistema de software que possui funcionalidades acerca de conversão entre os sistemas de cores RGB/YIQ/HSB, aplicações de filtros pontuais e locais utilizando correlação e expansão de histograma.

2 Fundamentação Teórica

O Processamento Digital de Imagens (PDI) começa com a captura de uma imagem. Após a captura, passa por um processo de digitalização, isto é, um processo para representar a imagem de forma apropriada para tratamento computacional.

2.1 Sistemas de Cores

Imagens são computacionalmente representadas como matrizes $m \times n$, onde cada elemento da matriz corresponde a um pixel da imagem. O primeiro índice denota a posição da linha na qual o pixel se encontra. Já o segundo, a posição da coluna. Se a imagem digital contiver m linhas e n colunas, o índice m variará de 0 a $m-1$, enquanto n variará de 0 a $n-1$. Além disso, a convenção adotada de leitura de uma imagem digital é com o eixo x crescendo para direita e o eixo y crescendo para baixo.

Os pixels de uma imagem podem ser compostos de apenas um único valor, ou seja uma imagem com tons de cinza, onde tal valor determinará apenas a intensidade de luminância naquele pixel. Contudo, pode também ser um conjunto de 3 valores(RGB) que, em conjunto, determinam as cores e a luminância da imagem.

O sistema RGB (Vermelho, Verde e Azul) é um sistema onde essa três cores primarias são com-

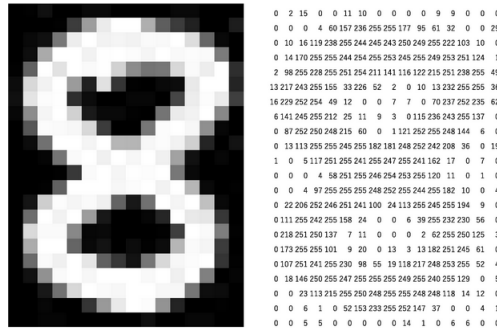


Figura 1: Imagem como uma matriz

binadas de várias formas de modo a produzir um grande *range* de cores. Essas cores podem variar de valores no intervalo $[0,255]$. O propósito principal do sistema RGB é a reprodução de cores em dispositivos eletrônicos como monitores de TV e computador.

Outros sistemas de cores existem, como o YIQ e o HSB, e são utilizados em suas situações particulares, no entanto, nesse trabalho, eles serão utilizados como meios de executar certas operações e logo convertidos de volta para o sistema principal, o RGB. Contudo, vale destacar algumas vantagens do YIQ e HSB em relação ao RGB. Diferentemente do RGB, o YIQ permite que operações possam ser executadas apenas no brilho (Y), permanecendo constante o valor das cores. Já o HSB permite modificar diretamente seu valor de saturação (S).

2.2 Correlação e Filtros

Em estatística, a correlação entre dois sinais, ou variáveis, é uma medida padronizada de relação(similaridade) entre os sinais. A correlação utilizada neste projeto foi a não normalizada. Essa correlação se dá ao fazer o produto interno entre uma imagem s e a máscara h de um filtro em cada posição da máscara em relação à imagem.

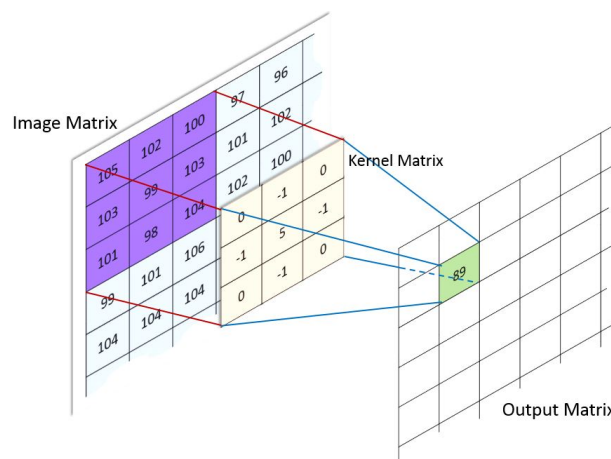


Figura 2: Correlação sendo feita em uma imagem

Filtros nada mais são que operações feitas em uma imagem que resultam em outra imagem. Em PDI existem uma grande variedade de filtros para processamento de imagens. Esses filtros podem ser pontuais ou locais. São pontuais quando a aplicação do filtro só depende do valor de um único ponto. São exemplo de filtros pontuais as operações de contraste, binarização e negativo. Já os filtros locais dependem do valor de um ponto e dos valores de uma vizinhança daquele ponto e o resultado de sua aplicação será associada a uma posição chamada pivô. São exemplo de filtros locais as operações de box, gaussiana e mediana. Os filtros que foram utilizados durante a elaboração deste trabalho serão detalhados abaixo.

