

## Operações Monádicas e Diádicas

Visão Computacional em Robótica (BLU3040)

Prof. Marcos Matsuo (marcos.matsuo@ufsc.br)

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

### 1 Histograma

#### 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

#### 3 Operações Diádicas

### 1 Histograma

#### 2 Operações Monádicas

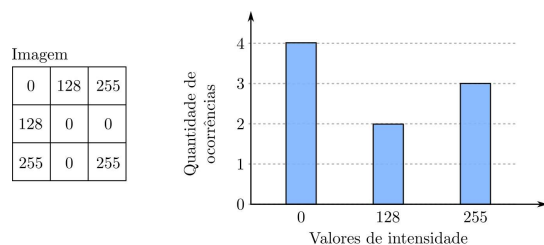
- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

#### 3 Operações Diádicas

## Histograma

Um histograma de uma imagem é um gráfico de barras que apresenta a **quantidade de ocorrências** (frequência) dos **valores de intensidade** em uma imagem.

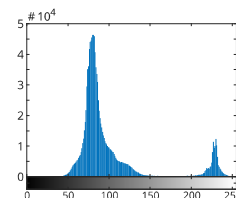
Exemplo:



## Histograma

Exemplo de geração de histograma

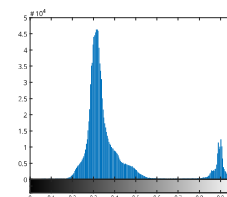
```
1 I = imread('castle.jpg');
2
3 figure; imshow(I);
4 figure; imhist(I);
```



## Histograma

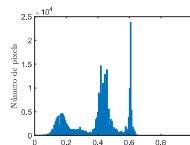
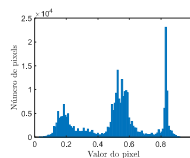
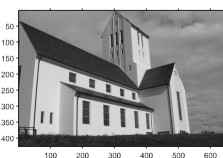
Exemplo de geração de histograma

```
1 I = imread('castle.jpg');
2 I = im2double(I);
3
4 figure; imshow(I);
5 figure; imhist(I);
```



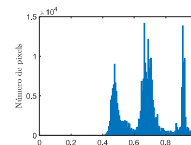
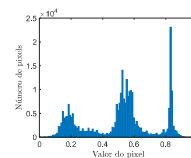
## Histograma

Um **histograma** fornece informações úteis sobre a qualidade da imagem e a composição geral da cena.



## Histograma

Um **histograma** fornece informações úteis sobre a qualidade da imagem e a composição geral da cena.



### 1 Histograma

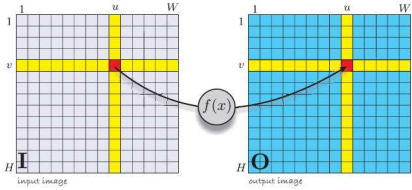
#### 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

#### 3 Operações Diádicas

# Operações monádicas

Em uma **operação monádica** cada pixel  $I(v, u)$  da imagem de entrada é processada por uma **função**  $f(\cdot)$ , com o resultado sendo atribuído ao correspondente pixel  $O(v, u)$  na imagem de saída.



# Operações monádicas

Em uma **operação monádica** cada pixel  $I(v, u)$  da imagem de entrada é processada por uma **função**  $f(\cdot)$ , com o resultado sendo atribuído ao correspondente pixel  $O(v, u)$  na imagem de saída.

Matematicamente, tem-se

$$O(v, u) = f[I(v, u)]$$

onde  $I(v, u)$  denota o *pixel*  $(v, u)$  da imagem de entrada,  $O(u, v)$  representa o correspondente *pixel* na imagem de saída e  $f(\cdot)$  é a função de processamento.

# Operações monádicas

Em uma **operação monádica** cada pixel  $I(v, u)$  da imagem de entrada é processada por uma **função**  $f(\cdot)$ , com o resultado sendo atribuído ao correspondente pixel  $O(v, u)$  na imagem de saída.

Exemplos de operações monádicas:

1. Alteração de brilho.
2. Alteração de contraste.
3. Obtenção do negativo.
4. Limiarização.
5. Posterização.
6. Equalização de histograma.



