

Experiência E13: Utilização da DCT em compressão de imagens e de vídeo

Objetivos

- Aplicação da DCT para compressão de imagens isoladas e em vídeos.
- Identificar os principais recursos do MATLAB para aplicações em DSP.

Introdução

A DCT (*Discrete Cosine Transform*) é uma transformada semelhante à transformada de Fourier, cujo *kernel* é formado por funções cosseno, o que resulta coeficientes reais para a transformada. No caso de uma imagem $x[m,n]$ com M linhas e N colunas, a DCT $X[p,q]$ pode ser expressa na forma apresentada pela equação (1), também conhecida como DCT-II.

$$X[p,q] = \alpha_p \alpha_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} x[m,n] \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N}, \quad \begin{matrix} 0 \leq p \leq M-1 \\ 0 \leq q \leq N-1 \end{matrix} \quad (1)$$

$$\alpha_p = \begin{cases} 1/\sqrt{2}, & p = 0 \\ \sqrt{2/M}, & 1 \leq p \leq M-1 \end{cases} \quad \alpha_q = \begin{cases} 1/\sqrt{2}, & q = 0 \\ \sqrt{2/N}, & 1 \leq q \leq N-1 \end{cases}$$

Na prática, diversos sinais apresentam suas DCTs com grande concentração de energia em alguns poucos coeficientes e concentrados em uma determinada região do espectro. Esta propriedade faz da DCT uma ferramenta útil para aplicações em compressão de sinais, já que os mesmos podem ser reconstruídos (com um determinado erro) a partir de coeficientes mais significativos da transformada.

Em compressão de imagens, a DCT é normalmente aplicada em subimagens ou blocos para redução da complexidade computacional e minimização do erro de reconstrução da imagem comprimida. Para 75% de descarte de coeficientes da DCT, blocos entre 8x8 e 64x64 pixels apresentam em geral o menor erro de reconstrução. Além do número de coeficientes descartados e do tamanho dos blocos, o erro na reconstrução da imagem depende também da precisão (número de bits) utilizados para representar os coeficientes preservados. Para armazenamento ou transmissão da imagem, apenas os coeficientes mais significativos são utilizados, conduzindo a uma redução significativa da quantidade de dados para representar a imagem.

A Figura 1 apresenta um exemplo de aplicação da DCT em compressão de imagens. A Figura 1a apresenta a imagem original não comprimida (*grayscale* com 8 bits por pixel). A DCT da imagem original apresenta maior concentração de potência próximo a origem (canto esquerdo superior). A Figura 1d apresenta a DCT após aplicação de uma máscara que seleciona a zona cujos coeficientes serão preservados. Os coeficientes foram quantizados linearmente com 16 bits, resultando na imagem apresentada na Figura 1c após a aplicação da DCT inversa. Neste exemplo, por simplicidade, não foram utilizados blocos para determinação das DCTs e a alocação de bits foi idêntica para todos os coeficientes.

Para melhores resultados, pode ser utilizada uma matriz de quantização que controla separadamente o nível de compressão de cada coeficiente, produzindo menor compressão (mais bits) nos coeficientes mais relevantes. Para transmissão ou

armazenamento dos coeficientes, pode ser utilizada uma ordenação dos mesmos em zig-zag a partir da origem (canto esquerdo superior). As sequências de coeficientes nulos podem ser representadas por uma codificação RLE (*run-length encoding*) e os valores resultantes podem ser codificados utilizando um código de Huffman, alocando menor número de bits para os valores mais frequentes.

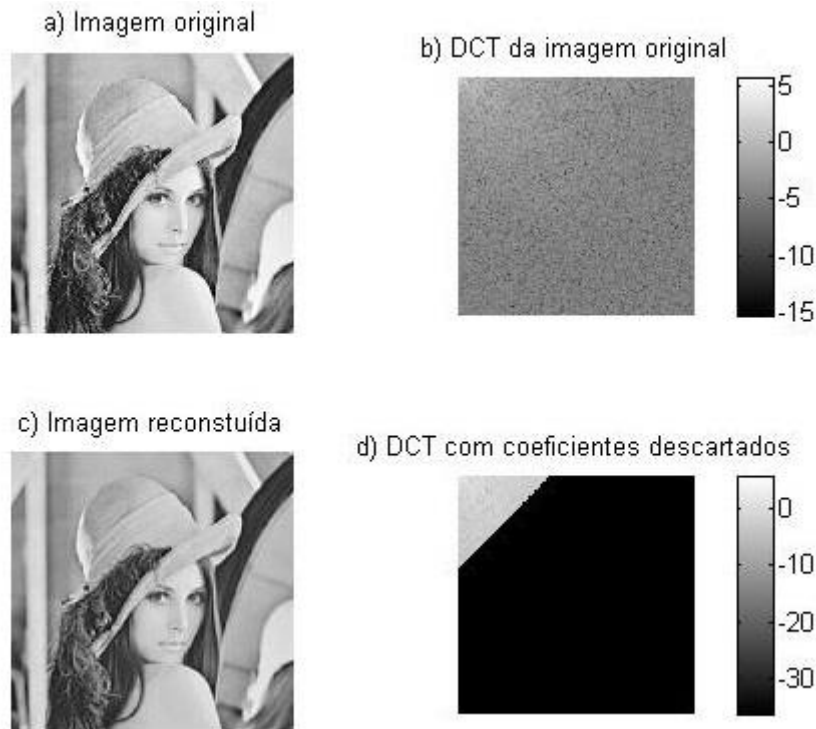


Figura 1- Aplicação da DCT na compressão de imagens.

A DCT também é utilizada em compressão de vídeo. Como exemplo, pode ser citado o padrão M-JPEG (*Motion JPEG*), onde cada quadro (imagem) de vídeo é comprimido independentemente utilizando o padrão JPEG, o qual é baseado na DCT.

Atividade Prática

- Carregar e analisar o arquivo *Exp13a.m*. Modificar o tamanho da máscara e o limiar para seleção dos coeficientes relevantes e também o número de bits para codificação dos coeficientes da DCT. Avaliar o efeito sobre a qualidade de imagem reconstruída e razão de compressão obtida.
- Carregar e analisar os arquivos *Exp13b.m*, *ProcessaQuadro.m* e *Exp13c.m*. Utilizando o procedimento baseado na DCT apresentado no arquivo *Exp13a.m*, modificar a função *ProcessaQuadro.m* para comprimir quadro a quadro um vídeo de RGB de 10s obtido através de uma *webcam* conectada ao PC. Aplicar a compressão separadamente às componentes RGB de cada quadro do vídeo. Verificar a qualidade do vídeo obtido após a compressão e a razão de compressão em função da variação do tamanho da máscara e do limiar para seleção dos coeficientes relevantes da DCT, assim como do número de bits para codificação dos mesmos.