

## Οργάνωση Υπολογιστών (III)

(συσκευές εισόδου-εξόδου)

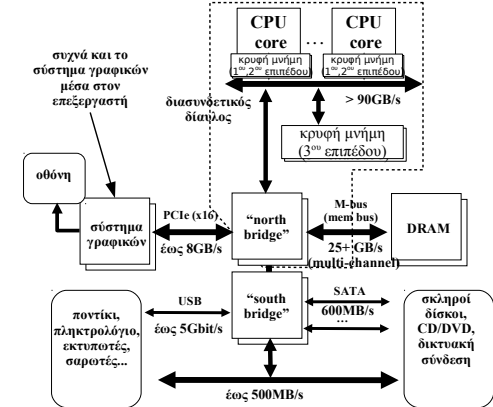
<http://mixstef.github.io/courses/csintro/>



Μ.Στεφανιδάκης

## Ένα τυπικό υπολογιστικό σύστημα σήμερα

### • Εισαγωγή



οι ρυθμοί μεταφοράς που δίνονται είναι οι θεωρητικά μέγιστοι!

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

2

## Είσοδος – Έξοδος στον υπολογιστή

- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E

### • Συσκευές εισόδου-εξόδου (E/E)

- Συμβατικά: οτιδήποτε εκτός από ΚΜΕ και μνήμη
- Συσκευές με τελείως διαφορετικούς μεταξύ τους ρόλους και χαρακτηριστικά
  - Λειτουργία: είσοδος, έξοδος ή και τα δύο (αποθήκευση)
  - Συνεργάτης (στην άλλη άκρη): άνθρωπος ή μηχανή
  - Ρυθμός μεταφοράς δεδομένων πολύ διαφορετικός ανά συσκευή

Συσκευή	Λειτουργία	Ρυθμός (Mbps)
πληκτρολόγιο	είσοδος	0,0001
ποντίκι	είσοδος	0,0038
εκτυπωτής	έξοδος	3,2
σύνδεση δικτύου	είσοδος/έξοδος	100-1000
μαγν. δίσκος	αποθήκευση	240-2565
οθόνη	έξοδος	800-8000

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

3

## Βασικές συσκευές E/E

- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E

;

Η πληροφορία σε οθόνη διαστάσεων 1280x1024 pixels ανανεώνεται 60 φορές/sec. Αγνοώντας πρόσθετες επιβαρύνσεις, με τι ρυθμό πρέπει να αποστέλλεται η πληροφορία απεικόνισης στην οθόνη;

### • Πληκτρολόγιο

- Είσοδος από χρήστη – κωδικοί πλήκτρων

### • Οθόνη

- Έξοδος προς χρήστη – πληροφορία pixel

### • Αποθηκευτικά μέσα

- Μαγνητικοί και οπτικοί δίσκοι
- Θεωρούνται ως δευτερεύουσα μνήμη
  - Εκατοντάδες χιλιάδες φορές αργότερα από κύρια μνήμη
  - Τα δεδομένα πρέπει πρώτα να περάσουν στην κύρια μνήμη και μετά στην ΚΜΕ
- Solid State Drives (SSDs)
- Μόνιμη αποθήκευση
  - Και εκτός τροφοδοσίας

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

4

## Μαγνητικοί δίσκοι

- Εισαγωγή
- Διάλυτοι
- Συσκευές E/E

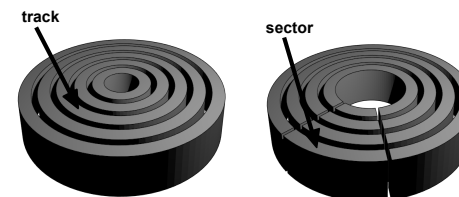
- Αποθήκευση πληροφορίας μαγνητικά στην επιφάνεια ενός αριθμού παράλληλων δίσκων
  - Ο αριθμός εξαρτάται από τον τύπο του δίσκου
- Κεφαλές ανάγνωσης-εγγραφής
  - Ταυτόχρονη και ενιαία κίνηση κεφαλών
- Σύστημα ελέγχου στη συσκευή του δίσκου
  - Ελεγκτής δίσκου (controller)
  - “Κρύβει” τις λεπτομέρειες υλοποίησης
  - Παρουσιάζει προς το λειτουργικό σύστημα τον δίσκο ως μια ακολουθία λογικών μπλοκ αποθήκευσης (0..N)

