



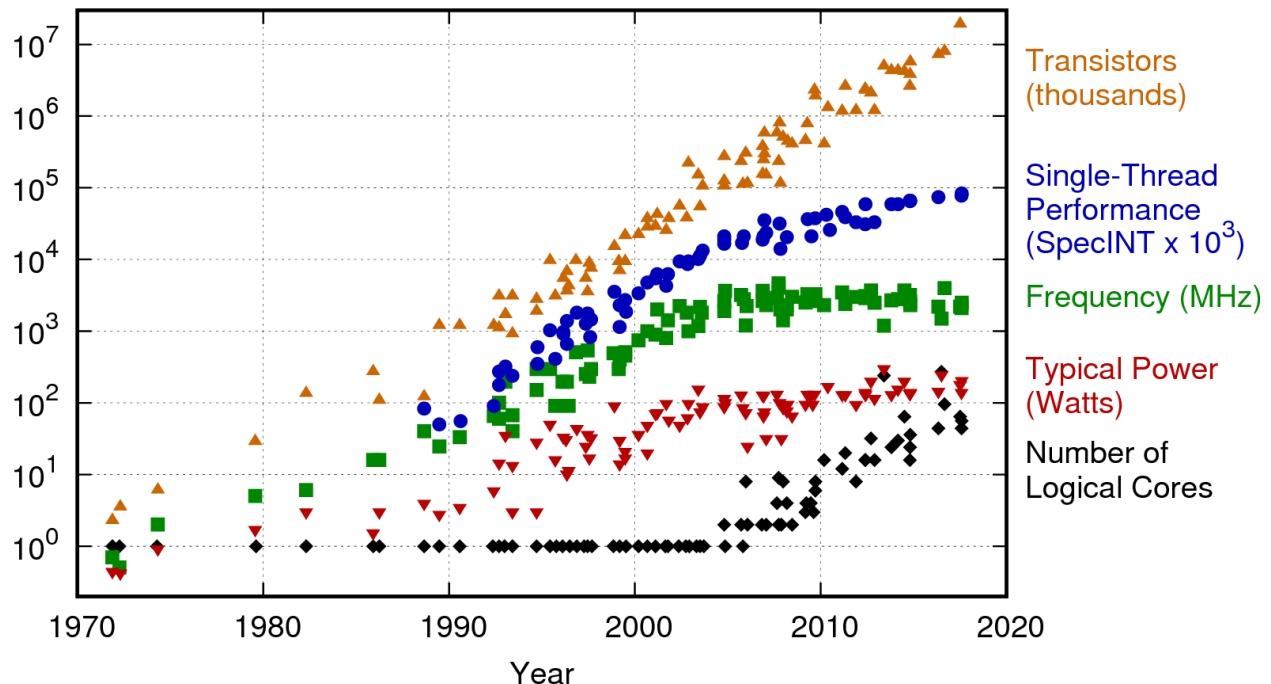
ΣΧΟΛΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2020-2021

ΑΘΗΝΑ 20 - 4 - 2021

1^η ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ
ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ "Αρχιτεκτονική Υπολογιστών"
(Παράδοση μέχρι 14 Μαΐου 2021)
(Υποβολή: <https://forms.gle/ax3Jz5ohoyyhJrgY9>)

1^η ΑΣΚΗΣΗ: (1 ΜΟΝΑΔΑ) Να εξηγήσετε σε μια παράγραφο το παρακάτω σχήμα και να ποια η επίδραση του στην σύγχρονη αρχιτεκτονική υπολογιστών.



Source: <https://www.karlsruhp.net/2018/02/42-years-of-microprocessor-trend-data/>

2^η ΑΣΚΗΣΗ: (1 ΜΟΝΑΔΑ) Να εξηγήσετε τη διαφορά μεταξύ των εννοιών, αρχιτεκτονικής υπολογιστών, μικρο-αρχιτεκτονικής και Instruction Set Architecture (ISA) ενός επεξεργαστή.

Η CPU-DB (<http://cpudb.stanford.edu/>) είναι μια βάση δεδομένων για οικογένειες επεξεργαστών. Με βάση τα δεδομένα της CPU-DB, να δώσετε 5 παραδείγματα από σύγχρονες οικογένειες επεξεργαστών που έχουν i) την ίδια αρχιτεκτονική και ii) την ίδια αρχιτεκτονική αλλά διαφορετική μικρο-αρχιτεκτονική και να εξηγήσετε την απάντησή σας.