## 1 Histograma

## 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

## 3 Operações Diádicas



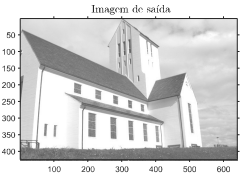
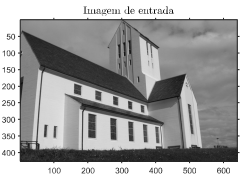
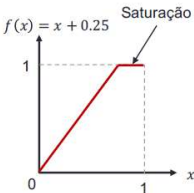
## Alteração de brilho

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = \text{sat}(x + \alpha)$$

onde  $x$  é o valor do pixel,  $\alpha$  é um fator de alteração de brilho e  $\text{sat}(\cdot)$  denota a função de saturação.



## Exemplo 1: alteração de brilho

**Enunciado:** Implemente no Matlab um código para alteração de brilho da imagem `castle.jpg` (mostrada abaixo e disponível no Moodle).



## Exemplo 1: alteração de brilho

Solução 1:

```
1 I = imread('castle.jpg');
2 I = im2double(I);
3
4 % Operação de alteração de brilho
5 alfa = -0.15;
6 I2 = I + alfa;
7
8 % Operação de saturação
9 I2(I2 > 1) = 1;
10 I2(I2 < 0) = 0;
11
12 figure;
13 imshow(I2);
```



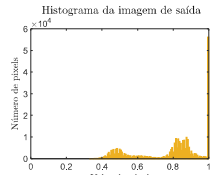
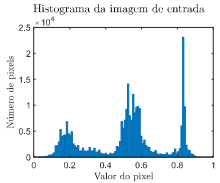
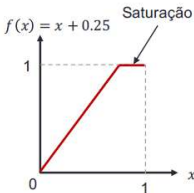
## Alteração de brilho

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = \text{sat}(x + \alpha)$$

onde  $x$  é o valor do pixel,  $\alpha$  é um fator de alteração de brilho e  $\text{sat}(\cdot)$  denota a função de saturação.



## Exemplo 1: alteração de brilho

Solução 2:

```
1 I = imread('castle.jpg');
2
3 % Operação de alteração de brilho
4 alfa = -38;
5 I2 = I + alfa;
6
7 % Operação de saturação
8 I2(I2 > 255) = 255;
9 I2(I2 < 0) = 0;
10
11 figure;
12 imshow(I2);
```



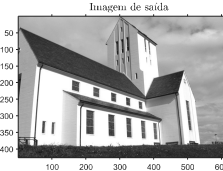
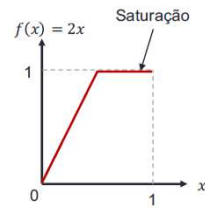
## Alteração de contraste

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = \text{sat}(x \cdot \alpha)$$

onde  $x$  é o valor do pixel,  $\alpha$  é um fator de alteração de contraste e  $\text{sat}(\cdot)$  denota a função de saturação.



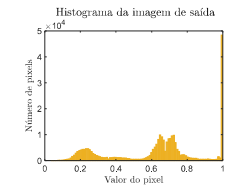
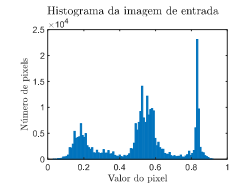
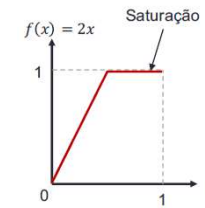
## Alteração de contraste

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = \text{sat}(x \cdot \alpha)$$

onde  $x$  é o valor do pixel,  $\alpha$  é um fator de alteração de contraste e  $\text{sat}(\cdot)$  denota a função de saturação.



### 1 Histograma

### 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

### 3 Operações Diádicas

## Exercício 1: alteração de contraste

**Enunciado:** Implemente no Matlab um código para alteração de contraste da imagem `castle.jpg` (mostrada abaixo e disponível no Moodle).



