Άσκηση 1η – Μέρος Α

Ζητούμενο: Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα σε C καθώς και μια μετάφραση του σε assembly MIPS. Δίνεται ότι ο καταχωρητής $s0 δείχνει στο πρώτο στοιχείο του πίνακα array. Συμπληρώστε τα κενά. Σας υπενθυμίζουμε ότι ο καταχωρητής $0 (ή $zero) είναι πάντα μηδέν.

```
        $s0
int array[100];
int *p, N;
      $s1  $s2
p = &array[8];

while (*p != 0){
    if (*p < 100)
        *p = *p % N;
    else
        *p = *p / N;
    p++;
}
```

```
        addi  $s1 , $s0, 32
LOOP:   lw    $t0 , 0($s1)
        beq   $t0 , $zero , END
        div   $t0 ,  $s2
        slti  $t1 ,  $t0, 100
        beq   $t1, $zero , ELSE
        mfhi  $t0
        jmp   NEXT
ELSE:   mflo  $t0
NEXT:   sw    $t0 , 0($s1)
        addi  $s1 , $s1 , 4
        jmp   LOOP
END:
```

2η Άσκηση

Δεδομένα

Έχουμε ένα loop…

```
LOOP: LW    $t1, 0($t0)
      ADD   $t2, $t1, $t4
      SW    $t2, 0($t3)
      ADD   $t3, $t2, $t6
      ADDI  $t0, $t0, 4
      LW    $t5, 0($t0)
      ADD   $t7, $t7, $t2
      lW    $t6, 0($t5)
      ADD   $t4, $t7, $t3
      ADDI  $t9, $t9, -4
      BNEZ  $t9, LOOP
```

2η Άσκηση

Δεδομένα

Έχουμε ένα loop…

```
LOOP: LW    $t1, 0($t0)
      ADD   $t2, $t1, $t4
      SW    $t2, 0($t3)
      ADD   $t3, $t2, $t6
      ADDI  $t0, $t0, 4
      LW    $t5, 0($t0)
      ADD   $t7, $t7, $t2
      lW    $t6, 0($t5)
      ADD   $t4, $t7, $t3
      ADDI  $t9, $t9, -4
      BNEZ  $t9, LOOP
```

και αυτή την αρχική κατάσταση

$t9 = 64

- MEM → M1, M2
- Δεν υπάρχει cache miss
- Cache hit σε 1cc
- branches γίνονται resolve στο M2 stage

2η Άσκηση

```
LOOP: LW    $t1, 0($t0)
      ADD   $t2, $t1, $t4
      SW    $t2, 0($t3)
      ADD   $t3, $t2, $t6
      ADDI  $t0, $t0, 4
      LW    $t5, 0($t0)
      ADD   $t7, $t7, $t2
      lW    $t6, 0($t5)
      ADD   $t4, $t7, $t3
      ADDI  $t9, $t9, -4
      BNEZ  $t9, LOOP
```

$t9 = 64

$t9 = 64, 60, …, 0

Ο βρόχος θα εκτελεστεί 64 / 4 = 16 φορές.

National Technical University of Athens
CSLab

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

<u>1ο Ζητούμενο</u> : Για το 1ο LOOP (μέχρι και το lw του 2ου LOOP)

Να δείξετε τα **διάφορα στάδια του pipeline** (διάγραμμα χρονισμού) που περνάνε οι εντολές. Υποθέστε ότι η αρχιτεκτονική δε διαθέτει σχήμα προώθησης.

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM	WB		
Εντολή 2		IF	ID	EX	MEM	WB	
Εντολή 3			…	…	…	…	…
…							

