



Curso: Engenharia da Computação

Disciplina: Teoria da Informação e Codificação

Professor: Thiago Raposo Milhomem de Carvalho

ATIVIDADE DE LABORATÓRIO n. 05

Data da atividade	Prazo para envio
15/05/2025	19/05/2025

Este trabalho extra-classe – a ser realizado em MATLAB / Octave – poderá ser feito em grupos de até 4 alunos, e sua nota fará parte da pontuação relativa aos trabalhos. Deverá ser elaborado um breve relatório (postar em arquivo PDF) abordando os seguintes itens:

- i) breve introdução teórica relativa aos assuntos da atividade e do problema a ser resolvido (descrição dos conceitos e parâmetros estudados na atividade);
- ii) a explicação do experimento e procedimentos realizados;
- iii) os resultados (figuras, gráficos, etc.), explicações e comentários correspondentes;
- iv) conclusões gerais;
- v) no final do relatório: os comandos utilizados na atividade e, quando for o caso, os textos dos códigos fonte dos algoritmos ‘.m’ (copie o texto do(s) script(s) e cole-o(s) aqui).

ATENÇÃO:

- Os comentários, interpretação dos resultados e o entendimento do que se observa são o principal fator considerado na atividade de laboratório. É o que dá sentido ao seu relatório. Relatórios sem comentários ou somente com algoritmos e/ou figuras serão desconsiderados.
- A organização do relatório e dos algoritmos escritos também é considerada na avaliação. Algoritmos desorganizados – ou escritos de forma que só possam ser compreendidos por quem os escreveu – de nada servem no ambiente acadêmico e devem ser evitados.
- Não há problemas com o diálogo e cooperação entre colegas, mas cópias não serão aceitas. Em caso de cópias, a todos os envolvidos será aplicado o previsto no Código de Ética Discente do IESB. Seja honesto, faça seu próprio trabalho.
- Em caso de trabalhos feitos em grupo, somente um dos membros deve submetê-lo ao professor, sendo todos os membros do grupo igualmente responsáveis pelo relatório enviado, devendo certificar-se da realização da submissão e da correta identificação (nome/matricula) no relatório.

Atividade Prática n. 4

Compressão com perdas – Compressão de Imagens via Transformadas

Nesta atividade, vamos realizar a compressão de imagens utilizando a *transformada cosseno discreta* (DCT). Ao longo das explicações dos procedimentos solicitados, já se apresentam sugestões de comandos no Matlab.

Insira em seu relatório uma breve pesquisa sobre a DCT (*discrete cosine transform*) e suas aplicações em processamento de imagens, especialmente para compressão. Tente explicar, de forma breve e em termos gerais, de que maneira a DCT é utilizada para comprimir imagens – via quantização dos coeficientes – e os motivos de este procedimento funcionar, em geral, de modo satisfatório.

Agora, tanto para a imagem disponibilizada (arquivo “512px-Lenna_(test_image).bmp”) quanto para outras imagens à sua escolha, faça os seguintes procedimentos:

-1. Carregue a imagem `X` e converta-a para escala de cinza, representando-a em números reais (*double*) no intervalo $[0, 1]$;

-2. Calcule sua DCT em duas dimensões (comando `dct2` do Matlab), da seguinte maneira:

```
X_dct = dct2(X);
```

Veja, com o comando `imshow(X_dct)`, o quão esparsa (“cheia de zeros”) é esta matriz obtida no domínio da transformada cosseno. Nessa situação, diz-se que o domínio da DCT se trata de um *domínio esperso*, fenômeno explorado nas diversas ferramentas de compressão de sinais (áudio, imagem, vídeo etc.)

-3. Para realizar a compressão com perdas, determine quais coeficientes no domínio da DCT serão mantidos e quais serão anulados, por exemplo, da seguinte maneira:

```
X_dct_modif = zeros(size(X_dct));
```

```
X_dct_modif(1:L_final,1:C_final) = X_dct(1:L_final,1:C_final);
```

em que `L_final` e `C_final` são os índices finais a serem mantidos (linhas e colunas da DCT), sendo proporcionais às frequências de corte (na vertical e na horizontal, respectivamente); e o produto dado por `L_final*C_final` será a quantidade de coeficientes mantida na compressão. Note que este procedimento se assemelha a uma filtragem ideal no domínio da DCT.

Inicialmente escolha, por exemplo, cada um desses valores correspondendo a 5 % das dimensões originais (abaixo, `L` e `C` representam as quantidades de linhas e colunas, respectivamente, da imagem `X`):

```
L_final = round(0.05*L);
```

```
C_final = round(0.05*C);
```

O fator de compressão (ou taxa) será dado por

```
fator_compressao = 1 - L_final*C_final/(L*C);
```

-4. Recupere a imagem obtida, após esta compressão pelo fator obtido acima, para observar sua qualidade, da seguinte maneira (DCT inversa):

```
X_modif = idct2(X_dct_modif);
```

Avalie a qualidade subjetiva da imagem recuperada após compressão a esta taxa (comando `imshow(X_modif)`). O que lhe parece? Ainda se reconhece a imagem, mesmo após este procedimento de compressão? Esta é a *avaliação subjetiva*.

-5. Calcule a relação sinal-ruído de pico (PSNR) em dB obtida com esta taxa de compressão (ver a observação abaixo). Esta é a *avaliação objetiva do método*.

-6. Faça este procedimento para as seguintes taxas de compressão: **5 %, 10 %, 15 %, ..., 90 % e 95 %**. Isto é, você obterá 9 valores de taxa e PSNR (um para cada taxa de compressão). Plote um gráfico para PSNR versus taxa de compressão. Dê a sua avaliação subjetiva para cada taxa; observe o gráfico de PSNR versus taxa e comente os resultados.

Nos casos das imagens à sua escolha, tome pelo menos uma de cada um dos seguintes tipos:

- i) Imagens de fotografia (imagens reais, por exemplo, de pessoas ou da natureza etc.);
- ii) Imagens artificiais (criadas por computador, de desenhos animados etc.)

Comente os resultados obtidos em cada modalidade de imagem.

Obs.:

Dada a imagem de dimensões $M \times N$, calcule o erro quadrático médio (MSE), dado pela expressão:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (X(i,j) - Y(i,j))^2}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (X(i,j))^2},$$

em que X é a imagem original (utilizada como referência no experimento, a qual assumimos não ser ruidosa) e Y é a imagem resultante da aplicação do método (qualquer que se queira comparar à imagem “perfeita” X). Tendo o valor de MSE calculado, calcule a relação sinal-ruído de pico em dB ($PSNR_{dB}$), dada por:

$$PSNR_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{65025}{MSE} \right).$$

(Note que, quanto maior a PSNR, maior a semelhança (objetiva) entre X e Y).