



Universidade Estadual de Londrina

Departamento de Computação

Programa de Mestrado em

Computação

Módulo 2 - Processamento Digital de
Imagens

Autor: Prof. Dr. Alan Salvany Felinto

email: alan@uel.br

(2017)

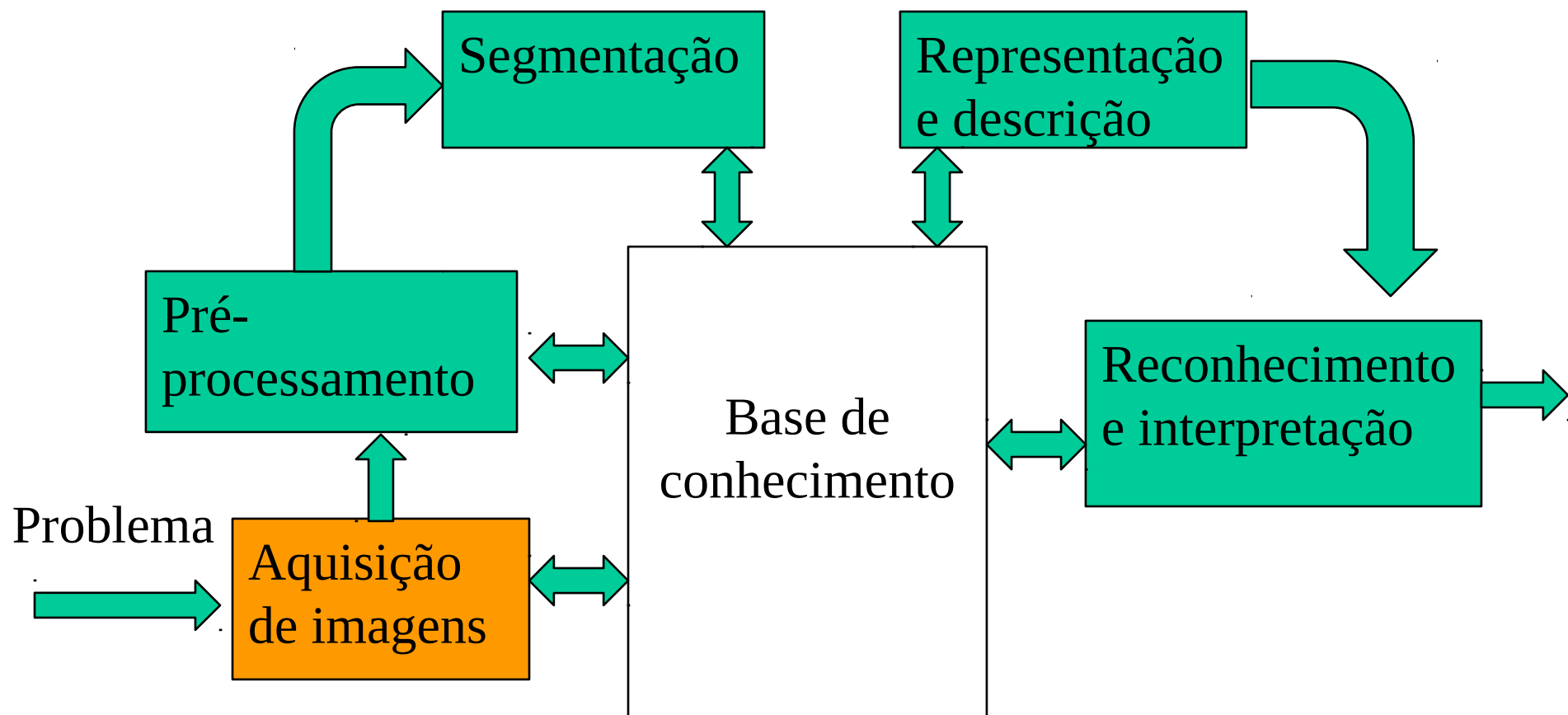


Sumário

- “Capítulo 4: Operações em Imagens.”
- Operações Lógicas
- Zoom, níveis de cinza
- Histograma, Equalização de Histograma.
- Referências Bibliográficas



Processamento Digital de Imagens



Gonzalez (2000)



Efeitos na imagem



Imagens com diferentes tamanhos de pixels



256 cores



16 cores

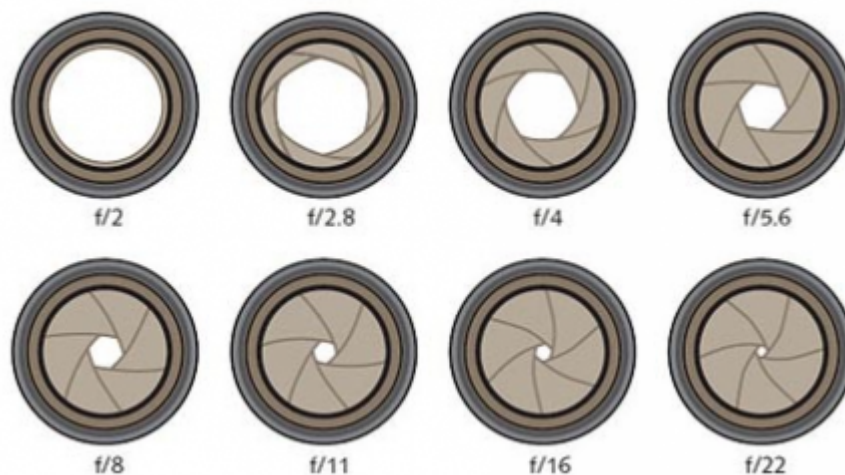


2 cores



Termos Fotográficos

- Abertura: tamanho da abertura da lente. Determina quanta luz irá incidir no sensor da câmera, abrindo mais ou menos, quanto menor o valor, maior a abertura da lente. Quando for máxima, permitirá o máximo de entrada de luz. Em câmeras compactas é configurada automaticamente. Nas câmeras prosumer e reflex pode ser configurada manualmente;



