

# Lista de Exercícios de Sistemas de TV – 2019-1

Lisandro Lovisolo

lisandro@uerj.br

PROSAICO – DETEL – UERJ

Laboratório de Processamento de Sinais, Aplicações Inteligentes e Comunicações

Departamento de Engenharia Eletrônica e Telecomunicações

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

May 13, 2019

## 1 Quantização

**Objetivo:** O objetivo principal das atividades desta seção é verificar empiricamente aspectos relativos à quantização de valores numéricos em computadores e máquinas digitais. Além disso, pretende-se avaliar e estudar o impacto da quantização dos pixels de uma imagem. O secundário é expandir os conhecimentos sobre manipulação de matrizes e exibição de imagens usando o Matlab.

### 1.1 Quantizadores Uniformes

#### 1.1.1 Quantizador *midriser*

1. **Tarefa:** Quantize a imagem LENA com 16 níveis de cinza, usando o procedimento correspondente ao mapeamento entrada-saída de um quantizador *midriser* de passo de quantização  $\Delta_q$ . Isto é, o valor quantizado de  $x$  é

$$x_q = Q(x, \Delta_q) = \text{round} \left( \frac{x}{\Delta_q} \right) \Delta_q, \quad (1)$$

onde  $\text{round}(y)$  é o inteiro mais próximo de  $y$ .

*Dica:* Por exemplo, isso em Matlab pode ser realizado usando:

```
passo = 16  
xq_m_t = round(x/passo)*passo;
```

se consideramos valores de pixels inteiros entre 0 e 255 (adequada para as imagens que usamos).

2. **Pergunta:** Explique porque o código acima funciona.
3. **Tarefa:** Faça um gráfico de entrada  $\times$  saída do quantizador, bem como o gráfico do erro de quantização  $\times$  entrada.

*Dica:* Para este item, gere valores dentro de toda a faixa de entrada do quantizador. Por exemplo, se pretendemos avaliar um quantizador com passo  $\Delta_q$  para valores na faixa de  $-L$  a  $L$ , gere valores de  $x$  nessa faixa e aplique a eles o quantizador. Então, faça dois gráficos:

- (a) Mapeamento Entrada-Saída do Quantizador:  $x \times x_q$  (ordenadas *times* abscisas);
- (b) Erro de Quantização:  $x \times e_q = x_q - x$ , obs:  $e_q$  é o erro de quantização.

4. **Pergunta:** Comente os resultados obtidos.

5. **Tarefa:** Calcule o erro médio quadrático entre a imagem original Lena e a quantizada com este quantizador, lembrando que o erro médio quadrático é dado por

$$\text{MSE} = E \left[ (x - x_q)^2 \right], \quad (2)$$

na qual  $E[\cdot]$  é o valor esperado de  $\cdot$ .

### 1.1.2 Quantizador *midtread*

1. **Tarefa:** Implemente agora um quantizador cujos níveis de reconstrução são obtidos somado-se metade do passo de quantização aos níveis de reconstrução do quantizador, isto é, um quantizador *midtread*, para o qual temos

$$x_q = Q(x, \Delta_q) = \text{sign}(x) \left\lceil \frac{|x|}{\Delta_q} - \frac{1}{2} \right\rceil \Delta_q, \quad (3)$$

na qual,  $\text{sign}(y)$  é o sinal de  $y$  e  $\lceil y \rceil$  é o menor inteiro maior que  $y$ .

*Dica:* Por exemplo, isso em Matlab pode ser realizado usando:

```
passo = 16;
xq_m_r = sign(x).*((ceil(abs(x)/passo)-1/2)*passo);
```

se consideramos valores de pixels inteiros entre 0 e 255 (adequada para as imagens que usamos).

2. **Tarefa:** Repita os itens 11.1.1.2 a 11.1.1.5 para este quantizador.

## 1.2 Níveis de Quantização

1. **Tarefa:** Mostrar cada uma das imagens ZELDA\_S, BARB\_S e LENA usando desde 1 até 8 bit/pixel (bpp).

*Dica:* Usar `imshow(X, 2nbits)`. Para 1 bit/pixel, usar antes de visualizar a função `im2bw` – Por que?

2. **Pergunta:** Explique o por que da *Dica* fornecida acima.

3. **Tarefa:** Mostre os histogramas dos valores dos pixels da imagem Lena em cada um dos casos acima de 1 a 8 bpp.

4. **Tarefa:** Em cada desses casos, calcule a entropia das imagens.
5. **Pergunta:** Comente os resultados obtidos.

### 1.3 Comparações

1. **Tarefa:** Compare os gráficos dos erros de quantização obtidos pelos dois quantizadores e os mapeamentos entrada saída dos dois?

*Dica:* A Figura 1 apresenta o mapeamento entrada-saída desses quantizadores para a faixa dinâmica  $x \in [-4, 4]$  e  $\Delta_q = 0.8$ .

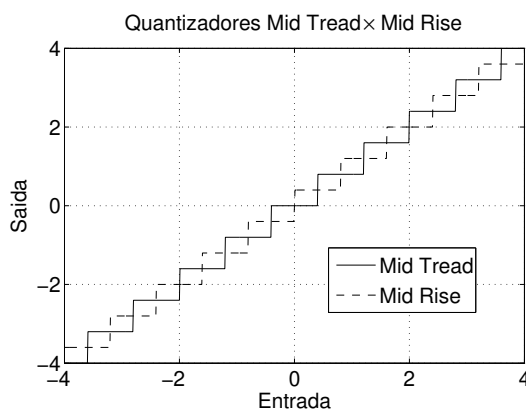


Figure 1: Quantizador Midrise × Midtread.

2. **Pergunta:** O que você observa? Quais são as diferenças entre os dois quantizadores?
3. **Tarefa:** Quantize a imagem Lena com os dois quantizadores acima e diferentes passos de quantização  $2^n$  com  $n \in 1, 2, 3, 4, 5$  (assumindo que os pixels estão entre 0 e 255, no caso de pixels entre 0 e 1, faça as adequações necessárias).
4. **Pergunta:** Para um mesmo  $n$ , há diferença visível entre as diferentes versões quantizadas das imagens?
5. **Pergunta:** E quanto ao desempenho dos dois quantizadores em termos do erro introduzido pela quantização? Explique-os considerando os valores dos erros médios quadráticos obtidos para cada um e os gráficos dos erros de quantização.
6. **Tarefa:** Compare os histogramas correspondentes aos valores dos pixels da imagem original e os das quantizadas com os dois diferentes quantizadores com  $n = 2, 4, 6$ .
7. **Tarefa:** Avalie as entropias dos pixels nos sete casos.
8. **Pergunta:** O que você conclui dos itens acima?