Aula 06: Processamento de Imagens

1. Introdução

Imagens podem ser entendidas como informações que, ao invés de serem descritas no tempo, são descritas no espaço.

Desse modo, uma imagem digital é um conjunto de informações formado por amostras cujo valor corresponde a uma cor de uma determinada palheta.

Estas amostras são os chamados *pixels* que, quando colocados suficientemente próximos uns dos outros, formam uma imagem contínua quando vista pelos olhos humanos.

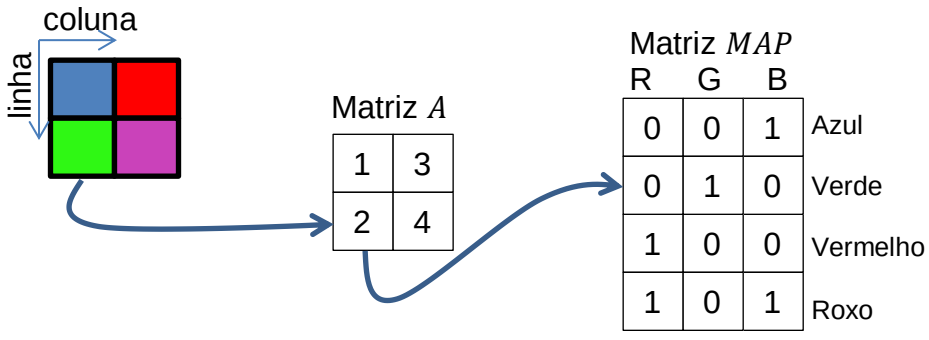
A posição de cada *pixel* em uma imagem é dada pela indexação da respectiva amostra em uma matriz, através de dois números inteiros ($m \times n$) que representam a linha e a coluna de cada matriz.

2. Formatos de arquivos de imagens

Existem diversos formatos de imagens digitais, mas na aula de hoje usaremos apenas dois: O formato $.mat$, utilizado para o armazenamento de qualquer tipo de dado no MatLab, e o famoso $.jpg$.

O formato $.mat$ é utilizado para explorar o modo como as imagens são tratadas através de matrizes. Neste tipo de arquivo, o armazenamento da imagem é feita através de uma matriz $A(M \times N)$, onde cada elemento representa um pixel, e uma matriz $MAP(C \times 3)$, onde cada linha corresponde a uma das cores C diferentes cores que compõe a imagem, e cada coluna corresponde as intensidades das cores vermelho, verde e azul (RGB) que formam cada uma destas cores.

Como exemplo, vamos utilizar a imagem formada por 4 pixels apresentada abaixo. Para esta imagem, a matriz A tem dimensão (2×2), ou seja, duas linhas e duas colunas e a matriz MAP tem dimensão (4×3), uma vez que a imagem é formada por apenas 4 cores.

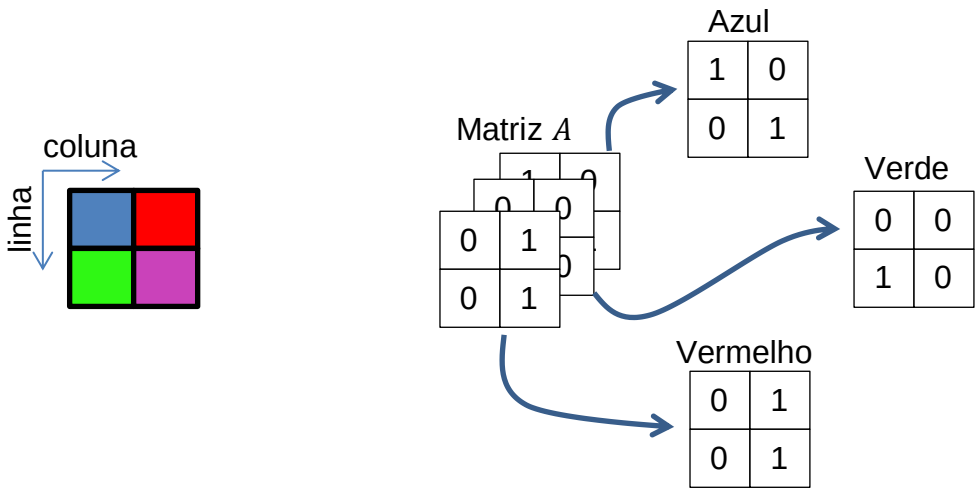


Assim, o pixel da linha 2, coluna 1, por exemplo, é definido com a atribuição do valor 2 na posição $A(2,1)$. Este valor representa a linha em que a cor verde foi definida na matriz MAP, através de um 0 na coluna correspondente ao vermelho (R), de um 1 na coluna correspondente ao verde (G) e de outro 0 na coluna correspondente ao azul (B).

