

Ano Letivo 2022-2023, Semana 1

*Proposta de trabalho prático –a desenvolver por cada grupo de dois estudantes
(relatório a apresentar por cada grupo de dois estudantes, no Moodle, até 26 de fevereiro)*

Problema

A partir do ficheiro de comandos Matlab fornecido `testesqz.m` e que faz uso de um ficheiro áudio `sting22.wav` e de um ficheiro de imagem `lena512.bmp`, acrescente código de modo a realizar os seguintes objectivos:

Quantizar as amostras do ficheiro de áudio com N bits e obter o sinal de erro entre o áudio original e o áudio quantizado (após reconstrução). Se desejar, pode ouvir o sinal quantizado e o sinal de erro. Repetir o procedimento para $N=2, 4, 6, 8, 10, 12, 14$, e 16 bits.

1. Para cada um dos casos anteriores, obter a relação sinal ruído (SNR) em dB. Realizar um gráfico em que nas abcissas se representa N e nas ordenadas se representa a evolução da SNR. Utilizando a função `polyfit` do Matlab, obtenha o modelo de 1ª ordem que relaciona a SNR em dB com o número de bits N .
2. Conclua sobre o número mínimo de bits para uma audição livre de artefactos (questão subjectiva).

Quantizar as amostras do ficheiro de imagem com N bits e obter o sinal de erro entre a imagem original e a imagem quantizada (após reconstrução). Se desejar, pode visualizar o sinal quantizado e o sinal de erro. Repetir o procedimento para $N=2, 3, 4, 5, 6, 7$, e 8 bits.

3. Para cada um dos casos anteriores, obter a relação sinal ruído (SNR) em dB. Realizar um gráfico em que nas abcissas se representa N e nas ordenadas se representa a evolução da SNR. Utilizando a função `polyfit` do Matlab, obtenha o modelo de 1ª ordem que relaciona a SNR em dB com o número de bits N .
4. Conclua sobre o número mínimo de bits para uma visualização livre de artefactos (questão subjectiva).
5. Considere agora que o sinal é uma sinusóide gerada da seguinte forma:

```
samples=[0: 1E5-1];  
x=sin(0.22*samples);
```

- i) Repita, para este sinal, o procedimento de quantização, determinação do sinal de erro e cálculo da SNR para os casos de $N=2, 3, 4, \dots, 14$ bits. Compare os resultados (com base no uso da função `polyfit`) com a expressão ideal da SNR para sinais sinusoidais.
- ii) Para cada um dos casos em i), obtenha o valor da correlação cruzada normalizada (calculado através do comando Matlab `corrcoef`) entre a senoide original e o sinal de erro de quantização. Represente os resultados em gráfico e conclua sobre o número mínimo de bits que poderá conduzir a correlação pouco significativa.
- iii) Quer para a senoide original, quer para cada sinal de erro de quantização resultante de cada um dos casos em i), observe a evolução da forma da função densidade de probabilidade (PDF) das amplitude através do seguinte código:

```
[H X]=hist(x,50); equalize=50/(max(x)-min(x));  
bar(X, H/sum(H)*equalize, 0.5);  
ylabel('PDF'); xlabel('x[n] amplitude');
```

Explique a evolução da forma da PDF inicial (no caso da senoide) até à PDF final (no caso do erro de quantização com 14 bits). Como é que esta evolução se liga com as conclusões em ii) ?

6. Usando os sinais áudio e imagem indicados, efectue uma decimação simples (i.e., eliminando amostras) por um factor F . De seguida, efectue uma sobreamostragem simples (i.e., acrescentando zeros) pelo factor F e substitua os zeros pela repetição de amostras vizinhas. Considere os casos de $F=2$ e $F=4$. Interprete os resultados do ponto de vista da amostragem.

Sugestão: para efectuar as operações de decimação, sobreamostragem e repetição de amostras, use os comandos `downsample`, `upsample` e `filter` (`filter2` no caso da imagem) do Matlab, de modo adequado.

Para relatório:

- reportar resultados relativamente ao ponto 1., representá-los em gráfico e criticar (não é necessário incluir figuras de sinal áudio),
- fornecer resposta quanto ao ponto 2.,
- reportar resultados relativamente ao ponto 3., representá-los em gráfico e criticar (não é necessário incluir figuras de sinal de imagem),
- fornecer resposta quanto ao ponto 4.,
- reportar resultados relativamente aos pontos 5i) e 5ii)., representá-los em gráficos e criticar (não é necessário incluir figuras de sinal sinusoidal),
- reportar resultados relativamente ao ponto 5iii)., representar somente três gráficos representativos e criticar resultados,
- reportar resultados relativos ao ponto 6., ilustrar com (poucas) figuras ilustrativas só em relação ao sinal de imagem.

Inclua uma impressão do código Matlab produzido. Excluindo código, o relatório não deverá ter mais do que 8 páginas.