



# Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών  
Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

## Ιεραρχία Μνήμης

Χαράλαμπος Παπαδόπουλος  
03120199

Προηγμένα Θέματα Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών  
2η Άσκηση

# 1 Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία θα μελετήσουμε διάφορες αρχιτεκτονικές μνήμης χρησιμοποιώντας το εργαλείο προσομοίωσης PIN.

## 2 L2 Cache

Αρχικά, θα εξετάσουμε την επίδραση που έχουν στην επίδοση τα βασικά χαρακτηριστικά της L2, δηλαδή το μέγεθος, η συσχετιστικότητα (associativity) και το μέγεθος του cache block.

Οι συνδυασμοί που θα δοκιμάσουμε είναι οι εξής:

L2 size (KB)	L2 associativity	L2 cache block size (B)
256	4, 8	64, 128, 256
512	4, 8	
1024	8, 16	
2048	16	

Table 1: L2 Cache Configuration

Σημειώνεται πως η πολιτική αντικατάστασης, σε όλες τις περιπτώσεις, είναι LRU (Least Recently Used).

Για την προσομοίωση χρησιμοποιούμε 7 benchmarks από τη σουίτα ‘SPEC\_CPU2006’.

Για κάθε cache configuration θα χρησιμοποιήσουμε τον γεωμετρικό μέσο όρο των 7 benchmarks προκειμένου να εξάγουμε συμπεράσματα.

Οι μετρικές που θα χρησιμοποιήσουμε είναι οι εξής:

- **Average Memory Access Time (AMAT):** Ο μέσος χρόνος που απαιτείται για την πρόσβαση σε μια θέση μνήμης. Υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο επιτυχίας στην κρυφή μνήμη (hit time), το ποσοστό αστοχιών (miss rate) και την ποινή αστοχίας (miss penalty). Ένας χαμηλότερος AMAT υποδηλώνει καλύτερη απόδοση του συστήματος μνήμης.
- **Instructions per cycle (IPC):** Μέτρο της απόδοσης ενός επεξεργαστή, που δείχνει τον μέσο αριθμό εντολών που εκτελούνται σε κάθε κύκλο του ρολογιού του επεξεργαστή. Υψηλότερο IPC σημαίνει γενικά καλύτερη απόδοση.
- **Misses per Kilo Instructions (MPKI):** Ο αριθμός των αστοχιών της κρυφής μνήμης που συμβαίνουν για κάθε χίλιες εντολές που εκτελεί ο επεξεργαστής. Είναι ένας δείκτης της συχνότητας με την οποία η κρυφή μνήμη δεν παρέχει τα ζητούμενα δεδομένα, κανονικοποιημένος ως προς τον αριθμό των εκτελούμενων εντολών.

Συνολικά, ο αριθμός των κύκλων (Cycles) που απαιτούνται για την εκτέλεση ενός προγράμματος, λαμβάνοντας υπόψη την ιεραρχία της μνήμης, υπολογίζεται ως εξής:

$$Cycles = Instructions + (L1\_Accesses \times L1\_hit\_cycles) + (L2\_Accesses \times L2\_hit\_cycles) + (Mem\_Accesses \times Mem\_acc\_cycles)$$

Για τους παραπάνω υπολογισμούς, οι τιμές κόστους σε κύκλους ρολογιού για κάθε τύπο πρόσβασης είναι οι ακόλουθες:

- Επιτυχία στην L1 κρυφή μνήμη (L1 hit): 1 κύκλος ( $L1_{hit\_cycles} = 1$ )
- Επιτυχία στην L2 κρυφή μνήμη (L2 hit): 15 κύκλοι ( $L2_{hit\_cycles} = 15$ )
- Πρόσβαση στην κύρια μνήμη (Main memory access): 250 κύκλοι ( $Mem_{acc\_cycles} = 250$ )