

JPEG

JPEG este un standard de codare de imagini care se bazeaza pe DCT.

Codarea folosind standardul JPEG poate fi sau nu cu pierduri.

Standardul JPEG prezinta patru variante de compresie:

- modul secvential fara pierderi: rata de compresie scazuta, dar reconstructie perfecta a imaginii
- modul secvential bazat pe transformata cosinus discreta DCT (modul de baza cu pierderi): imaginea este afisata rand cu rand, pe masura ce soseste informatia utila
- modul progresiv DCT (modul extins cu pierderi): imaginea este decomprimata pe masura ce e receptionata, afisandu-se versiuni din ce in ce mai bune ale imaginii
- modul ierarhic: foloseste codarea imaginilor la diferite rezolutii

Mai jos sunt prezentati doar o serie de pasi din algoritmul initial JPEG pentru variant folosind DCT.

1. Transformare spațiu culoare (pentru imagini color)

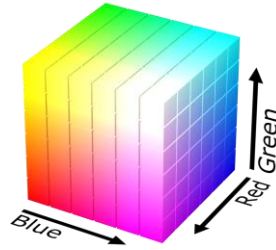


Figure 1 RGB color space

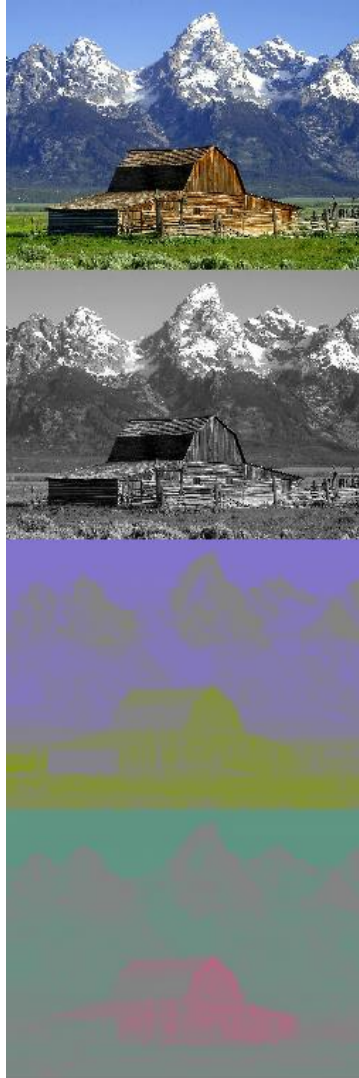


Figure 2 Initial RGB picture/ Y / Cb / Cr components

Transformare RGB -> Y Cb Cr

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B + 128$$

$$Cb = -0.172 * R - 0.339 * G + 0.511 * B$$

$$Cr = 0.511 * R - 0.428 * G - 0.083 * B + 128$$

Transformare Y Cb Cr -> RGB

$$R = Y + 0.000 * (Cb - 128) + 1.371 * (Cr - 128)$$

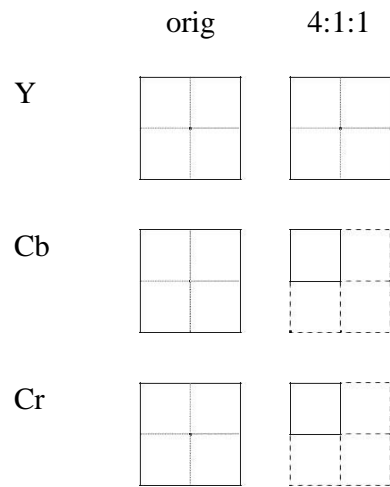
$$G = Y - 0.336 * (Cb - 128) - 0.698 * (Cr - 128)$$

$$B = Y + 1.732 * (Cb - 128) + 0.000 * (Cr - 128)$$

coeficienții Y,Cb,Cr și respectiv R,G,B calculați se limitează la [0-255].

2. Subeșantionare (pentru imagini color)

Considerăm doar cazul 4:1:1 (2h2v). Matricea Y ramane intacta. Cb/Cr se injumatateste 256x256 -> 128x128.



3. DCT

$$DCT_{ij} = \frac{1}{4} C_i C_j \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 p_{xy} \cos \frac{(2x+1)i\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)j\pi}{16}$$

$$p_{xy} = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 C_i C_j \cos \frac{(2x+1)i\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)j\pi}{16} DCT_{ij}$$

$$C_x = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{if, } x = 0 \\ 1 & \text{if, } x \neq 0 \end{cases}$$

Figure 3DCT & IDCT

4. Cuantizare

Metode de cuantizare implementate (se aleg din interfață)

- Metoda 1 - **eliminare coeficienți**

Păstrarea primilor N coeficienți DCT în ordinea zig-zag (N întreg, $0 \leq N \leq 64$, se alege din interfață) restul se fac 0. Ordonarea zig-zag.

