

## Programul de simulare a metodelor de mapare a memoriei cache – SIMMEM\_CACHE

Programul de simulare `simmem_cache` ilustreaza modul in care se realizeza maparea memoriei cache (corespondenta dintre blocurile de memorie cache si blocurile de memorie RAM). Functionarea acestui simulator este prezentata in figura1.

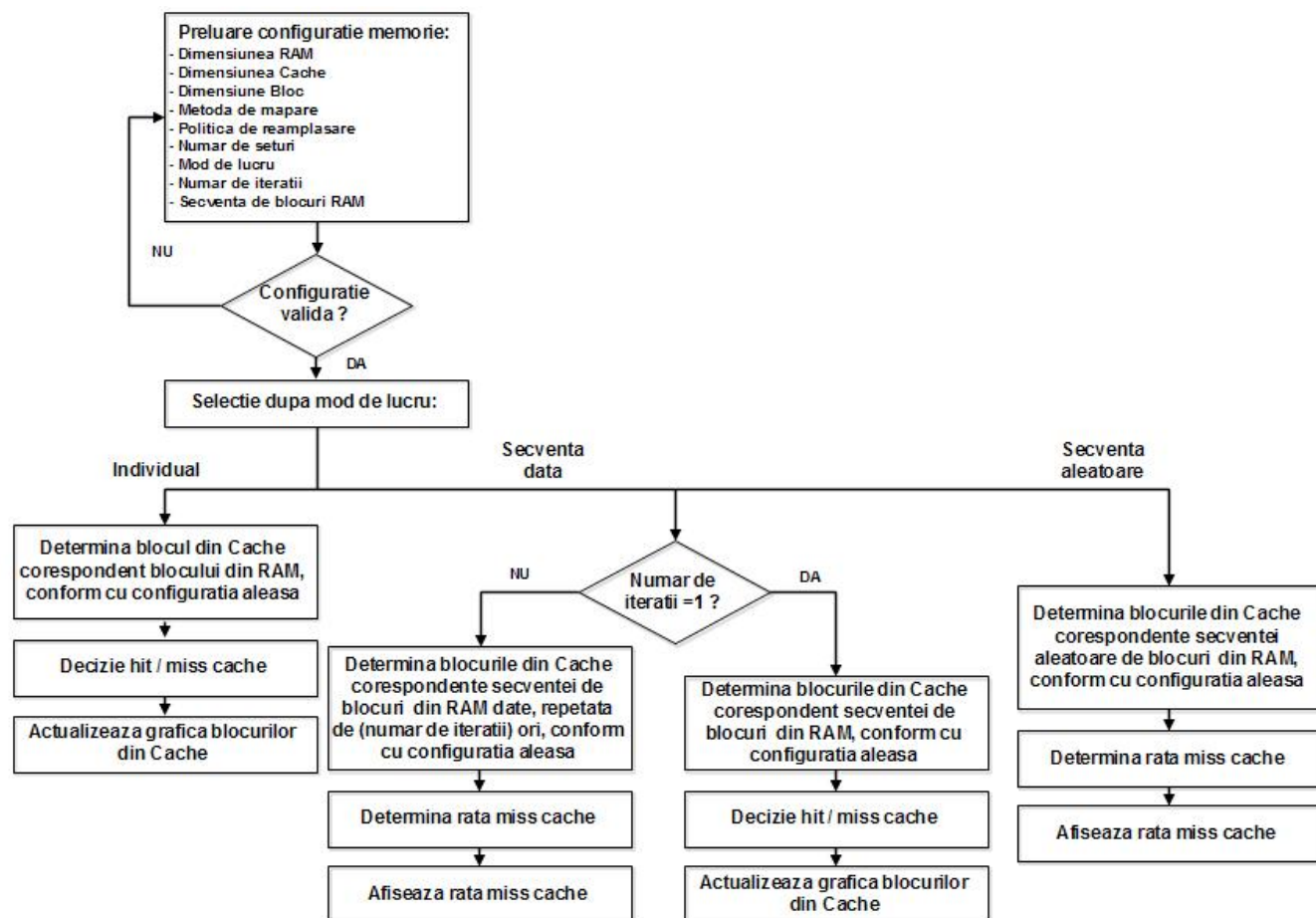
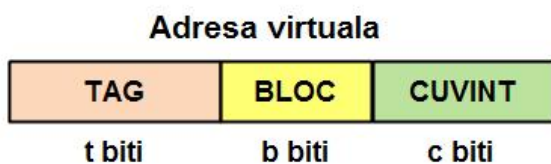


