



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Ακ. έτος 2022-2023, 5ο εξάμηνο, ΣΗΜΜΥ
ΤΜΗΜΑ 1ο (Α - ΚΑΣ)
4^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Ημερομηνία παράδοσης: 22/01/2023

Άσκηση 1.

1. Το μήκος κάθε λέξης είναι 4 Bytes. Ο αριθμός bits του offset είναι 5 bits, επομένως το μήκος κάθε block είναι:

$$\text{size of block in Bytes} = 2^{\text{offset bits}} = 2^5 = 32 \text{ Bytes}$$

άρα κάθε μπλοκ έχει μήκος $\frac{32}{4} = 8$ λέξεις.

2. Οι γραμμές της κρυφής μνήμης είναι ίση με τον συνολικό αριθμό των blocks, άρα :

$$\text{No. of blocks} = 2^{\text{index bits}} = 2^5 = 32 \text{ blocks}$$

δηλαδή 32 γραμμές.

3. Γνωρίζουμε πως το μέγεθος του physical address είναι 32 bits = 4 Bytes, επομένως το μέγεθος της κύριας μνήμης θα είναι 2^{32} Bytes . Συνεπώς, το ζητούμενο ποσοστό είναι:

$$\lambda = \frac{\text{Bytes κρυφής μνήμης}}{\text{Bytes κύριας μνήμης}} * 100\% = \frac{2^2}{2^{32}} * 100\% = 2^{-30} * 100\% = 0,000000093\%$$

4.

ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΝ ΜΝΗΜΗΣ	TAG	INDEX	DATA ADDRESS RANGE	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
0	000000000000000000000000	00000	00000	Αποτυχία
4	000000000000000000000000	00000	00100	Επιτυχία
16	000000000000000000000000	00000	10000	Επιτυχία
132	000000000000000000000000	00100	00100	Αποτυχία
232	000000000000000000000000	00111	01000	Αποτυχία
160	000000000000000000000000	00101	00000	Αποτυχία
1024	000000000000000000000001	00000	00000	Αποτυχία
30	000000000000000000000000	00000	11110	Αποτυχία
140	000000000000000000000000	00100	01100	Επιτυχία
3100	000000000000000000000011	00000	11100	Αποτυχία
180	000000000000000000000000	00101	10100	Επιτυχία
2180	000000000000000000000010	00100	00100	Αποτυχία

Την εκάστοτε αποτυχία ή επιτυχία την καθορίζουμε με τον παρακάτω πίνακα (λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα 2 τελευταία tag bits) :

SET	V	TAG
00000	1	X 00, ✓, ✓, X 01, X 00, X 11
...	0	
00100	1	X 00, ✓, X 10
00101	1	X 00, ✓
00110	0	
00111	1	X 00
...	0	

Σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνονται 4 αντικαταστάσεις (χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη την αντικατάσταση του κενού). Από τις 12 καταχωρήσεις, μόνο 4 καταλήγουν σε επιτυχία, επομένως το ποσοστό επιτυχίας είναι:

$$Hit\ ratio = \frac{4}{12} * 100\% \approx 33.3\%$$

Άσκηση 2.

Εφόσον έχουμε blocks μέγεθος 32 Bytes, τα offset bits υπολογίζονται ως εξής:

$$offset\ bits = \log_2 32 = \log_2 2^5 = 5$$

Η κρυφή μνήμη έχει συνολικό μέγεθος 512 Bytes δεδομένων και κάθε block έχει μέγεθος 32 Bytes, άρα η μνήμη αποτελείται από:

$$No.\ of\ Blocks = \frac{cache\ memory\ size}{block\ size} = \frac{512\ Bytes}{32\ Bytes} = 16\ blocks$$

Συνεπώς, για τα bits του αριθμοδείκτη λαμβάνουμε ότι:

$$No.\ of\ Index\ bits = \log_2 16 = \log_2 2^4 = 4$$

Για τη διεύθυνση του x έχουμε ότι:

$$x: 0xF1001000 = \text{111100010000000000001000} \quad \text{0000} \quad \text{00000}$$

