1. Seja o bloco de imagem: $A = \begin{bmatrix} 10.4 & 12.4 \\ 14.9 & 20.4 \end{bmatrix}$.
   a. Calcule a DCT-2D através da equação de definição 2D. Obs. Utilize duas casas decimais.
   b. Com o valor obtido no item anterior, faça o arredondamento simples para número inteiro, e calcule o erro quadrático médio da DCT deste bloco.
   c. Efetue a quantização dos coeficientes, obtendo o valor inteiro quantizado, através desta tabela: $Q(u,v) = \begin{bmatrix} 5 & 7 \\ 7 & 8 \end{bmatrix}$.

2. Seja o bloco de componente Y de imagem:

$$\begin{bmatrix} 20.4 & 15.2 & 29.1 & 20.5 \\ 17.3 & 15.9 & 31.2 & 22.3 \\ 15.2 & 18.1 & 17.0 & 25.1 \\ 20.8 & 22.3 & 18.7 & 17.8 \end{bmatrix}$$

   a. Repita o item a da questão anterior, fazendo a codificação com blocos DCT 2x2
   b. Repita o item b da questão anterior, calculando o MSE de cada bloco 2x2.
   c. Efetue a quantização dos coeficientes, obtendo o valor inteiro quantizado, através da tabela de quantização:
   $Q(u,v) = \begin{bmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 20 \end{bmatrix}$
   d. Efetue a reconstrução da imagem com iDCT-2D, em cada bloco 2x2.
   e. Calcule o PSNR total da imagem após a reconstrução.

3. As matrizes abaixo são os coeficientes DCT-2D para as componentes YCbCr de um bloco 2x2 de uma imagem:

DCT (Y)	DCT(Cb)	DCT(Cr)
353 -22 -14 -10	266 8 5 2	276 -1 -1 3

   a. Obtenha a inversa DCT das componentes Y, Cb, e Cr, através da forma matricial, sendo que para isso deverá ser mostrada a matriz de transformação (2x2).
   b. Faça a transformação para o espaço RGB, apenas para todos os quatro pixels: pixel(1,1)/ pixel (1,2)/ pixel (2,1)/ pixel (2,2).
   c. Converta este pixel obtido para o espaço XYZ e xyz. Obs.: não é necessário fazer a correção gamma.
   d. Indique a cor deste pixel obtido, no diagrama de cromaticidade da Figura 1, respeitando a escala do gráfico.

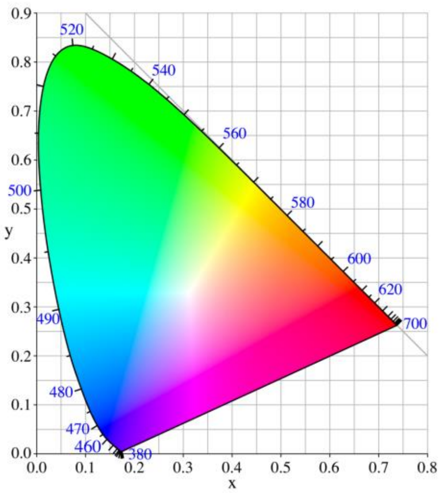


Figura 1.

4. Sabendo que a Transformada de Haar pode ser escrita na forma matricial como:

$$T = HFH^T$$

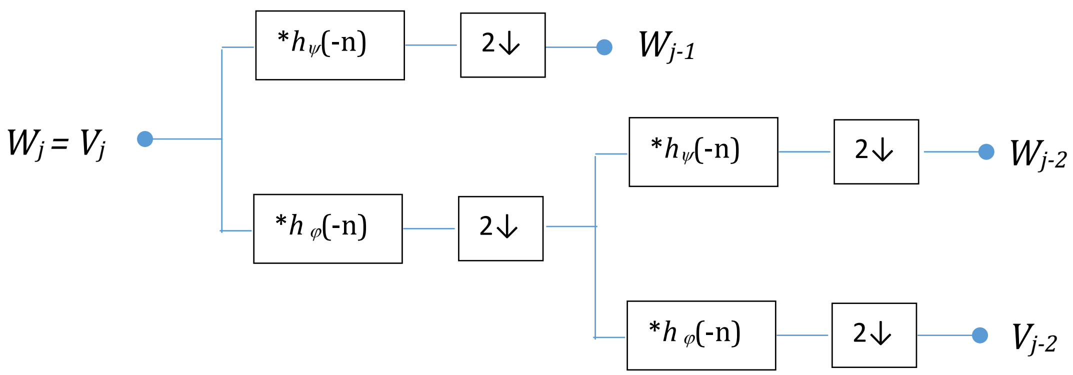
E sendo a matriz de transformação 4 x 4 de Haar:

$$H_4 = \frac{1}{2}\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ \sqrt{2} & -\sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{2} & -\sqrt{2} \end{bmatrix}$$

   a. (0,5 pontos) Prove que $H_4^T = H_4^{-1}$
   b. (1,0 ponto) Calcule a transformada de Haar para a imagem F $_{4x4}$:

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

5. Seja o banco de filtros para a transformada de Haar abaixo:



Onde:

$h_\psi(n) = \{-\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}\}$ e

$h_\varphi(n) = \{\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}\}$

   a. Para a sequência W_j=V_j={1,0,1,0}, determine a saída W_{j-1}
   b. Determine a saída W_{j-2}
   c. Determine a saída V_{j-2}

<u>Definições:</u>

DCT-2D:

$$\hat{a}_{k,l} = u_k . v_l . \sum_{r=0}^{m-1} \sum_{s=0}^{n-1} a_{r,s} \cos\left(\frac{\pi}{m} k \left(r + \frac{1}{2}\right)\right) \cos\left(\frac{\pi}{n} l \left(s + \frac{1}{2}\right)\right)$$

IDCT-2D

$$\tilde{a}_{r,s} = \sum_{k=0}^{m-1} \sum_{l=0}^{n-1} u_k v_l \hat{a}_{k,l} \cos\left(\frac{\pi}{m} k \left(r + \frac{1}{2}\right)\right) \cos\left(\frac{\pi}{n} l \left(s + \frac{1}{2}\right)\right)$$

onde:

$$\begin{aligned} u_0 &= \sqrt{1/m}, \quad u_k = \sqrt{2/m}, \quad k > 0 \\ v_0 &= \sqrt{1/n}, \quad v_l = \sqrt{2/n}, \quad l > 0 \end{aligned} .$$

Forma matricial -> DCT-2D: $\hat{A} = C_m . A . C_n^T$ IDCT-2D: $A = C_m^T . \hat{A} . C_n$

<u>Conversão de espaço de cores:</u>

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.164 & 0.000 & 1.596 \\ 1.164 & -0.392 & -0.813 \\ 1.164 & 2.017 & 0.000 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} (Y - 16) \\ (Cb - 128) \\ (Cr - 128) \end{bmatrix}$$

Ranges:
Y [16 ... 235]
Cb/Cr [16 ... 240]
R/G/B [0 ... 255]

www.equasys.de

YCbCr to RGB color conversion for SDTV

Conversão sRGB - XYZ	XYZ -> sRGB	sRGB -> XYZ
	3,2405 -1,5371 -0,4985 -0,9693 1,8760 0,0416 0,0556 -0,2040 1,0572	0,4125 0,3576 0,1804 0,2127 0,7152 0,0722 0,0193 0,1192 0,9503

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \left| X(i,j) - X_c(i,j) \right|^2$$

-X-X-X-