

1. Fie $U_{\text{dct}}[8 \times 8]$ transformata DCT a blocului de 8×8 pixeli curent de codat folosind standardul JPEG și $Q[8 \times 8]$ matricea de cuantizare folosită, iar tabela de coduri pt. coeficientul de curent continuu cea din Fig. 1.

- Cum arată matricea coeficienților DCT cuantizați (valorile rezultate în urma cuantizării se vor rotunji la cel mai apropiat întreg)?
- Reprezentați șirul coeficienților DCT cuantizați obținut în urma unei ordonări în zig-zag. Care este rolul ordonării în zig-zag?
- Să se codeze RLC șirul coeficienților DCT cuantizați și ordonați în zig-zag.
- Dacă valoarea cuantizată a coeficientului de c.c. (coeficientul DC) din blocul anterior codat este -16, care este valoarea care va fi codată entropic pentru coeficientul de c.c. din blocul curent?
- Care este codarea utilizată în standardul JPEG pentru codarea entropică a datelor? Care este codul coeficientului de c.c. din blocul curent codat entropic?
- Care este forma analitică a operației de negativare a imaginilor direct în domeniul comprimat? Aplicați operația de negativare pe matricea coeficienților DCT cuantizați obținută la punctul (a).

$U_{\text{dct}} =$

-227,00	40,71	66,32	-0,21	5,75	-0,60	2,02	-0,94
-164,88	64,14	70,93	6,57	5,45	-1,96	-1,59	1,07
-37,63	20,70	19,44	4,69	3,06	3,36	0,91	2,22
4,28	-2,34	-1,03	-0,38	-3,50	-3,65	-6,25	2,13
2,25	-0,11	-5,07	-5,63	-4,50	-2,16	-1,15	-0,11
8,49	-7,23	-0,67	-7,00	-1,88	-0,44	4,34	-0,62
9,09	2,35	1,91	-4,28	-0,46	-0,79	1,06	1,51
6,02	3,72	2,34	-1,27	-3,17	2,18	1,18	-1,32

$Q =$

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

Categoria	Codul de bază	Lungimea	Categoria	Codul de bază	Lungimea
0	010	3	6	1110	10
1	011	4	7	11110	12
2	100	5	8	111110	14
3	00	5	9	1111110	16
4	101	7	A	11111110	18
5	110	8	B	111111110	20

Rezolvare:

- Cum arată matricea coeficienților DCT cuantizați (valorile rezultate în urma cuantizării se vor rotunji la cel mai apropiat întreg)?

Operația de cuantizare este singura în care se pierde informație. Rolul acesteia este acela de a obține cât mai multe valori nule sau mici, acestea având avantajul unei compresii eficiente realizate ulterior. Transformata DCT oferă posibilitatea de a realiza această operație astfel încât efectul pierderii de informație să fie cât mai redus. Coeficienții DCT cuantizați sunt rezultatul împărțirii punctuale a blocului de 8×8 pixeli (pe care îl codăm) la matricea de cuantizare.

Practic, fiecare element $u_{i,j}$ din matricea U_{dct} va fi împărțit la fiecare element $q_{i,j}$ din matricea de cuantizare Q , iar apoi valoarea rezultată va fi rotunjită la cel mai apropiat întreg.

$$U_{\text{dct}_Q}(i,j) = [U_{\text{dct}}(i,j) / Q(i,j)], \text{ unde } i, j = \{0 \dots 7\}$$

iar U_{dct_Q} reprezintă matricea coeficienților DCT cuantizați.