1. Filtro Negativo

Este filtro faz com que a cor de cada pixel da imagem original se transforme na cor inversa. Isso é obtido ao fazer a subtração do valor de cada banda RGB de 255. Também é possível aplicar o negativo em YIQ. Neste caso, a subtração deve ser realizada apenas no Y, que representa a luminância. Uma possível vantagem de aplicar o negativo em YIQ é que ele não alteraria as cores, apenas o brilho.

2. Filtro Box ou Média

O filtro Box soma os valores da matriz em que a máscara do filtro está localizada e depois divide pelo número de valores somados. O resultado é atribuído ao elemento pivô. O filtro Box é um filtro de *blur*.

3. Filtro Sobel

Oriundo do conceito matemático de gradiente, o filtro Sobel indica a direção da mudança mais forte dos tons de cores de uma imagem, bem como a taxa de mudança nessa direção. Na prática, o Sobel é um filtro de detecção de bordas horizontais e verticais.

4. Filtro da Mediana

Este filtro realiza um *sort* dos valores da matriz em que a máscara do filtro está localizada, seleciona o valor do meio e atribui ao elemento pivô. O filtro Mediana é um filtro de suavização de bordas.

2.3 Histograma

Caso uma imagem seja pobre do ponto de vista de utilização de todo *range* de níveis de cores possíveis, é possível utilizar a técnica de expansão de histograma para melhor distribuir os níveis de cores da imagem. A expansão de histograma utiliza a fórmula 1 a seguir para alcançar esse resultado:

$$s = T(r) = \text{round} \left(\frac{r - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} (L - 1) \right) \quad (1)$$

onde r_{\max} , r_{\min} e r correspondem ao maior nível de cor presente na imagem, o menor nível de cor presente na imagem e o nível de cor a ser calculado, respectivamente. Já o L define o nível máximo permitido.

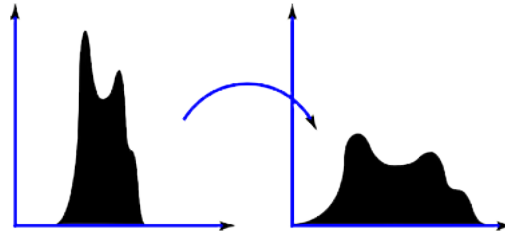


Figura 3: Expansão de histograma

Após a aplicação de alguns filtros, bem como a utilização de *offset*, isto é, um valor a ser somado à matriz de uma imagem com a finalidade de alterar seu brilho, pode acabar retirando a imagem do *range* [0-255]. A expansão de histograma também pode ser utilizada para resolver esse problema.

3 Objetivos

O objetivo buscado nesse trabalho é desenvolver um sistema para abrir, exibir, manipular e salvar imagens RGB com 24 bits/pixel (8 bits/componente/pixel). Tal sistema deve possuir as seguintes funcionalidades:

1. Conversão RGB-YIQ-RGB
2. Negativo. Duas formas de aplicação devem ser testadas: em RGB (banda a banda) e na banda Y, seguida de conversão para RGB.
3. Correlação $m \times n$ sobre R, G e B, com offset, e filtro e pivô definidos em um arquivo (txt) a parte. Testar com filtros Média e Sobel horizontal e vertical, e explicar os resultados. Para visualização do resultado do Sobel, utilize valor absoluto seguido por expansão de histograma para [0, 255].
4. Filtro mediana $m \times n$, com m e n ímpares, sobre as bandas R, G e B.
5. Controle de saturação no HSB, seguido de conversão para RGB.

4 Materiais e Métodos

Ferramentas Utilizadas Para o desenvolvimento das funcionalidades em si foi utilizada a linguagem de programação Python em conjunto com as suas seguintes bibliotecas:

- PIL: para a extração dos dados dos pixels de imagens
- Numpy: para a vetorização e utilização de certas operações em matrizes
- Matplotlib: para a exibição das imagens após aplicadas as funcionalidades

5 Resultados

Os resultado a seguir foram todos produzidos utilizando extensão por zeros e pivô central *zero-padding* na correlação. No entanto, é possível utilizar o sistema desabilitando a extensão por zero e alterando o valor do pivô.