Abertura do Diafragma



Termos Fotográficos

- Automatic Shutter: recurso de disparo automático que possibilita que a foto seja tirada sem o acionamento direto do botão do obturador, possibilitando diminuir a vibração produzindo fotografias mais nítidas;



Disparo Automático



Termos Fotográficos

- Balanço de branco: processo de remoção de cores não reais, o correto balanço de branco deve levar em consideração a temperatura de cor de uma fonte de luz. Em geral, as lâmpadas trazem informações sobre sua temperatura de cor, que deve ser configurada na câmera.





Termos Fotográficos

- EXIF (Exchangeable Image File Format): são metadados gravados no arquivo da imagem com os conteúdos: resolução, data e hora, abertura, velocidade, ISO, configurações da câmera;

DSC_0002_teste1 - Cópia.jpg Properties

Basic

Permissions

Open With

Image

Image Type

Width

Height

Camera Brand

Camera Model

Date Taken

Exposure Time

ISO Speed Rating

Flash Fired

Metering Mode

Exposure Program

Focal Length

Software

jpeg (JPEG)

640 pixels

424 pixels

NIKON CORPORATION

NIKON D5100

2013:05:27 11:44:26

1/60 sec.

500

Flash fired, auto mode, return light detected

Pattern

Not defined

20,0 mm

Ver.1.01



Termos Fotográficos

- Exposição (EV): relação entre abertura e velocidade para determinada condição de luz. Parâmetro responsável por fotos mais claras ou escuras limitando a quantidade de luz do ambiente que entra na câmera, com mais luz é necessário diminuí-lo, ou aumentá-lo, caso contrário. Regula automaticamente o tempo de exposição com abertura máxima;
- Filtros: acessórios acoplados à lente da câmera que ajustam fisicamente o comportamento da luz. Um exemplo é o filtro polarizador que consegue eliminar reflexos das superfícies, principalmente úmidas, realçando cores e aumentando o contraste;





Termos Fotográficos

- Flash: luz auxiliar para fotografar quando há deficiência na iluminação do ambiente. Pode causar reflexão ou efeito de superexposição que altera cores reais do objeto, tornando-as esbranquiçadas, quando utilizado em ambiente com muita luz ou objetos muito próximos;
- Foco: busca do melhor contraste e nitidez da imagem. Pode ser automático ou manual. Em condições adversas ao uso de câmeras, o modo automático simplifica a captura da imagem;
- ISO: sensibilidade dos sensores em relação à luz. Utilizado para compensar a falta de luz, aumentando a captação do sensor. Quando utilizado com valores muito altos gera ruído nas imagens;



Termos Fotográficos

- Marcador: referência colocada na fotografia para que se possa digitalmente representar e adequar padrão de escala ou medida;
- Resolução: quantidade de pixels presentes na imagem, por exemplo, uma fotografia com 1920 x 1080 pixels tem 2.073.600 pixels e tamanho de dois megapixels;
- Tripé: a fixação da câmera em tripé permite maior mobilidade para manipulação dos objetos a serem fotografados e reduz consideravelmente a chance de imagens tremidas;



Operações píxel a píxel

Dado 2 pixeis, p e q :

Adição: $p + q$

Subtração: $p - q$

Multiplicação: $p * q$

Divisão: p / q

E: $p \text{ E } q$

OU: $p \text{ OU } q$

Complemento: Não q

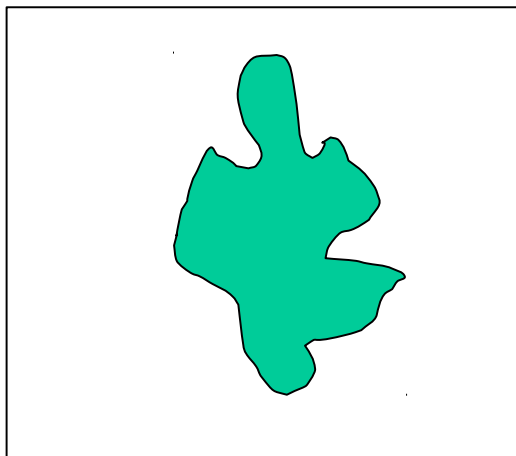
			→
↓	$(x-1, y-1)$	$(x, y-1)$	$(x+1, y-1)$
	$(x-1, y)$	(x, y)	$(x+1, y)$
	$(x-1, y+1)$	$(x, y+1)$	$(x+1, y+1)$

