



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
www.cslab.ece.ntua.gr

3η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Ακ. έτος 2012-2013, 5ο Εξάμηνο Σχολή ΗΜ&ΜΥ

Τελική Ημερομηνία Παράδοσης: 17/02/2013

ΜΕΡΟΣ Α

Θεωρήστε ένα σύστημα μνήμης με μία cache χωρητικότητας 512 KB δεδομένων, με cache line 16 λέξεων. Το μέγεθος της λέξης είναι 32 bits. Η μικρότερη μονάδα δεδομένων που μπορεί να διευθυνσιοδοτηθεί είναι το 1 byte, ενώ οι διευθύνσεις μνήμης έχουν εύρος 32 bit. Για κάθε μία από τις ακόλουθες περιπτώσεις οργάνωσης της cache:

- (i) ευθείας αντιστοίχισης (direct mapped),
- (ii) συσχέτισης 4 δρόμων (4-way set associative) με πολιτική αντικατάστασης LRU,
- (iii) πλήρως συσχετιστική (fully associative) με πολιτική αντικατάστασης LRU

A1. Υπολογίστε τον αριθμό των bits καθενός από τα επιμέρους πεδία στα οποία χωρίζεται μία διεύθυνση μνήμης. Παρουσιάστε ένα διάγραμμα που να δείχνει πώς διαχωρίζεται η διεύθυνση στα πεδία αυτά, και εξηγήστε τη σημασία του καθενός. Τι ποσοστό του συνολικού μεγέθους της cache αφιερώνεται για τα bits του tag σε κάθε μία από τις περιπτώσεις;

A2. Δίνονται οι παρακάτω διευθύνσεις bytes στη μνήμη (σε δεκαεξαδική μορφή):

0E92C1C, 0E92C17, 0E92C3C, 0E12C1C, 0E92C1C, 068388, 068381D, 068384, 06D05C,
0692C1C, 06D2C1C, 078383F, 078380, 07D044, 0FD05C, 0ED05D.

Βρείτε σε ποιες θέσεις της cache απεικονίζονται. Αν οι προσβάσεις στις διευθύνσεις αυτές πραγματοποιηθούν με τη σειρά που δίνεται, η αναζήτηση τους στη cache καταλήγει σε hit ή σε miss;

ΜΕΡΟΣ Β

(Θέμα Φεβρουαρίου 2010)

Εξετάζουμε την εκτέλεση του ακόλουθου κώδικα C.

```
double A[9][8], B[8][8], C[8][8];

for(i=0; i<8; i++)
    for(j=0; j<8; j++)
        B[i][j] = A[i][j] + C[i][j] * A[i+1][j];
```

Οι πίνακες περιέχουν στοιχεία κινητής υποδιαστολής διπλής ακρίβειας, μεγέθους 8 bytes το καθένα. Κάνουμε τις εξής υποθέσεις:

1. Το πρόγραμμα εκτελείται σε έναν επεξεργαστή με μόνο ένα επίπεδο κρυφής μνήμης δεδομένων, η οποία αρχικά είναι άδεια. Η κρυφή μνήμη είναι συσχέτισης δύο δρόμων (2-way set associative), write-allocate, αποτελείται από 32 blocks δεδομένων, και έχει LRU πολιτική αντικατάστασης. Το μέγεθος του block είναι 32 bytes, ενώ η μικρότερη μονάδα δεδομένων που μπορεί να διευθυνσιοδοτηθεί είναι το 1 byte.
2. Υποθέτουμε ότι όλες οι μεταβλητές, πλην των στοιχείων των πινάκων, μπορούν να αποθηκευτούν σε καταχωρητές του επεξεργαστή, οπότε οποιαδήποτε αναφορά σε αυτές δεν συνεπάγεται προσπέλαση στην κρυφή μνήμη. Επίσης, σε επίπεδο εντολών assembly οι αναγνώσεις γίνονται με τη σειρά που εμφανίζονται στον κώδικα.
3. Οι πίνακες είναι αποθηκευμένοι στην κύρια μνήμη κατά γραμμές. Το πρώτο στοιχείο του πίνακα A βρίσκεται στη διεύθυνση 0x00000300, του πίνακα B στη διεύθυνση 0x00001500, και του πίνακα C στη διεύθυνση 0x00002100.

A) Βρείτε ποιες από τις αναφορές στα στοιχεία των πινάκων, για όλη την εκτέλεση του παραπάνω κώδικα, καταλήγουν σε misses. Υποδείξτε ποια είναι compulsory.

B) Αν η κρυφή μνήμη γίνει write-no-allocate, διατηρώντας τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της ίδια, πώς θα επηρεαστεί ο ρυθμός αστοχίας; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Γ) Αν η κρυφή μνήμη αντικατασταθεί με μια κρυφή μνήμη ευθείας αντιστοίχισης (direct mapped), write-allocate, με ίδιο συνολικό αριθμό blocks δεδομένων και ίδιο μέγεθος blocks, πώς θα επηρεαστεί ο ρυθμός αστοχίας; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Παραδοτέο της άσκησης θα είναι ένα ηλεκτρονικό κείμενο (pdf, doc ή odt). Στο ηλεκτρονικό κείμενο να αναφέρετε στην αρχή τα στοιχεία σας (Όνομα, Επώνυμο, ΑΜ). Η άσκηση θα παραδοθεί ηλεκτρονικά στην ιστοσελίδα:

<http://www.cslab.ece.ntua.gr/courses/comparch/submit>.

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.