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F																														
`ADD $t2,$t1,$t4`																															
`SW $t2,0($t3)`																															
`ADD $t3,$t2,$t6`																															
`ADDI $t0,$t0,4`																															
`LW $t5,0($t0)`																															
`ADD $t7,$t7,$t2`																															
`LW $t6,0($t5)`																															
`ADD $t4,$t7,$t3`																															
`ADDI $t9,$t9,-4`																															
`BNEZ $t9,LOOP`																															
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D																													
ADD $t2,$t1,$t4		F																													
SW $t2,0($t3)																															
ADD $t3,$t2,$t6																															
ADDI $t0,$t0,4																															
LW $t5,0($t0)																															
ADD $t7,$t7,$t2																															
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X																												
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D																												
`SW $t2,0($t3)`			F																												
`ADD $t3,$t2,$t6`																															
`ADDI $t0,$t0,4`																															
`LW $t5,0($t0)`																															
`ADD $t7,$t7,$t2`																															
`LW $t6,0($t5)`																															
`ADD $t4,$t7,$t3`																															
`ADDI $t9,$t9,-4`																															
`BNEZ $t9,LOOP`																															
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW **$t1**,0($t0)	F	D	X																												
ADD $t2,**$t1**,$t4		F	D																												
SW $t2,0($t3)			F																												
ADD $t3,$t2,$t6																															
ADDI $t0,$t0,4																															
LW $t5,0($t0)																															
ADD $t7,$t7,$t2																															
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW **$t1**,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,**$t1**,$t4		F	D	-	-	-																									
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-																									
ADD $t3,$t2,$t6																															
ADDI $t0,$t0,4																															
LW $t5,0($t0)																															
ADD $t7,$t7,$t2																															
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X																								
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D																								
`ADD $t3,$t2,$t6`							F																								
`ADDI $t0,$t0,4`																															
`LW $t5,0($t0)`																															
`ADD $t7,$t7,$t2`																															
`LW $t6,0($t5)`																															
`ADD $t4,$t7,$t3`																															
`ADDI $t9,$t9,-4`																															
`BNEZ $t9,LOOP`																															
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD **$t2**,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X																								
SW **$t2**,0($t3)			F	-	-	-	D																								
ADD $t3,$t2,$t6							F																								
ADDI $t0,$t0,4																															
LW $t5,0($t0)																															
ADD $t7,$t7,$t2																															
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD **$t2**,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW **$t2**,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-																					
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-																					
ADDI $t0,$t0,4																															
LW $t5,0($t0)																															
ADD $t7,$t7,$t2																															
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X																				
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D																				
ADDI $t0,$t0,4											F																				
LW $t5,0($t0)																															
ADD $t7,$t7,$t2																															
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1																			
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D	X																			
ADDI $t0,$t0,4											F	D																			
LW $t5,0($t0)												F																			
ADD $t7,$t7,$t2																															
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2																		
`ADD $t3,$t2,$t6`							F	-	-	-	D	X	M1																		
`ADDI $t0,$t0,4`											F	D	X																		
`LW $t5,0($t0)`												F	D																		
`ADD $t7,$t7,$t2`													F																		
`LW $t6,0($t5)`																															
`ADD $t4,$t7,$t3`																															
`ADDI $t9,$t9,-4`																															
`BNEZ $t9,LOOP`																															
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2																		
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D	X	M1																		
ADDI **$t0**,$t0,4											F	D	X																		
LW $t5,0(**$t0**)												F	D																		
ADD $t7,$t7,$t2													F																		
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
ADDI **$t0**,$t0,4											F	D	X	M1	M2	W															
LW $t5,0(**$t0**)												F	D	-	-	-															
ADD $t7,$t7,$t2													F	-	-	-															
LW $t6,0($t5)																															
ADD $t4,$t7,$t3																															
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
`ADD $t3,$t2,$t6`							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
`ADDI $t0,$t0,4`											F	D	X	M1	M2	W															
`LW $t5,0($t0)`												F	D	-	-	-	X														
`ADD $t7,$t7,$t2`													F	-	-	-	D														
`LW $t6,0($t5)`																	F														
`ADD $t4,$t7,$t3`																															
`ADDI $t9,$t9,-4`																															
`BNEZ $t9,LOOP`																															
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
`ADD $t3,$t2,$t6`							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
`ADDI $t0,$t0,4`											F	D	X	M1	M2	W															
`LW $t5,0($t0)`												F	D	-	-	-	X	M1													
`ADD $t7,$t7,$t2`													F	-	-	-	D	X													
`LW $t6,0($t5)`																	F	D													
`ADD $t4,$t7,$t3`																		F													
`ADDI $t9,$t9,-4`																															
`BNEZ $t9,LOOP`																															
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
ADDI $t0,$t0,4											F	D	X	M1	M2	W															
LW **$t5**,0($t0)												F	D	-	-	-	X	M1													
ADD $t7,$t7,$t2													F	-	-	-	D	X													
LW $t6,0(**$t5**)																	F	D													
ADD $t4,$t7,$t3																		F													
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
ADDI $t0,$t0,4											F	D	X	M1	M2	W															
LW **$t5**,0($t0)												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
ADD $t7,$t7,$t2													F	-	-	-	D	X	M1	M2											
LW $t6,0(**$t5**)																	F	D	-	-											
ADD $t4,$t7,$t3																		F	-	-											
ADDI $t9,$t9,-4																															
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
`ADD $t3,$t2,$t6`							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
`ADDI $t0,$t0,4`											F	D	X	M1	M2	W															
`LW $t5,0($t0)`												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
`ADD $t7,$t7,$t2`													F	-	-	-	D	X	M1	M2	W										
`LW $t6,0($t5)`																	F	D	-	-	X										
`ADD $t4,$t7,$t3`																		F	-	-	D										
`ADDI $t9,$t9,-4`																					F										
`BNEZ $t9,LOOP`																															
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
ADDI $t0,$t0,4											F	D	X	M1	M2	W															
LW $t5,0($t0)												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
ADD **$t7**,$t7,$t2													F	-	-	-	D	X	M1	M2	W										
LW $t6,0($t5)																	F	D	-	-	X										
ADD $t4,**$t7**,$t3																		F	-	-	D										
ADDI $t9,$t9,-4																					F										
BNEZ $t9,LOOP																															
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
`ADD $t3,$t2,$t6`							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
`ADDI $t0,$t0,4`											F	D	X	M1	M2	W															
`LW $t5,0($t0)`												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
`ADD $t7,$t7,$t2`													F	-	-	-	D	X	M1	M2	W										
`LW $t6,0($t5)`																	F	D	-	-	X	M1									
`ADD $t4,$t7,$t3`																		F	-	-	D	X									
`ADDI $t9,$t9,-4`																					F	D									
`BNEZ $t9,LOOP`																						F									
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
`ADD $t3,$t2,$t6`							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
`ADDI $t0,$t0,4`											F	D	X	M1	M2	W															
`LW $t5,0($t0)`												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
`ADD $t7,$t7,$t2`													F	-	-	-	D	X	M1	M2	W										
`LW $t6,0($t5)`																	F	D	-	-	X	M1	M2								
`ADD $t4,$t7,$t3`																		F	-	-	D	X	M1								
`ADDI $t9,$t9,-4`																					F	D	X								
`BNEZ $t9,LOOP`																						F	D								
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
ADDI $t0,$t0,4											F	D	X	M1	M2	W															
LW $t5,0($t0)												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
ADD $t7,$t7,$t2													F	-	-	-	D	X	M1	M2	W										
LW $t6,0($t5)																	F	D	-	-	X	M1	M2								
ADD $t4,$t7,$t3																		F	-	-	D	X	M1								
ADDI $t9,$t9,-4																					F	D	X								
BNEZ $t9,LOOP																						F	D								
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W																									
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
SW $t2,0($t3)			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
ADD $t3,$t2,$t6							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
ADDI $t0,$t0,4											F	D	X	M1	M2	W															
LW $t5,0($t0)												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
ADD $t7,$t7,$t2													F	-	-	-	D	X	M1	M2	W										
LW $t6,0($t5)																	F	D	-	-	X	M1	M2	W							
ADD $t4,$t7,$t3																		F	-	-	D	X	M1	M2	W						
ADDI $t9,$t9,-4																					F	D	X	M1	M2	W					
BNEZ $t9,LOOP																						F	D	-	-	-					
LW $t1,0($t0)																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
`ADD $t3,$t2,$t6`							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
`ADDI $t0,$t0,4`											F	D	X	M1	M2	W															
`LW $t5,0($t0)`												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
`ADD $t7,$t7,$t2`													F	-	-	-	D	X	M1	M2	W										
`LW $t6,0($t5)`																	F	D	-	-	X	M1	M2	W							
`ADD $t4,$t7,$t3`																		F	-	-	D	X	M1	M2	W						
`ADDI $t9,$t9,-4`																					F	D	X	M1	M2	W					
`BNEZ $t9,LOOP`																						F	D	-	-	-	X	M1	M2		
`LW $t1,0($t0)`																															