Definição

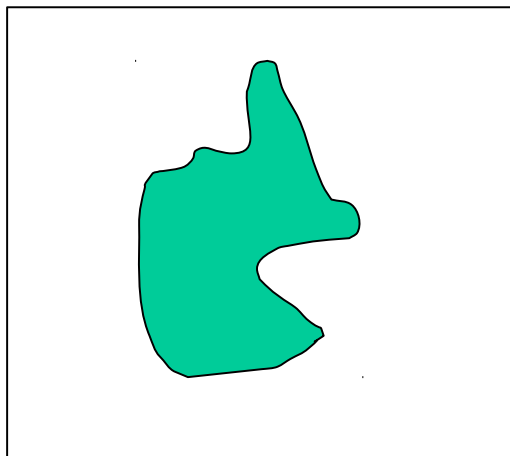
- 4 vizinhos
- 8 vizinhos



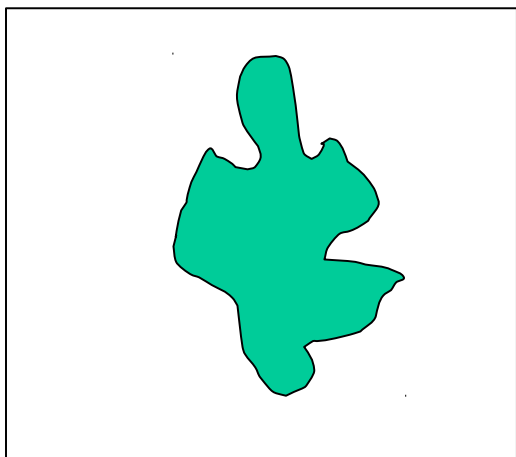
Operações Lógicas



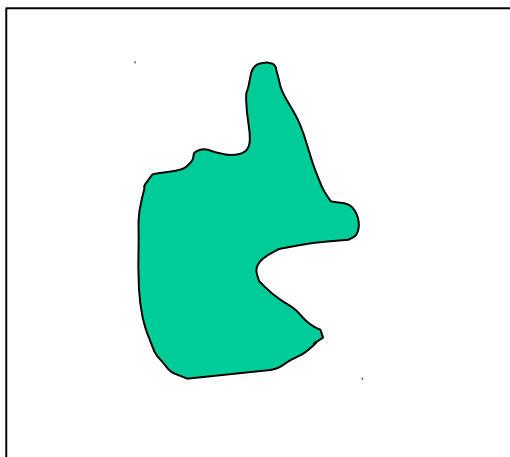
OU



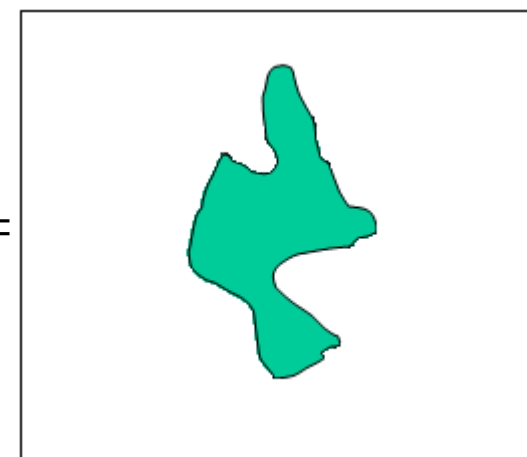
=



E



=



Fundo com valor 0 (zero). Objeto com valor 1 (um)



Distâncias

Considere os pixels p , q , z com coordenadas (x,y) , (s,t) e (u,v)

$D(p,q) \geq 0$ ($D(p,q)=0$ se e somente se $p=q$);

$D(p,q) = D(q,p)$, e

$D(p,z) \leq D(p,q) + D(q,z)$.

Euclidiana (raio centrado em p): $D_e(p,q) = [(x-s)^2 + (y-t)^2]^{1/2}$

D_4 - Distância City Block ou quarteirão.

$$D_4(p,q) = |x-s| + |y-t|$$

Forma um losango centrado em p .

2
2 1 2
2 1 0 1 2
2 1 2
2

Distância Xadrez.

$$D_8(p,q) = \max(|x-s|, |y-t|)$$

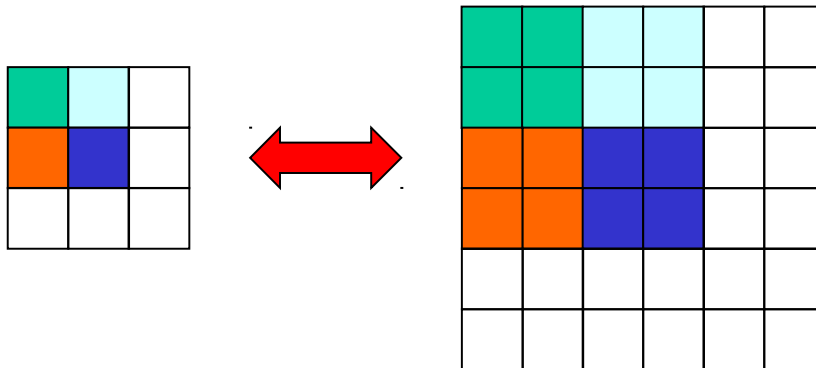
Forma um quadrado
centrado em p .

2 2 2 2 2
2 1 1 1 2
2 1 0 1 2
2 1 1 1 2
2 2 2 2 2



Zoom (quadriculado)

Cada ponto da imagem se transforma em quatro pontos da imagem aumentada. Para diminuir o processo é ao contrário, é calculado a média aritmética para cada grupo de 4 pontos. O valor da média é considerado o valor de um único ponto da imagem de menor tamanho.