3^η ΑΣΚΗΣΗ: (1 ΜΟΝΑΔΑ) Θέλουμε να συγκρίνουμε την απόδοση δύο διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων: S1 και S2. Το σύστημα S1 κοστίζει 10K ευρώ και το σύστημα S2 κοστίζει 15K ευρώ. Έστω οι ακόλουθες μετρήσεις σε αυτά τα συστήματα:

Program	Χρόνος εκτέλεσης S1	Χρόνος εκτέλεσης S2
P1	10 sec	5 sec
P2	3 sec	4 sec

Program	Instruction trace ¹ S1	Instruction trace S2
P1	20 x 10 ⁶	16 x 10 ⁶

- Βρείτε τον ρυθμό εκτέλεσης εντολών (IPC²) για κάθε μηχανήμα κατά την εκτέλεση του προγράμματος 1.
- Εάν η συχνότητα ρολογιού του συστήματος S1 είναι 20 MHz και ο ρυθμός ρολογιού του συστήματος S2 είναι 30 MHz, βρείτε τους κύκλους ρολογιού ανά εντολή (CPI) για το

¹ *Instruction trace*: Οι εντολές που ανακαλώνται και εκτελούνται από τον επεξεργαστή κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος για δεδομένη είσοδο. Αφορά δηλαδή στο σύνολο των dynamic instructions για μια δεδομένη εκτέλεση προγράμματος -- δείτε και διαφάνειες 36-37 από το slideset Lecture 3: Computer performance.

² *IPC*: Instructions per Cycle, ο αριθμός εντολών που ολοκληρώνουν την εκτέλεση τους σε 1 κύκλο ρολογιού, αφορά τη ρυθμαπόδοση του επεξεργαστή και είναι το αντίστροφο της μετρικής CPI, δηλ. ισούται με 1/CPI. Για την άσκηση μπορείτε να το υπολογίσετε ως 1/CPI ή ως #Executed_Instructions/sec. Και οι δυο τρόποι υπολογισμού χαρακτηρίζουν τη ρυθμαπόδοση του επεξεργαστή και θα θεωρηθούν σωστές.

πρόγραμμα 1 και στα δύο συστήματα.

- iii) Υποθέτοντας ότι το CPI για το πρόγραμμα 2 σε κάθε μηχανή είναι το ίδιο με το CPI για το πρόγραμμα 1, βρείτε τον αριθμό εντολών για το πρόγραμμα 2 που εκτελείται σε κάθε μηχανή.

4^η ΑΣΚΗΣΗ: (1 ΜΟΝΑΔΑ) Έστω το παρακάτω πρόγραμμα σε MIPS assembly:

```
.data
A: .word 0,0,0,0,0,0

.text

LA $t0, a
ADDI $t1, $t1, 1
ADD $t4, $t1, $zero
SW $t1, 0($t0)

ADDI $t3, $t3, 6
ADDI $t2, $t2, 1

LOOP:
BLE $t2, $t3, LOOP_BODY
J EXIT_LOOP

LOOP_BODY:
ADDI $t1, $t1, 4
ADD $t4, $t4, $t1
ADDI $t0, $t0, 4
SW $t1, 0($t0)
ADDI $t2, $t2, 1
J LOOP

EXIT_LOOP:
```

- i) Πόσες εντολές υπάρχουν στο πρόγραμμα ;
- ii) Όταν το παραπάνω πρόγραμμα έχει ολοκληρωθεί πόσες εντολές θα έχουν εκτελεστεί, δηλ. το instruction trace;
- iii) Εάν το παραπάνω πρόγραμμα εκτελείται σε CPU με συχνότητα λειτουργίας 25 MHz, ολοκληρώνεται σε 0,5msec. Ποιο είναι το μέσο CPI.