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

5

## Δομή μαγνητικών δίσκων

- Εισαγωγή
- Διάλυτοι
- Συσκευές E/E



- Οργάνωση σε tracks και sectors
  - Sector = 512 έως 4096 bytes
  - Πληροφορία αναγνώρισης sector
- Ταχύτητα περιστροφής
  - 7.200 – 10.000 RPM

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

6

## Προσπέλαση πληροφορίας στον δίσκο

- Εισαγωγή
- Διάλυτοι
- Συσκευές E/E

- Προσπέλαση πληροφορίας
  - Σε τυχαία θέση (sector) του δίσκου
  - Μετάβαση κεφαλής στο επιθυμητό track
    - Seek time
  - Αναμονή για εμφάνιση του επιθυμητού sector κάτω από την κεφαλή
    - Rotational latency
  - Ανάγνωση και μεταφορά των δεδομένων του sector
    - (Block) transfer time
  - Υπενθύμιση: όλες οι κεφαλές κινούνται μαζί – όχι ανεξάρτητα!

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

7

## “Δίσκοι” μνήμης μόνιμης αποθήκευσης

- Εισαγωγή
- Διάλυτοι
- Συσκευές E/E

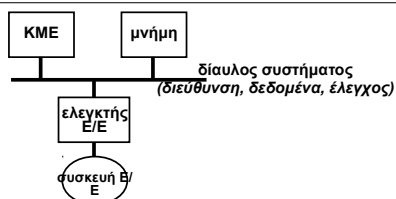
- Δεν έχουν μηχανικά μέρη
  - Solid State Drives (SSDs)
- Μνήμη μόνιμης αποθήκευσης
  - Τεχνολογία FLASH
  - Τα bits αποθηκεύονται μόνιμα
  - Ανάγνωση και εγγραφή κατά ομάδες (σελίδες) λέξεων
  - Διαδικασία διαγραφής πριν την εγγραφή
    - Μέγιστο όριο διαγραφών
- Το σύστημα βλέπει τη μνήμη αυτή ως “δίσκο”
  - Ανάγνωση - εγγραφή σε blocks δεδομένων
  - Όχι το παραδοσιακό μοντέλο διευθυνσιοδότησης
- Καλύτερες επιδόσεις από μαγνητικούς δίσκους

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

8

## Διασύνδεση συσκευών E/E

- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E
- Διασύνδεση E/E



- Διασύνδεση στον δίαυλο του συστήματος μέσω ενός ελεγκτή E/E (I/O controller ή adapter)
- Ο ελεγκτής αναλαμβάνει την επικοινωνία με την πολύ αργότερη συσκευή E/E
- Για την ΚΜΕ, ο ελεγκτής δεν είναι παρά ένα είδος “μνήμης” (διαβάζει-γράφει σε αυτόν)

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

9

## Επικοινωνία συσκευών-ελεγκτή E/E

- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E
- Διασύνδεση E/E

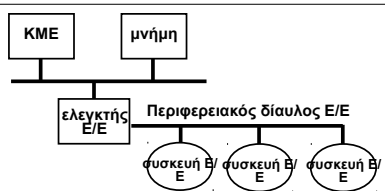
- Πρωτόκολλο επικοινωνίας ανάλογο της φύσης της συσκευής
  - Χαρακτήρες για πληκτρολόγιο-εκτυπωτή
  - Πληροφορία χρώματος για οθόνη
  - Πακέτα δεδομένων για το δίκτυο
  - Μεταφορά μπλοκ δεδομένων για δίσκους
- Ο ελεγκτής E/E αναλαμβάνει τη μετάφραση μεταξύ της “γλώσσας” της συσκευής και των αιτήσεων ανάγνωσης-εγγραφής της ΚΜΕ