5.1 Conversão RGB-YIQ-RGB



Figura 4: RGB Original



Figura 5: RGB Após conversões

Como esperado, após a conversão do sistema RGB para o sistema YIQ e de volta para o RGB, nota-se que as imagens são idênticas. Dessa forma, demonstra-se o êxito das conversões.

5.2 Filtro Negativo

Como explicado na seção 2.2, quando aplicado numa imagem RGB, o negativo age em toda imagem, invertendo as cores (7). Já no YIQ (8), nota-se que as cores foram preservadas e o brilho

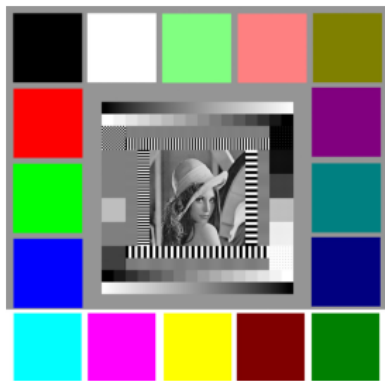


Figura 6: Negativo Original

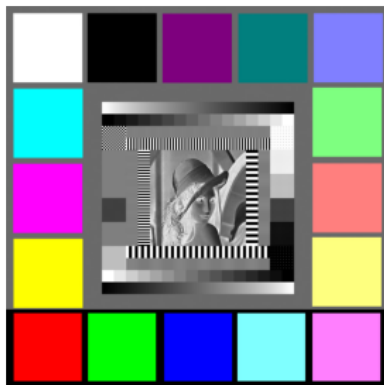


Figura 7: Negativo RGB

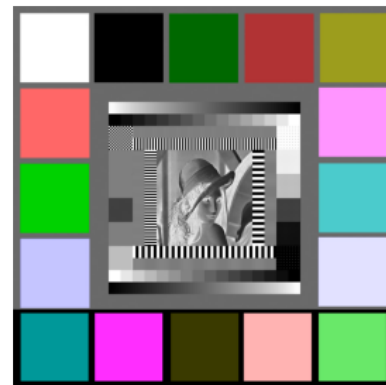


Figura 8: Negativo YIQ

alterado.

5.3 Filtro Box



Figura 9: Box Original



Figura 10: Box 49x49

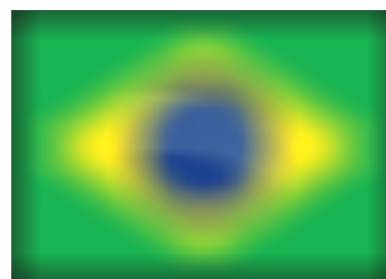


Figura 11: Box 99x99

Apesar de produzir um efeito de desfoque, o filtro Box não é capaz de fazer o desfoque óptico de uma câmera. Além disso, especialmente na figura 11, é possível observar o efeito colateral do filtro box que é o surgimento de "quadrados" na imagem. Outro detalhe importante de ressaltar é que, devido a ter sido utilizado um *offset* de 25, o brilho em 10 e 11 foi aumentado.

5.4 Filtro Sobel



Figura 12: Sobel Original

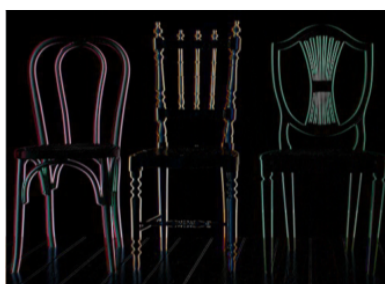


Figura 13: Sobel Vertical

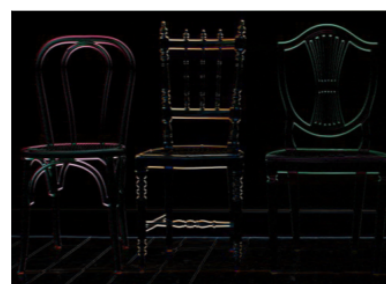


Figura 14: Sobel Horizontal

Aqui é possível notar com perfeição a característica do filtro sobel que é detectar as bordas das cadeiras na imagem. A figura 13 mostra a detecção vertical e 14 a detecção horizontal. Também é possível ver que ambas detectam bordas diagonais, uma vez que estas podem ser decompostas em bordas verticais e horizontais.

