

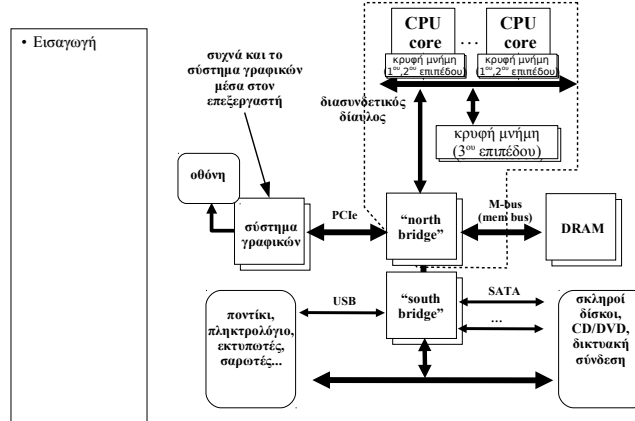
Οργάνωση Υπολογιστών (III) (συσκευές εισόδου-εξόδου)

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



Μ.Στεφανιδάκης

Ένα τυπικό υπολογιστικό σύστημα σήμερα



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

2

Είσοδος – Έξοδος στον υπολογιστή

- Εισαγωγή
- Συσκευές E/E

- Συσκευές εισόδου-εξόδου (E/E)
 - Τυπικά, 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

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

3

Είσοδος – Έξοδος στον υπολογιστή

- Εισαγωγή
- Συσκευές E/E

- Ρυθμοί μεταφοράς - παραδείγματα

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)”

4

Βασικές συσκευές E/E

- Εισαγωγή
- Συσκευές E/E

;

Η πληροφορία σε οθόνη διαστάσεων 1280x1024 pixels αναανεώνεται 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

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

5

Βασικές συσκευές E/E

- Εισαγωγή
- Συσκευές E/E

- 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)
 - Είδος μνήμης με λειτουργικά χαρακτηριστικά δίσκου

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

6

Μαγνητικοί δίσκοι

- Εισαγωγή
- Συσκευές E/E

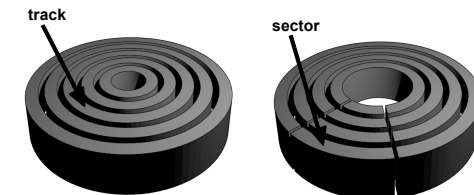
- Αποθήκευση πληροφορίας μαγνητικά στην επιφάνεια ενός αριθμού παράλληλων δίσκων
 - Ο αριθμός εξαρτάται από τον τύπο του δίσκου
- Κεφαλές ανάγνωσης-εγγραφής
 - Ταυτόχρονη και ενιαία κίνηση κεφαλών
- Σύστημα ελέγχου στη συσκευή του δίσκου
 - Ελεγκτής δίσκου (controller)
 - “Κρύβει” τις λεπτομέρειες υλοποίησης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

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

7

Δομή μαγνητικών δίσκων

- Εισαγωγή
- 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)”

8

Προσπέλαση πληροφορίας στον δίσκο

- Εισαγωγή
- 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!

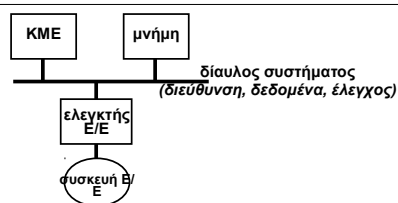
“Δίσκοι” μνήμης μόνιμης αποθήκευσης

- Εισαγωγή
- 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 μνήμης
- Καλύτερες επιδόσεις από μαγνητικούς δίσκους

Διασύνδεση συσκευών E/E

- Εισαγωγή
- 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)

Επικοινωνία συσκευών-ελεγκτή E/E

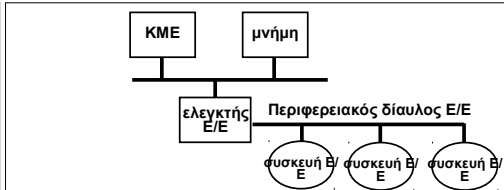
- Εισαγωγή
- Συσκευές E/E
- Διασύνδεση E/E

- 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

Περιφερειακοί δίαυλοι E/E

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

i
Η τοπολογία κάθε περιφερειακού διαύλου μπορεί να είναι τελείως διαφορετική



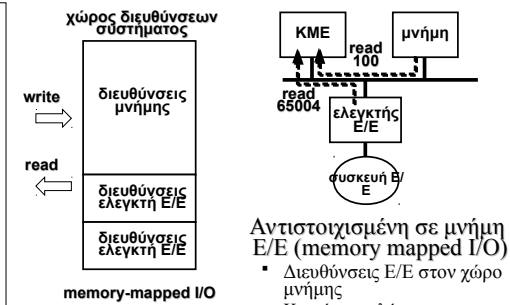
- Όταν η σύνδεση ελεγκτή και συσκευών E/E γενικεύεται
 - Δίσκοι, CD-ROM:
 - (S)ATA (AT-Attachment), SCSI (Small Computer System Interface)
 - Εξωτερικές συσκευές:
 - USB (Universal Serial Bus)

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

13

Χώροι διευθύνσεων για E/E

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



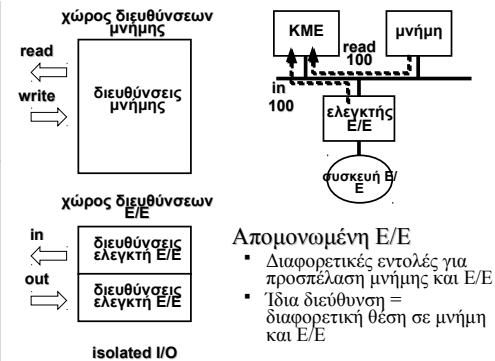
Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Οργάνωση Υπολογιστών (III)”