Figura 1. Organigrama programului de simulare `simmem_cache`

Maparea memoriei cache se realizeaza cu ajutorul a trei metode: directa, asociativa si asociativa pe seturi ca in figurile 2, 3 si 4.



$2^b = N =$  numarul de blocuri din cache

$2^c =$  dimensiunea unui bloc

$2^{t+b+c} =$  dimensiunea RAM

Bloc in RAM	Bloc in Cache
i	i mod N

Figura 2. Maparea directa



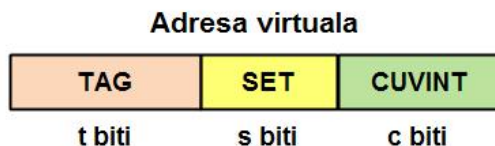
$2^c =$  dimensiunea unui bloc

$2^{t+c} =$  dimensiunea RAM

Bloc in RAM	Bloc in Cache
i	j , nealocat

daca toate blocurile din cache sint alocate e necesara o politica de reamplasare (FIFO, LRU)

Figura 3. Maparea asociativa



$2^s = S =$  numarul de seturi din cache

$2^c =$  dimensiunea unui bloc

$2^{t+s+c} =$  dimensiunea RAM

Bloc in RAM	Bloc in Cache
i	j , nealocat din setul (i mod S)

daca toate blocurile din setul (i mod S) din cache sint alocate e necesara o politica de reamplasare (FIFO, LRU)

Figura 4. Maparea asociativa pe seturi

Exista 3 moduri de lucru ale simulatorului:

- **individual** ( pentru o adresa virtuala specificata, se indica grafic ce bloc din memoria cache este accesat si daca apare sau nu o situatie de *cache miss*)
- **secventa data** ( se da o secventa de 10 adrese virtuale si un numar de iteratii; daca numarul de iteratii dat este 1 atunci se indica grafic ce blocuri din cache au fost accesate pentru fiecare adresa din secventa si daca apare sau nu *cache miss*; daca numarul de iteratii este mai mare ca  $N > 1$  , se repeta secventa data de N ori si se afiseaza grafic situatiile de *cache miss* si rata de pierderi
- **secventa aleatoare** (se genereaza aleator o secventa de adrese virtuale, se calculeaza si se afiseaza grafic situatiile de *cache miss* si rata de pierderi)

Pentru fiecare mod de lucru se vor seta toate informatiile necesare, conform metodei de mapare aleasa. In figurile 5-14 este ilustrata functionarea de baza a simulatorului:

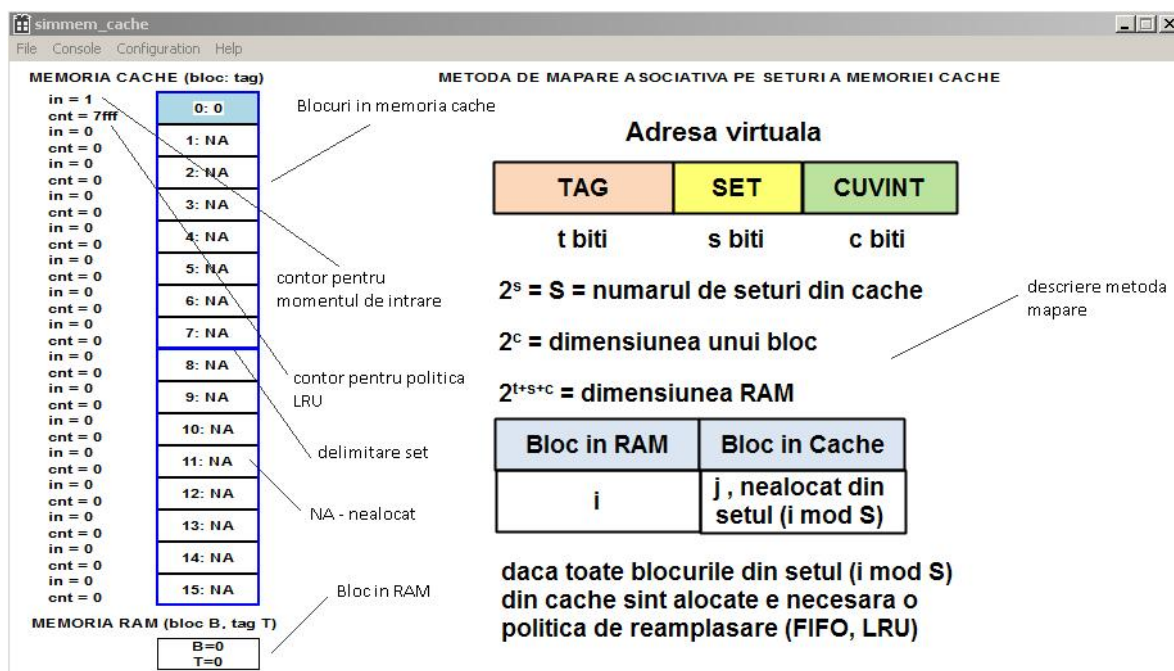


Figura 5. Fereastra principala a simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod individual)

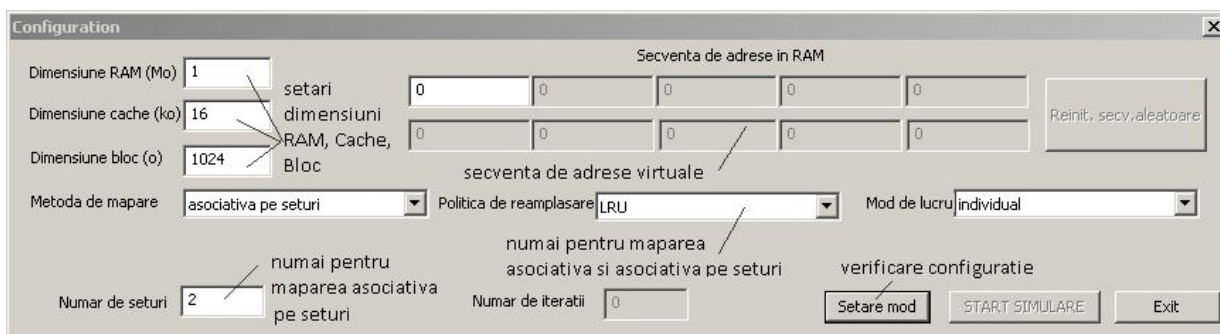


Figura 6. Fereastra de configurare a simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod individual)

```
=====
START SIMULARE
Numar de blocuri in cache: 16
Mapare asociativa pe seturi
Pas simulare = 1
Numar de biti adresa virtuala: 20
Numar de biti cuvint: 10
Numar de biti set: 1
Numar de biti tag: 9
Cuvint = 0 <0>
Set = 0 <0>
Tag = 0 <0>
Bloc RAM = 0 <0>
Cache miss !
```