0	1	5	6	14	15	27	28
2	4	7	13	16	26	29	42
3	8	12	17	25	30	41	43
9	11	18	24	31	40	44	53
10	19	23	32	39	45	52	54
20	22	33	38	46	51	55	60
21	34	37	47	50	56	59	61
35	36	48	49	57	58	62	63

- Metoda 2 - **matrice simplă calculată**

Cuantizare folosind matricea de cuantizare definită astfel:

$$Q_{xy} = 1 + (x+y) \cdot R$$

în care R este parametru ales din interfață (întreg, ≥ 0)

- Metoda 3 - **factor de calitate JPEG**

Cuantizare folosind factorul de calitate q_JPEG (întreg, ales din interfață) și matricile implicite

$$\begin{aligned} Q_{xy} &= 50 / q_JPEG \cdot Q_{impl_{xy}} \text{ pentru } 1 \leq q_JPEG \leq 50 \\ Q_{xy} &= (2 - q_JPEG / 50) \cdot Q_{impl_{xy}} \text{ pentru } 50 \leq q_JPEG \leq 99 \\ Q_{xy} &= 1 \text{ pentru } q_JPEG = 100 \end{aligned}$$

Valoarea rezultată pentru coeficientul de cuantizare se rotunjește la întreg și va lua valoare minim 1.

Rezultatul cuantizării se rotunjește la cel mai apropiat întreg.

matrice implicită cuantizare luminanță (Y)

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

matrice implicită cuantizare crominanță (Cb,Cr)

17	18	24	47	99	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	99	99
47	66	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

Informatii aditionale

Evaluări eroare

$$MSE = \frac{1}{256*256} \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} (Original_{ij} - Decoded_{ij})^2$$
$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{\sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} Original_{ij}^2}{MSE}$$

Figure 4 MSE / PSNR

Abordări utile la implementare

La fiecare etapă folosiți **matricile** distincte necesare (de dimensiuni 256*256 sau 128*128, după caz)

GRIJA LA TIPURILE DE DATE FOLOSITE

Semnificație matrice	Componente
Matrici imagine originală	R, G, B
Matrici imagine în spațiul luminanță / cromatică	Y, Cb, Cr
Matrici imagine în spațiul luminanță / cromatică subeșantionate	Y, Cb, Cr
Matrici coeficienți DCT	Y, Cb, Cr
Matrici coeficienți DCT cuantizați	Y, Cb, Cr
Matrici coeficienți DCT decuantizați	Y, Cb, Cr
Matrici imagine în spațiul luminanță / cromatică subeșantionate	Y, Cb, Cr
Matrici imagine în spațiul luminanță / cromatică	Y, Cb, Cr
Matrici imagine refăcută	R, G, B

Atenție la tipurile implicate: byte, int sau double (după caz) și la conversiile între tipuri. La calcul DCT mai apar 2 bucle for imbricate. Valorile cosinurilor implicați în DCT se vor precacala și memora (dacă considerați necesar). Cel mai complicat ”**algoritm**” :) este bucla for imbricată.

```

//Exemplu 1
for(y=0;y<256;y++)          // se parcurge imaginea pixel cu pixel
    for(x=0;x<256;x++)
    {
        x,      y      - index in imagine
        x/8,    y/8     - index bloc de 8*8
        x%8,    y%8     - index în interior bloc
        x/8*8,  y/8*8   - index prim element (pixel) al blocului
    }

//Exemplu 2
for(yb=0;yb<256;yb+=8)      // se parcurge imaginea bloc cu bloc
    for(xb=0;xb<256;xb+=8)
        for(y=0;y<8;y++)    // se parcurge blocul pixel cu pixel
            for(x=0;x<8;x++)
            {
                xb+x, yb+y - index in imagine
                xb/8, yb/8 - index bloc de 8*8
                x,      y   - index în interior bloc
                xb,      yb - index prim element (pixel) al blocului
            }

```

Elemente existente pe interfață

Trei imagini 256*256

- originală
- refăcută
- eroare

Patru butoane:

- încărcare imagine – cand se va apasa pe acest buton – se va putea selecta o poza. Pozele date ca input vor fi siere cu extensia bmp, de 256x256, color.
- transformări directe (fără cuantizare) – cand se va apasa acest buton se vor rula pasii 1, 2 si 3.
- transformări inverse(cuantizare + transformări inverse) – cand se va apasa acest buton se vor rula pasii 4 si apoi in reverse toti pasi – 4, 3, 2, 1. La finalul acestei executii veti avea o imagine refacuta pe care va trebui sa o afisati (a se vedea mai sus cele 3 zone cu imagini).
- reevaluare eroare – cand se va apasa acest buton se vor calcula si afisa rezultatele pentru eroare patratica si SNR. De asemenea va fii afisata imaginea eroare. Imaginea eroare este diferenta dintre imaginea initiala si imaginea refacuta inmultita cu un factor dat de la tastura si + 128 (formula asemanatoare ce s-a folosit la predictiv).