2η Άσκηση – 1ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W																									
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	-	X	M1	M2	W																					
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	-	D	-	-	-	X	M1	M2	W																	
`ADD $t3,$t2,$t6`							F	-	-	-	D	X	M1	M2	W																
`ADDI $t0,$t0,4`											F	D	X	M1	M2	W															
`LW $t5,0($t0)`												F	D	-	-	-	X	M1	M2	W											
`ADD $t7,$t7,$t2`													F	-	-	-	D	X	M1	M2	W										
`LW $t6,0($t5)`																	F	D	-	-	X	M1	M2	W							
`ADD $t4,$t7,$t3`																		F	-	-	D	X	M1	M2	W						
`ADDI $t9,$t9,-4`																					F	D	X	M1	M2	W					
`BNEZ $t9,LOOP`																						F	D	-	-	-	X	M1	M2	W	
`LW $t1,0($t0)`																														F	D

Σύνολο κύκλων: 29*15 + 30 = 465

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

<u>2ο Ζητούμενο</u> : Για το 1ο LOOP (μέχρι και το lw του 2ου LOOP)

Να δείξετε τα **διάφορα στάδια του pipeline** (διάγραμμα χρονισμού) που περνάνε οι εντολές. Υποθέστε τώρα ότι η αρχιτεκτονική **<u>διαθέτει σχήμα προώθησης</u>**.

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM	WB		
Εντολή 2		IF	ID	EX	MEM	WB	
Εντολή 3			…	…	…	…	…
…							

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW $t1,0($t0)	F																			
ADD $t2,$t1,$t4																				
SW $t2,0($t3)																				
ADD $t3,$t2,$t6																				
ADDI $t0,$t0,4																				
LW $t5,0($t0)																				
ADD $t7,$t7,$t2																				
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW $t1,0($t0)	F	D																		
ADD $t2,$t1,$t4		F																		
SW $t2,0($t3)																				
ADD $t3,$t2,$t6																				
ADDI $t0,$t0,4																				
LW $t5,0($t0)																				
ADD $t7,$t7,$t2																				
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW  $t1,0($t0)`	F	D	X																	
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D																	
`SW $t2,0($t3)`			F																	
`ADD $t3,$t2,$t6`																				
`ADDI $t0,$t0,4`																				
`LW  $t5,0($t0)`																				
`ADD $t7,$t7,$t2`																				
`LW $t6,0($t5)`																				
`ADD $t4,$t7,$t3`																				
`ADDI $t9,$t9,-4`																				
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW **$t1**,0($t0)	F	D	X																	
ADD $t2,**$t1**,$t4		F	D																	
SW $t2,0($t3)			F																	
ADD $t3,$t2,$t6																				
ADDI $t0,$t0,4																				
LW $t5,0($t0)																				
ADD $t7,$t7,$t2																				
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW **$t1**,0($t0)	F	D	X	M1	M2															
ADD $t2,**$t1**,$t4		F	D	-	-															
SW $t2,0($t3)			F	-	-															
ADD $t3,$t2,$t6																				
ADDI $t0,$t0,4																				
LW $t5,0($t0)																				
ADD $t7,$t7,$t2																				
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW **$t1**,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W														
ADD $t2,**$t1**,$t4		F	D	-	-	X														
SW $t2,0($t3)			F	-	-	D														
ADD $t3,$t2,$t6						F														
ADDI $t0,$t0,4																				
LW $t5,0($t0)																				
ADD $t7,$t7,$t2																				
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W														
ADD **$t2**,$t1,$t4		F	D	-	-	X														
SW **$t2**,0($t3)			F	-	-	D														
ADD $t3,$t2,$t6						F														
ADDI $t0,$t0,4																				
LW $t5,0($t0)																				
ADD $t7,$t7,$t2																				
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W														
ADD **$t2**,$t1,$t4		F	D	-	-	X	M1													
SW **$t2**,0($t3)			F	-	-	D	X													
ADD $t3,$t2,$t6						F	D													
ADDI $t0,$t0,4							F													
LW $t5,0($t0)																				
ADD $t7,$t7,$t2																				
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1													
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X													
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D													
`ADDI $t0,$t0,4`							F													
`LW $t5,0($t0)`																				
`ADD $t7,$t7,$t2`																				
`LW $t6,0($t5)`																				
`ADD $t4,$t7,$t3`																				
`ADDI $t9,$t9,-4`																				
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW  $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2												
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1												
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X												
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D												
`LW  $t5,0($t0)`								F												
`ADD $t7,$t7,$t2`																				
`LW $t6,0($t5)`																				
`ADD $t4,$t7,$t3`																				
`ADDI $t9,$t9,-4`																				
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2											
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1											
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X											
`LW $t5,0($t0)`								F	D											
`ADD $t7,$t7,$t2`									F											
`LW $t6,0($t5)`																				
`ADD $t4,$t7,$t3`																				
`ADDI $t9,$t9,-4`																				
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW $t1,0($t0)	F	D	X	M1	M2	W														
ADD $t2,$t1,$t4		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
SW $t2,0($t3)			F	-	-	D	X	M1	M2											
ADD $t3,$t2,$t6						F	D	X	M1											
ADDI **$t0**,$t0,4							F	D	X											
LW $t5,0(**$t0**)								F	D											
ADD $t7,$t7,$t2									F											
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2										
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1										
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X										
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D										
`LW $t6,0($t5)`										F										
`ADD $t4,$t7,$t3`																				
`ADDI $t9,$t9,-4`																				
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2									
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1									
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X									
`LW $t6,0($t5)`										F	D									
`ADD $t4,$t7,$t3`											F									
`ADDI $t9,$t9,-4`																				
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2									
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1									
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X									
`LW $t6,0($t5)`										F	D									
`ADD $t4,$t7,$t3`											F									
`ADDI $t9,$t9,-4`																				
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2								
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M1								
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-								
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-								
`ADDI $t9,$t9,-4`																				
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M1	M2							
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-	X							
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-	D							
`ADDI $t9,$t9,-4`													F							
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M1	M2							
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-	X							
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-	D							
`ADDI $t9,$t9,-4`													F							
`BNEZ $t9,LOOP`																				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M1	M2	W						
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-	X	M1						
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-	D	X						
`ADDI $t9,$t9,-4`													F	D						
`BNEZ $t9,LOOP`														F						
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M1	M2	W						
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-	X	M1	M2					
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-	D	X	M1					
`ADDI $t9,$t9,-4`													F	D	X					
`BNEZ $t9,LOOP`														F	D					
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M1	M2	W						
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-	X	M1	M2					
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-	D	X	M1					
`ADDI $t9,$t9,-4`													F	D	X					
`BNEZ $t9,LOOP`														F	D					
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M1	M2	W						
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-	X	M1	M2	W				
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-	D	X	M1	M2				
`ADDI $t9,$t9,-4`													F	D	X	M1				
`BNEZ $t9,LOOP`														F	D	X				
`LW $t1,0($t0)`																				

