

## EXAMEN la TEHNICI DE CODARE ȘI COMPRESIE A IMAGINILOR

Master Francofon– 31 Mai 2007

### 1 A. SUBIECT – GRILA

Subiectele au pondere egală și sunt cu răspunsuri corecte multiple (1, 2, 3 sau 4). **Se vor încercui (CU ATENȚIE) răspunsurile considerate corecte.** Nu se admit ștersături și modificarea ulterioară a unui răspuns !!!

**Total punctaj grilă: 2,5 puncte**

1. Pentru imaginea din fig.1 a), imaginea din fig. 1b) reprezintă, cel mai probabil:
- spectrul de fază al transformatei sale Hadamard;
  - spectrul de amplitudine al transformatei sale cosinus discrete;
  - rezultatul cuantizării foarte grosiere a imaginii, cu un număr foarte mic de biți per pixel (în medie, 0.1 biți/pixel);
  - eroarea de refacere a imaginii după decompresie, dacă s-a folosit compresia bazată pe tehnica predictivă DPCM.



Fig. 1.a)

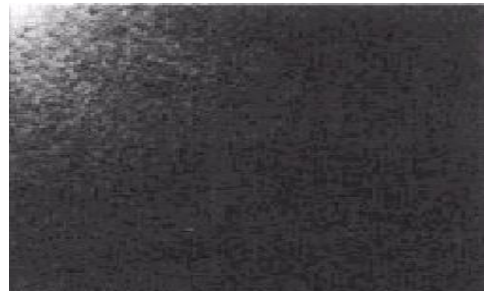


Fig. 1.b)

2. Pentru imaginea originală pe nivele de gri din fig. 2a), în urma unui procedeu de codare cu pierderi și decodare, se obține imaginea reconstruită din fig. 2b). Procedeu de codare este:
- PCM folosind un cuantizator uniform de 1 bit;
  - PCM folosind un cuantizator uniform de 2 biți;
  - DPCM 2-D urmat de cuantizarea uniformă a erorii de predicție cu un cuantizator de 2 biți;
  - PCM folosind un cuantizator uniform cu 4 nivele de cuantizare.



Fig. 2.a)



Fig. 2.b)

3. Imaginea din fig. 3b) este rezultatul decodării imaginii originale din fig. 3a) într-un sistem de compresie și decompresie prin transformări bazat pe DCT. Motivul calității scăzute a imaginii reconstruite este:
- păstrarea a prea puțini coeficienți DCT pentru refacerea imaginii;
  - dimensiunea prea mică a blocurilor din imagine pe care se aplică DCT;
  - prea puține nivele de cuantizare pentru coeficientul de curent continuu;
  - prea puține nivele de cuantizare pentru coeficienții de curent alternativ.



Fig. 3.a)



Fig. 3.b)

4. Care este diferența dintre codarea entropică DPCM – linie cu linie și codarea DPCM – bidimensională?

- în cazul DPCM linie cu linie fereastra de predicție este unidimensională, în timp ce în cazul predicției bidimensionale fereastra de predicție este 2D

- în cazul DPCM linie cu linie pentru o imagine avem formula:  $\bar{u}(n) = \sum_{k=1}^p a(k)u(n-k)$ , pe când în cazul DPCM bidimensional avem formula:

$$\bar{u}(m,n) = \sum_{k,l \in W} a(k,l)u(m-k,n-l), \text{ unde } W - \text{fereastra de predicție}$$

- nu există nici o diferență
- în cazul DPCM linie cu linie pentru o imagine avem formula:

$$\bar{u}(m,n) = \sum_{k,l \in W} a(k,l)u(m-k,n-l) \text{ unde } W - \text{fereastra de predicție, pe când în cazul}$$

$$\text{DPCM bidimensional avem formula: } \bar{u}(n) = \sum_{k=1}^p a(k)u(n-k)$$

5. În modulația delta adaptivă "three state", obținerea unor rate mari de compresie se datorează:

- compresiei DCT urmată de codarea RLC a imaginii;
- codării Huffman a celor trei stări;
- codării DPCM bidimensionale a imaginii;
- codării RLC a stărilor de zero și cu un cod de 2 biți pentru celelalte stări.

6. Codarea intercadre cu estimarea mișcării presupune:

- împărțirea cadrelor în blocuri de pixeli și determinarea deplasării în pixeli celei mai probabile a fiecărui bloc de imagine dintr-un cadru de referință în cadrul de codat
- estimarea vectorului de mișcare a fiecărui bloc de pixeli dintr-un cadru în altul
- compensarea mișcării în procesul de refacere al cadrului la redare
- segmentarea cadrului în zone staționare și zone în mișcare

**1 B. SUBIECT CLASIC**

**Total punctaj clasic : 4,5 puncte**

1. Fie blocul U de 4×4 pixeli dintr-o imagine digitală, în care fiecare pixel este reprezentat prin luminanța sa în domeniul {0,1,...,255}, și fie matricea transformării Hadamard H [4×4], definite prin:

$$U = \begin{bmatrix} 64 & 64 & 64 & 64 \\ 64 & 64 & 64 & 64 \\ 128 & 128 & 128 & 64 \\ 128 & 128 & 128 & 64 \end{bmatrix}; \quad H = \frac{1}{2} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}.$$