Figura 7. Consola simulatorului SIMMEM\_CACHE

simmem_cache									
File Console Configuration Help									
BLOCURILE IN MEMORIA CACHE (bloc: tag)									
0: NA	0: 0	0: 0	0: 0	0: 0	0: 0	0: 0	0: 0	0: 0	0: 0
1: NA	1: NA	1: NA	1: NA	1: NA	1: NA	1: NA	1: NA	1: NA	1: 1
2: NA	2: NA	2: NA	2: NA	2: NA	2: NA	2: NA	2: NA	2: NA	2: NA
3: NA	3: NA	3: NA	3: NA	3: NA	3: NA	3: NA	3: NA	3: NA	3: NA
4: NA	4: NA	4: NA	4: NA	4: NA	4: NA	4: NA	4: NA	4: NA	4: NA
5: NA	5: NA	5: NA	5: NA	5: NA	5: NA	5: NA	5: NA	5: NA	5: NA
6: NA	6: NA	6: NA	6: NA	6: NA	6: NA	6: NA	6: NA	6: NA	6: NA
7: NA	7: NA	7: NA	7: NA	7: NA	7: NA	7: NA	7: NA	7: NA	7: NA
8: 0	8: 0	8: 0	8: 0	8: 0	8: 0	8: 0	8: 0	8: 0	8: 0
9: NA	9: NA	9: NA	9: NA	9: NA	9: NA	9: NA	9: NA	9: NA	9: NA
10: NA	10: NA	10: NA	10: NA	10: NA	10: NA	10: NA	10: NA	10: NA	10: NA
11: NA	11: NA	11: NA	11: NA	11: NA	11: NA	11: NA	11: NA	11: NA	11: NA
12: NA	12: NA	12: NA	12: NA	12: NA	12: NA	12: NA	12: NA	12: NA	12: NA
13: NA	13: NA	13: NA	13: NA	13: NA	13: NA	13: NA	13: NA	13: NA	13: NA
14: NA	14: NA	14: NA	14: NA	14: NA	14: NA	14: NA	14: NA	14: NA	14: NA
15: NA	15: NA	15: NA	15: NA	15: NA	15: NA	15: NA	15: NA	15: NA	15: NA
BLOCURILE IN MEMORIA RAM (bloc B, tag T)									
B=1 T=0	B=0 T=0	B=0 T=0	B=0 T=0	B=0 T=0	B=0 T=0	B=0 T=0	B=0 T=0	B=0 T=0	B=2 T=1

Figura 8. Fereastra principala simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod secventa data)

Configuration									
Dimensiune RAM (Mo)		Secventa de adrese in RAM							
1		1234	234	0	0	0			
Dimensiune cache (ko)		0	0	0	0	2333	Reinit. secv. aleatoare		
16									
Dimensiune bloc (o)									
1024									
Metoda de mapare		asociativa pe seturi		Politica de reamplasare		LRU		Mod de lucru	
								secventa data	
Numar de seturi		2		Numar de iteratii		1		secventa data 1 singura iteratie	
								Setare mod	
								START SIMULARE	
								Exit	

Figura 9. Fereastra de configurare a simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod secventa data)

Pentru modul secventa data se afiseaza in consola simulatorului toate informatiile asociate metodei de mapare configurate, la fiecare pas de lucru. Daca numarul de iteratii este mai mare ca 1 se va afisa rata de pierderi si decizia hit sau miss (ca in figurile 10 si 11).