Pentru zoom (actualizate la fiecare click in imaginile de 256*256)

2 imagini 64*64 (bloc original și bloc refăcut mărite de 8 ori)

4 matrici cu valori relativ la Y

- bloc original
- matrice cuantizare
- coeficienți DCT cuantizati
- bloc refăcut

Posibilitate alegere una din cele 3 metode de cuantizare

Câmpuri de editare – parametrii N , R , q_JPEG și “factorul de contrast” de la
 afișarea erorii Etichete de afișare a valorilor MSE și PSNR
 ...orice altceva considerați util

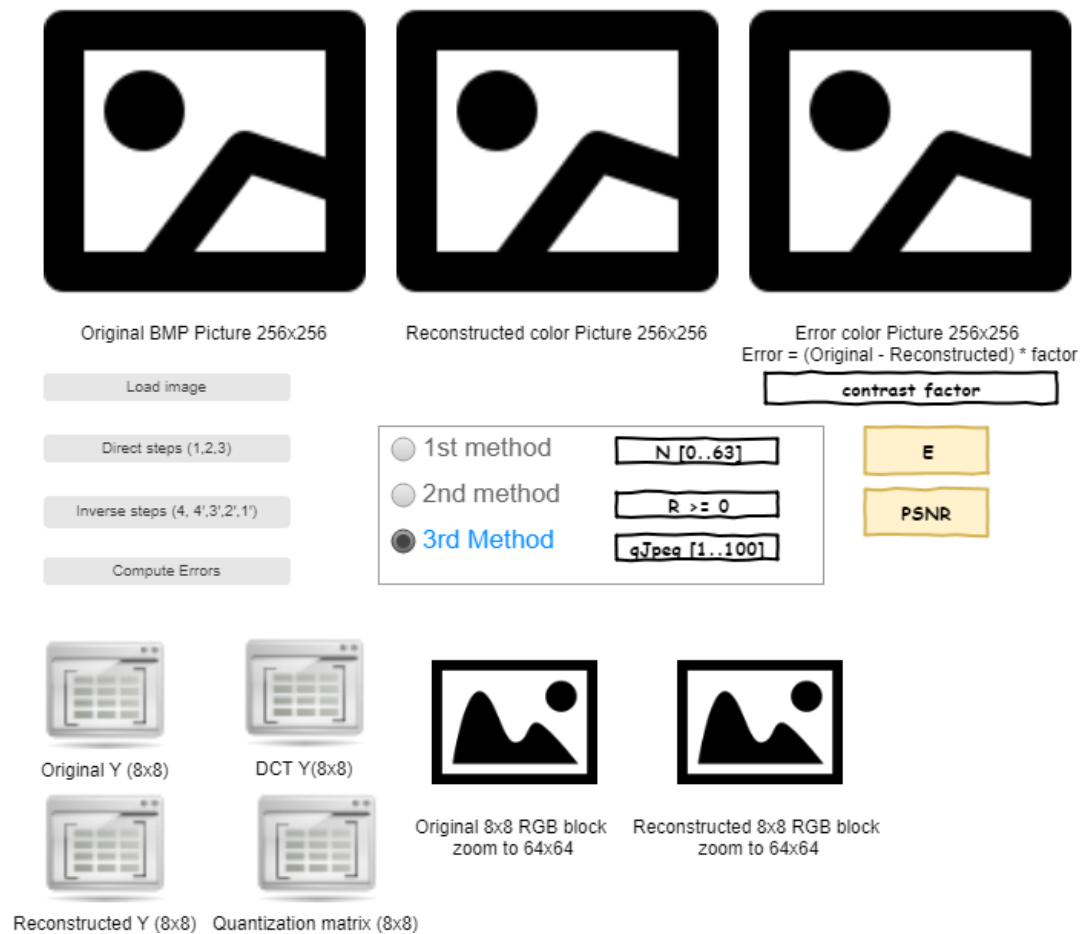


Figure 5 Sketch of UI