

## Nr. 2

În prelucrarea imaginilor se folosesc deseori descriptori de imagini. Descriptorii sunt seturi de trăsături generale ale imaginilor și fac referire la diverse aspecte, e.g. formă, culoare, textură, etc. Un astfel de descriptor este Locally Binary Patterns (LBP). Vom implementa o variantă restrânsă a acestui descriptor.

Având la dispoziție o matrice de elemente întregi  $M$  de dimensiune  $m \times n$ , se dorește extragerea unei submatrice, binarizarea submatricei (transformarea valorilor inițiale în 0 sau 1), și transformarea ei într-un număr zecimal după cum urmează:

- Din matricea  $M$  se extrage o fereastră  $k \times k$ , unde  $k$  este întotdeauna un întreg impar. În cazul în care elementele ferestrei se află în afara matricei  $M$ , se bordează (completează) matricea  $M$  cu valori de 0, atât cât este necesar.
- Fiecărui element din fereastră  $k \times k$ ,  $i$  se atribuie valoarea 1 dacă valoarea lui este strict mai mare decât cea a valorii elementului central, altfel  $i$  se atribuie 0. Elementului central  $i$  se va atribui valoarea 0.
- Fereastră formată din valori de 0 și 1 este considerată a fi reprezentarea unui număr binar. Fiecare element din fereastră se va înmulți cu o putere a lui 2, dată de poziția elementului curent în fereastră. Aceste puteri ale lui 2 cresc pe măsură ce parcurgem fereastră, de la stânga la dreapta și de sus în jos. Se afișează, în final, reprezentarea zecimală a acestui număr binar.

### Să se realizeze în limbajul C următoarele:

1. O funcție ce permite inițializarea unei matrice de dimensiuni arbitrare (nr. de linii  $\times$  nr. de coloane), cu numere întregi și o funcție ce permite afișarea valorilor unei matrice de întregi, de dimensiuni arbitrare;
2. O funcție ce bordează liniile și coloanele unei matrice de valori întregi, cu valoarea 0 astfel încât să permită aplicarea unei ferestre de dimensiune  $k \times k$  în orice punct al matricei;
3. O funcție ce primește coordonatele spațiale (linia și coloana) unui punct dintr-o matrice de întregi, și extrage o submatrice de dimensiune  $k \times k$ . Coordonatele primite sunt ale elementului din colțul stânga sus al ferestrei.
4. O funcție ce binarizează o matrice de dimensiune  $k \times k$  după cum urmează: atribuie valoarea 1 elementelor din matrice doar dacă valoarea lor este strict mai mare decât cea a elementului central, altfel, atribuie valoarea 0. Elementul central va lua, ulterior, valoarea 0.
5. O funcție ce transformă valorile binare ale unei matrice de dimensiune  $k \times k$  într-un număr zecimal astfel: fiecare element din matrice este înmulțit cu o putere a lui 2, asociată poziției curente și incrementată după regula parcurgerii matricei de la stânga la dreapta și de sus în jos (vezi explicația din exemplu).
6. Un program care integrează funcțiile realizate anterior, permițând astfel: introducerea de la tastatură a valorilor unei matrice  $M$ , bordarea matricei  $M$  astfel încât să permită extragerea unei ferestre de dimensiune  $k \times k$  din orice punct al ei, extragerea unei ferestre de dimensiune  $k \times k$  pornind de la coordonatele colțului din stânga sus al ferestrei, binarizarea submatricei selectate, și transformarea valorilor binare într-un număr întreg zecimal ce va fi afișat pe ecran.

### Precizări:

Se vor citi de la tastatură linii separate conținând următoarele date, în ordine:

- Numărul de linii,  $m$ , al matricei  $M$ ;
- Numărul de coloane,  $n$ , al matricei  $M$ ;
- Succesiunea celor  $m \times n$  întregi care formează matricea  $M$ , citite pe linii și pe coloane, de la stânga la dreapta, și de sus în jos;
- Dimensiunea ferestrei,  $k$  ( $k$  va fi întotdeauna un număr întreg impar);
- Indexul liniei colțului din stânga sus al ferestrei de dimensiune  $k \times k$  ce va fi extrasă și prelucrată din matricea  $M$ ;

