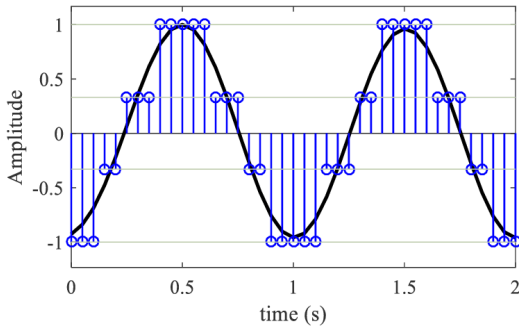


TP 547- Princípios de Simulação de Sistemas de Comunicação

Prof. Samuel Baraldi Mafra



Quantização



Processo de quantização

- Transformar a amplitude da amostra $m(nT_s)$ de um sinal de mensagem $m(t)$ no tempo $t = nT_s$, para uma amplitude discreta $v(nT_s)$ tomada de um conjunto finito de amplitudes possíveis.
- A operação de quantização não é reversível.

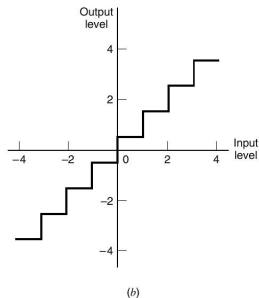
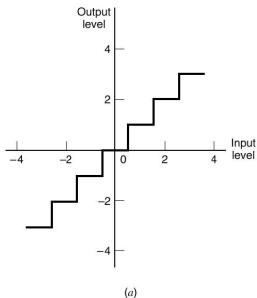
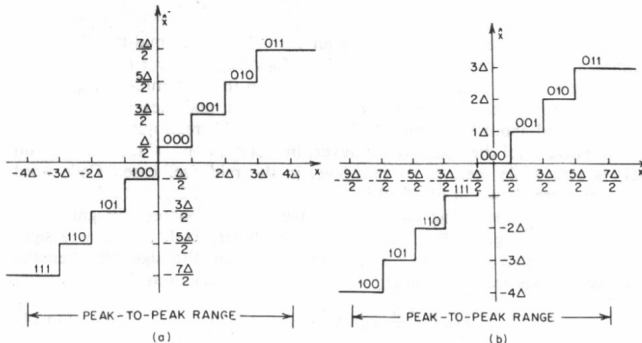


Imagem Lena quantizada em 16, 8, 4 e 2 bits / pixel



Quantização uniforme



L = even, Mid - Riser

$$Q_i(f) = \text{floor}\left(\frac{f}{Q}\right), \quad Q(f) = Q_i(f) * Q + \frac{Q}{2}$$

L = odd, Mid - Tread

$$Q_i(f) = \text{round}\left(\frac{f}{Q}\right), \quad Q(f) = Q_i(f) * Q$$

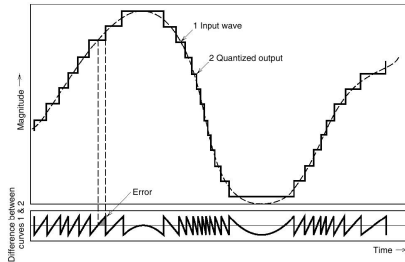
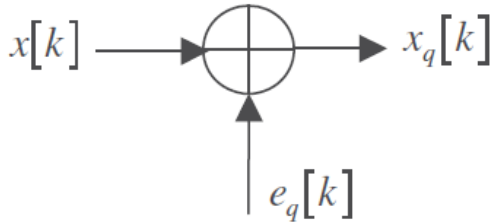
Os quantizadores Mid-tread têm um nível de reconstrução com valor zero, enquanto os quantizadores mid-riser têm um limite de classificação de valor zero.

Para a seguinte sequência $\{-1.2, -0.2, -0.5, 0.4, 0.89, 1.3...\}$, Quantize-o usando um quantizador uniforme no intervalo de $(-1.5, 1.5)$ com 4 níveis, e escreva a sequência quantizada para os dois esquemas de quantização.