### 1 Histograma

### 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

### 3 Operações Diádicas

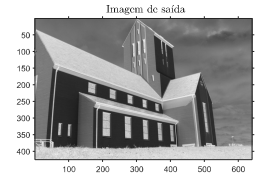
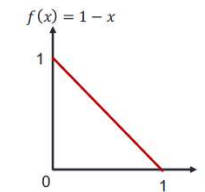
## Obtenção do negativo

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = 1 - x$$

onde  $x$  é o valor do pixel.



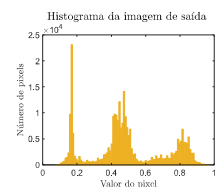
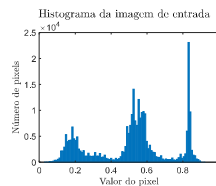
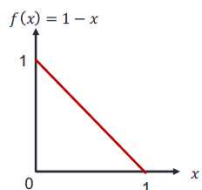
## Obtenção do negativo

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = 1 - x$$

onde  $x$  é o valor do pixel.



## Exercício 2: obtenção do negativo

**Enunciado:** Implemente no Matlab um código para obtenção do negativo da imagem `castle.jpg` (mostrada abaixo e disponível no Moodle).



### 1 Histograma

### 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

### 3 Operações Diádicas

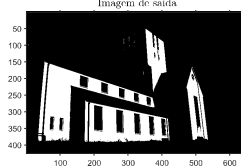
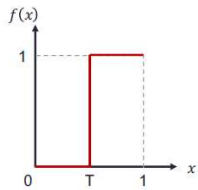
## Limiarização

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \geq L \\ 0, & \text{se } x < L \end{cases}$$

onde  $x$  é o valor do pixel e  $L$  denota o limiar de comparação.



Navigation icons

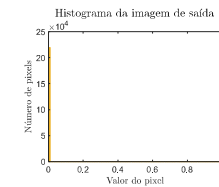
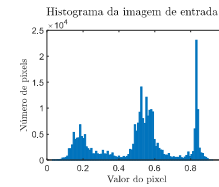
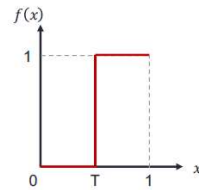
## Limiarização

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \geq L \\ 0, & \text{se } x < L \end{cases}$$

onde  $x$  é o valor do pixel e  $L$  denota o limiar de comparação.



Navigation icons

## Exercício 4: limiarização

**Enunciado:** Implemente no Matlab um código para limiarizar a imagem castle.jpg (mostrada abaixo e disponível no Moodle).



Navigation icons

### 1 Histograma

### 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

### 3 Operações Diádicas

Navigation icons

## Exercício 5: posterização

**Enunciado:** Implemente no Matlab um código para posterizar a imagem castle.jpg (mostrada abaixo e disponível no Moodle).



Navigation icons

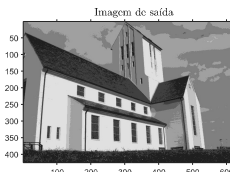
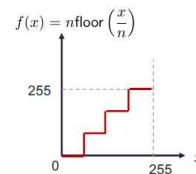
## Posterização

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = \beta \text{ floor} \left( \frac{x}{\beta} \right)$$

onde  $x$  é o valor do pixel e  $\beta$  denota o parâmetro de posterização.



Navigation icons

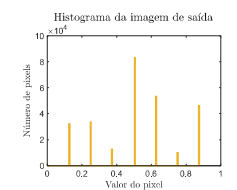
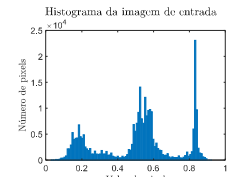
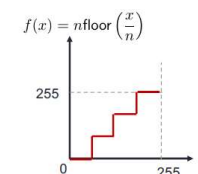
## Posterização

Operações monádicas

Função de processamento:

$$f(x) = \beta \text{ floor} \left( \frac{x}{\beta} \right)$$

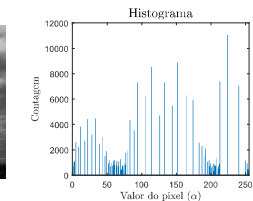
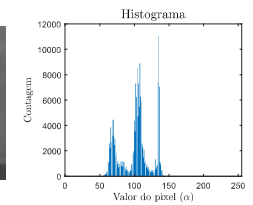
onde  $x$  é o valor do pixel e  $\beta$  denota o parâmetro de posterização.



