

Προηγμένη Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

ΕΡΓΑΣΙΑ II : Ανάλυση της απόδοσης των κρυφών μνημών του επεξεργαστή MIPS

Κυριακή, 21 Δεκεμβρίου 2025

I Εισαγωγή

Η εργασία ασχολείται με την ανάλυση της απόδοσης της κρυφής μνήμης δεδομένων ενός επεξεργαστή MIPS κατά την εκτέλεση ενός συγκεκριμένου προγράμματος. Η εργασία θα εκτελεστεί στο περιβάλλον του web-based simulator του MIPS (*QtMips*) που ενσωματώνει τόσο την υλοποίηση μηχανισμού διοχέτευσης όσο και τη λειτουργία κρυφών μνημών εντολών και δεδομένων. Ο προσομοιωτής QtMips μπορεί να διαμορφωθεί ώστε να υποστηρίζει μεταξύ άλλων: pipeline, hazard detection unit, forwarding, delay slot, data cache, instruction cache.

Μπορείτε να εκτελέσετε τον προσομοιωτή QtMips από την ιστοσελίδα <https://comparch.edu.cvut.cz/qtmips/app/>.

II Τα Ζητούμενα - Τι πρέπει να παραδώσετε

Θα χρησιμοποιήσετε τον κώδικα που υλοποιήσατε στην εργασία I του μαθήματος με την εξής τροποποίηση:

```
for (i = 1; i < N-1; i++)  
    for (j = 1; j < N-1; j++)  
        MAX[i][j] = max{A[i-1][j], A[i][j], A[i+1][j]};  
        MIN[i][j] = min{B[i-1][j], B[i][j], B[i+1][j]};
```

Μέρος 1^ο: Χρησιμοποιήστε τον αρχικό κώδικα της εργασίας I με ενεργοποιημένο το delay slot (χωρίς όμως το unrolling και τις τροποποιήσεις που προτείνате στο μέρος 3^ο για μείωση του χρόνου εκτέλεσης).

Ρυθμίστε τον προσομοιωτή ως εξής:

- Pipelined, Delay Slot, Hazard Unit (Stall or Forward when hazard is detected).
- Κρυφή μνήμη εντολών (program cache): τοποθέτηση άμεσης απεικόνισης (degree of associativity: 1), number of sets: 16, block size: 2 (άρα συνολικό μέγεθος μνήμης 128 bytes), replacement policy: random.
- κρυφή μνήμη δεδομένων (data cache): τοποθέτηση άμεσης απεικόνισης (degree of associativity: 1), number of sets: 32, block size: 2 (άρα συνολικό μέγεθος μνήμης 256 bytes), replacement policy: random, writeback policy: write through – write allocate.
- Memory read: 10 cycles, memory write: 10 cycles.

Αξιολογήστε την απόδοση της ιεραρχίας μνήμης υπολογίζοντας τα παρακάτω:

- το ρυθμό αστοχίας (miss rate) της κρυφής μνήμης δεδομένων και της κρυφής μνήμης εντολών.
- το συνολικό χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος (σε κύκλους ρολογιού του επεξεργαστή) λαμβάνοντας υπόψιν και τις καθυστερήσεις της διοχέτευσης και τις καθυστερήσεις λόγω αστοχιών στις κρυφές μνήμες.

Οι μετρήσεις (σε όλα τα ερωτήματα της εργασίας) να γίνουν για πίνακες 16x16 (N=16) με τυχαία δεδομένα.

Μέρος 2°: Διατηρήστε το μέγεθος των κρυφών μνημών σταθερό και τροποποιήστε τις υπόλοιπες παραμέτρους (degree of associativity, block size, replacement policy, writeback policy) ώστε να πετύχετε την καλύτερη απόδοση (να ελαχιστοποιήσετε το ρυθμό αστοχίας των κρυφών μνημών). Σχολιάστε τα αποτελέσματα, πώς επηρεάζουν οι παραπάνω παράμετροι την απόδοση της κρυφής μνήμης. Για τον καλύτερο σχολιασμό των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήστε διαγράμματα που δείχνουν την απόδοση της κρυφής μνήμης σε σχέση με τις παραπάνω παραμέτρους.