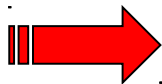


Aumentar a Imagem - Zoom in (linear)

- Primeiro passo: Calcular a interpolação dos pontos ao longo das linhas da imagem.
- Segundo passo: Calcular a interpolação dos ponto ao longo das colunas da imagem.
- O ponto interpolado é calculado pela média aritmética de dois pontos vizinhos.

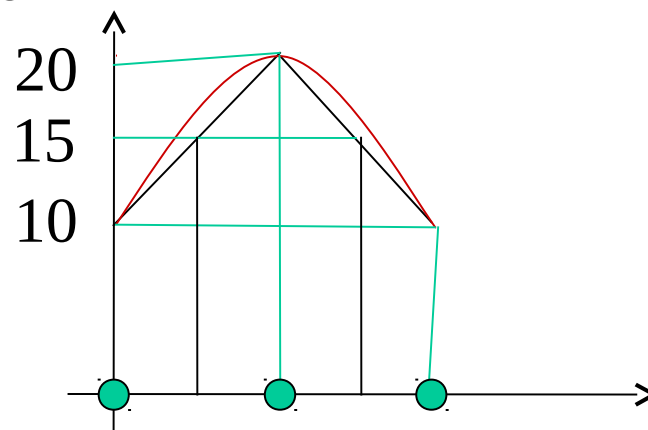
Exemplo utilizando imagem em níveis de cinza:

10	20	10
30	8	10
50	20	2



10	15	20	15	10
20	17	14	12	10
30	19	8	9	10
40	27	14	10	6
50	35	20	11	2

Cor



Coordenadas da linha da imagem



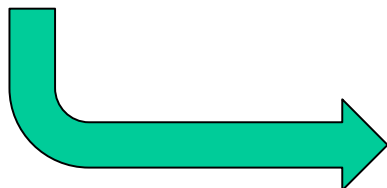
Imagem Original



Zoom in



Zoom out





Diminuir a Imagem - Zoom out

Passo 1:

Calcular a média aritmética, da cor, para cada grupo de no máximo 4 pixels vizinhos.

Passo 2:

O valor da média da cor é considerado a cor resultante do pixel da imagem de menor tamanho.

Imagem original

Em níveis de cinza

10	15	20	15	10
20	17	14	12	10
30	19	8	9	10
40	27	14	10	6
50	35	20	11	2

Diminuição
da imagem

15	15	10
25	10	8
42	15	2

$$(10+15+20+17)/4 = 15,5$$

$$(20+15+14+12)/4 = 15,25$$

$$(10+10)/2 = 10$$

$$(30+19+40+27)/4 = 25,5$$

$$(8+9+14+10)/4 = 10$$

$$(10+6)/2 = 8$$

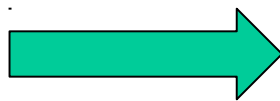
$$(50+35)/2 = 42,5$$

$$(20+11)/2 = 15,5$$

$$2=2$$



Imagem Original



Zoom in



Zoom out



pixels vizinhos

R G B

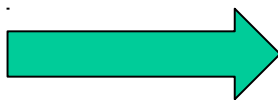
(10, 20, 30)

(15, 20, 25) interpolado

(20, 20, 20)



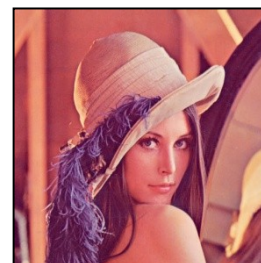
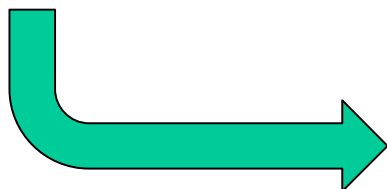
Imagem Original



Zoom in



Zoom out





Histogramas

Definição:

r_k - Nível de cinza k (cor) do píxel r

n_k - Somatória de todos os píxels da imagem que possui o nível de cinza k

L - número máximo do nível de cinza permitido em uma imagem.

N - número total de píxels em uma imagem.

O histograma é uma função discreta dada por:

$$P(r_k) = n_k/N$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

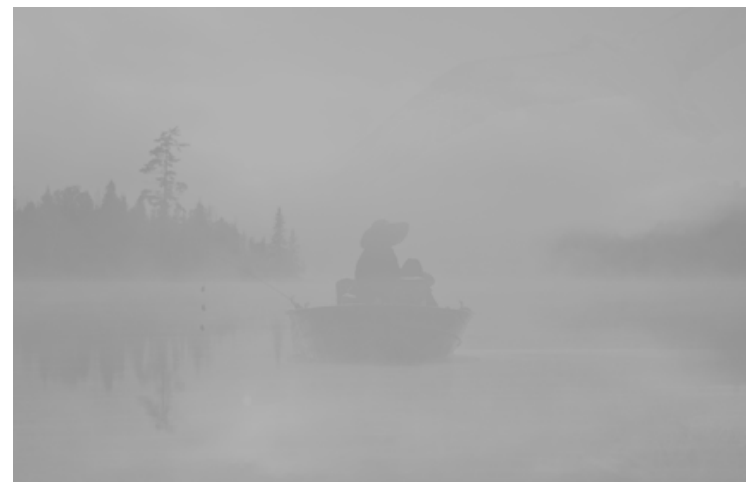
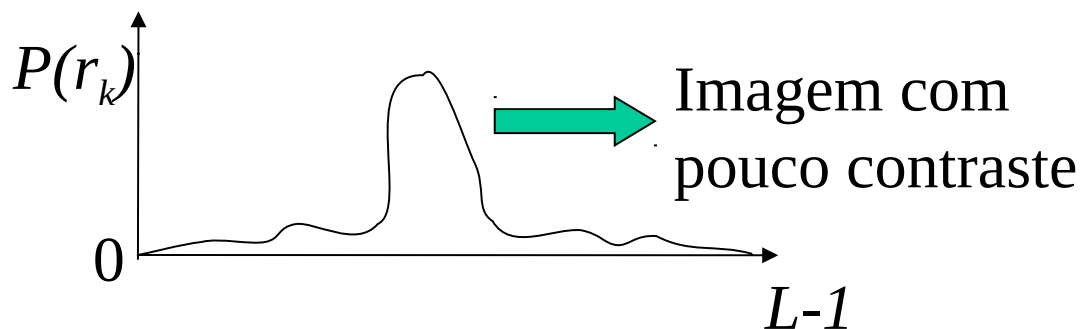
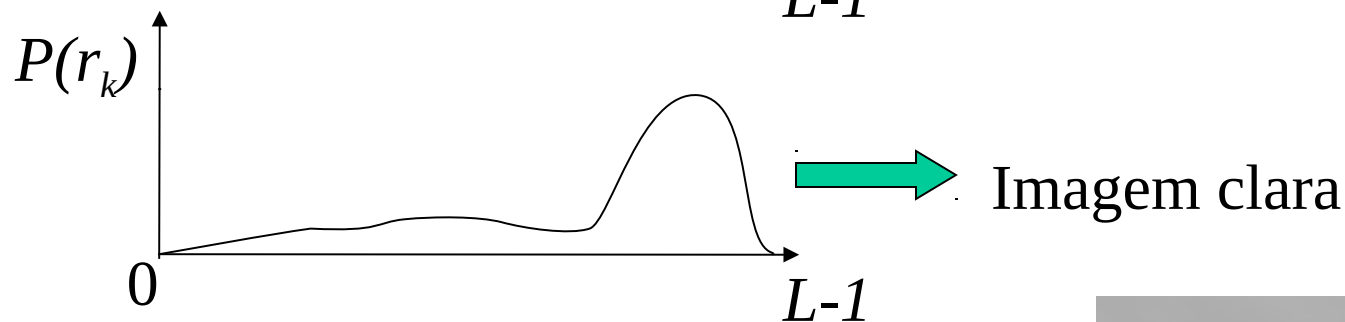
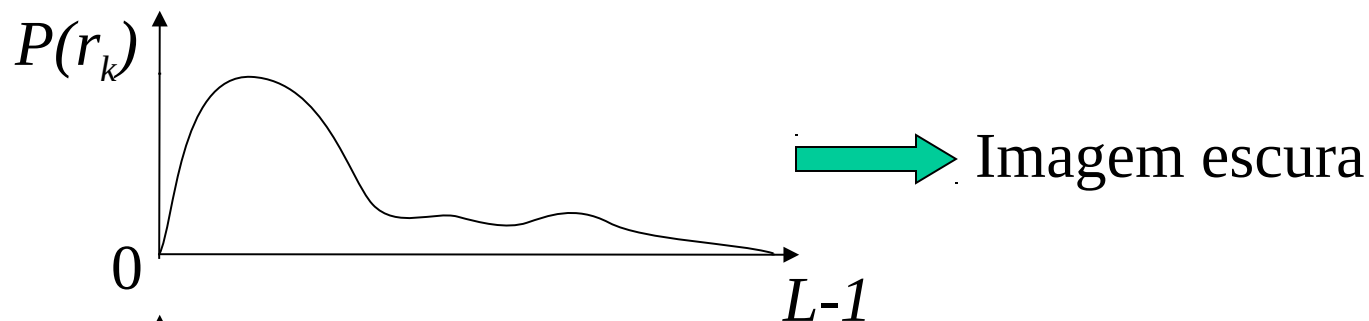
$$P(r_k) \text{ varia entre } [0, 1]$$

Ou seja, $P(r_k)$ é a probabilidade de ocorrência do nível de cinza r_k na imagem



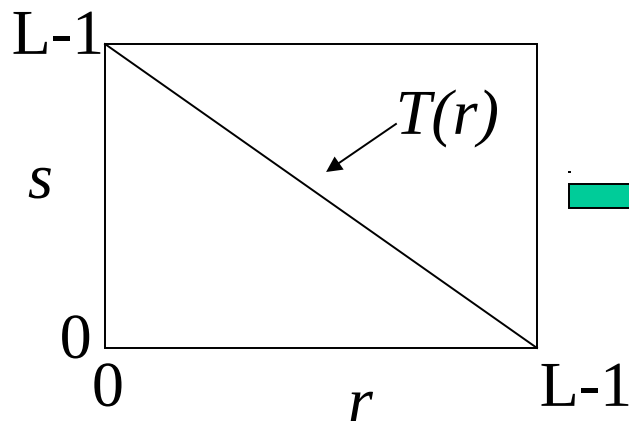
Histogramas

Exemplos de histogramas:



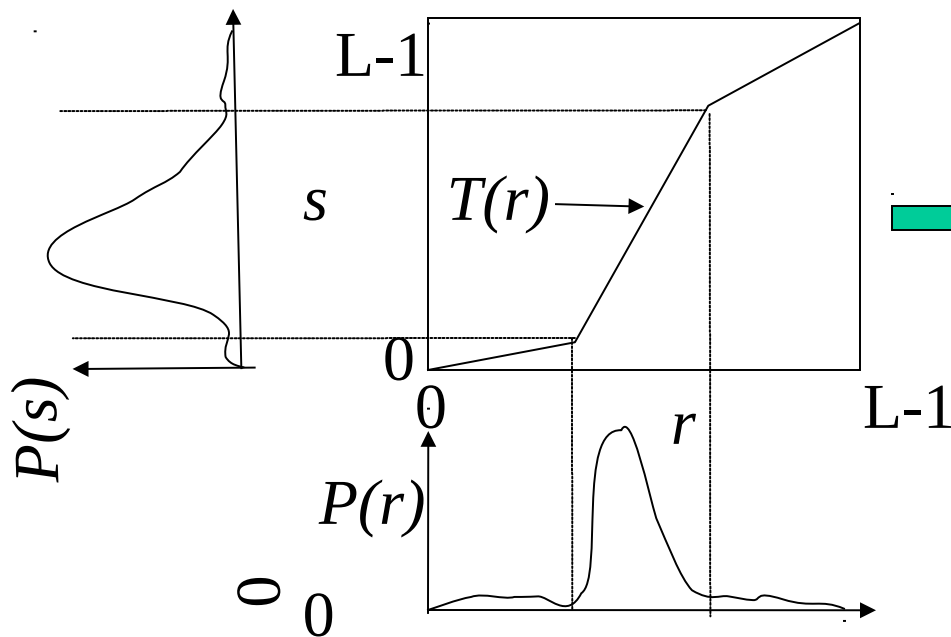


Considere r a intensidade do pixels antes do processamento e s a intensidade do pixels depois do processamento.



$$s = T(r)$$

➡ Negativo de uma imagem



➡ Aumenta o contraste em uma determinada região



Exemplo de aplicação

Representação da Transformada de Fourier como imagem

Considere:

- A variação da Transformada de Fourier de uma imagem igual a $[0, R] = [0, 2.5 \times 10^6]$
- 256 níveis de cinza de uma imagem

$$s = T(r)$$

Desta forma $s = [0, 255]$ e $r = [0, 2.5 \times 10^6]$

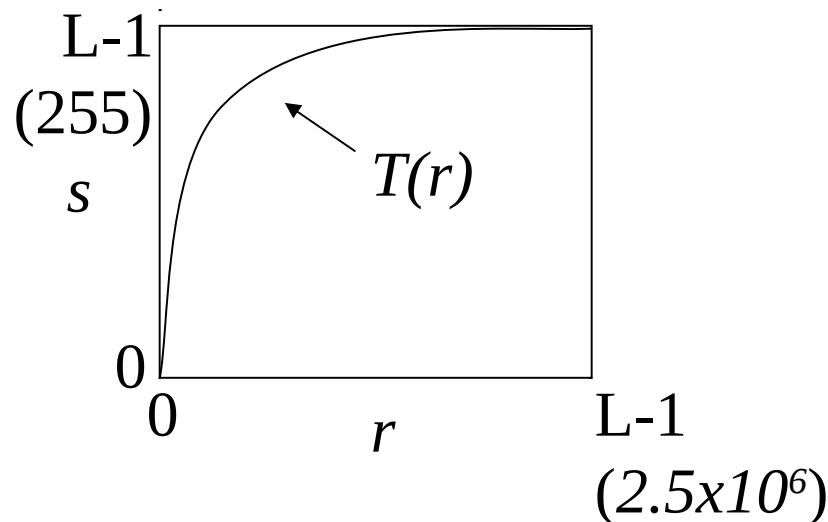
Como as principais informações da T.F. estão contidas nas regiões próximas de zero então a transformação T deverá realçar as informações próxima de zero em detrimento das informações próxima de 2.5×10^6 .



Exemplo de aplicação

$s = c \log(1+|r|)$, neste caso r máximo é igual a 2.5×10^6
então $\log(1+|2.5 \times 10^6|) = 6.4$, portanto $c = 255/6.4$

Fórmula final: $s = (255/6.4) \log(1+|r|)$

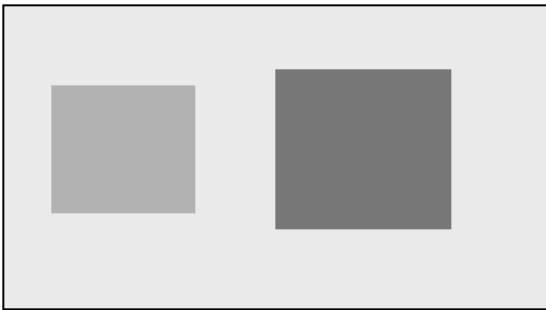




Exemplo de aplicação

Limiar ou “threshold”

