

Procesarea Imaginilor

COMPRESIA IMAGINILOR

Mihai Ivanovici

Universitatea Transilvania din Braşov



Titlul

Compresia imaginilor
Clasificarea metodel...
Algoritmul Huffman
Algoritmul RLE
Algoritmul LZW
Compresia cu transfo...
Compresia predictivă
Compresia cu arbori...

Page 1 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

1 Compresia imaginilor

Termenul de compresie se referă la totalitatea metodelor ce au drept scop reducerea cantității de date necesare pentru reprezentarea unei imagini

Compresia este folosită în special pentru stocarea sau transmiterea imaginilor



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 2 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

2 Clasificarea metodelor de compresie

- **Metode de compresie la nivel de pixel** Acestea nu țin cont de corelația care există între pixelii vecini. Sunt metode fără pierdere de informație.
 - codarea Huffman
 - codarea LZW (Lempel-Ziv-Walsh)
 - codarea RLE (Run Length Encoding)
- **Metode de compresie predictive**
Aceste metode realizează compresia folosind corelația care există între pixelii vecini.
 - codarea cu modulație “delta”
 - codarea DPCM (Differential Pulse Code Modulation)



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metode...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 3 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

- **Metode de compresie cu transformate**

Se bazează pe descompunerea imaginii într-o bază

- **Alte metode de compresie**

- cu arbori cuaternari
- cuantizarea vectorială
- codarea folosind fractali
- codarea hibridă



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metode ...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo ...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori ...

Page 4 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

3 Algoritmul Huffman

Presupunem că valorile pixelilor unei imagini sunt simboluri ale unei surse S de informație:

$$[S] = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}$$

pentru care se cunosc probabilitățile de apariție:

$$[P] = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$$

$$P(S_1) = p_1 \quad P(S_2) = p_2 \quad P(S_N) = p_N$$



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 5 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Aceste probabilități nu reprezintă altceva decât frecvențele relative de apariție ale simbolurilor într-un șir de simboluri emise de sursa S .

Entropia sursei S care generează simbolurile se calculează cu formula:

$$H(S) = - \sum_{i=1}^N p_i \cdot \log p_i$$

Scopul este acela de a coda simbolurile sursei S cu simboluri ale unei alte surse (de exemplu o sursă binară), astfel încât *entropia noii surse să fie maximizată*



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 6 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Algoritmul Huffman (1952)

Pasul 1. Se ordonează descrescător probabilitățile p_i .

Pasul 2. Se formează un arbore binar, având ca frunze valorile celor mai mici probabilități din șirul de probabilități. Rădăcina acestui arbore va conține suma probabilităților celor două frunze ale sale. Se etichetează muchia stângă cu 1 și muchia dreaptă cu 0.

Pasul 3. Din șirul P se elimină cele două probabilități care au fost alese ca fiind cele mai mici. În șirul P se introduce valoarea conținută de rădăcina arborelui binar format.

Pasul 4. Dacă în șirul P există mai mult de un element, atunci se reia algoritmul, de la **Pasul 1**.

Pasul 5. Codarea binară a fiecărui element se obține prin parcurgerea arborelui ce s-a format, de la rădăcină spre fiecare frunză.



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 7 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Eficiența codificării Huffman este dată de lungimea medie \bar{l} a cuvintelor de cod, care se calculează folosind formula:

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^N l_i \cdot p_i$$

unde l_i este lungimea codului alocat simbolului S_i



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 8 of 26



Full Screen

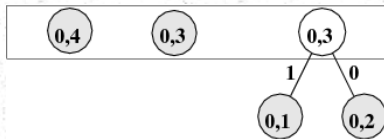
Search

Close

PI 2008

Exemplu

Fie o sursă S care generează 4 simboluri, $[S] = \{a, b, c, d\}$, care au următoarele probabilități de apariție: $[P] = \{0.2; 0.4; 0.1; 0.3\}$. Arborele codării Huffman va fi următorul:



Titlu

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 9 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 10 of 26

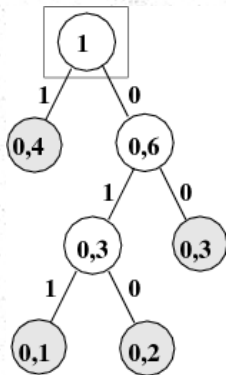
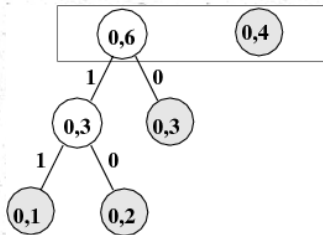


