

## Laborator 1: Aplicarea unei matrici de convolutie

**Timp de lucru: 2 saptamani (deadline – saptamana 4)**

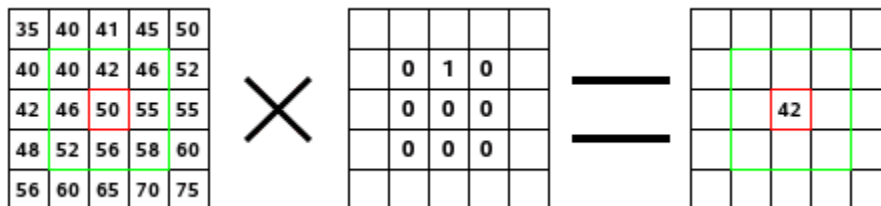
Multe dintre filtrele pe imagini utilizează operația de convoluție bazată pe matrice de convoluție.

Simplu spus convoluția este tratamentul aplicat unei matrice  $F$  de dimensiune  $n \times m$  (care poate fi o matrice care reprezintă o imagine reprezentată prin pixeli) prin intermediul altei matrice numite matricea de convoluție -  $C$ .

De cele mai multe ori se folosesc matrice de convoluție de dimensiune  $3 \times 3$  sau  $5 \times 5$ . Generalizând putem considera o matrice de convoluție de dimensiune  $k \times k$  unde  $k$  este număr impar.

Prin aplicarea convoluției se modifică fiecare element al matricii date inițial. Putem să considerăm și cazul în care rezultatul convoluției se păstrează într-o matrice nouă  $V$  de aceleași dimensiuni cu matricea inițială  $F$  ( $n \times m$ ).

Exemplu pentru matrice de convoluție  $C$  de dimensiune  $3 \times 3$  ( $k=3$ ) aplicat unei matrice date  $F$  de dimensiune  $5 \times 5$  ( $m=5, n=5$ )



Calculul efectuat pentru elementul marcat cu roșu cu valoarea 50 este următorul:

$$(40 \cdot 0) + (42 \cdot 1) + (46 \cdot 0) + (46 \cdot 0) + (50 \cdot 0) + (55 \cdot 0) + (52 \cdot 0) + (56 \cdot 0) + (58 \cdot 0) = 42$$

Generalizând și considerând că rezultă o matrice nouă rezultată în urma aplicării convoluției pe care o notăm cu  $V$ , putem exprima calculul efectuat cu o matrice de convoluție de  $3 \times 3$  astfel:

$$\begin{aligned} v[i,j] = & f[i,j] * c[1,1] + \\ & f[i-1,j] * c[0,1] + \\ & f[i,j-1] * c[1,0] + \\ & f[i-1,j-1] * c[0,0] + \\ & f[i+1,j] * c[2,1] + \\ & f[i,j+1] * c[1,2] + \end{aligned}$$

$$f[i+1,j+1] * c[2,2]$$

unde  $0 \leq i < n$  si  $0 \leq j < m$ .

Se considera ca matricea initiala este bordata virtual cu elemente egale cu elementele de pe frontiera. Astfel  $f[-1,j]=f[0,j]$ ,  $f[n,j]=f[n-1,j]$ ,  $f[i,-1]=f[i,0]$ ,  $f[i,m]=f[i,m-1]$ ,  $f[-1,-1]=f[0,0]$ ,  $f[-1,m]=f[0,m-1]$ ,  $f[n,-1]=f[n-1,0]$ ,  $f[n,m]=f[n-1,m-1]$ .

TEMA:

Considerand ca se da o matrice  $V(n,m)$  si o matrice de convolutie  $C(k,k)$  se cere sa se calculeze matricea  $V(n,m)$  rezultata in urma aplicarii convolutiei cu matricea de convolutie  $C$  pe matricea  $F$ .

- A) Program secvential
- B) Program paralel: folositi  $p$  threaduri pentru calcul.

**Obiectiv: Impartire cat mai echilibrata si eficienta a calculul pe threaduri!**

Pentru impartirea sarcinilor de calcul (taskuri) se va folosi descompunere geometrica cu urmatoarele 2 variante:

- Pe orizontala (mai multe linii alocate unui thread)  
si
- Pe verticala (mai multe coloane alocate unui thread)

Pentru urmatoarele variante se acorda suplimentar cate 2 puncte la nota finala.

- Bloc – submatrici alocate unui thread
- bazat pe o functie de distributie prin care unui index al unui thread  $i$  se distribuie o submultime de indecsi din matrice;

testarea se va face definind functia de distributie astfel incat sa obtinem:

- distributie liniara (indici alaturati la acelasi thread) sau
- distributie ciclica( cu pas egal cu  $p$ ).

**Datele de intrare** se citesc dintr-un fisier de intrare “date.txt”.

Fisierul trebuie creat anterior prin adaugare de numere generate aleator.

Toate rularile trebuie executate cu acelasi fisier!!!

**Implementare:**

- a) Java

b) C++ ( cel putin C++11 )

i. matricile sunt alocate static (int f[MAX][MAX] )

ii. matricile sunt alocate dynamic (new...)

Folosire directa a threadurilor (creare explicita) => **Nu se permite folosirea executorilor.**

**Testare:** masurati timpul de executie pentru

1) N=M=10 si n=m=3; p=4;

2) N=M=1000 si n=m=5; p=2,4,8,16

3) N=10 M=10000 si n=m=5; p=2,4,8,16

4) N=10000 M=10 si n=m=5; p=2,4,8,16

### Documentarea performantei

Pentru fiecare dintre variantele de testare rezultate din diferitele implementari si din diferitele date de test analizati performata folosind tabele similare celor evidentiate mai jos.

Aceste tabele trebuie adaugate in documentatie!

**Java:**

Tip matrice	Nr threads	Timp executie
N=M=10 n=m=3	secvential	....
	4	....
N=M=1000 n=m=5	secvential	....
	1	....
	2	....
	4	....
	8	....
	16	....
....	....	....

## C++

Tip matrice	Tip alocare	Nr threads	Timp executie
N=M=10 n=m=3	Static	4	....
	dinamic	4	....
N=M=1000 n=m=5	static	1	....
		2	....
		4	....
		8	....
		16	....
	dinamic	1	....
		2	....
		4	....
		8	....
		16	....
....	....	....	....

### Observatii:

- Fiecare test trebuie repetat de 10 ori si pentru evaluarea timpului de executie se considera media aritmetica a celor 10 rulari.
- Pentru fiecare varianta (secvential, paralele) folositi acelasi fisier "date.txt";

Folositi recomandările din fisierele "Testare" si "Verificare corectitudii".

### Analiza

Comparati performanta pentru fiecare caz – secvential versus paralel si variantele paralele intre ele.

Comparati timpii de executie obtinuti cu implementarea Java versus implementarea C++.

Comparati cele doua variante pentru implementarea C++.

Analiza trebuie evidentiata in documentatie.