Imagem original



Histograma

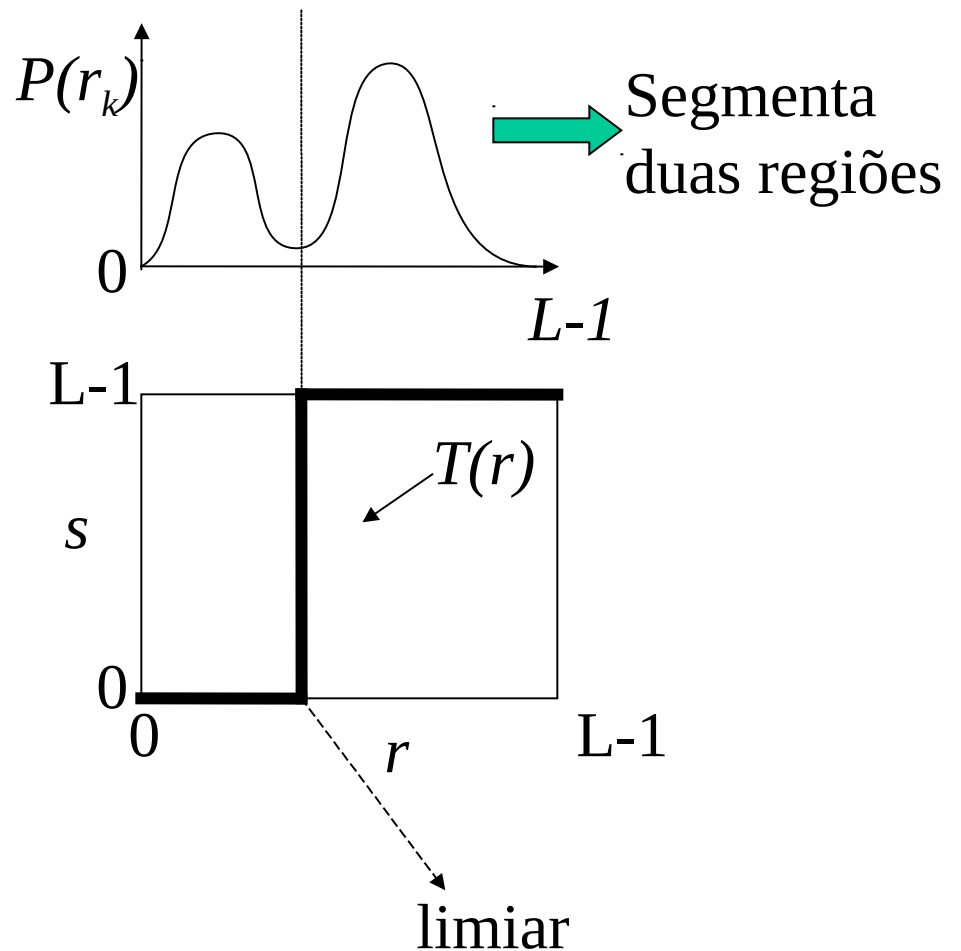
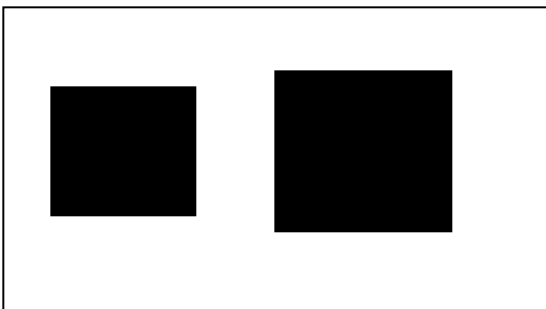


Imagem resultante





Equalização de Histograma

Características:

- a) $T(r)$ é um valor único e monotonicamente crescente no intervalo $0 \leq r \leq 1$ - preserva a ordem na escala de níveis de cinza
- b) $0 \leq T(r) \leq 1$ para $0 \leq r \leq 1$ - Garante que a transformação $T(r)$ resulta em um s válido na escala de níveis de cinza.

$$P(r_k) = n_k/N \quad 0 \leq r_k \leq 1 \text{ e } k = 0, 1, \dots, L - 1$$

Fórmula final da equalização que satisfaz os itens a e b:

$$s_k = T(r_k) = \sum_{i=0}^k \frac{n_i}{N}$$

Onde : S_k cor nova, r_k cor original

S_k varia de 0 a 1 (como fazer para variar de 0 a 255)

r_k varia de 0 a 1

i varia de 0 a k -

k varia de 0 a 255 - k representa cor

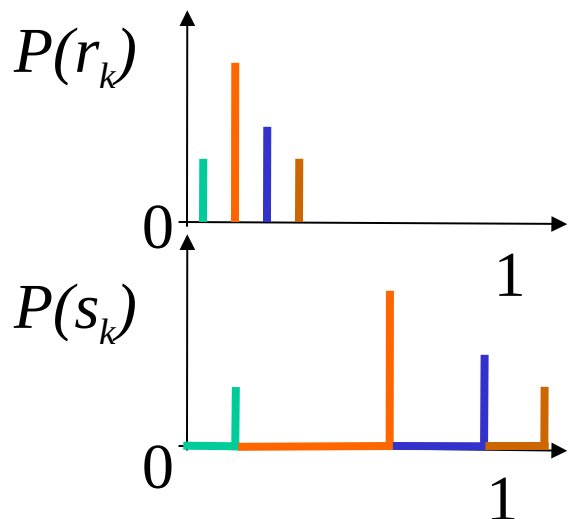
n_i representa a quantidade da cor i na imagem

N total de pixels na imagem

$$s_k = T(r_k) = \left(\sum_{i=0}^k \frac{n_i}{N} \right) * 255$$



Equalização de Histograma



Antes

Depois da equalização

Como fazer na prática a equalização da imagem ?