Full Screen

Search

Close

PI 2008



Pentru decompresie este necesară o tabelă de decodare:

Simbol	Cuvânt de cod
a	"010"
b	"1"
c	"011"
d	"00"

Lungimea medie a cuvintelor de cod, pentru acest exemplu, este:

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^4 p_i \cdot l_i = 0,2 \cdot 3 + 0,4 \cdot 1 + 0,1 \cdot 3 + 0,3 \cdot 2 = 1,9 \text{ bits/simbol}$$

Dacă nu am fi codat simbolurile, în vederea maximizării entropiei sursei, ar fi fost nevoie de 2 biți/simbol pentru codare.



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 11 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Pentru imagini, probabilitățile de apariție ale nivelelor de gri se obțin prin calcularea histogramei imaginii

Dacă histograma este uniformă, atunci algoritmul Huffman de codare nu este eficient, nerealizând nici o îmbunătățire a lungimii cuvintelor de cod.



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 12 of 26



Full Screen

Search

Close

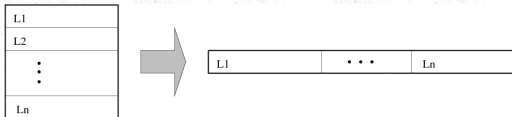
PI 2008

4 Algoritmul RLE

Algoritmul RLE pentru imagini binare

Vom considera valorile pixelilor (0 sau 255) ca fiind simbolurile 0 și 1 generate de o sursă binară.

Imaginea este transformată într-un șir unidimensional, prin concatenarea liniilor sau a coloanelor



Titlu

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 13 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Algoritmul de codare:

- primul element al șirului codat este primul element din șirul de codat
- pentru fiecare subșir, se scrie în șirul codat lungimea acestuia

00000001111100011000000000101000111111111111
șirul codat: 0 7 5 3 2 9 1 1 1 3 12

Metodă de compresie pentru imaginilor transmise prin fax.

Decompresia se face similar cu compresia, parcurgând șirul codat și generând șiruri alternate, de simboluri 0 sau 1, începând cu primul element din șirul codat, și de lungimi indicate de valorile întâlnite în șirul de decodat.



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 14 of 26



Full Screen

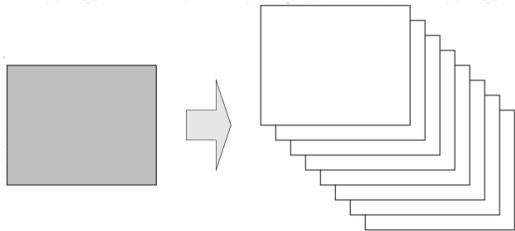
Search

Close

PI 2008

Algoritmul RLE pentru imagini în tonuri de gri

Pentru imagini în tonuri de gri, algoritmul RLE se aplică pentru plane formate din biții de pe aceeași poziție, din reprezentarea binară a valorilor pixelilor



Valoarea pixelului (i, j) din imaginea în tonuri de gri va fi reprezentată pe 8 biți astfel:



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 15 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$$val(i, j) = [b_0b_1b_2b_3b_4b_5b_6b_7]$$

unde b_0 este cel mai semnificativ bit (MSB¹), iar b_7 este cel mai puțin semnificativ bit (LSB²).

Imaginea binară formată din biții cei mai semnificativi va fi comprimată cel mai bine cu algoritmul RLE

Imaginea binară formată din biții cei mai puțin semnificativi va fi o imagine cu "purici", pentru care se poate lua decizia de a nu mai fi codată și deci ignorată

¹Most Significant Bit.

²Least Significant Bit.