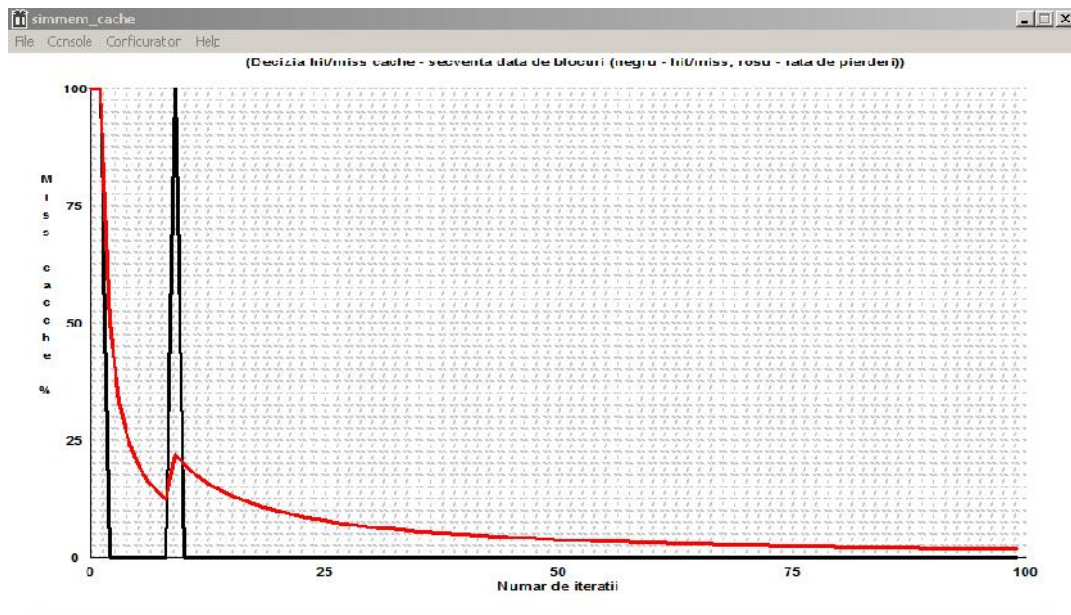


Figura 10. Fereastra principala a simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod secventa data)

```

SIMMEM_CACHE Console
=====
Simulator metode de mapare
a memoriei cache
=====
Dimensiune RAM: 1 (Mo)
Dimensiune Cache: 16 (ko)
Dimensiune Bloc: 1024 (o)
Metoda de mapare: asociativa pe seturi
Numar de seturi: 2
Metoda de reamplasare: LRU
Mod de lucru: secventa data
Secventa de adrese RAM :
1234 (4d2)
234 (ea)
0 (0)
0 (0)
0 (0)
0 (0)
0 (0)
0 (0)
0 (0)
2333 (91d)
Numar de iteratii: 1
=====
START SIMULARE
Numar de blocuri in cache: 16
Secventa data
Mapare asociativa pe seturi
Numar de biti adresa virtuala: 20
Numar de biti cuvint: 10
Numar de biti set: 1
Numar de biti tag: 9
Pasul 0
1234 (4d2)
Cuvint = 210 (d2)
Set = 1 (1)
Tag = 0 (0)
Bloc RAM = 1 (1)
Pasul 0 - Cache miss !
Pasul 1

```

Figura 11. Consola simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod secventa data)

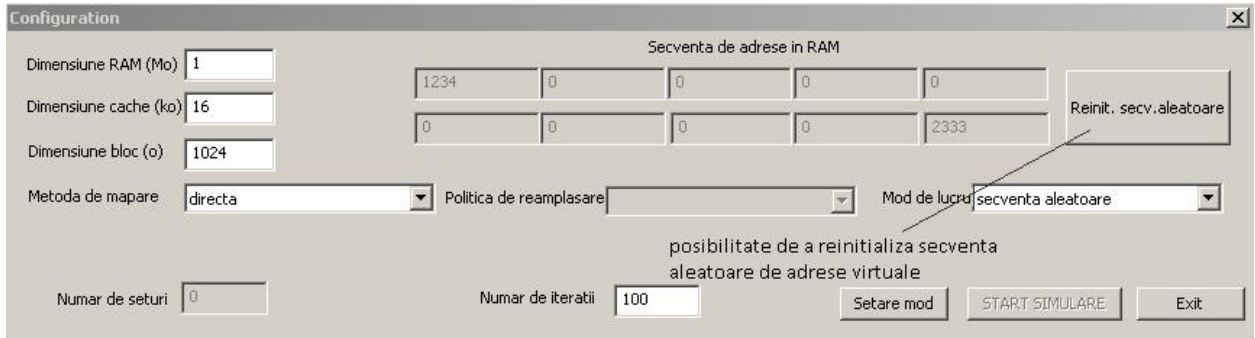


Figura 12. Fereastra de configurare a simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod secventa aleatoare)