2η Άσκηση – 2ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M1	M2	W						
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-	X	M1	M2	W				
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-	D	X	M1	M2	W			
`ADDI $t9,$t9,-4`													F	D	X	M1	M2	W		
`BNEZ $t9,LOOP`														F	D	X	M1	M2	W	
`LW $t1,0($t0)`																			F	D

Σύνολο κύκλων: 18*15 + 19 = 289

2η Άσκηση – 3ο ζητούμενο

<u>3ο Ζητούμενο</u> : Ποια επιλογή πετυχαίνει καλύτερη επίδοση;

(i) Αναδιάταξη του κώδικα από τον compiler

(ii) Επανένωση των σταδίων M1 και M2

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM	WB		
Εντολή 2		IF	ID	EX	MEM	WB	
Εντολή 3			…	…	…	…	…
…							

2η Άσκηση – 3ο ζητούμενο (i)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	-	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`			F	-	-	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADDI $t0,$t0,4`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t5,0($t0)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t7,$t7,$t2`									F	D	X	M2	M2	W						
`LW $t6,0($t5)`										F	D	-	X	M1	M2	W				
`ADD $t4,$t7,$t3`											F	-	D	X	M1	M2	W			
`ADDI $t9,$t9,-4`													F	D	X	M1	M2	W		
`BNEZ $t9,LOOP`														F	D	X	M1	M2	W	
`LW $t1,0($t0)`																			F	D

Θέλουμε να τα αποφύγουμε!

National Technical University of Athens
CSLab

2η Άσκηση – 3ο ζητούμενο (i)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW $t1,0($t0)																				
ADDI $t0,$t0,4																				
LW $t5,0($t0)																				
ADD $t2,$t1,$t4																				
SW $t2,0($t3)																				
ADD $t3,$t2,$t6																				
ADD $t7,$t7,$t2																				
LW $t6,0($t5)																				
ADD $t4,$t7,$t3																				
ADDI $t9,$t9,-4																				
BNEZ $t9,LOOP																				
LW $t1,0($t0)																				

2η Άσκηση – 3ο ζητούμενο (i)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M1	M2	W														
`ADDI $t0,$t0,4`		F	D	X	M1	M2	W													
`LW $t5,0($t0)`			F	D	X	M1	M2	W												
`ADD $t2,$t1,$t4`				F	D	X	M1	M2	W											
`SW $t2,0($t3)`					F	D	X	M1	M2	W										
`ADD $t3,$t2,$t6`						F	D	X	M1	M2	W									
`ADD $t7,$t7,$t2`							F	D	X	M1	M2	W								
`LW $t6,0($t5)`								F	D	X	M1	M2	W							
`ADD $t4,$t7,$t3`									F	D	X	M1	M2	W						
`ADDI $t9,$t9,-4`										F	D	X	M1	M2	W					
`BNEZ $t9,LOOP`											F	D	X	M1	M2	W				
`LW $t1,0($t0)`																F	D			

Σύνολο κύκλων: 15*15 + 16 = 241

2η Άσκηση – 3ο ζητούμενο (ii)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
`LW  $t1,0($t0)`																	
`ADD $t2,$t1,$t4`																	
`SW  $t2,0($t3)`																	
`ADD $t3,$t2,$t6`																	
`ADDI $t0,$t0,4`																	
`LW  $t5,0($t0)`																	
`ADD  $t7,$t7,$t2`																	
`LW  $t6,0($t5)`																	
`ADD  $t4,$t7,$t3`																	
`ADDI $t9,$t9,-4`																	
`BNEZ $t9,LOOP`																	
`LW  $t1,0($t0)`																	