$U_{\text{dct}_Q} =$

-14	4	7	0	0	0	0	0
-14	5	5	0	0	0	0	0
-3	2	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

De observat este faptul că elementele matricii coeficienților DCT au valorile mari concentrate în colțul din stânga sus, iar în colțul din dreapta jos valorile sunt foarte mici, sau chiar nule după rotunjirea la cel mai apropiat întreg. Acest lucru se datorează faptului că DCT realizează o transformare a datelor din domeniul spațial în domeniul frecvență astfel:

- Elementul din colțul stânga-sus este coeficientul DC;
- Coeficienții din stânga-sus corespund frecvențelor joase (variații lente de intensitate între pixeli)
- Pe măsură ce se avansează către colțul din dreapta-jos, coeficienții corespund frecvențelor înalte (variații rapide de intensitate date de detaliile fine din imagine)

b) Reprezentați șirul coeficienților DCT cuantizați obținut în urma unei ordonări în zig-zag. Care este rolul ordonării în zig-zag?

Șirul coeficienților DCT cuantizați și ordonați în zig-zag se obțin prin parcurgerea matricii U_{dct} . Deoarece valorile nenule sunt concentrate într-un colț al matricii, o parcurgere normală de tipul linie cu linie nu este eficientă, de aceea se preferă parcurgere în zig-zag.

00	01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63

Parcurgerea în zig-zag

Aplicat pentru exemplul analizat, matricea coeficienților DCT cuantizați, ilustrând și parcurgerea în zig-zag este următoarea:

$$U_{\text{det}_Q}(i,j) =$$

-14	4	7	0	0	0	0	0
-14	5	5	0	0	0	0	0
-3	2	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Așadar, șirul coeficienților DCT cuantizați și ordonați în zig-zag este:

-14 4 -14 -3 5 7 0 5 2 0 0 0 1 EOB

Rolul ordonării în zig-zag este acela de a realiza o parcurgere cât mai eficientă a matricii coeficienților cuantizați, datorită concentrării valorilor nenule într-un colț al matricii. Practic, ordonarea în zig-zag ajută la gruparea valorilor nule în șiruri cât mai lungi deoarece acest fapt permite o codare mai eficientă și duce la o compresie maximă.

c) Să se codeze RLC șirul coeficienților DCT cuantizați și ordonați în zig-zag.

Se va efectua codarea blocului după numărul de zerouri consecutive (RLC). Din elementele parcurse în zig-zag, se va crea un șir care va conține pe prima poziție coeficientul DC, iar pe următoarele fiecare coeficient AC diferit de zero: mai întâi numărul de zerouri care preced valoarea coeficientului AC, urmată de valoarea coeficientului AC. Codarea se va face pe perechi (Număr_zerouri, Valoare) în locul fiecărui coeficient în parte. Pentru matricea U_{det_Q} din exemplul de față coeficienții extrași în această ordine se prezintă astfel:

[-14 0 4 0 -14 0 -3 0 5 0 7 1 5 0 2 3 1 EOB]

Se observă modul în care se grupează valorile nule către sfârșitul șirului. De acest fapt se va ține cont la codarea acestor elemente. Fiecare coeficient AC este un număr întreg care poate varia între -1023 și $+1023$ (valorile sunt obținute analizând cazul cel mai defavorabil și modul în care lucrează transformata cosinus discretă), în timp ce fiecare coeficient DC poate lua valori între -2047 și 2047 .

d) Dacă valoarea cuantizată a coeficientului de c.c. (coeficientul DC) din blocul anterior codat este -16 , care este valoarea care va fi codată entropic pentru coeficientul de c.c. din blocul curent?

Coeficientul diferență DC este obținut prin scăderea coeficientului DC al blocului anterior procesat din coeficientul DC curent. Această operație este echivalentă cu o codare diferențială a coeficienților DC și se face pentru a se obține coeficienți de codat cât mai mici posibil, fiind aplicabilă tuturor coeficienților DC cu excepția primului coeficient DC din imagine. Codul unei valori se obține prin concatenarea unui cod pentru clasa din care face parte și un cod corespunzător valorii acesteia.

Așadar, pentru exemplul de față, având în vedere că valoarea coeficientului DC curent este -14 , iar valoarea coeficientului DC al blocului anterior procesat este -16 , valoarea care va fi codată entropic pentru coeficientul de c.c. din blocul curent este $-14 - (-16) = 2$.

e) Care este codarea utilizată în standardul JPEG pentru codarea entropică a datelor? Care este codul coeficientului de c.c. din blocul curent codat entropic?