Μέρος 3°: Χρησιμοποιήστε τον κώδικα Γ (μέρος 3°) της εργασίας Ι (που κάνει χρήση του unrolling και βελτιώνει την απόδοση του pipeline) και τη διαμόρφωση της κρυφής μνήμης δεδομένων που σας έδωσε το καλύτερο αποτέλεσμα στο μέρος 2°. Η διαμόρφωση του pipeline και της κρυφής μνήμης εντολών παραμένει όπως στο μέρος 1°.

Αξιολογήστε πάλι την απόδοση της ιεραρχίας μνήμης υπολογίζοντας ρυθμό αστοχίας των κρυφών μνημών και χρόνο εκτέλεσης. Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με το Μέρος 1°.

Μπορείτε να σκεφτείτε κάποια τροποποίηση του προγράμματος ώστε να βελτιώσετε το ρυθμό αστοχίας της κρυφής μνήμης δεδομένων? Σημείωση: Μπορείτε να τροποποιήσετε είτε το τμήμα δεδομένων είτε το τμήμα κώδικα του προγράμματος.

Πρέπει να παραδώσετε (σε ηλεκτρονική μορφή):

1. Τους κώδικες του προγράμματος
2. Τεκμηρίωση της εργασίας που θα περιλαμβάνει τις απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα.

Σημείωση: Μην ξεχάσετε να περιλάβετε στην τεκμηρίωσή σας τα ονόματα των μελών της ομάδας, τους αριθμούς μητρώου και e-mails ή τηλέφωνα για επικοινωνία.

III Σύσταση Ομάδων – Παράδοση Εργασιών – Βαθμολόγηση

Κάθε ομάδα μπορεί να αποτελείται από **1** έως και **3** άτομα.

Η τελική ημερομηνία παράδοσης της εργασίας είναι στις **14 Ιανουαρίου 2026**.

Η εξέταση της εργασίας θα γίνει την **Πέμπτη 15 Ιανουαρίου 2026 (στις 2μμ)**. Το ακριβές πρόγραμμα της εξέτασης θα ανακοινωθεί αμέσως μετά το πέρας της προθεσμίας υποβολής. Στην εξέταση θα πρέπει να συμμετέχουν όλα τα μέλη της ομάδας.

Στα πλαίσια του μαθήματος θα δοθεί και άλλη 1 εργασία. **Και οι τρεις** εργασίες είναι υποχρεωτικές. Δεν υπάρχει γραπτή εξέταση.

Ο τελικός βαθμός θα υπολογιστεί ως εξής :

$$\mathbf{0.4 \times \text{Εργασία 1} + 0.3 \times \text{Εργασία 2} + 0.3 \times \text{Εργασία 3}}$$

Για να είναι προβιβάσιμος ο τελικός βαθμός πρέπει ο βαθμός όλων των εργασιών να είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 5.

Σε περίπτωση που μια ομάδα δεν παραδώσει και τις 3 εργασίες (ή κάποια από τις εργασίες βαθμολογηθεί κάτω του 5) τότε έχει το δικαίωμα να διατηρήσει τον βαθμό των εργασιών που παρέδωσε και βαθμολογήθηκαν με προβιβάσιμο βαθμό (>5) και στην εξεταστική του Σεπτεμβρίου να παραδώσει και τις υπόλοιπες εργασίες. Ο βαθμός των εργασιών δεν διατηρείται για την επόμενη ακαδημαϊκή χρονιά.

Η παράδοση της εργασίας θα γίνει ηλεκτρονικά μέσω της ιστοσελίδας του μαθήματος.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Εάν διαπιστωθεί αντιγραφή εργασιών μεταξύ ομάδων θα μηδενίζονται αυτόματα ΟΛΕΣ οι εργασίες.