2η Άσκηση – 3ο ζητούμενο (ii)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
`LW $t1,0($t0)`	F	D	X	M	W												
`ADD $t2,$t1,$t4`		F	D	-	X	M	W										
`SW $t2,0($t3)`			F	-	D	X	M	W									
`ADD $t3,$t2,$t6`					F	D	X	M	W								
`ADDI $t0,$t0,4`						F	D	X	M	W							
`LW $t5,0($t0)`							F	D	X	M	W						
`ADD $t7,$t7,$t2`								F	D	X	M	W					
`LW $t6,0($t5)`									F	D	X	M	W				
`ADD $t4,$t7,$t3`										F	D	X	M	W			
`ADDI $t9,$t9,-4`											F	D	X	M	W		
`BNEZ $t9,LOOP`												F	D	X	M	W	
`LW $t1,0($t0)`																F	D

Σύνολο κύκλων: 15*15 + 16 = 241

2η Άσκηση – 3ο ζητούμενο

<u>3ο Ζητούμενο</u> : Ποια επιλογή πετυχαίνει καλύτερη επίδοση;

(i) Αναδιάταξη του κώδικα από τον compiler

Σύνολο κύκλων: 15*15 + 16 = 241

(ii) Επανένωση των σταδίων M1 και M2

Σύνολο κύκλων: 15*15 + 16 = 241

Άσκηση 3η – Μέρος Α

Ζητούμενο: Δίνεται επεξεργαστής με ένα επίπεδο κρυφής μνήμης με μέσο χρόνο πρόσβασης στη μνήμη 2.4 κύκλους ρολογιού. Πιο συγκεκριμένα, τα hits εξυπηρετούνται σε 1 κύκλο ενώ τα misses εξυπηρετούνται από την κύρια μνήμη σε 80 κύκλους. Σας ζητούν να προσθέσετε ένα δεύτερο επίπεδο κρυφής μνήμης ώστε η επιτάχυνση (speedup) του μέσου χρόνου πρόσβασης να είναι ίση με 1.65. Ποιό το hit rate αυτής της L2, αν η πρόσβαση σε αυτή στοιχίζει 6 κύκλους;

Άσκηση 3η – Μέρος Α

Ζητούμενο: Δίνεται επεξεργαστής με ένα επίπεδο κρυφής μνήμης με μέσο χρόνο πρόσβασης στη μνήμη 2.4 κύκλους ρολογιού. Πιο συγκεκριμένα, τα hits εξυπηρετούνται σε 1 κύκλο ενώ τα misses εξυπηρετούνται από την κύρια μνήμη σε 80 κύκλους. Σας ζητούν να προσθέσετε ένα δεύτερο επίπεδο κρυφής μνήμης ώστε η επιτάχυνση (speedup) του μέσου χρόνου πρόσβασης να είναι ίση με 1.65. Ποιό το hit rate αυτής της L2, αν η πρόσβαση σε αυτή στοιχίζει 6 κύκλους;

$$AMAT_{\mathrm{L1}} = 1 * hit_{L1} + MR_{L1} * MP_{L1} = 2.4 \Rightarrow MR_{L1} = \frac{2.4 - 1}{80} = 0.0175$$

Άσκηση 3η – Μέρος Α

Ζητούμενο: Δίνεται επεξεργαστής με ένα επίπεδο κρυφής μνήμης με μέσο χρόνο πρόσβασης στη μνήμη 2.4 κύκλους ρολογιού. Πιο συγκεκριμένα, τα hits εξυπηρετούνται σε 1 κύκλο ενώ τα misses εξυπηρετούνται από την κύρια μνήμη σε 80 κύκλους. Σας ζητούν να προσθέσετε ένα δεύτερο επίπεδο κρυφής μνήμης ώστε η επιτάχυνση (speedup) του μέσου χρόνου πρόσβασης να είναι ίση με 1.65. Ποιό το hit rate αυτής της L2, αν η πρόσβαση σε αυτή στοιχίζει 6 κύκλους;

$$AMAT_{\mathrm{L1}} = 1 * hit_{L1} + MR_{L1} * MP_{L1} = 2.4 \Rightarrow MR_{L1} = \frac{2.4 - 1}{80} = 0.0175$$

$$AMAT_{\mathrm{L1+L2}} = 1 * hit_{L1} + MR_{L1} * \boldsymbol{(hit_{L2} + MR_{L2} * MP_{L2})}$$

Άσκηση 3η – Μέρος Α

Ζητούμενο: Δίνεται επεξεργαστής με ένα επίπεδο κρυφής μνήμης με μέσο χρόνο πρόσβασης στη μνήμη 2.4 κύκλους ρολογιού. Πιο συγκεκριμένα, τα hits εξυπηρετούνται σε 1 κύκλο ενώ τα misses εξυπηρετούνται από την κύρια μνήμη σε 80 κύκλους. Σας ζητούν να προσθέσετε ένα δεύτερο επίπεδο κρυφής μνήμης ώστε η επιτάχυνση (speedup) του μέσου χρόνου πρόσβασης να είναι ίση με 1.65. Ποιό το hit rate αυτής της L2, αν η πρόσβαση σε αυτή στοιχίζει 6 κύκλους;

$$AMAT_{\mathrm{L1}} = 1 * hit_{L1} + MR_{L1} * MP_{L1} = 2.4 \Rightarrow MR_{L1} = \frac{2.4 - 1}{80} = 0.0175$$

$$AMAT_{\mathrm{L1+L2}} = 1 * hit_{L1} + MR_{L1} * (hit_{L2} + MR_{L2} * MP_{L2})$$

$$\frac{AMAT_{L1}}{AMAT_{L1+L2}} = 1.65 \Rightarrow \frac{2.4}{1 * hit_{L1} + MR_{L1} * (hit_{L2} + MR_{L2} * MP_{L2})} = 1.65$$

$$\Rightarrow \frac{2.4}{1 + 0.0175(6 + 80 * MR_{L2})} = 1.65 \Rightarrow \boldsymbol{MR_{L2} = 0.25}$$