- Cum arată matricea transformării Hadamard ordonate după numărul de schimbări de semn? Demonstrați că această matrice este unitară.
  - Calculați transformata Hadamard bidimensională a blocului U, folosind fie matricea transformării Hadamard ordonate, fie cea dată în enunț.
  - Demonstrați conservarea energiei imaginii prin această transformare și examinați compactarea energiei imaginii în domeniul transformat față de cel original. Cum puteți estima aproximativ rata de compresie obținută?
2. Matricile din figură reprezintă coeficienții transformatei DCT 2-D a unui bloc de 8×8 pixeli dintr-o imagine digitală pe nivele de gri (matricea  $V[8 \times 8]$ ), și respectiv tabela de cuantizare  $Q[8 \times 8]$  folosită pentru cuantizarea acestor coeficienți într-o schemă de codare bazată pe DCT 2-D.

$$V = \begin{bmatrix} 164 & 40 & 20 & 72 & 30 & 12 & -20 & -12 \\ 30 & 110 & 10 & 30 & 30 & -15 & 18 & -2 \\ -100 & -60 & 12 & -40 & -32 & 6 & -4 & 8 \\ -40 & -80 & -5 & -20 & -12 & 15 & -1 & 4 \\ -32 & 18 & -6 & -12 & 12 & -6 & 12 & -6 \\ 0 & -12 & 12 & 0 & 28 & 12 & 8 & 4 \\ 4 & -2 & 12 & 6 & -18 & -12 & 8 & 12 \\ -10 & 10 & 8 & -16 & 20 & 0 & 6 & 10 \end{bmatrix};$$

$$Q = \begin{bmatrix} 16 & 12 & 12 & 16 & 24 & 40 & 50 & 50 \\ 12 & 12 & 12 & 20 & 24 & 60 & 60 & 50 \\ 12 & 12 & 16 & 24 & 40 & 60 & 60 & 60 \\ 12 & 20 & 20 & 30 & 50 & 80 & 80 & 60 \\ 20 & 20 & 40 & 60 & 60 & 100 & 100 & 80 \\ 24 & 40 & 60 & 60 & 80 & 100 & 100 & 100 \\ 50 & 60 & 80 & 80 & 100 & 100 & 100 & 100 \\ 80 & 80 & 100 & 100 & 100 & 100 & 100 & 100 \end{bmatrix}.$$

- Cum arată matricea  $V'[8 \times 8]$  a coeficienților DCT cuantizați? Valorile rezultate se vor rotunji la cel mai apropiat întreg.
- Reprezentați șirul coeficienților DCT cuantizați obținut în urma ordonării în zig-zag a matricii coeficienților DCT cuantizați  $V'[8 \times 8]$ .

3. În figura următoare sunt prezentate: un bloc de  $8 \times 8$  pixeli codat și reconstruit dintr-un cadru de referință, și respectiv blocul de pe aceeași poziție spațială de  $8 \times 8$  pixeli din cadrul curent (următor cadrului de referință) care urmează a fi codat. Dacă asupra secvenței video se aplică o codare cu înlocuire condiționată cu pragul  $\eta=11$ ,
- Cum arată matricea de eroare  $E[8 \times 8]$  transmisă decodorului? Se va presupune o cuantizare fără pierderi a lui  $E$ .
  - Cum arată blocul de  $8 \times 8$  pixeli din cadrul curent codat, reconstruit la decodor? Calculați MSE (eroarea medie pătratică) dintre blocul decodat (reconstruit) din cadrul curent și blocul original din cadrul curent.

$$\text{Cadrul de referinta} = \begin{bmatrix} 120 & 128 & 120 & 140 & 160 & 200 & 210 & 192 \\ 120 & 120 & 130 & 164 & 164 & 200 & 200 & 180 \\ 120 & 100 & 80 & 80 & 80 & 90 & 120 & 164 \\ 100 & 70 & 60 & 64 & 64 & 60 & 60 & 100 \\ 70 & 60 & 32 & 32 & 32 & 32 & 60 & 70 \\ 100 & 80 & 80 & 70 & 70 & 100 & 132 & 132 \\ 100 & 90 & 90 & 100 & 100 & 100 & 100 & 132 \\ 100 & 100 & 90 & 80 & 80 & 90 & 100 & 132 \end{bmatrix};$$

$$\text{Cadrul curent, de codat} = \begin{bmatrix} 114 & 120 & 120 & 120 & 140 & 180 & 200 & 180 \\ 114 & 120 & 120 & 160 & 160 & 200 & 210 & 180 \\ 114 & 100 & 80 & 80 & 92 & 92 & 120 & 160 \\ 90 & 64 & 70 & 90 & 80 & 80 & 60 & 70 \\ 50 & 40 & 48 & 70 & 64 & 50 & 60 & 60 \\ 90 & 80 & 80 & 70 & 80 & 120 & 140 & 140 \\ 110 & 80 & 90 & 114 & 114 & 110 & 100 & 140 \\ 104 & 100 & 80 & 80 & 80 & 90 & 108 & 128 \end{bmatrix}.$$

4. Care sunt modalitățile efective de obținere a compresiei în metodele de codare prin transformări?
5. Codarea predictivă cu compensarea mișcării.
6. Ce înseamnă redundanța spațială și temporală? Care sunt principalele tehnici de exploatare a redundanței spațiale și, respectiv, temporale în compresia imaginilor statice și, respectiv, a secvențelor video?