[illegible]

5. Fie U de 8×8 pixeli cadrul 21 dintr-o secvență video, în care pixelii sunt reprezentați prin luminanțele lor, în domeniul $\{0,1,...,255\}$. Rata cadrelor secvenței video este de 300 cadre/s. Blocul colorat cu gri din cadrul 21 reprezintă un obiect rigid, care se deplasează cu viteză constantă de-a lungul secvenței, vectorul de deplasare al acestui bloc fiind specificat prin vitezele sale pe orizontală și verticală: 0.2 pixeli/ms pe orizontală și 0.1 pixeli/ms pe verticală.

- Dacă se consideră că variația luminanței obiectului între cadrele 21 și 31 ale secvenței video este nulă, reprezentați obiectul rigid (conținut de blocul hașurat cu gri în cadrul 21) în cadrul 24 al secvenței video.
- Cum s-ar modifica apariția acestui obiect rigid în cadrul 24 dacă luminozitatea medie a scenei crește liniar cu un factor de 0.5 la fiecare 10 cadre?

$U =$

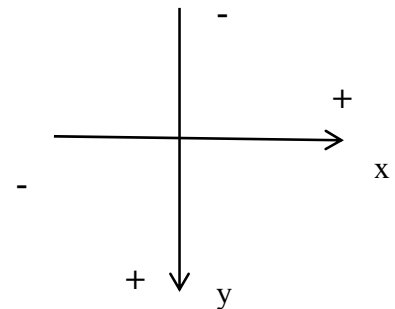
49	49	51	51	53	52	50	50
50	152	152	152	153	52	50	51
50	153	153	151	150	51	51	50
49	153	152	150	149	49	51	50
49	149	151	151	150	48	48	49
48	47	48	49	49	48	47	45
49	49	48	47	46	47	48	47
49	50	50	49	46	46	48	50

Rezolvare

- Dacă se consideră că variația luminanței obiectului între cadrele 21 și 31 ale secvenței video este nulă, reprezentați obiectul rigid (conținut de blocul hașurat cu gri în cadrul 21) în cadrul 24 al secvenței video.

$U =$

49	49	51	51	53	52	50	50
50	152	152	152	153	52	50	51
50	153	153	151	150	51	51	50
49	153	152	150	149	49	51	50
49	149	151	151	150	48	48	49
48	47	48	49	49	48	47	45
49	49	48	47	46	47	48	47
49	50	50	49	46	46	48	50



Direcțiile de deplasare

Rata cadrelor secvenței video este de 300 cadre/s =>

1s 300 cadre

xs 24-21=3 cadre

$$\Rightarrow x = \frac{3 \cdot 1s}{300} = 0,01s = 10ms$$

– deplasarea pe orizontala $dx = 0,2 \text{ pixeli} / ms \cdot 10ms = 2 \text{ pixeli}$

– deplasarea pe verticala $dy = 0,1 \text{ pixeli} / ms \cdot 10ms = 1 \text{ pixeli}$

$U_{24a} =$

			152	152	152	153	
			153	153	151	150	
			153	152	150	149	
			149	151	151	150	

- b) Cum s-ar modifica apariția acestui obiect rigid în cadrul 24 dacă luminozitatea medie a scenei crește liniar cu un factor de 0.5 la fiecare 10 cadre?

În 10 cadre luminozitatea crește cu 0,5

10 cadre $0,5 \cdot l$

3 cadre $x \cdot l$

$$\Rightarrow x = \frac{3 \cdot 0,5}{10} = 0,15 \Rightarrow \text{crește cu } 0,15 \Rightarrow l' = l + 0,15 \cdot l = 1,15 \cdot l$$

$U_{24b} =$

			175	175	175	176	
			176	176	174	173	
			176	175	173	171	
			171	174	174	173	