- Indexul coloanei colțului din stânga sus al ferestrei de dimensiune  $k \times k$  ce va fi extrasă și prelucrată din matricea  $M$ ;
- Un întreg cu valori în intervalul 1 și 5, în funcție de care se vor apela diferitele funcții de mai sus, astfel:
  1. Testarea funcției de afișare: se vor afișa pe ecran elementele matricei  $M$ ;
  2. Testarea funcției de bordare: se va afișa pe ecran matricea  $M$ , bordată cu valori de 0;
  3. Testarea funcției de extragere submatrice: se va extrage și afișa pe ecran fereastra de dimensiune  $k \times k$  din matricea  $M$ , pornind de la coordonatele (indexul liniei și al coloanei) elementului din colțul din stânga sus al ferestrei - la acest pas se garantează că toate elementele aferente submatricei sunt conținute în matricea  $M$  și nu este necesară bordarea;
  4. Testarea funcției de binarizare: se va binariza o matrice aleatoare de dimensiune  $k \times k$ , conform regulii enunțate mai sus, și se vor afișa pe ecran valorile matricei binare;
  5. Testarea funcției de transformare în zecimal: se va afișa pe ecran valoarea întregului obținut prin transformarea valorilor binare ale unei matrice aleatoare;
  6. Testarea întregului program prin integrarea tuturor funcțiilor. Se va citi o matrice de valori întregi  $M$  de la tastatură, împreună cu coordonatele de unde va fi extrasă fereastra de dimensiune  $k \times k$ . Se va borda matricea  $M$ , se va extrage submatricea de dimensiune  $k \times k$ , se va binariza respectiva fereastră, și se vor transforma valorile binare într-un număr zecimal care va fi afișat pe ecran.

### Exemplu:

<b>Intrare:</b> 6 4 1 7 2 4 2 5 8 9 3 4 6 8 1 0 6 -5 -1 -2 -3 -4 8 17 3 4 3 1 2 <b>1</b>	<b>Ieșire:</b> 1 7 2 4 2 5 8 9 3 4 6 8 1 0 6 -5 -1 -2 -3 -4 8 17 3 4
<b>Explicație:</b> S-au citit numărul de linii, numărul de coloane, elementele matricei $M$ , dimensiunea $k$ a ferestrei, indexul liniei, indexul coloanei și comanda aferentă. Pentru această comandă ne interesează doar dimensiunile matricei $M$ și valorile ei, deoarece funcția trebuie să poată fi aplicată în cazul general. Restul datelor ( $k$ , indecșii colțului ferestrei) pot fi ignorate în procesarea comenzii. Comanda <b>1</b> corespunde afișării elementelor matricei.	

<b>Intrare:</b> 6 4 1 7 2 4 2 5 8 9 3 4 6 8 1 0 6 -5	<b>Ieșire:</b> 1 7 2 4 0 0 2 5 8 9 0 0 3 4 6 8 0 0 1 0 6 -5 0 0 -1 -2 -3 -4 0 0 8 17 3 4 0 0
--	--

-1 -2 -3 -4 8 17 3 4 3 2 2 <b>2</b>	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
<p><b>Explicație:</b>  S-au citit numărul de linii, numărul de coloane, elementele matricei <math>M</math>, dimensiunea <math>k</math> a ferestrei, indexul liniei, indexul coloanei și comanda aferentă. Pentru această comandă sunt necesare doar dimensiunile matricei <math>M</math>, valorile ei și dimensiunea <math>k</math>, deoarece funcția trebuie să poată fi aplicată în cazul general. Restul datelor (indecșii colțului ferestrei) pot fi ignorate în procesarea comenzii.  Comanda <b>2</b> corespunde bordării matricei. Fereastra este de dimensiune <math>3 \times 3</math>. Prin urmare, trebuie să ne asigurăm că orice fereastră de <math>3 \times 3</math> elemente poate fi cuprinsă în matricea bordată. Cazul limită este în colțul din dreapta jos (index <math>[5][3]</math>). Pentru a poziționa fereastra cu elementul din stânga sus pe această poziție, trebuie să mai adăugăm 2 linii sub matricea <math>M</math>, respectiv 2 coloane la dreapta matricei <math>M</math>.</p>	