Navigation icons

## Equalização de histograma

Operações monádicas



Navigation icons

### 1 Histograma

### 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

### 3 Operações Diádicas

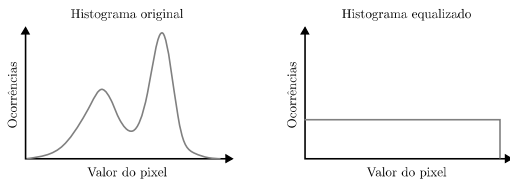
Navigation icons

## Equalização de histograma

### Operações monádicas

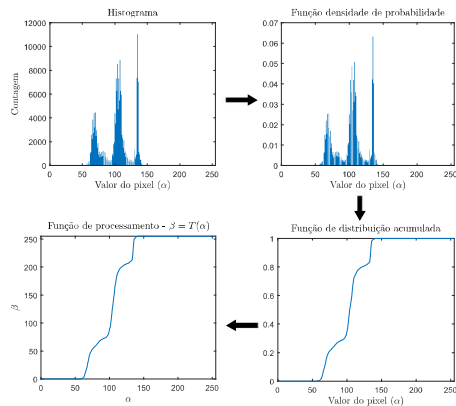
**Equalização de histograma** é utilizada para melhorar o contraste de uma imagem.

Objetivo é processar os pixels da imagem de entrada de modo que o **histograma** da imagem de saída seja **uniforme** (ou o mais próximo possível disso).



## Equalização de histograma

### Operações monádicas



## Exemplo 2: equalização do histograma

**Enunciado:** Implemente no Matlab um código para equalização de histograma da imagem `church2.png` (mostrada abaixo e disponível no Moodle).



### Exemplo 1: alteração de brilho

#### Solução 1

```
1 I = imread('church2.png');
2 figure; imshow(I);
3
4 % Histograma
5 [counts,x] = imhist(I);
6 figure; bar(x, counts);
7 xlabel('Valor do pixel');
8 ylabel('Contagem');
9 title('Histograma');
10 xlim([0, 255]);
11
12 % Função densidade de probabilidade (PDF)
13 pdf = counts/sum(counts);
14 figure; bar(x, pdf);
15 xlabel('Valor do pixel');
16 title('PDF');
17 xlim([0, 255]);
```

### Exemplo 1: alteração de brilho

#### Solução 2

```
1 I = imread('church2.png');
2 figure; imshow(I);
3
4 I3 = histeq(I);
5 figure; imshow(I3);
6
7 % Histograma
8 [counts3,x3] = imhist(I3);
9 figure; bar(x3, counts3);
10 xlabel('Valor do pixel');
11 ylabel('Contagem');
12 xlim([0, 255]);
```

### Exemplo 1: alteração de brilho

#### Solução 1 (continuação)

```
1 % Função de distribuição acumulada (CDF)
2 cdf = cumsum(pdf);
3 figure; plot(x, cdf);
4 xlabel('Valor do pixel');
5 title('CDF');
6 xlim([0, 255]);
7
8 % Função de processamento
9 T = round(255*cdf);
10 figure; plot(x, T);
11 xlabel('Valor do pixel de entrada');
12 title('Valor do pixel de saída');
13 xlim([0, 255]);
```

### Exemplo 1: alteração de brilho

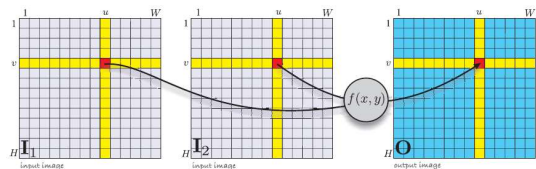
#### Solução 1 (continuação)

```
1 %% Equalização
2 I2 = zeros(size(I),'uint8');
3 for v = 1:size(I,1)
4     for u = 1:size(I,2)
5         I2(v,u) = T(I(v,u));
6     end
7 end
8
9 figure; imshow(I2);
10
11 % Histograma
12 [counts2,x2] = imhist(I2);
13 figure; bar(x2, counts2);
14 xlabel('Valor do pixel');
15 ylabel('Contagem');
16 xlim([0, 255]);
```