Secventa aleatoare de adrese virtuale este generata astfel:

- se genereaza un numar aleator  $m$  intre 0 si 3
- se genereaza 4 numare aleatoare astfel ( $A_{max}$  este adresa maxima in RAM):
  - o  $a_0$  intre 0 si  $A_{max}/4$
  - o  $a_1$  intre  $A_{max}/4$  si  $A_{max}/2$
  - o  $a_2$  intre  $A_{max}/2$  si  $3A_{max}/4$
  - o  $a_3$  intre  $3A_{max}/4$  si  $A_{max}$
- se alege valoarea adresei virtuale generate la pasul curent ca fiind  $A_m$

In fereastra principala se afiseaza rata de pierderi, iar in consola se afiseaza secventa aleatoare generata (figurile 13 si 14).

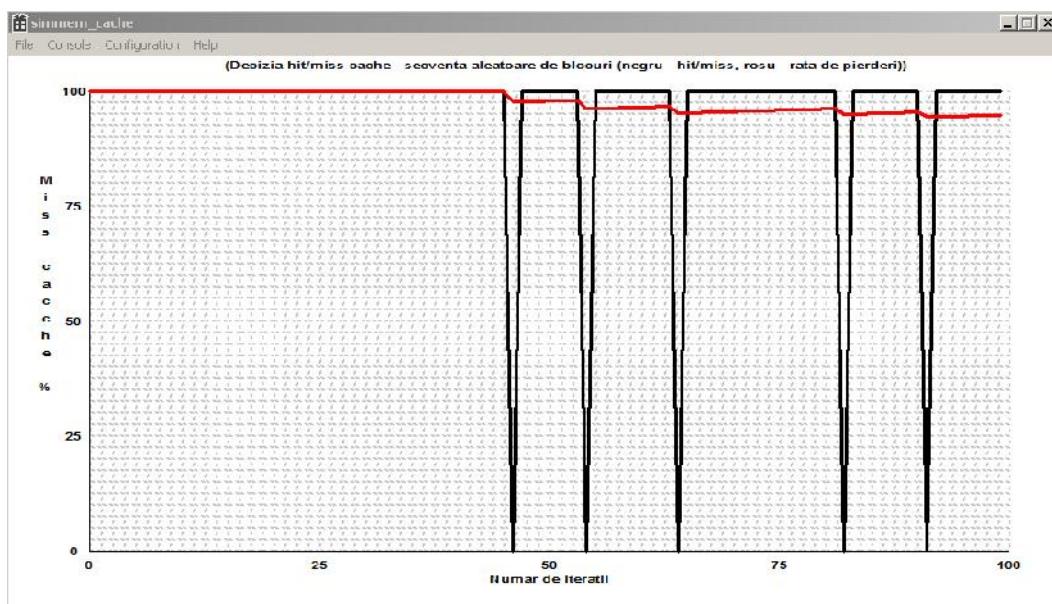


Figura 13. Fereastra principala a simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod secventa aleatoare)

```
SIMMEM_CACHE Console
=====
Simulator metode de mapare
a memoriei cache
=====
Dimensiune RAM: 1 (Mo)
Dimensiune Cache: 16 (ko)
Dimensiune Bloc: 1024 (o)
Metoda de mapare: directa
Mod de lucru: secventa aleatoare
Numar de iteratii: 100
=====
START SIMULARE
Numar de blocuri in cache: 16
Secventa aleatoare
77058 (12d02)
130422 (1fd76)
169354 (2958a)
176563 (2b1b3)
179218 (2bc12)
228039 (37ac7)
88093 (1581d)
123129 (1e0f9)
83732 (14714)
9239 (2417)
201296 (31250)
70310 (112a6)
25417 (6349)
30762 (782a)
45767 (b2c7)
261627 (3fdfb)
178830 (2ba8e)
63606 (f876)
109318 (1ab06)
58067 (e2d3)
251915 (3d80b)
151523 (24fe3)
172939 (2a38b)
64559 (fc2f)
73879 (12097)
90210 (16062)
142698 (22d6a)
135282 (21072)
52789 (ce35)
62944 (f5e0)
132349 (204fd)
171687 (29ea7)
174072 (2a7f8)
22092 (564c)
227015 (376c7)
69021 (10d9d)
51983 (cb0f)
14038 (36d6)
129516 (1f9ec)
33037 (810d)
214164 (34494)
```