<b>Intrare:</b> 6 4 1 7 2 4 2 5 8 9 3 4 6 8 1 0 6 -5 -1 -2 -3 -4 8 17 3 4 3 1 1 <b>3</b>	<b>Ieșire:</b> 5 8 9 4 6 8 0 6 -5
<p><b>Explicație:</b>  S-au citit numărul de linii, numărul de coloane, elementele matricei <math>M</math>, dimensiunea <math>k</math> a ferestrei, indexul liniei, indexul coloanei, și comanda aferentă.  Comanda <b>3</b> corespunde extragerii unei submatrice. Elementul din colțul stânga sus al ferestrei este elementul de pe poziția <math>[1][1]</math>, din matricea originală. Valorile submatricei vor fi:  <math>M[1][1]</math> <math>M[1][2]</math> <math>M[1][3]</math>  <math>M[2][1]</math> <math>M[2][2]</math> <math>M[2][3]</math>  <math>M[3][1]</math> <math>M[3][2]</math> <math>M[3][3]</math></p>	

<b>Intrare:</b> 3 3 1 7 2 2 5 8 3 4 6 3 1 2 <b>4</b>	<b>Ieșire:</b> 0 1 0 0 0 1 0 0 1
<p><b>Explicație:</b></p>	

S-au citit numărul de linii, numărul de coloane, elementele matricei  $M$ , dimensiunea  $k$  a ferestrei, indexul liniei, indexul coloanei și comanda aferentă. Pentru această comandă sunt necesare doar dimensiunile matricei  $M$ , valorile ei și dimensiunea ferestrei, deoarece funcția trebuie să poată fi aplicată în cazul general. Restul datelor (indecșii colțului ferestrei) pot fi ignorate în procesarea comenzii.

Comanda **4** corespunde binarizării unei matrice aleatoare de dimensiune  $k \times k$ . Valorile de ieșire se calculează astfel:

```
M[0][0] <= M[1][1] => 0
M[0][1] > M[1][1] => 1
M[0][2] <= M[1][1] => 0
M[1][0] <= M[1][1] => 0
M[1][2] > M[1][1] => 1
M[2][0] <= M[1][1] => 0
M[2][1] <= M[1][1] => 0
M[2][2] > M[1][1] => 1
```

#### Intrare:

```
3
3
1 0 1
1 0 0
0 1 0
3
1
2
5
```

#### Ieșire:

```
141
```

#### Explicație:

S-au citit numărul de linii, numărul de coloane, elementele matricei  $M$ , dimensiunea  $k$  a ferestrei, indexul liniei, indexul coloanei și comanda aferentă. Pentru această comandă sunt necesare doar dimensiunile matricei  $M$ , valorile ei și dimensiunea  $k$ , deoarece funcția trebuie să poată fi aplicată în cazul general. Restul datelor (indecșii colțului ferestrei) pot fi ignorate în procesarea comenzii.

Comanda **5** corespunde transformării unei matrice binare în zecimal. Valoarea de ieșire se calculează astfel:

Ieșire =

```
M[0][0] * 2^0 +
M[0][1] * 2^1 +
M[0][2] * 2^2 +
M[1][0] * 2^3 +
M[1][1] * 2^4 +
M[1][2] * 2^5 +
M[2][0] * 2^6 +
M[2][1] * 2^7 +
M[2][2] * 2^8 =
1*2^0 + 0*2^1 + 1*2^2 + 1*2^3 + 0*2^4 + 0*2^5 + 0*2^6 + 1*2^7 + 0*2^8 =
1 + 0 + 4 + 8 + 0 + 0 + 0 + 128 + 0 = 141
```

#### Intrare:

```
6
4
1 7 2 4
2 5 8 9
3 4 6 8
```

#### Ieșire:

```
2
```

1 0 6 -5 -1 -2 -3 -4 8 17 3 4 3 1 2 6	
---	--

Explicație:

S-au citit numărul de linii, numărul de coloane, elementele matricei  $M$ , dimensiunea  $k$  a ferestrei, indexul liniei, indexul coloanei și comanda aferentă.

Comanda **6** corespunde integrării tuturor unei submatrice. Elementul din colțul stânga sus al ferestrei este elementul de pe poziția  $[1][2]$  din matricea originală. Se observă că matricea nu conține suficiente elemente, astfel că ea trebuie bordată cu valori de 0. După bordare, valorile submatricei vor fi:

$M[1][2]$   $M[1][3]$  0  
 $M[2][2]$   $M[2][3]$  0  
 $M[3][2]$   $M[3][3]$  0

Adică:

8 9 0  
6 8 0  
6 -5 0

Această submatrice urmează a fi binarizată. Prin comparație cu valoarea centrală (**8**) Valorile binare vor fi:

0 1 0  
0 0 0  
0 0 0

Transformarea din binar în zecimal este dată de formula:

$$0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^8 = 0 + 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2$$