



## 4η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Ακ. έτος 2020-2021, 5ο Εξάμηνο, Σχολή ΗΜ&ΜΥ

Τελική Ημερομηνία Παράδοσης: **03/02/2021**

### ΜΕΡΟΣ Α

Δίνονται οι εξής παράμετροι σχετικά με το σύστημα της εικονικής μνήμης ενός υπολογιστικού συστήματος:

- Εικονικός χώρος διευθύνσεων: 48 bits
- Φυσική μνήμη συστήματος: 16GB
- Μέγεθος σελίδας: 4KB
- Μέγεθος εγγραφής πίνακα σελίδων: 4B

Α. Αν το σύστημα υλοποιείται με ένα πίνακα σελίδων μοναδικού επιπέδου, απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

- i) Πόσες εγγραφές πίνακα σελίδων χρειάζονται;
- ii) Πόση φυσική μνήμη απαιτείται για την αποθήκευση του πίνακα σελίδων;

Β. Όπως είδαμε στο μάθημα, ένας πίνακας σελίδων πολλαπλών επιπέδων μπορεί να μειώσει την φυσική μνήμη που καταναλώνει ο ίδιος ο πίνακας σελίδων, αφού κρατάει μόνο τις ενεργές εγγραφές, δηλαδή εγγραφές για τα κομμάτια φυσικής μνήμης που χρησιμοποιεί μια διεργασία.

- i) Όπως συζητήσαμε στο μάθημα, επιλέγουμε ο πίνακας του κάθε επιπέδου να καταλαμβάνει μια σελίδα φυσικής μνήμης. Γιατί κάνουμε αυτή την επιλογή;
- ii) Πόσα επίπεδα θα χρειαστούν για την υλοποίηση του πίνακα σελίδων σε αυτή τη περίπτωση;
- iii) Πόσες αναφορές στη μνήμη απαιτούνται για την μετάφραση μιας διεύθυνσης που προκάλεσε αστοχία (miss) στο TLB;
- iv) Πόσος χώρος φυσικής μνήμης απαιτείται για την αποθήκευση του πίνακα σελίδων στη περίπτωση που μια διεργασία χρησιμοποιεί μόνο 4KB δεδομένων φυσικής μνήμης και στην περίπτωση που χρησιμοποιεί 8GB δεδομένων φυσικής μνήμης;

Γ. Ένας inverted πίνακας σελίδων μπορεί να βελτιστοποιήσει επιπλέον το χώρο και χρόνο που απαιτούνται για την αποθήκευση και την προσπέλαση του.

- i) Πόσες εγγραφές πίνακα σελίδων χρειάζονται για αυτή την υλοποίηση του πίνακα σελίδων;
- ii) Αν υποθέσουμε μία υλοποίηση βασισμένη σε πίνακα κατακερματισμού (hash table), πόσες αναφορές στη μνήμη απαιτούνται για την μετάφραση μιας διεύθυνσης που προκάλεσε αστοχία (miss) στο TLB στη καλύτερη και στη χειρότερη περίπτωση;

ΜΕΡΟΣ Β

Η εικονική μνήμη χρησιμοποιεί έναν πίνακα σελίδων για να κρατάει τις αντιστοιχίσεις των εικονικών διευθύνσεων σε φυσικές. Σας δίνονται οι εξής εικονικές διευθύνσεις οι οποίες αποτελούν μια ροή προσβάσεων στη μνήμη που παρατηρούνται σε ένα σύστημα.

0x123d, 0x08b3, 0x365c, 0x871b, 0xb6e6, 0x3140, 0xc049

Υποθέτουμε μέγεθος σελίδας 4KB, έναν πλήρως συσχετιστικό TLB 4 καταχωρήσεων με πολιτική αντικατάστασης LRU (η τιμή 0 ορίζει την LRU καταχώρηση και η τιμή 3 την MRU καταχώρηση) και πίνακα σελίδων μοναδικού επιπέδου. Αν κάποια σελίδα δεν υπάρχει στη φυσική μνήμη και πρέπει να έρθει από τον δίσκο, τότε θεωρείστε ότι δεσμεύεται μια νέα σελίδα στη μνήμη στο αμέσως επόμενο ελεύθερο πλαίσιο μνήμης (αυξάνοντας κατά 1 τη τιμή του τρέχοντος μεγαλύτερου αριθμού πλαισίου μνήμης). Τέλος, δίνεται η αρχική κατάσταση του TLB και του πίνακα σελίδων.

TLB			
Valid	Virtual Page Number	Physical Page Number	LRU counter
1	11	12	0
1	7	4	1
1	3	6	2
0	4	9	3

Page Table	
Valid	Physical Page Number or in Disk
1	5
0	Disk
0	Disk
1	6
1	9
1	11
0	Disk
1	4
0	Disk
0	Disk
1	3
1	12

A. Δείξτε την τελική κατάσταση του TLB και του πίνακα σελίδων, αναφέροντας για κάθε πρόσβαση, αναφέρετε αν προκαλεί ευστοχία στο TLB, ευστοχία στον πίνακα σελίδων, ή σφάλμα σελίδας.

B. Θεωρώντας τώρα ότι το μέγεθος σελίδας είναι 16KB:

- i) Απαντήστε τα προηγούμενα ερωτήματα.
- ii) Αναφέρατε μερικά από τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης μεγαλύτερου μεγέθους σελίδας.

Παραδοτέο της άσκησης θα είναι ένα ηλεκτρονικό κείμενο (**pdf**, **docx** ή **odt**) που θα περιέχει τις διαγράμματα χρονισμού και των 3 μερών της άσκησης.

Στο ηλεκτρονικό κείμενο να αναφέρετε στην αρχή τα στοιχεία σας (Όνομα, Επώνυμο, ΑΜ).

Η άσκηση θα παραδοθεί ηλεκτρονικά στο moodle του μαθήματος:

<https://courses.pclab.ece.ntua.gr/course/view.php?id=33>

*Δουλέψτε ατομικά. Έχει ιδιαίτερη αξία για την κατανόηση του μαθήματος να κάνετε μόνοι σας την εργασία. Μην προσπαθήσετε να την αντιγράψετε από άλλους συμφοιτητές σας.*