5.5 Filtro Mediana



Figura 15: Mediana Original



Figura 16: Mediana 7x5

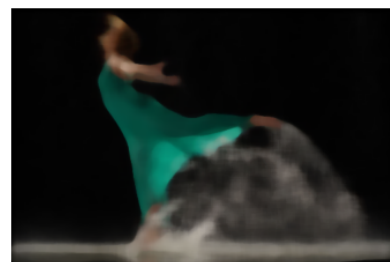


Figura 17: Mediana 15x15

Devido à natureza suavizadora de bordas do filtro que usa a métrica estatística mediana, os pingos de água na imagem foram removidos, bem como detalhes no rosto e vestido da modelo perdidos. Esse pode ser um efeito bem desejado, tanto do ponto de vista artístico como do ponto de vista de limpeza de imagens.

5.6 HSB

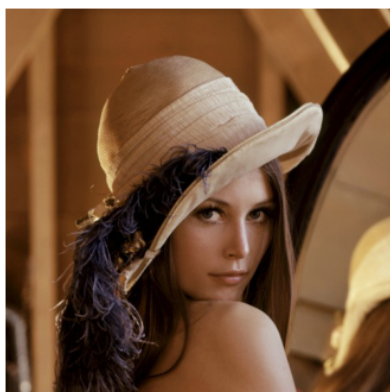


Figura 18: HSB Original

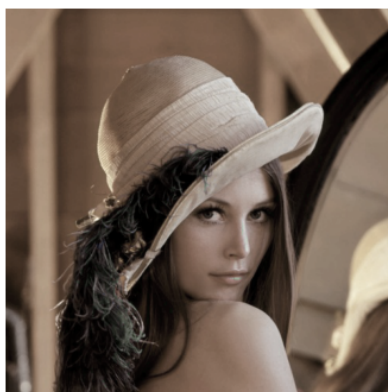


Figura 19: HSB S=50%

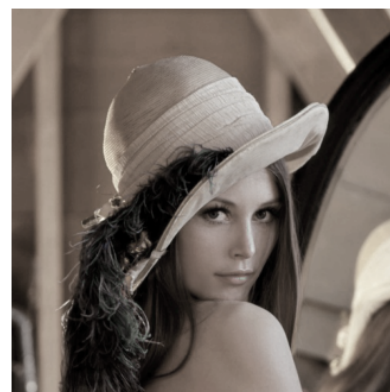


Figura 20: HSB S=30%

Nas figuras 19 e 20 percebe-se o resultado da alteração da saturação da imagem HSB: é adicionado branco à imagem original.

6 Discussão

Durante o desenvolvimento das funcionalidades do sistema, o método (*correlation*) que implementa a correlação com e sem extensão por zeros (*zero-padding*), ou seja, o método responsável por fazer a máscara dos filtros "deslizar" pela imagem se provou particularmente desafiador de implementar. Mesmo considerando o auxílio de bibliotecas como o numpy, devido as diversas operações matriciais envolvidas, esse método certamente foi a parte mais complexa do trabalho.

No tocante ao experimento, pôde-se notar que, em certas circunstâncias, como ao se trabalhar com *offset* em certas imagens ou com o valor de S em imagens HSB, pequenas variações no valor produziam resultados bem drásticos. Além disso, para imagens com dimensões muito grandes, o sistema acaba por ficar bem lento, de modo que isso se torna um gargalo na aplicação.

7 Conclusões

Este trabalho, desenvolvido como parte da disciplina Introdução ao Processamento Digital de Imagens, se propôs a documentar a realização do sistema de manipulação e processamento de imagens digitais. A partir dos experimentos aqui documentados pôde-se observar que o sistema se comportou acordo com o esperado para sua versão implementada e satisfaz a expectativa dos resultados. Porém, ainda seria possível obter alguns aperfeiçoamentos para o código implementado, sendo o mais destacável a melhoria da performance através do uso de paralelismo das operações.

Referências

Material de Aula - Leonardo Vidal Batista -

<https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/202209712848df45247207774942b62d9/PDI20221.pdf> –

Acesso em: 23/10/2022.