Figura 14. Consola simulatorului SIMMEM\_CACHE (mod secventa aleatoare)

In figura 15 se ilustreaza modul in care se actualizeaza contorul utilizat pentru politica de reamplasare LRU (Least Recently Used).

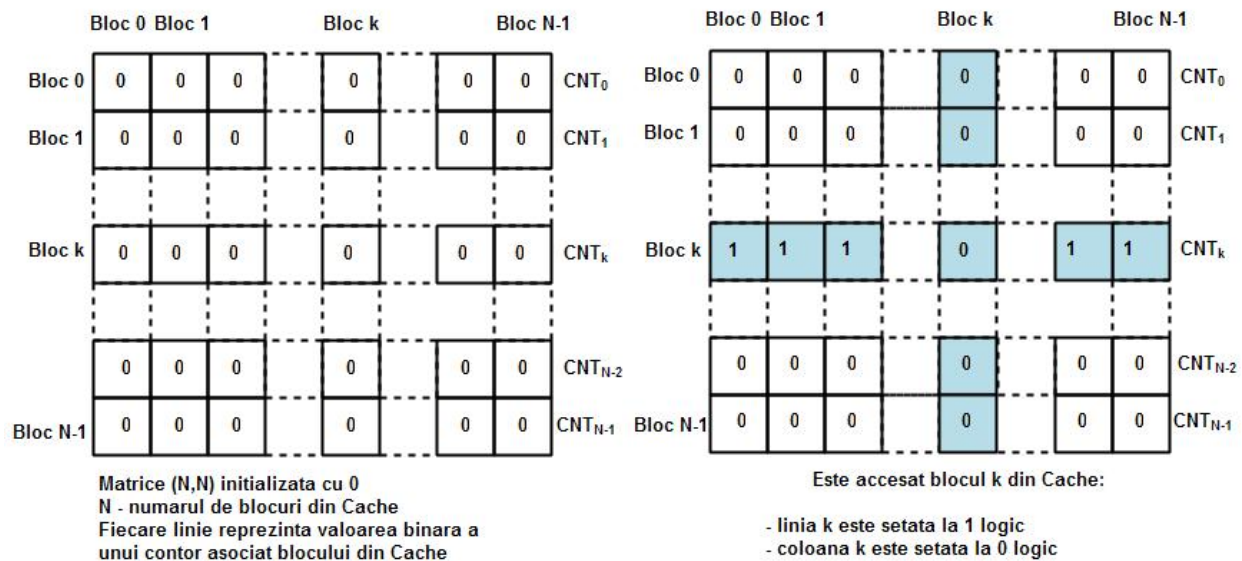


Figura 15. Modul de actualizare al contorului pentru politica de reamplasare LRU

## Utilizarea simulatorului

1. Se vor analiza metodele de mapare pe modul individual pentru diverse adrese virtuale si se va verifica modul de determinare a parametrilor specifici (tag, set, bloc, cuvint) si decizia hit sau miss in fiecare situatie
2. Se va analiza modul de lucru secventa data pentru diferite secvente care sa ilustreze avantajele sau dezavantajele metodelor de mapare (pentru numarul de iteratii egal cu 1)
3. Se va analiza rata de pierderi pentru o secventa data repetata.
4. Se va analiz a modul de lucru secventa aleatoare pentru diferite configuratii.