Tag bits Index bits Offset bits

Το στοιχείο του πίνακα x, x[1][0] θα απεικονίζεται 2 sets πιο κάτω από το στοιχείο x[0][0], δηλαδή:

$$x[1][0] = 0xF1001000 + 8_{elements} * 8\ Bytes = 11110001000000000000100000000000 + 1000000$$

$$= 0111100010000000000001000001000000$$

Συνεπώς, το στοιχείο x[4][0] θα απεικονίζεται 8 sets κάτω από το στοιχείο x[0][0], άρα:

$$x[4][0] = 0111100010000000000001000001000000 + 32_{elements} * 8\ Bytes$$

$$= 0111100010000000000001000100000000$$

Καθώς οι πίνακες είναι αποθηκευμένοι διαδοχικά, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το στοιχείο y[0][0] τοποθετείται 2 sets πιο κάτω από το στοιχείο x[4][0], επομένως:

$$y[0][0] = 0111100010000000000001000100000000 + 8_{elements} * 8\ Bytes$$

$$= 0111100010000000000001000101000000$$

Αντίστοιχα, το στοιχείο z[0] θα βρίσκεται 8 sets κάτω από το στοιχείο y[0][0], άρα:

$$z[0] = 0111100010000000000001000101000000 + 32_{elements} * 8\ Bytes$$

$$= 0111100010000000000001001001000000$$

Συνολικά, για τις διευθύνσεις των πινάκων (x,y,z) έχουμε τα εξής:

$$x: 0xF1001000 = \text{111100010000000000001000} \quad \text{0000} \quad \text{00000}$$

Tag bits Index bits Offset bits

y: 0xF1001140 = 011110001000000000001000 1010 00000
 Tag bits Index bits Offset bits

z: 0xF1001240 = 011110001000000000001001 0010 00000
 Tag bits Index bits Offset bits

Εκτελώντας τον δοσμένο κώδικα, λαμβάνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΝ ΜΝΗΜΗΣ	TAG	INDEX	DATA ADDRESS RANGE	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
1 ^η επανάληψη				
x[0][0] y[0][0] z[0]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0000 1010 0010	00000	Αποτυχία
x[0][1] y[0][1] z[1]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0000 1010 0010	01000	Επιτυχία
x[0][2] y[0][2] z[2]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0000 1010 0010	10000	Επιτυχία
x[0][3] y[0][3] z[3]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0000 1010 0010	11000	Επιτυχία
x[0][4] y[0][4] z[4]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0001 1011 0011	00000	Αποτυχία
x[0][5] y[0][5] z[5]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0001 1011 0011	01000	Επιτυχία
x[0][6] y[0][6] z[6]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0001 1011 0011	10000	Επιτυχία
x[0][7] y[0][7] z[7]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0001 1011 0011	11000	Επιτυχία
2 ^η επανάληψη				
x[1][0] y[1][0] z[8]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0010 1100 0100	00000	Αποτυχία
x[1][1] y[1][1] z[9]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0010 1100 0100	01000	Επιτυχία
x[1][2] y[1][2] z[10]	111100010000000000001000 011110001000000000001000 011110001000000000001001	0010 1100 0100	10000	Επιτυχία

x[1][3]	111100010000000000001000	0010	11000	Επιτυχία
y[1][3]	0111100010000000000001000	1100		
z[11]	0111100010000000000001001	0100		
x[1][4]	111100010000000000001000	0011	00000	Αποτυχία
y[1][4]	0111100010000000000001000	1101		
z[12]	0111100010000000000001001	0101		
x[1][5]	111100010000000000001000	0011	01000	Επιτυχία
y[1][5]	0111100010000000000001000	1101		
z[13]	0111100010000000000001001	0101		
x[1][6]	111100010000000000001000	0011	10000	Επιτυχία
y[1][6]	0111100010000000000001000	1101		
z[14]	0111100010000000000001001	0101		
x[1][7]	111100010000000000001000	0011	11000	Επιτυχία
y[1][7]	0111100010000000000001000	1101		
z[15]	0111100010000000000001001	0101		

SET	V	TAG
0000	1	X111100010000000000001000, ✓, ✓, ✓
0001	1	X111100010000000000001000, ✓, ✓, ✓
0010	1	X0111100010000000000001001, ✓, ✓, ✓, ✓, X111100010000000000001000, ✓, ✓, ✓
0011	1	X0111100010000000000001001, ✓, ✓, ✓
0100	1	X0111100010000000000001001, ✓, ✓, ✓
0101	1	X0111100010000000000001001, ✓, ✓, ✓
0110	0	
0111	0	
1000	0	
1001	0	
1010	1	X0111100010000000000001000, ✓, ✓, ✓
1011	1	X0111100010000000000001000, ✓, ✓, ✓
1100	1	X0111100010000000000001000, ✓, ✓, ✓
1101	1	X0111100010000000000001000, ✓, ✓, ✓
1110	0	
1111	0	

Σε κάθε επανάληψη, λοιπόν, έχουμε 2 αποτυχίες και 6 επιτυχίες.

Συνολικά, έχουμε: $Misses = 8 * 2 = 16$ αποτυχίες και $Hits = 8 * 6 = 48$ ευστοχίες

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το ποσοστό ευστοχίας για όλη την εκτέλεση του δοσμένου κώδικα είναι ίσο με:

$$hit\ ratio = \frac{\# hits}{\# executions} * 100\% = \frac{48}{64} * 100\% = 75\%$$