Άσκηση 3η – Μέρος Α

Ζητούμενο: Δίνεται επεξεργαστής με ένα επίπεδο κρυφής μνήμης με μέσο χρόνο πρόσβασης στη μνήμη 2.4 κύκλους ρολογιού. Πιο συγκεκριμένα, τα hits εξυπηρετούνται σε 1 κύκλο ενώ τα misses εξυπηρετούνται από την κύρια μνήμη σε 80 κύκλους. Σας ζητούν να προσθέσετε ένα δεύτερο επίπεδο κρυφής μνήμης ώστε η επιτάχυνση (speedup) του μέσου χρόνου πρόσβασης να είναι ίση με 1.65. Ποιό το hit rate αυτής της L2, αν η πρόσβαση σε αυτή στοιχίζει 6 κύκλους;

$$AMAT_{\mathrm{L1}} = 1 * hit_{L1} + MR_{L1} * MP_{L1} = 2.4 \Rightarrow MR_{L1} = \frac{2.4 - 1}{80} = 0.0175$$

$$AMAT_{\mathrm{L1+L2}} = 1 * hit_{L1} + MR_{L1} * (hit_{L2} + MR_{L2} * MP_{L2})$$

$$\frac{AMAT_{L1}}{AMAT_{L1+L2}} = 1.65 \Rightarrow \frac{2.4}{1 * hit_{L1} + MR_{L1} * (hit_{L2} + MR_{L2} * MP_{L2})} = 1.65$$

$$\Rightarrow \frac{2.4}{1 + 0.0175(6 + 80 * MR_{L2})} = 1.65 \Rightarrow \boldsymbol{MR_{L2} = 0.25}$$

L2 Hit Rate = 75%

Άσκηση 3η – Μέρος Β

Δίνεται ο ακόλουθος κώδικας C:

```
int i,j;
double A[8][16], B[8][16];

for (i=0; i < 4; i++) {
    for (j=0; j < 16; j++)
        if (i % 2)
            A[i+1][j] = A[i+1][j] + A[i][j] + B[i][j];
        else
             A[i+1][j] = A[i][j] + B[i-1][j];
}
```

- ✓ *Κάθε στοιχείο του πίνακα είναι 8 bytes*
- ✓ *1 επίπεδο κρυφής μνήμης, 2-way associative, LRU πολιτική αντικατάστασης, write-allocate, 32B block, μεγέθους 256 bytes*
- ✓ *Αρχικά η cache είναι άδεια*
- ✓ *Όλες οι μεταβλητές αποθηκεύονται σε καταχωρητές εκτός από τα στοιχεία των πινάκων*
- ✓ *Οι πίνακες αποθηκεύονται στη μνήμη κατά γραμμές και είναι ευθυγραμμισμένοι*
- ✓ *Ο Α στη θέση μνήμης 0x00008000*
- ✓ *Η σειρά με την οποία γίνονται οι αναφορές στην μνήμη είναι A, B, A*

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

1ο Ζητούμενο: Βρείτε το συνολικό αριθμό hits και misses για όλη την εκτέλεση του παραπάνω κώδικα.

- 1 block = 32 bytes
- 1 στοιχείο = 8 bytes
- πίνακας αποθηκευμένος κατά γραμμές

→ σε 1 block της cache θα απεικονίζονται 4 διαδοχικά στοιχεία του πίνακα, π.χ. A[i][j],A[i][j+1], A[i][j+2], A[i][j+3]

32 bytes block size = 2^5 → 5 bits offset

256B cache / 32B block → 8 blocks

8 blocks → 4 sets = 2^2 → 2 bits index

Πίνακας A αποθηκευμένος στη θέσή 0x8000

Πίνακας B αποθηκευμένος μετά τον A → 0x8000 + 0x400 (=1024) → 0x8400

όλα στο set 0

A[0][0] → 0x0000 8000 = 0000 0000 0000 0000 1000 0000 0000 0000

B[0] → 0x0000 8400 = 0000 0000 0000 0000 1000 0100 0000 0000

A[0][0] και B[0] γίνονται mapped στο ίδιο block

National Technical University of Athens CSLab

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0 A[1][0] compulsory miss

Cache

	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
set 0				
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0

A[1][0] compulsory miss

A[0][0] compulsory miss

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	A[0][0]	**A[0][1]**	**A[0][2]**	**A[0][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0

A[1][0]	compulsory miss
A[0][0]	compulsory miss
B[0][0]	compulsory miss

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[0][0]	A[0][1]	A[0][2]	A[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0

A[1][0]	compulsory miss
A[0][0]	compulsory miss
B[0][0]	compulsory miss
A[1][0]	conflict miss

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[1][0]	**A[1][1]**	**A[1][2]**	**A[1][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[1][0]	**A[1][1]**	**A[1][2]**	**A[1][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss

Cache

set 0	**A[0][0]**	**A[0][1]**	**A[0][2]**	**A[0][3]**
	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss

Cache

set 0	A[0][0]	A[0][1]	A[0][2]	A[0][3]
	B[0][0]	**B[0][1]**	**B[0][2]**	**B[0][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit
	A[0][2]	conflict miss

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	A[0][0]	**A[0][1]**	**A[0][2]**	**A[0][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit
	A[0][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss

Cache

set 0	**B[0][0]**	**B[0][1]**	**B[0][2]**	**B[0][3]**
	A[0][0]	A[0][1]	A[0][2]	A[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit
	A[0][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[1][2]	conflict miss

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[1][0]	**A[1][1]**	**A[1][2]**	**A[1][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit
	A[0][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[1][2]	conflict miss
i=0, j=3	A[1][3]	hit

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[1][0]	**A[1][1]**	**A[1][2]**	**A[1][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit
	A[0][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[1][2]	conflict miss
i=0, j=3	A[1][3]	hit
	A[0][3]	conflict miss