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 16 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

5 Algoritmul LZW

Algoritmul LZW de codare

```
w = ""  
while( read a character k)  
    if wk in dictionary  
        w = wk  
    else  
        add wk to dictionary  
        add w's code to the output string  
        w = k
```



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 17 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Algoritmul LZW de decodare

```
read a character k
print k
w = k
while( read a character k )
    entry = k's code from dictionary
    print entry
    add w + first character of
        entry to the dictionary
    w = entry
```



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 18 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

6 Compresia cu transformate

Se bazează pe proprietatea transformatelor unitare de a compacta energia imaginii într-un număr redus de coeficienți, cât mai decorelați, repartizați neuniform în spațiul transformării

$$V = A \cdot U \cdot A^T$$

$$\hat{V} \approx V$$

$$\hat{U} = A^{*T} \cdot \hat{V} \cdot A^*$$



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu trans...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 19 of 26

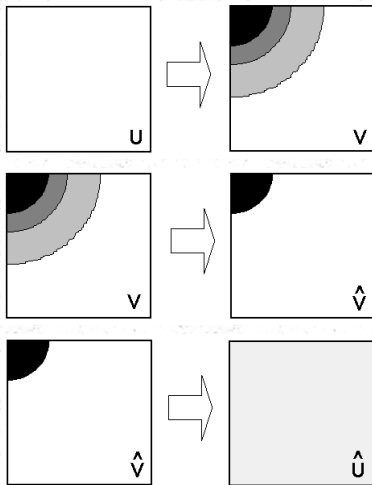


Full Screen

Search

Close

PI 2008



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu trans...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 20 of 26



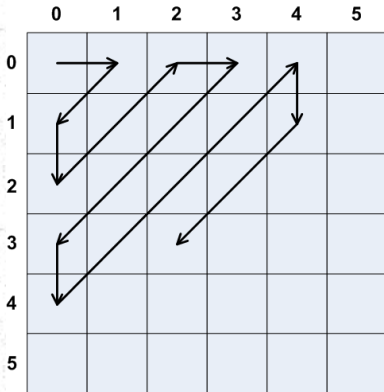
Full Screen

Search

Close

PI 2008

Parcurgere în zig-zag



$c(0,0), c(0,1), c(1,0), c(2,0), c(1,1), c(0,2), c(0,3),$
 $c(1,2), c(2,1), c(3,0), c(4,0) \dots$



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu trans...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 21 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

7 Compresia predictivă



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 22 of 26



Full Screen

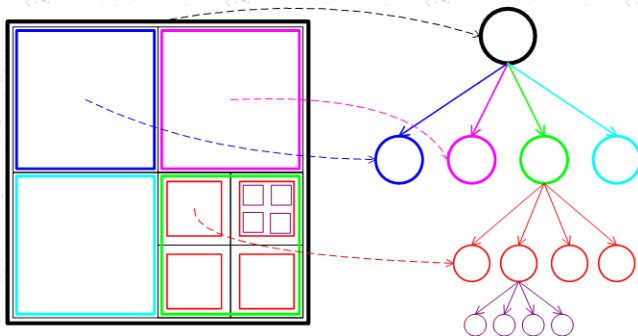
Search

Close

PI 2008

8

Compresia cu arbori cuaternari



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbor...

Page 23 of 26



Full Screen

Search

Close

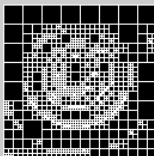
PI 2008

Select an image:

Tire



Quadtree decomposition

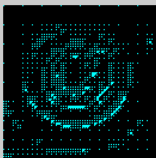


Threshold (0-1): 0.40

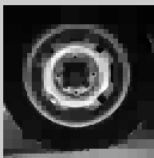


Apply

Sparse representation



Block means



Animated computation

Info

Close

Number of blocks: 1279



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbor...

Page 24 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbor...

Page 25 of 26



Full Screen

Search

Close

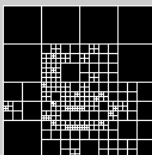
PI 2008

Select an image:

Tire



Quadtree decomposition



Threshold (0-1): 0.70



Apply

Animated computation

Sparse representation



Block means



Number of blocks: 307

Info

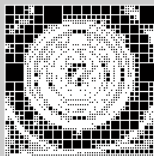
Close

Select an image:

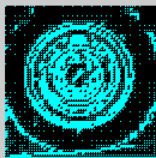
Tire



Quadtree decomposition



Sparse representation



Block means



Threshold (0-1): 0.10



Apply

Animated computation

Info

Close

Number of blocks: 5974



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbor...

Page 26 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008

9

Cuantizare vectorială



Titlul

Compresia imaginilor

Clasificarea metodel...

Algoritmul Huffman

Algoritmul RLE

Algoritmul LZW

Compresia cu transfo...

Compresia predictivă

Compresia cu arbori...

Page 27 of 26



Full Screen

Search

Close

PI 2008