5^η ΑΣΚΗΣΗ: (1 ΜΟΝΑΔΑ) Ένας σχεδιαστής μεταγλωττιστών προσπαθεί να αποφασίσει μεταξύ δύο ακολουθιών κώδικα για έναν συγκεκριμένο επεξεργαστή. Από τα specification του επεξεργαστή τα ακόλουθα στοιχεία:

Instruction class	CPI of the Instruction class
A	1
B	3
C	4

Για μια συγκεκριμένη γλώσσα υψηλού επιπέδου, ο σχεδιαστής του μεταγλωττιστή σκέφτεται να δημιουργήσει δύο ακολουθίες κώδικα που απαιτούν τις ακόλουθες εντολές:

Code sequence	Instruction count (in millions)		
	A	B	C
1	2	1	2
2	4	3	1

- Να υπολογιστεί το CPI για κάθε ακολουθία;
- Ποια ακολουθία κώδικα είναι ταχύτερη. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας;

6^η ΑΣΚΗΣΗ: (1 ΜΟΝΑΔΑ) i) Έστω ότι εφαρμογή λογισμικού εκτελείται σε επεξεργαστή με συχνότητα ρολογιού $F_{clk} = 500\text{MHz}$. Η εφαρμογή χρειάζεται 2000 ms για να εκτελεστεί και αφιερώνει το 40% της εκτέλεσής της σε εντολές τύπου add. Ζητούνται τα εξής:

- Να υπολογίσετε τον χρόνο εκτέλεσης της εφαρμογής όταν αυξήσουμε τη συχνότητα ρολογιού σε $F_{clk} = 1.2\text{GHz}$.
- Υποθέτουμε ότι οι σχεδιαστές του επεξεργαστή θα ενσωματώσουν μια αρχιτεκτονική καινοτομία στον επεξεργαστή που επιτρέπει στις εντολές add να εκτελούνται 12 φορές πιο γρήγορα. Να υπολογίσετε τον καινούργιο χρόνο εκτέλεσης της εφαρμογής αν εκτελεστεί στον καινούργιο επεξεργαστή με συχνότητα ρολογιού $F_{clk} = 500\text{MHz}$ καθώς και για συχνότητα ρολογιού $F_{clk} = 1.2\text{GHz}$.

7^η ΑΣΚΗΣΗ: (2 ΜΟΝΑΔΕΣ) Στην περιοχή μνήμης που ξεκινά από τη θέση ARRAY υπάρχουν δεδομένα (ακέραιοι αριθμοί) ενός διδιάστατου πίνακα, έστω `int A[5][10]`, αποθηκευμένα κατά γραμμές. Να γραφεί πρόγραμμα στη γλώσσα MIPS assembly που να μηδενίζει όλα τα στοιχεία μιας γραμμής αν το άθροισμά τους υπερβαίνει κάποιο αριθμό που θα δίνεται από την μεταβλητή `Upper_Bound`.

8^η ΑΣΚΗΣΗ: (2 ΜΟΝΑΔΕΣ) Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα σε γλώσσα C. Θεωρήστε ότι η διεύθυνση του πίνακα A είναι 0x10010000.

```
int main(){
    int A[8] = {9, 15, 0, 64, 30, 0, 91, 32};
    int coef[8] = {2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256};

    int result = 0;
    int i = 0;

    for(i=0; i<8; i++){
        result = result + A[i]*coef[i];
    }

    return result;
}
```

- i) Να μετασχηματίσετε το παραπάνω πρόγραμμα σε ισοδύναμο πρόγραμμα C χαμηλότερου επιπέδου, δηλ. χωρίς τη χρήση δομών βρόγχων τύπου for και χωρίς τη χρήση του τελεστή [] για τη διευθυνσιοδότηση του πίνακα A και coef.
- ii) Να αναπτύξετε πρόγραμμα σε γλώσσα assembly του MIPS που να εκτελεί τις ίδιες λειτουργίες.
- iii) Να εξηγήσετε πως ο παραπάνω κώδικας μπορεί να υλοποιηθεί χωρίς να γίνει χρήση της εντολής mult.

Σημειώσεις:

1. Προθεσμία παράδοσης Παρασκευή 14/5/2021 στις 17:00.
2. Η αναφορά θα πρέπει να είναι σε PDF και να ανέβει στο παρακάτω σύνδεσμο εντός της προθεσμίας: <https://forms.gle/ax3Jz5ohoyyhJrgY9>
3. Ο κώδικας MIPS assembly θα πρέπει να είναι σχολιασμένος.
4. Για επαλήθευση των προσομοιώσεων μπορείτε να χρησιμοποιήσετε MARS MIPS simulator, διαθέσιμος στο ακόλουθο [link](#).