Cache

set 0	**A[0][0]**	**A[0][1]**	**A[0][2]**	**A[0][3]**
	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit
	A[0][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[1][2]	conflict miss
i=0, j=3	A[1][3]	hit
	A[0][3]	conflict miss
	B[0][3]	conflict miss

Cache

set 0	A[0][0]	A[0][1]	A[0][2]	A[0][3]
	B[0][0]	**B[0][1]**	**B[0][2]**	**B[0][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit
	A[0][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[1][2]	conflict miss
i=0, j=3	A[1][3]	hit
	A[0][3]	conflict miss
	B[0][3]	conflict miss
	A[1][3]	conflict miss

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=0, j=0	A[1][0]	compulsory miss
	A[0][0]	compulsory miss
	B[0][0]	compulsory miss
	A[1][0]	conflict miss
i=0, j=1	A[1][1]	hit
	A[0][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[1][1]	conflict miss
i=0, j=2	A[1][2]	hit
	A[0][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[1][2]	conflict miss
i=0, j=3	A[1][3]	hit
	A[0][3]	conflict miss
	B[0][3]	conflict miss
	A[1][3]	conflict miss

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Για j=4-15 επαναλαμβάνεται το ίδιο pattern

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0 A[1][0] hit

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0

A[1][0] hit

B[0][0] hit

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	B[0][0]	**B[0][1]**	**B[0][2]**	**B[0][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0

A[1][0]	hit
B[0][0]	hit
A[2][0]	compulsory miss

Cache

set 0	A[2][0]	A[2][1]	A[2][2]	A[2][3]
	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss

Cache

set 0	A[2][0]	A[2][1]	A[2][2]	A[2][3]
	A[1][0]	**A[1][1]**	**A[1][2]**	**A[1][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0

A[1][0]	hit
B[0][0]	hit
A[2][0]	compulsory miss

i=1, j=1

A[1][1]	conflict miss
B[0][1]	conflict miss
A[2][1]	conflict miss

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[2][0]	**A[2][1]**	**A[2][2]**	**A[2][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[2][1]	conflict miss
i=1, j=2	A[1][2]	conflict miss

Cache

set 0	**A[1][0]**	**A[1][1]**	**A[1][2]**	**A[1][3]**
	A[2][0]	A[2][1]	A[2][2]	A[2][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[2][1]	conflict miss
i=1, j=2	A[1][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss

Cache

set 0	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
	B[0][0]	**B[0][1]**	**B[0][2]**	**B[0][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[2][1]	conflict miss
i=1, j=2	A[1][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[2][2]	conflict miss

Cache

set 0	A[2][0]	A[2][1]	A[2][2]	A[2][3]
	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[2][1]	conflict miss
i=1, j=2	A[1][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[2][2]	conflict miss
i=1, j=3	A[1][3]	conflict miss

Cache

set 0	A[2][0]	A[2][1]	A[2][2]	A[2][3]
	A[1][0]	**A[1][1]**	**A[1][2]**	**A[1][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[2][1]	conflict miss
i=1, j=2	A[1][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[2][2]	conflict miss
i=1, j=3	A[1][3]	conflict miss
	B[0][3]	conflict miss

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[1][0]	A[1][1]	A[1][2]	A[1][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[2][1]	conflict miss
i=1, j=2	A[1][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[2][2]	conflict miss
i=1, j=3	A[1][3]	conflict miss
	B[0][3]	conflict miss
	A[2][3]	conflict miss

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[2][0]	**A[2][1]**	**A[2][2]**	**A[2][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=1, j=0	A[1][0]	hit
	B[0][0]	hit
	A[2][0]	compulsory miss
i=1, j=1	A[1][1]	conflict miss
	B[0][1]	conflict miss
	A[2][1]	conflict miss
i=1, j=2	A[1][2]	conflict miss
	B[0][2]	conflict miss
	A[2][2]	conflict miss
i=1, j=3	A[1][3]	conflict miss
	B[0][3]	conflict miss
	A[2][3]	conflict miss

Cache

set 0	B[0][0]	B[0][1]	B[0][2]	B[0][3]
	A[2][0]	**A[2][1]**	**A[2][2]**	**A[2][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Για j=4-15 επαναλαμβάνεται το ίδιο pattern

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=2, j=0 A[3][0] compulsory miss

Cache

set 0	**A[3][0]**	**A[3][1]**	**A[3][2]**	**A[3][3]**
	A[2][0]	A[2][1]	A[2][2]	A[2][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=2, j=0

A[3][0] compulsory miss

A[2][0] hit

Cache

set 0	A[3][0]	A[3][1]	A[3][2]	A[3][3]
	A[2][0]	**A[2][1]**	**A[2][2]**	**A[2][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=2, j=0	A[3][0]	compulsory miss
	A[2][0]	hit
	B[2][0]	compulsory miss
	A[3][0]	conflict miss
i=2, j=1	A[3][1]	hit
	A[2][1]	conflict miss
	B[2][1]	conflict miss
	A[3][1]	conflict miss
i=2, j=2	A[3][2]	hit
	A[2][2]	conflict miss
	B[2][2]	conflict miss
	A[3][2]	conflict miss
i=2, j=3	A[3][3]	hit
	A[2][3]	conflict miss
	B[2][3]	conflict miss
	A[3][3]	conflict miss

Cache

set 0	A[3][0]	A[3][1]	A[3][2]	A[3][3]
	B[2][0]	B[2][1]	B[2][2]	B[2][3]
set 1				
set 2				
set 3				

Για j=4-15 επαναλαμβάνεται το ίδιο pattern

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

i=3, j=0	A[3][0]	hit
	B[2][0]	hit
	A[4][0]	compulsory miss
i=3, j=1	A[3][1]	conflict miss
	B[2][1]	conflict miss
	A[4][1]	conflict miss
i=3, j=2	A[3][2]	conflict miss
	B[2][2]	conflict miss
	A[4][2]	conflict miss
i=3, j=3	A[3][3]	conflict miss
	B[2][3]	conflict miss
	A[4][3]	conflict miss