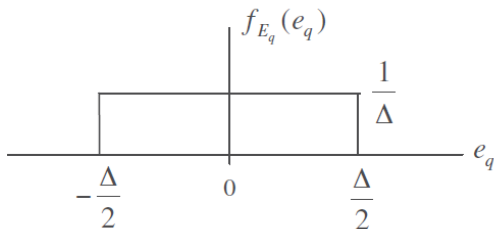
$$\Delta = \frac{D}{n} \quad (1)$$

Códigos: quantization.py e quantization2.py

Erro de quantização



Distribuição Uniforme do erro:



$$E \{e_q[k]\} = \int_{-\Delta/2}^{\Delta/2} x \frac{1}{\Delta} dx = 0$$

$$E \{e_q^2[k]\} = \int_{-\Delta/2}^{\Delta/2} x^2 \frac{1}{\Delta} dx = \frac{\Delta^2}{12}$$

O cálculo do erro depende do tipo representação do número

- Representação de ponto fixo:

Integer Value = $-1^{\text{Sign}} \times \text{Bits}$

Sign = 0 (Positive value) or 1 (Negative value)

Bits = 2^{31} possible values

Positive Min: 1

Positive Max: +2147483647

•
10.75 \rightarrow 1010.1100

- Representação de ponto flutuante: IEEE 754

Value = $-1^{\text{Sign}} \times [(1 + \text{Mantissa}) \times 2^{(\text{Exponent} - 127)}]$

Sign = 0 (Positive value) or 1 (Negative value)

Exponent = 1 to 254 (0 and 255 are reserved for special cases). Subtracting 127 gives -126 to 127

Mantissa = 0 to 0.999999881 for all '0s' to all '1s'. Adding 1 gives 1.000000000 to 1.999999881

Positive Min: $1 \times 2^{-126} \approx 1.2 \times 10^{-38}$

• Positive Max: $1.999999881 \times 2^{127} \approx 3.4 \times 10^{38}$

Relação sinal-ruído devido à quantização $(SNR)_q$: Relação entre a potência do sinal e o ruído resultante do processo de quantização.

$$(SNR)_q = \frac{S}{N_q} = \frac{12S}{D^2} 2^{2b} \quad (2)$$

, onde D representa a faixa dinâmica (dynamic range) é determinada pelo valor pico a pico do sinal de entrada para o quantizador, b representa o número de bits para representar o nível de quantização e S é a potência do sinal.

O fator de crista é definido como a proporção do RMS, ou desvio padrão, de um sinal para o valor de pico do sinal:

$$F_c = \frac{\sqrt{S}}{D/2} = \frac{2\sqrt{S}}{D}. \quad (3)$$

Podemos reescrever a SNR de quantização como:

$$(SNR)_q = 3F_c^2 2^{2b} \quad (4)$$

Em dB:

$$(SNR)_q = 4.7712 + 20\log_{10}F_c + 6.0206b \quad (5)$$

Suponha que um sinal definido por $5\sin(10\pi t)$ seja amostrado e quantizado usando uma representação de número de ponto fixo.

- (a) Determine a faixa dinâmica do sinal (D).
- (b) Determine o fator de crista do sinal.
- (c) Determine a relação sinal-ruído (SNR) de quantização para $b = 4$ bits.

- Use $\sin(6t)$ como um sinal. Usando uma frequência de amostragem de 20 Hz um vetor de 10.000 amostras desta forma de onda.
- Desenvolva um modelo para um quantizador de ponto fixo que contém 16 níveis de quantização ($b = 4$). Usando este modelo quantize os valores da amostra gerado. Gere um vetor que representa os 10.000 valores de erro de quantização.
- Calcule os valores de $E\{e[k]\}$ e $E\{e^2[k]\}$.

Código: quantizationerror.py

Quantização Não Uniforme

- O efeito do ruído de quantização pode ser reduzido aumentando o número de intervalos de quantização nas regiões de baixa amplitude.
- Isso significa que o espaçamento entre os níveis de quantização não deve ser uniforme.
- Quantização de sinais de áudio