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

10

## Περιφερειακοί δίαυλοι E/E

- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E
- Διασύνδεση E/E



- Όταν η σύνδεση ελεγκτή και συσκευών E/E γενικεύεται
  - Δίσκοι, CD-ROM:
    - (S)ATA (AT-Attachment), SCSI (Small Computer System Interface)
  - Εξωτερικές συσκευές:
    - USB (Universal Serial Bus), Firewire

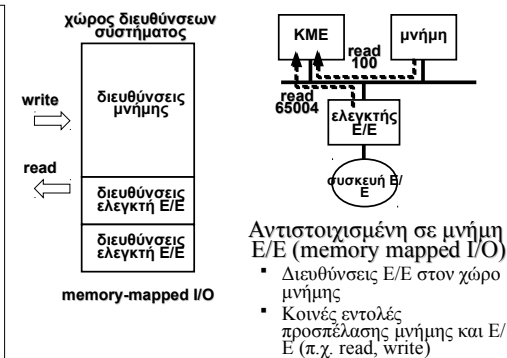
**i**  
Η τοπολογία κάθε περιφερειακού διαύλου μπορεί να είναι τελείως διαφορετική

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

11

## Χώροι διευθύνσεων για E/E

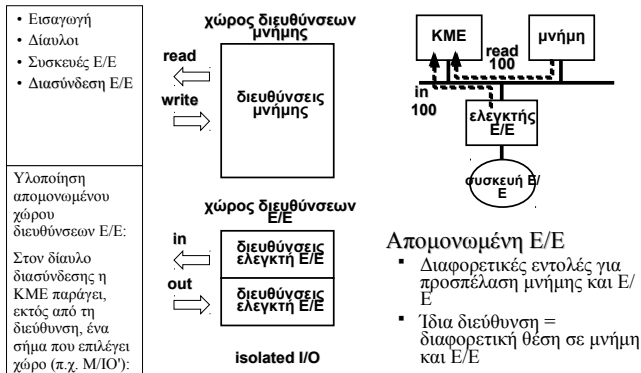
- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E
- Διασύνδεση E/E



Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

12

## Χώροι διευθύνσεων για E/E



Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

13

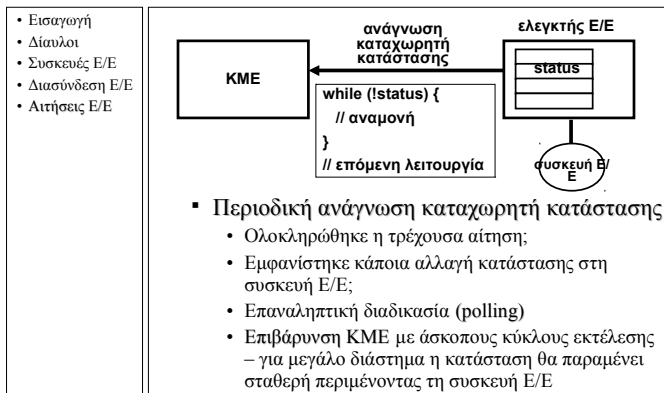
## Εξυπηρέτηση αιτήσεων E/E

- Εισαγωγή
  - Δίαυλοι
  - Συσκευές E/E
  - Διασύνδεση E/E
  - Αιτήσεις E/E
- Ολοκλήρωση αιτήσεων E/E
    - Υπερβολικά αργή λειτουργία συσκευών...
    - ...σε σχέση με την ταχύτητα της ΚΜΕ
  - Η ΚΜΕ πρέπει να περιμένει!
    - Πώς γίνεται αντιληπτή η ολοκλήρωση της εξυπηρέτησης E/E;
  - Στη συνέχεια: μεταφορά δεδομένων από/προς συσκευές E/E
    - Ποιος αναλαμβάνει τη μεταφορά των δεδομένων προς/από την κύρια μνήμη;