14

Χώροι διευθύνσεων για E/E

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

Υλοποίηση απομονωμένου χώρου διευθύνσεων E/E:
Στον δίαυλο διασύνδεσης η ΚΜΕ παράγει, εκτός από τη διεύθυνση, ένα σήμα που επιλέγει χώρο (π.χ. M/I/O):



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

15

Εξυπηρέτηση αιτήσεων E/E

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

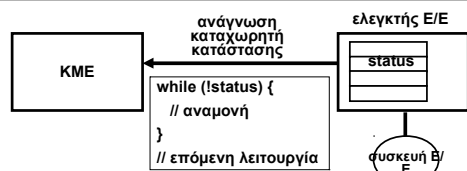
- Ολοκλήρωση αιτήσεων E/E
 - Υπερβολικά αργή λειτουργία συσκευών...
 - ...σε σχέση με την ταχύτητα της ΚΜΕ
- Η ΚΜΕ πρέπει να περιμένει!
 - Πώς γίνεται αντιληπτή η ολοκλήρωση της εξυπηρέτησης E/E;
- Στη συνέχεια: μεταφορά δεδομένων από/προς συσκευές E/E
 - Ποιος αναλαμβάνει τη μεταφορά των δεδομένων προς/από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

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

16

Ανίχνευση ολοκλήρωσης αίτησης E/E

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



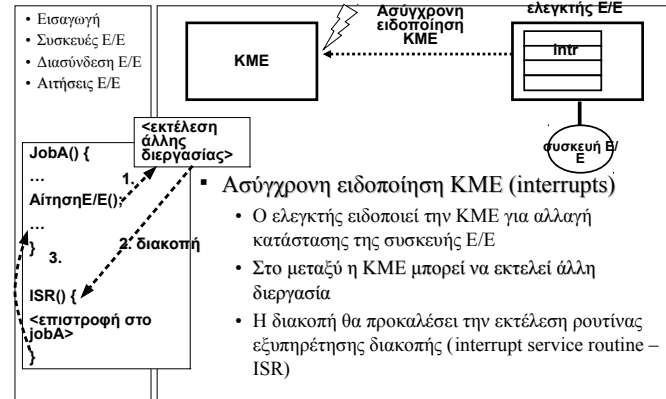
- Περιοδική ανάγνωση καταχωρητή κατάστασης
 - Ολοκληρώθηκε η τρέχουσα αίτηση;
 - Εμφανίστηκε κάποια αλλαγή κατάστασης στη συσκευή E/E;
 - Επαναληπτική διαδικασία (polling)
 - Επιβάρυνση KME με άσκοπους κύκλους εκτέλεσης – για μεγάλο διάστημα η κατάσταση θα παραμένει σταθερή περιμένοντας τη συσκευή E/E

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

17

Ανίχνευση ολοκλήρωσης αίτησης E/E (2)

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



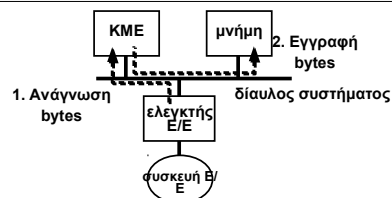
- Ασύγχρονη ειδοποίηση KME (interrupts)
 - Ο ελεγκτής ειδοποιεί την KME για αλλαγή κατάστασης της συσκευής E/E
 - Στο μεταξύ η KME μπορεί να εκτελεί άλλη διεργασία
 - Η διακοπή θα προκαλέσει την εκτέλεση ρουτίνας εξυπηρέτησης διακοπής (interrupt service routine – ISR)

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

18

Μετακίνηση δεδομένων από/προς μνήμη

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



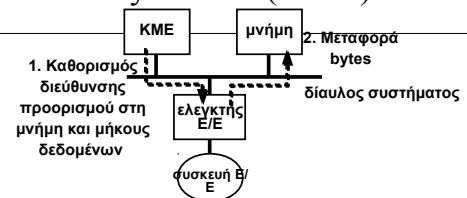
- Μετά από ολοκλήρωση αίτησης E/E – υπάρχουν έτοιμα δεδομένα από τη συσκευή
- Η KME επαναληπτικά διαβάζει τα δεδομένα από τον ελεγκτή E/E και τα γράφει στη μνήμη (ή το αντίστροφο για δεδομένα προς τη συσκευή)
- Σημαντική επιβάρυνση της KME!

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

19

Direct Memory Access (DMA)

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



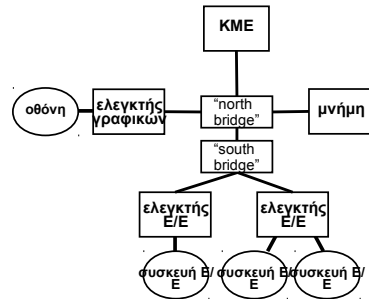
- Η KME απλά θέτει τις παραμέτρους της μεταφοράς
 - Διευθύνσεις πηγής-προορισμού, μέγεθος δεδομένων
- Ο ελεγκτής διεκδικεί τον δίαυλο του συστήματος και μεταφέρει τα δεδομένα απευθείας προς/από τη μνήμη
 - Η KME μπορεί να εκτελεί άλλη διεργασία
 - Πιθανή σύγκρουση στη χρήση μνήμης, αλλά η KME έχει και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

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

20

Η διασύνδεση συσκευών E/E σήμερα

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



- Στα σύγχρονα συστήματα οι ελεγκτές E/E δεν συνδέονται απευθείας στον διάυλο της KME
 - Το μοντέλο λειτουργίας όμως παραμένει το ίδιο!