

PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Exercícios relativos ao Capítulo 4 – Image Quantization

Livro Texto: *Fundamentals of Digital Image Processing*. A. K. Jain.

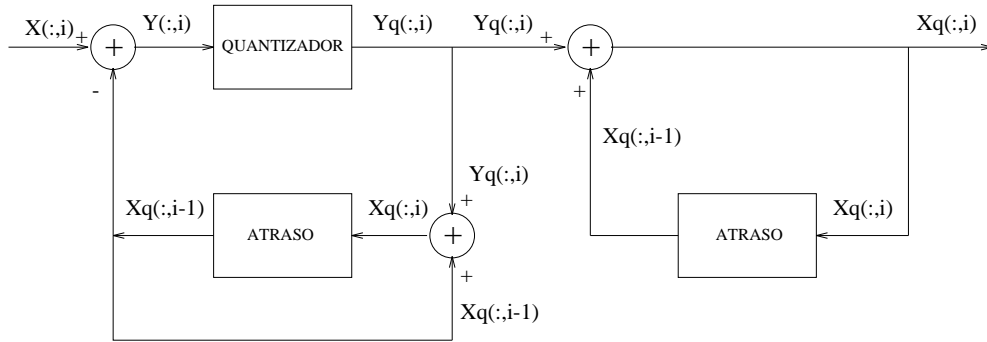
I Quantização

1. Mostrar cada uma das imagens ZELDA_S, BARB_S e LENA256 usando de 8bits/pixel a 1bit/pixel. Usar `imshow(X)`. O que voce observa? Porque? Para 1 bit, usar antes de visualizar a função `im2bw`.
2. Quantize a imagem LENA256 com 16 níveis de cinza, seguindo o seguinte procedimento:
 $X = \text{fix}(16 \cdot X) / 16$.
 - a) Mostre a imagem com 256 níveis de cinza.
 - b) Plote o gráfico de entrada \times saída do quantizador, bem como o gráfico do erro de quantização \times entrada.
 - c) Calcule o erro médio quadrático entre a imagem original e a quantizada em 2.
3. Quantize a imagem LENA256 com um outro quantizador cujos níveis de reconstrução são obtidos somado-se metade do passo de quantização ($1/32$) aos níveis de reconstrução do quantizador usado em 2.
 - a) Mostre a imagem quantizada com 256 níveis de cinza.
 - b) Plote o gráfico de entrada \times saída do quantizador, bem como o gráfico do erro de quantização \times entrada.
 - c) Compare os gráficos dos erros de quantização obtidos em 2 e 3. O que você observa?
 - d) Calcule o erro médio quadrático entre a imagem original e a quantizada em 3. Compare com o obtido em 2. Explique o resultado.
 - e) Compare lado a lado as imagens obtidas em 2 e 3. Há diferença visível? Explique levando em conta os valores dos dois erros médios quadráticos obtidos.

II Quantizadores ótimos

- a) Carregue a imagem ZELDA_S.
- b) Quantize-a com 16 níveis de cinza usando o método em I3.
- c) Transforme a imagem original (sem quantização) representada pela matriz $X = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_N]$, onde X_j é a coluna j da matriz, em uma matriz Z da seguinte forma:
 - (i) Mantenha o valor da 1a. coluna, X_1 ;
 - (ii) Substitua cada coluna X_j , $j = 2, \dots, N$, por $X_j - X_{j-1}$, gerando a matriz $Z = [X_1 \ X_2 - X_1 \ \dots \ X_N - X_{N-1}]$

- d) Quantize Z com **nlevels** (nlevels=16) níveis usando um método semelhante ao usado em I.3, só que com quatro diferenças:
- (i) Não quantize a 1a. coluna de Z .
 - (ii) Como Z assume valores negativos, faça a parte para entradas negativas da função de transferência a reflexão da positiva com relação à origem.
 - (iii) Se $|x| > \alpha\sigma_Z$, então quantizar x com o valor quantizado de $\pm\alpha\sigma_Z$. σ_Z é o desvio padrão de Z . Faça neste caso $\alpha = 2$.
 - (iv) Sendo x a entrada ao quantizador, se $\|x\| < \alpha\sigma_Z/\text{nlevels}$, o nível de reconstrução deve ser 0, e não $\pm 1/\text{nlevels}$.
- e) Recupere, a partir da matriz Z quantizada, uma imagem quantizada (matriz X), e a mostre lado a lado com a imagem quantizada obtida em (b). Explique o observado. Sugira maneiras para resolver o problema (se necessário, observe também resultados para quantização com 8, 32 e 64 níveis).
- f) Gere matrizes Y , Y_q e X_q de acordo com o procedimento da figura abaixo (considere $X_q(:,1) = X(:,1)$ e use o quantizador do item d, com 16 níveis). Visualize a imagem X_q .



- g) Calcule os histogramas de X e Y , e plote-os lado a lado (use `hist(Y(:),nbins)`). Qual a diferença entre os dois?
- h) Qual a distribuição de probabilidade que melhor se aproxima da distribuição de Y , uma Gaussiana ou uma Laplaciana? Determine os seus parâmetros (o modelo deverá ter a mesma média e variância da matriz Y).
- i) Explique o observado, e como o valor de α influencia o desempenho do quantizador, ressaltando também o compromisso entre a qualidade da imagem reconstruída e a entropia de Y_q .
- j) Repita todo o procedimento a partir do item d) também para **nlevels** igual a 32, 16, 4 e 2. Trace um gráfico com a entropia do quantizador ótimo (α ótimo para cada caso) versus o erro médio quadrático entre X e X_q obtido.
- k) Substitua o quantizador pelo quantizador ótimo de 16 níveis para a distribuição determinada em (h) (use as tabelas das pags. 104 a 111 do livro texto). Recalcule X_q e a mostre juntamente com a obtida em (e). O que você observa?

- l) Plote o gráfico entrada \times saída do quantizador ótimo usado em (k) juntamente com do quantizador usado em (d). Explique o resultado obtido em (k) com base neste gráfico e na densidade de probabilidade de Y .

III Quantização visual

- (i) Quantize a imagem LENA256 com 16 níveis como na seção I.3 e observe o resultado.
- (ii) Gere uma matriz com as mesmas dimensões da gerada no item anterior contendo ruído uniformemente distribuído no intervalo $[-\alpha, \alpha]$. (use a função **rand**). Faça $\alpha = 0.05$.
- (iii) Some a matriz de ruído gerada em (ii) com a imagem LENA256 (matriz com valores entre 0 e 1), quantize-a como em (i), e depois:
 - a) Mostre a imagem gerada juntamente com a gerada em (i) .
 - b) Subtraia a matriz de ruído do resultado. Mostre a imagem resultante juntamente com a gerada em (i) e com a gerada em a).

O que você observa? Explique.
- (iv) Varie o valor de α em (ii) e repita o item (iii). Tente achar um valor de α ótimo.
- (v) Para a imagem ZELDA (a grande, que possui tamanho 720×576) use um quantizador de dois níveis (1 bit) e $\alpha = 0.2$, e repita o procedimento em (iii).a. Visualise a imagem com o monitor a várias distâncias. O que você observa? Explique.