Lembre-se que a cor está representada entre o intervalo de 0 e 1.



Questões de Implementação

```
Mat image, copy_image, Mat gray_image, Mat result;
int vector[256];
uchar s;
image = imread("/users/alan/Desktop/alan.jpg");
if( !image.data )
{
    printf( "No image data \n" );
    return -1;
}
cvtColor(image, gray_image, CV_BGR2GRAY);
copy_image = image.clone();
for(int i = 0; i< gray_image.rows ; i++){
    for (int j = 0; j< gray_image.cols ; j++) {
        s = gray_image.at<uchar>(i, j);
        vector[(int)s]++; // conta cor
    }
}
```



Questões de Implementações

```
s = gray_image.at<uchar>(i, j); // valor do nível de cinza do pixel (i,j)
result.at<uchar>(i,j) = s; // atribui valor ao nível de cinza do pixel (i,j)
```

```
gray_image.size().width; //largura da Imagem
gray_image.size().height; //altura da Imagem
```

```
namedWindow( "Display Image", CV_WINDOW_AUTOSIZE );
imshow( "Display Image", result );
```

```
result.create(height/2, width/2, CV_8UC3); //cria uma imagem
Vec3b color = image.at<Vec3b>(i,j);
    result.at<Vec3b>(i,j) = color;
(int)color[0] – cor Azul          – image.at<Vec3b>(i,j).val[0]
(int)color[1] – cor verde         – image.at<Vec3b>(i,j).val[1]
(int)color[2] – cor vermelha     – image.at<Vec3b>(i,j).val[2]
```

```
image.at<Vec3b>(i,j).val[1] = valor
```



Exercícios

1. Implemente, para uma imagem colorida e em níveis de Cinza, o Zoom in e o Zoom out (aproximar/afastar).

Para o aumento e diminuição da imagem:

- Implementação 1: Para cada pixel da imagem original transforme-o em 4 pixel da imagem aumentada e vice e versa (verifique o efeito desta transformação na imagem).
- Implementação 2: Utilize a média entre os pixels para aumentar a imagem (Zoom linear verifique o efeito desta transformação na imagem)

09/10/2017



Exercícios

- 2) Binarize uma imagem em níveis de cinza o parâmetro do limiar de binarização é um nível de cinza dado pelo usuário.
02/10/2017
- 3) Faça a equalização do Histograma de uma imagem em níveis de cinza.
02/10/2017
- 4) Utilizando o Modelo HSV ou HSI faça a equalização do Histograma de uma imagem.
09/10/2017



Exercício

5) Implemente a seguinte transformação $s[k] = T(k, L, H)$ em uma imagem em níveis de cinza

Onde:

k - é a cor antiga da imagem

s - é a nova cor transformada da imagem

$T(k)$ obedece a seguinte formulação:

Dado 2 parâmetros L e H , onde:

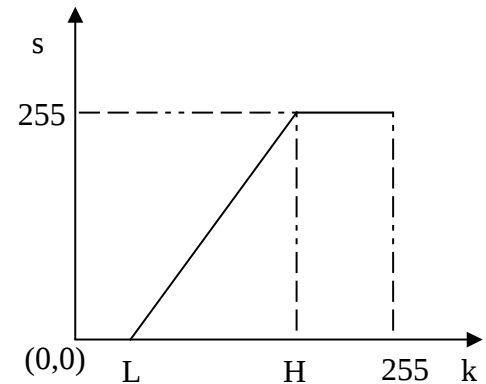
L e H são cores variando de 0 a 255.

L é sempre menor ou igual a H .

todo valor de k que for menor que L vira 0 (preto)

todo valor de k que for igual ou maior que H vira 255 (branco)

todo valor entre L e H a transformação de $t(k)$ obedecerá a equação da reta cujo pontos extremos são $(L, 0)$ e $(H, 255)$, ou seja dado k calcule $(k, t(k))$.





Bibliografias

- [Castleman (1996)] Castleman, K. R. Digital Image Processing. Prentice Hall pp-667. 1996.
- [Gonzalez (1993)] Gonzalez, R. F.; Woods, R. E. Digital Image Processing. Addison-Wesley, p 716. 1993.
- [Hearn (1997)] Hearn, D; Baker, M. P. Computer Graphics, C Version. Prentice Hall, 2ª edição, p. 650. 1997.
- [FOLEY_90] Foley, James D. et al : Computer Graphics - Principles and Practice, Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
- [PERSIANO_89] Persiano, R.C.M.; Oliveira, A.A.F. :Introdução à Computação Gráfica, Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1989.
- [Pratt (1991)] Pratt, Willian K. Digital Image Processing. A Wiley-Interscience Publication, 2ª edição. 698 p. 1991.
- <http://www.icmsc.sc.usp.br/ensino/material/> - Link para o curso de computação gráfica do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC-USP- São Carlos, São Paulo).
- Inserir trabalhos de TCC