Cache

set 0	B[2][0]	B[2][1]	B[2][2]	B[2][3]
	A[4][0]	**A[4][1]**	**A[4][2]**	**A[4][3]**
set 1				
set 2				
set 3				

Για j=4-15 επαναλαμβάνεται το ίδιο pattern

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

Σύνολο για i = 0:

αναφορές στη μνήμη				αποτέλεσμα			
i = 0, j = 0-3:							
A[1][0]	A[0][0]	B[0][0]	A[1][0]	m	m	m	m
A[1][1]	A[0][1]	B[0][1]	A[1][1]	h	m	m	m
A[1][2]	A[0][2]	B[0][2]	A[1][2]	h	m	m	m
A[1][3]	A[0][3]	B[0][3]	A[1][3]	h	m	m	m

16 * 4 = 64 accesses
13 * 4 = 52 misses
3 * 4 = 12 hits

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

Σύνολο για i = 1:

αναφορές στη μνήμη			αποτέλεσμα		
i = 1, j = 0-3:					
A[1][0]	B[0][0]	A[2][0]	h	h	m
A[1][1]	B[0][1]	A[2][1]	m	m	m
A[1][2]	B[0][2]	A[2][2]	m	m	m
A[1][3]	B[0][3]	A[2][3]	m	m	m

12 * 4 = 48 accesses
10 * 4 = 40 misses
2 * 4 = 8 hits

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

Σύνολο για i = 2:

αναφορές στη μνήμη				αποτέλεσμα			
i = 2, j = 0-3:							
A[3][0]	A[2][0]	B[2][0]	A[3][0]	m	h	m	m
A[3][1]	A[2][1]	B[2][1]	A[3][1]	h	m	m	m
A[3][2]	A[2][2]	B[2][2]	A[3][2]	h	m	m	m
A[3][3]	A[2][3]	B[2][3]	A[3][3]	h	m	m	m

16 * 4 = 64 accesses
12 * 4 = 48 misses
4 * 4 = 16 hits

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

Σύνολο για i = 3:

αναφορές στη μνήμη			αποτέλεσμα		
i = 3, j = 0-3:					
A[3][0]	B[2][0]	A[4][0]	h	h	m
A[3][1]	B[2][1]	A[4][1]	m	m	m
A[3][2]	B[2][2]	A[4][2]	m	m	m
A[3][3]	B[2][3]	A[4][3]	m	m	m

12 * 4 = 48 accesses
10 * 4 = 40 misses
2 * 4 = 8 hits

Άσκηση 3η – Μέρος Β (i)

<u>Συνολικά</u>

Accesses : 64 + 48 + 64 + 48 = 224
Misses : 52 + 40 + 48 + 40 = 180
Hits : 12 + 8 + 16 + 8 = 44

Άσκηση 3η – Μέρος Β (ii)

2ο Ζητούμενο: Σας προτείνουν να αντικαταστήσετε την κρυφή μνήμη με μία άλλη ίδιας χωρητικότητας και οργάνωσης αλλά write-no-allocate. Πώς θα επηρεαστούν τα hits και misses; Δικαιολογήστε την απάντησή σας δίνοντας όπως και πριν το συνολικό τους αριθμό.

Άσκηση 3η – Μέρος Β (ii)

Σύνολο για i = 0:

αναφορές στη μνήμη				αποτέλεσμα			
i = 0, j = 0-3:							
A[1][0]	A[0][0]	B[0][0]	A[1][0]	m	m	m	m
A[1][1]	A[0][1]	B[0][1]	A[1][1]	m	m	m	m
A[1][2]	A[0][2]	B[0][2]	A[1][2]	m	m	m	m
A[1][3]	A[0][3]	B[0][3]	A[1][3]	m	m	m	m

64 accesses
64 misses
0 hits

Άσκηση 3η – Μέρος Β (ii)

Σύνολο για i = 0:

αναφορές στη μνήμη			αποτέλεσμα		
i = 1, j = 0-3:					
A[1][0]	B[0][0]	A[2][0]	m	h	m
A[1][1]	B[0][1]	A[2][1]	h	h	m
A[1][2]	B[0][2]	A[2][2]	h	h	m
A[1][3]	B[0][3]	A[2][3]	h	h	m

48 accesses
20 misses
28 hits

Άσκηση 3η – Μέρος Β (ii)

Σύνολο για i = 0:

αναφορές στη μνήμη				αποτέλεσμα			
i = 2, j = 0-3:							
A[3][0]	A[2][0]	B[2][0]	A[3][0]	m	m	m	m
A[3][1]	A[2][1]	B[2][1]	A[3][1]	m	m	m	m
A[3][2]	A[2][2]	B[2][2]	A[3][2]	m	m	m	m
A[3][3]	A[2][3]	B[2][3]	A[3][3]	m	m	m	m

64 accesses
64 misses
0 hits

Άσκηση 3η – Μέρος Β (ii)

Σύνολο για i = 0:

αναφορές στη μνήμη			αποτέλεσμα		
i = 3, j = 0-3:					
A[3][0]	B[2][0]	A[4][0]	m	h	m
A[3][1]	B[2][1]	A[4][1]	h	h	m
A[3][2]	B[2][2]	A[4][2]	h	h	m
A[3][3]	B[2][3]	A[4][3]	h	h	m

48 accesses
20 misses
28 hits

Άσκηση 3η – Μέρος Β (ii)

<u>Συνολικά</u>

Accesses : 64 + 48 + 64 + 48 = 224
Misses : 64 + 20 + 64 + 20 = 168
Hits : 0 + 28 + 0 + 28 = 56