Para carregar uma imagem do tipo $.mat$ no matlab, utiliza-se o comando $load\ nome\_da\_imagem$.

O formato $.jpg$ é um dos formatos mais utilizados para codificação de imagens, não só no matlab mas em todos os outros programas de tratamento de imagens. Neste tipo de arquivo, a palheta de cores não é utilizada, e em vez disso, os dados da imagem são armazenados em apenas uma matriz A de dimensão $(M \times N \times 3)$ onde cada nível da matriz contem informações sobre as cores vermelho, verde e azul que compõe cada um dos $M \times N$ pixels.

Como exemplo, vamos usar a mesma imagem composta por quatro pixels de diferentes cores:



Usemos agora o pixel da posição 2×2 de cor roxa. Assim como visto no exemplo anterior, a cor roxa é composta pelas cores vermelha e azul. Por este motivo, $A(2,2,1) = 1$, $A(2,2,2) = 0$ e $A(2,2,3) = 1$.

O comando $x = imread(nome\_da\_imagem,\ 'jpeg')$ é o comando utilizado para carregar uma imagem neste formato para o MatLAb e o comando $imwrite(A, nome\_do\_arquivo, 'jpeg')$ é o comando que grava a matriz A no arquivo.

3. Atividades*

I. O arquivo $\boldsymbol{Aula06\_ex01.mat}$ fornece a imagem de um palhaço definida nos formatos de uma imagem $.mat$. Crie um programa chamado de $\boldsymbol{Aula06\_ex01.m}$ que**:**

a) Carregue esta imagem no workspace digitando $\boldsymbol{load\ Aula06\_ex01}$ e verifique que duas variáveis foram criadas: a map, que contém as informações de cores e intensidades e a X, que contém as informações sobre os pixels e suas posições.
Com base nestas variáveis, responda: Quantos pixels compõem esta imagem e quantas são suas possíveis cores?

**Atividades baseadas na apostila do Laboratório de Comunicações Digitais -março/2007- Márcio Eisencraft e Marco Antônio Assis.*

b) Digite $image(X)$ para ver a imagem e verifique que apesar um palhaço, a imagem criada apresenta cores de aspecto não-naturais. Isso ocorre porque ao digitar o comando $image$, o MatLab utiliza uma palheta de cores padrão. Assim, para utilizar a palheta correta, deve-se utilizar, em conjunto com o $image$, o comando $colormap(map)$.

