

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Τμήμα Πληροφορικής

Οργάνωση Η/Υ

Ενότητα 5η: Αξιολόγηση της Απόδοσης

**Άσκηση 1:**

Έστω μια αρχιτεκτονική επεξεργαστή με έλεγχο πολλαπλών κύκλων μηχανής ανά κύκλο εντολής. Το σύνολο εντολών αυτής της αρχιτεκτονικής υποστηρίζει τέσσερις τύπους εντολών, που καθένας υλοποιείται σε έναν αριθμό κύκλων μηχανής, ως εξής:

εντολές ΑΛΜ	4cc
εντολές φόρτωσης	5cc
εντολές αποθήκευσης	4cc
εντολές άλματος	3cc

Για την αξιολόγηση της απόδοσης του επεξεργαστή τρέχουμε σε αυτόν κάποιο μετροπρόγραμμα, το οποίο εκτελεί το ακόλουθο μείγμα διαφορετικών τύπων εντολών μηχανής:

εντολές ΑΛΜ	42%
εντολές φόρτωσης	29%
εντολές αποθήκευσης	18%
εντολές άλματος	11%

A. Πόσος χρόνος απαιτείται για την εκτέλεση του μετροπρογράμματος, αν αυτό εκτελεί συνολικά  $10^8$  εντολές και ο επεξεργαστής λειτουργεί με ρολόι 2,1GHz;

B. Σε νέα υλοποίηση του ίδιου συνόλου εντολών διαχωρίζουμε τις εντολές σε απλούστερες φάσεις, με απώτερο στόχο την αύξηση της ταχύτητας του ρολογιού. Αν και οι υπόλοιπες εντολές μπορούν να επιταχυνθούν, οι εντολές μνήμης περιορίζονται από την τρέχουσα τεχνολογία μνήμης. Έτσι, ο αριθμός κύκλων μηχανής στη νέα αυτή υλοποίηση διαμορφώνεται ως εξής:

εντολές ΑΛΜ	6cc
εντολές φόρτωσης	10cc
εντολές αποθήκευσης	8cc
εντολές άλματος	4cc

Πόσο πιο γρήγορο πρέπει να είναι το ρολόι του δεύτερου επεξεργαστή, ώστε η απόδοσή του πάνω στο ίδιο μετροπρόγραμμα να είναι διπλάσια σε σχέση με τον πρώτο;

**Απάντηση:**

A. Με βάση τον αριθμό κύκλων μηχανής ανά τύπο εντολής και το μείγμα εντολών του μετροπρογράμματος, προκύπτει ο μέσος αριθμός κύκλων ανά εντολή  $CPI_{\text{μέσο}}$ , ως εξής:

$$CPI_{\text{μέσο}} = \sum_i (CPI_i \times C_i) = 4cc \times 42\% + 5cc \times 29\% + 4cc \times 18\% + 3cc \times 11\% = 4,18cc$$

όπου  $C_i$  το ποσοστό (ή ισοδύναμα η πιθανότητα) εμφάνισης του τύπου  $i$  στο μείγμα.

Ο χρόνος εκτέλεσης του μετροπρογράμματος  $T$  θα είναι επομένως:

$$T = N \times CPI_{\text{μέσο}} \times f^{-1}$$

όπου  $N$  ο συνολικός αριθμός εντολών που εκτελούνται και  $f$  η συχνότητα του ρολογιού. Δηλαδή:

$$T = 10^8 \times 4,18 \text{cc} \times \frac{1}{2,1} \text{ ns/cc} = 0,199 \text{ sec}$$

B. Για το δεύτερο επεξεργαστή ο μέσος αριθμός κύκλων ανά εντολή  $CPI_{\text{μέσο}}$  θα είναι:

$$CPI_{\text{μέσο}}' = \sum_i (CPI_i' \times C_i) = 6\text{cc} \times 42\% + 10\text{cc} \times 29\% + 8\text{cc} \times 18\% + 4\text{cc} \times 11\% = 7,3\text{cc}$$

όπου τα ποσοστά εμφάνισης εντολών είναι τα ίδια με προηγουμένως.

Για να έχουμε διπλάσια απόδοση, θα πρέπει ο χρόνος εκτέλεσης του μετροπρογράμματος στο δεύτερο επεξεργαστή να είναι ο μισός από ό,τι στον πρώτο επεξεργαστή. Αν  $f'$  είναι η συχνότητα του δεύτερου επεξεργαστή, για τον ίδιο συνολικό αριθμό εντολών θα έχουμε:

$$N \times CPI_{\text{μέσο}}' \times f'^{-1} = \frac{1}{2} \times N \times CPI_{\text{μέσο}} \times f^{-1} \Rightarrow f'/f = 2 \times \frac{CPI_{\text{μέσο}}'}{CPI_{\text{μέσο}}} = 2 \times \frac{7,3}{4,18} = 3,493$$

δηλαδή το ρολόι του δεύτερου επεξεργαστή θα πρέπει να είναι 3,493 φορές πιο γρήγορο από το ρολόι του πρώτου.