### Exemplo 1: alteração de brilho

## Operações Diádicas

- Pixels** de duas imagens são processados por uma função  $f(\cdot, \cdot)$  gerando um **pixel** correspondente na imagem de saída.
- A imagem resultante possui o mesmo tamanho das imagens de entrada.



#### 1 Histograma

#### 2 Operações Monádicas

- Alteração de brilho
- Alteração de contraste
- Obtenção do negativo
- Limiarização
- Posterização
- Equalização de histograma

#### 3 Operações Diádicas

## Operações Diádicas

Matematicamente, tem-se

$$\mathbf{O}(v, u) = f[\mathbf{I}_1(v, u), \mathbf{I}_2(v, u)]$$

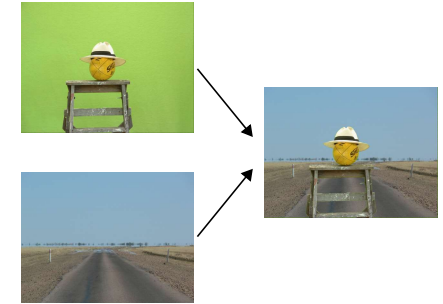
onde  $\mathbf{I}_1(v, u)$  e  $\mathbf{I}_2(v, u)$  denotam *pixels*  $(v, u)$  das imagens de entrada,  $\mathbf{O}(v, u)$  representa o correspondente *pixel* na imagem processada e  $f(\cdot, \cdot)$  é a função de processamento (com dois argumentos de entrada).

## Operações Diádicas

- Funções de processamento típicas:
  - (a) Soma
  - (b) Subtração
  - (c) Multiplicação elemento-a-elemento
- Aplicações típicas:
  1. Fundo verde/*Chroma-Key*
  2. Detecção de movimento
  3. Fusão de imagens

## Fundo Verde/Chroma-Key

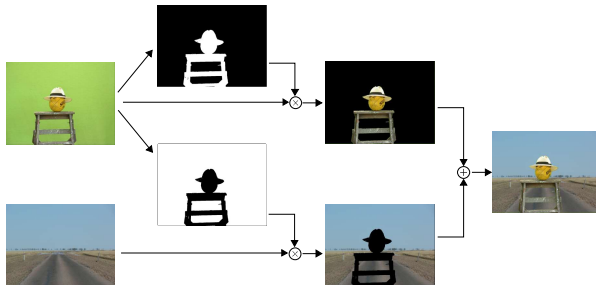
Operações Diádicas



## Fundo Verde/Chroma-Key

Operações Diádicas

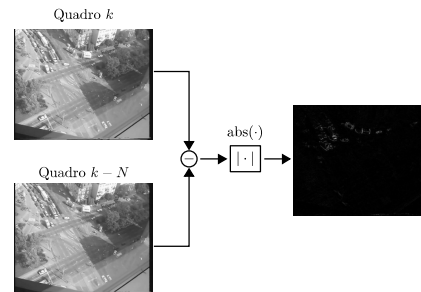
Etapas de processamento:



## Detecção de Movimento

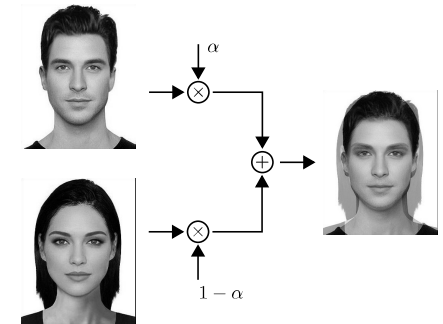
Operações Diádicas

A detecção de movimento em um vídeo pode ser realizada por meio da subtração de *frames*.



## Fusão de Imagens

Operações Diádicas



onde  $0 \leq \alpha \leq 1$ .