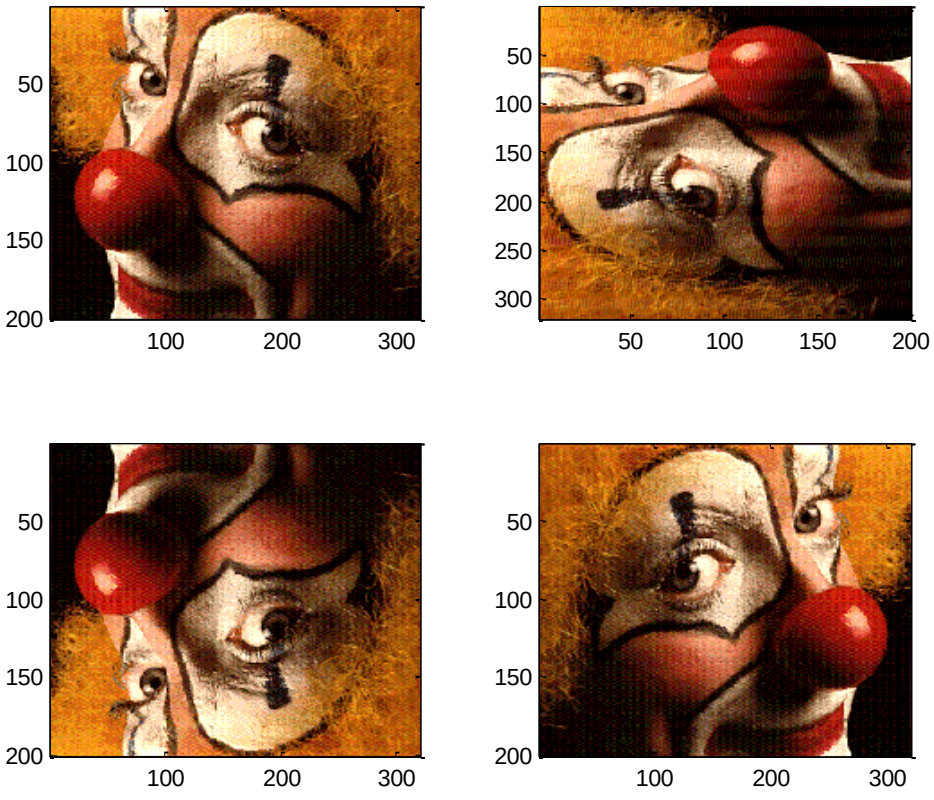
c) Para aumentar o brilho da imagem, pode-se utilizar o comando $brighten\,(\beta)$, onde $-1 \leq \beta \leq 1$. Digite $help\,brighten$ para ter mais informações sobre este comando e verifique seus efeitos sobre o palhaço.

d) Um zoom em uma imagem nada mais é do que a seleção de uma determinada parte da imagem. Por exemplo, para dar um zoom no olho esquerdo do palhaço podemos utilizar a seguinte sequencia de comandos:

```
Xolho=X(50:100, 150:225);
Image(Xolho);
Colormap(map)
```

Obtenha, agora, uma ampliação do nariz do palhaço.

e) Assim como a ampliação (ou zoom), outras operações matriciais podem ser utilizadas para trabalhar com imagens. Por exemplo, deitar a imagem significa transpor a matriz e inverter a ordem das linhas da matriz, colocando a última linha em primeiro e a primeira linha em último, significa colocar a imagem de ponta-cabeça. Assim, crie uma sequencia de comandos que forneça as imagens, cada uma na sua posição:



II. O arquivo ***Aula06_ex02.jpg*** fornece a imagem de um moinho de vento. Execute a sequência de comandos apresentada na figura abaixo e interprete o resultado.

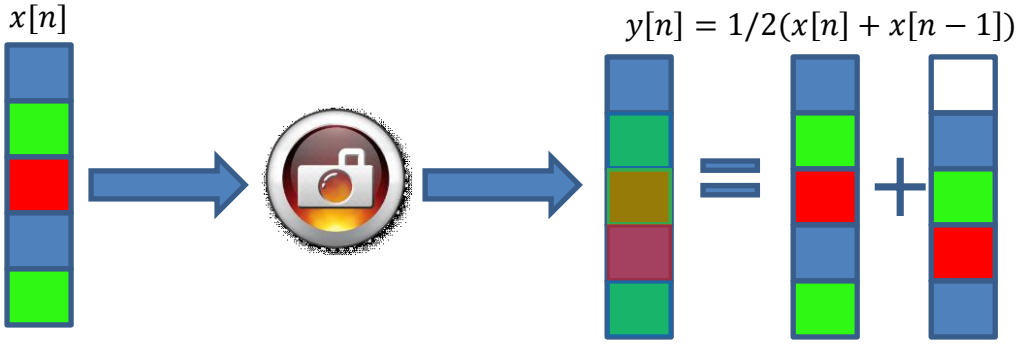
```
X=imread('Aula06_ex02.jpg');
Xred=X(:,:,1);
Xgreen=X(:,:,2);
Xblue=X(:,:,3);

subplot(221)
image(X)
subplot(222)
image(Xred)
subplot(223)
image(Xgreen)
subplot(224)
image(Xblue)
```

III. O borrão em uma imagem é causado pelo movimento do objeto em relação à câmera fotográfica no instante em que é feita a aquisição da imagem. Este movimento faz com que os pixels se embaralhem com outros pixels de modo que cada um deles contenha informações dos N pixels anteriores.