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

14

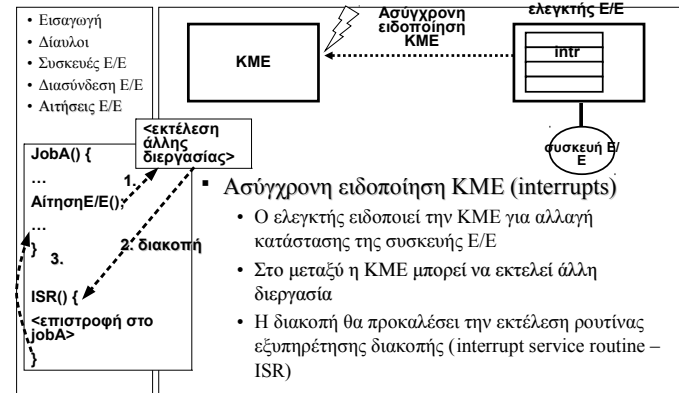
## Ανίχνευση ολοκλήρωσης αίτησης E/E



Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

15

## Ανίχνευση ολοκλήρωσης αίτησης E/E (2)

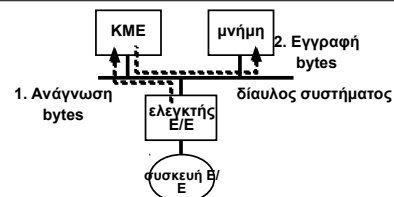


Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

16

## Μετακίνηση δεδομένων από/προς μνήμη

- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E
- Διασύνδεση E/E
- Αιτήσεις E/E



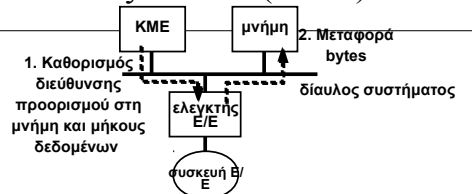
- Μετά από ολοκλήρωση αίτησης E/E – υπάρχουν έτοιμα δεδομένα από τη συσκευή
- Η ΚΜΕ επαναληπτικά διαβάζει τα δεδομένα από τον ελεγκτή E/E και τα γράφει στη μνήμη (ή το αντίστροφο για δεδομένα προς τη συσκευή)
- Σημαντική επιβάρυνση της ΚΜΕ!

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

17

## Direct Memory Access (DMA)

- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E
- Διασύνδεση E/E
- Αιτήσεις E/E



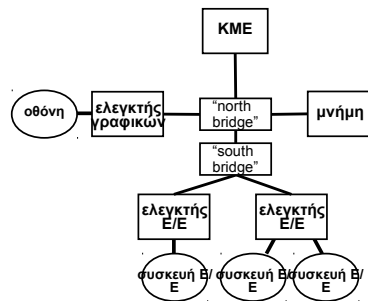
- Η ΚΜΕ απλά θέτει τις παραμέτρους της μεταφοράς
  - Διευθύνσεις πηγής-προορισμού, μέγεθος δεδομένων
- Ο ελεγκτής διεκδικεί τον δίαυλο του συστήματος και μεταφέρει τα δεδομένα απευθείας προς/από τη μνήμη
  - Η ΚΜΕ μπορεί να εκτελεί άλλη διεργασία
  - Πιθανή σύγκρουση στη χρήση μνήμης, αλλά η ΚΜΕ έχει και την κρυφή μνήμη!

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

18

## Η διασύνδεση συσκευών E/E σήμερα

- Εισαγωγή
- Δίαυλοι
- Συσκευές E/E
- Διασύνδεση E/E
- Αιτήσεις E/E



- Στα σύγχρονα συστήματα οι ελεγκτές E/E δεν συνδέονται απ'ευθείας στον δίαυλο της ΚΜΕ
  - Το μοντέλο λειτουργίας όμως παραμένει το ίδιο!

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

19