Para entender este processo, vamos supor que cada coluna da imagem original seja chamada de $x[n]$, que cada coluna da imagem armazenada pela câmera seja $y[n]$ é que o ato de fazer a fotografia seja um sistema que tem $x[n]$ como entrada e $y[n]$ como saída.

Como exemplo, vamos supor uma imagem formada por cinco pixels em coluna, onde o borrão acontece somente entre dois pixels.



Assim de um modo mais geral, podemos dizer que o borrão, gerado pela sobreposição dos N últimos pixels pode ser modelado como

$$y[n] = \frac{1}{N}\sum_{k=n-N-1}^{n} x[k] = \frac{1}{N}\left(x[n] + x[n-1] + \cdots + x[n-N-1]\right)$$

Que nada mais é do que um sistema de médias móveis. Este sistema pode ser implementado através do loop for, como vimos nas aulas anteriores, mas também através do comando $filter$.

O comando $filter$ é utilizado para verificar a resposta $y[n]$ de um sistema devido a uma entrada $x[n]$. Como exemplo, utilizemos a seguinte equação,

$$y[n] + 0{,}9.y[n-2] = 0{,}3.x[n] + 0{,}6.x[n-1] + 0{,}5x[n-2]$$

cuja resposta impulsiva é obtida através da seguinte sequência de comandos:

```
x=impulso(0,10,0);
b=[0.3 0.6 0.5];
a=[1 0 0.9];
y=filter(b,a,x);
```

Voltando ao caso da imagem, para borra-la **verticalmente**, considerando a sobreposição dos últimos 25 pixels, temos a seguinte equação:

$$y[n] = \frac{1}{25}.(x[n] + x[n-1] + \cdots x[n-23] + x[n-25])$$

e, consequentemente a seguinte sequencia de comandos:

```
load Aula06_ex01
N=25;
subplot(211);
Yvert=filter(ones(1,N)/N,1,X);
image(Yvert);
colormap(map);
```

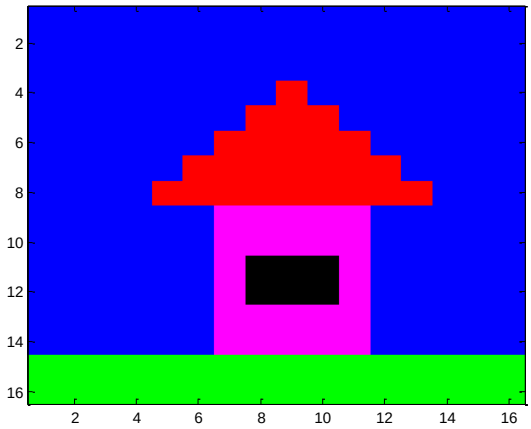
Do mesmo modo, para recuperá-la, utilizamos o filtro inverso fazendo:

```
Xrec=filter(1,ones(1,N)/N, Yvert);
subplot(212);
image(Xrec);
colormap(map);
```

Com base nestes exemplos, faça uma sequencia de programa capaz de simular um borrão ***horizontal*** e depois recuperá-lo.

Exercícios de fixação

I. A partir da criação das matrizes, $A(16 \times 16)$ e $map(5 \times 3)$, desenvolva uma sequencia de comandos capaz de criar a figura abaixo. Salve-a em um arquivo $\boldsymbol{Aula06\_fix01.mat}$.



II. Gere novamente a imagem da casinha, porém, desta vez, crie apenas uma matriz $A(16 \times 16 \times 3)$ e salve-a em um arquivo $\boldsymbol{Aula06\_fix02.jpg}$

III. O arquivo $\boldsymbol{Aula06\_fix03.mat}$ apresenta a foto de uma placa tirada com o carro em movimento.

a) (Assis e Eisencraft, março de 2007) Usando as técnicas aprendidas em sala de aula, carregue esta imagem e tente identificar o que está escrito na placa. (não é necessário obter a placa original, basta reconhecer o que está escrito).
b) Acesse o site www.mathworks.com/help e tente recuperar a placa original através das dicas apresentadas.