

## Λειτουργικά Συστήματα (διαχείριση επεξεργαστή, μνήμης και Ε/Ε)

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



Μ.Στεφανιδάκης

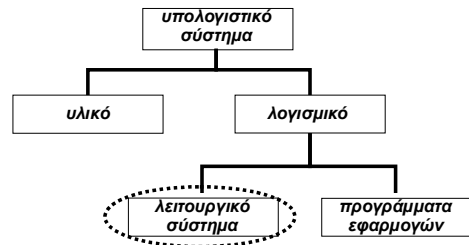
## Τι είναι ένα λειτουργικό σύστημα (ΛΣ);

### • Εισαγωγή

- Operating System (OS)
- Λογισμικό – ο “γενικός επιβλέπων” ενός υπολογιστικού συστήματος
  - Εκτέλεση προγραμμάτων εφαρμογών
  - Διαχείριση υπολογιστικών πόρων
    - Επεξεργαστής
    - Μνήμη
    - Συσκευές Ε/Ε
  - Ενδιάμεσο μεταξύ χρήστη και υπολογιστή
  - Παρέχει κοινές/συχνά χρησιμοποιούμενες λειτουργίες εφαρμογών
    - “Βιβλιοθήκες” (libraries) λειτουργικού συστήματος

## Το Λειτουργικό Σύστημα ως μέρος του υπολογιστή

### • Εισαγωγή



## Μια άλλη απεικόνιση

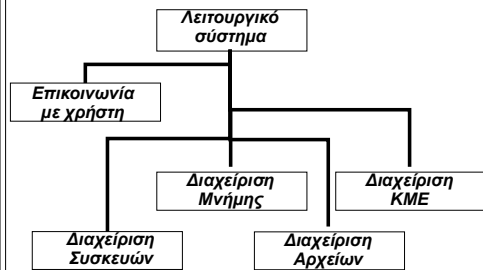
### • Εισαγωγή



- Το Λειτουργικό Σύστημα ως κέλυφος (shell) μεταξύ των εφαρμογών χρήστη και του υλικού
- Οι εφαρμογές χρήστη δεν έχουν δικαιώματα διαχείρισης του υλικού

## Διαχείριση πόρων

- Εισαγωγή



- Είναι η επικοινωνία με τον χρήστη μέρος του Λ.Σ.;

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Λειτουργικά Συστήματα”

5

## Η εξέλιξη των Λειτουργικών Συστημάτων

- Εισαγωγή

- Ανάλογα με την εξέλιξη των υπολογιστών:
- Τα πρώτα μεγάλα συστήματα (mainframes)
  - Λ.Σ. δέσμης (batch operating systems)
- Συστήματα με πολυπρογραμματισμό (multiprogramming)
  - Λ.Σ. με δυνατότητες χρονοπρογραμματισμού
- Προσωπικοί Υπολογιστές
  - Λ.Σ. ενός χρήστη (single user operating system)
- Παράλληλα συστήματα (πολλές ΚΜΕ)
  - Σύνθετα Λ.Σ. για κατανομή εργασίας
- Κατανεμημένα συστήματα (μέσω δικτύου-internet)
  - Λ.Σ. με πρόσθετες ικανότητες (συντονισμός, μηνύματα, ασφάλεια δεδομένων..)

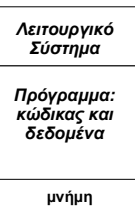
Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Λειτουργικά Συστήματα”

6

## Μονοπρογραμματισμός

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης

- Τα πρώτα χρόνια των υπολογιστών...
- Στη μνήμη βρίσκονται
  - Ένα μοναδικό πρόγραμμα
  - Το λειτουργικό σύστημα
- Απλή διαχείριση μνήμης
- Αν το μέγεθος του προγράμματος είναι πολύ μεγάλο;
- Πότε μπορεί να εκτελεστεί άλλο πρόγραμμα;



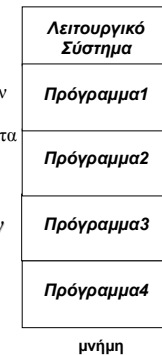
Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Λειτουργικά Συστήματα”

7

## Πολυπρογραμματισμός

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης

- Πολλά προγράμματα στη μνήμη
- “Ταυτόχρονη” εκτέλεση
  - Στην πραγματικότητα διαδοχική εκτέλεση εντολών από κάθε πρόγραμμα
  - Φαινομενικά τα προγράμματα εκτελούνται “παράλληλα”
- Οι υπολογιστικοί πόροι πρέπει να μοιράζονται μεταξύ των προγραμμάτων
  - Αναγκαία η διαιτησία
  - Ρόλος του Λειτουργικού Συστήματος!



Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Λειτουργικά Συστήματα”

8

## Πολυπρογραμματισμός (συνέχεια)

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης

- Το Λειτουργικό Σύστημα διατηρεί πληροφορία για κάθε εκτελούμενο πρόγραμμα (διεργασία)
  - Process Control Block (PCB) ή Task Control Block (TCB)
- Όταν διακόπτεται η εκτέλεση:
  - Αποθήκευση τιμής program counter (PC)
    - Τρέχουσα διεύθυνση εκτελούμενης εντολής
  - Αποθήκευση τιμών καταχωρητών
- Όταν ξεκινά πάλι η εκτέλεση:
  - Αποκατάσταση αποθηκευμένων τιμών
    - Το πρόγραμμα συνεχίζει την εκτέλεση από το σημείο που διακόπηκε

## Τεχνικές διαχείρισης μνήμης

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης

- Πώς θα εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα της μνήμης για τα προγράμματα που εκτελούνται “ταυτόχρονα”
- Που βρίσκεται το πρόγραμμα;
  - Χωρίς εναλλαγή
    - Το πρόγραμμα παραμένει συνεχώς στη μνήμη
  - Με εναλλαγή (swapping)
    - Μέρος του προγράμματος μπορεί να εναλλάσσει θέση μεταξύ μνήμης και δίσκου κατά την εκτέλεση

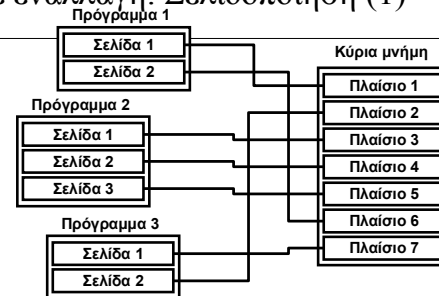
## Χωρίς εναλλαγή: διαμέριση (partitioning)

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης

- Κάθε πρόγραμμα έχει τον δικό του χώρο (διαμέριση) στη μνήμη
  - Όλο το πρόγραμμα σε συνεχόμενες θέσεις μνήμης
  - Αντικατάσταση προγραμμάτων μετά τον τερματισμό
  - Εισαγωγή νέων
  - Πιθανή δημιουργία κενών τμημάτων
  - Αντιμετώπιση κενών με συμπίκνωση (compaction)
    - Αργή διαδικασία!
  - Το Λ.Σ. διατηρεί λίστα χρησιμοποιούμενων τμημάτων μνήμης

## Με εναλλαγή: Σελιδοποίηση (1)

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης



- Κάθε πρόγραμμα χωρίζεται σε σελίδες (pages)
- Η μνήμη χωρίζεται σε πλαίσια (frames)
  - Σελίδες και πλαίσια: ίδιο μέγεθος
  - Αποδοτικότερη χρήση μνήμης (λιγότερα κενά)
  - Πώς λύνεται το πρόβλημα της ανεπαρκούς μνήμης;

## Σελιδοποίηση (2)

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης

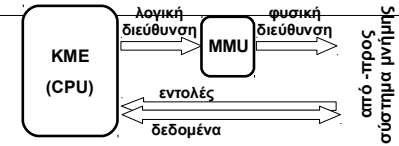
- Οι σελίδες έχουν προκαθορισμένο μέγεθος
  - π.χ. 4KBytes
- Μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε πλαίσιο μνήμης
- Ενδεχομένως να μην βρίσκονται όλες στη μνήμη
  - Ανάκληση από δίσκο όταν τις χρειαστεί το πρόγραμμα
  - Σελιδοποίηση κατ'απαίτηση (demand paging)
- Πρακτικά...
  - Το πρόγραμμα βλέπει διαφορετική διεύθυνση μνήμης από την πραγματική (φυσική) του πλαισίου
  - Εικονική μνήμη (virtual memory)
  - Απαιτείται η τήρηση πινάκων αντιστοίχισης διευθύνσεων
  - Για τη λειτουργία της εικονικής μνήμης είναι απαραίτητη η συνδυασμένη υποστήριξη από το υλικό (ΚΜΕ) και το λειτουργικό σύστημα

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Λειτουργικά Συστήματα”

13

## Εικονική μνήμη: τι παρέχει το υλικό

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης



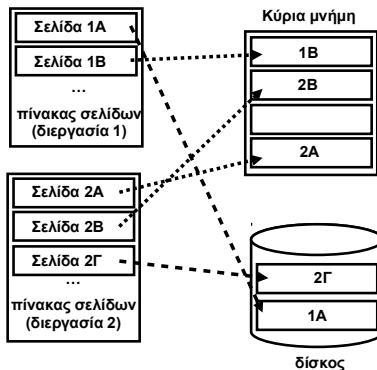
- Ένα πρόγραμμα “βλέπει” λογικές διευθύνσεις
  - Εικονική Μνήμη (virtual memory)
  - Μετάφραση σε φυσικές διευθύνσεις μνήμης
  - Από το σύστημα διαχείρισης μνήμης (memory management unit – MMU) που βρίσκεται επίσης μέσα στον επεξεργαστή
    - Για τη μετάφραση, αναζήτηση φυσικής διεύθυνσης σε πίνακες σελίδων (βρίσκονται στη μνήμη)
    - Αποθήκευση των πιο πρόσφατων μεταφράσεων στην ΚΜΕ

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Λειτουργικά Συστήματα”

14

## Εικονική μνήμη: τι παρέχει το Λ.Σ.

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης



Κάθε διεργασία έχει τους δικούς της πίνακες σελίδων!

Κατά την εναλλαγή διεργασιών αλλάζει και ποιος πίνακας θα χρησιμοποιηθεί για τη μετάφραση

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Λειτουργικά Συστήματα”

15

## Σελιδοποίηση κατ'απαίτηση

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης

- Οι σελίδες των προγραμμάτων (κώδικας-δεδομένα) βρίσκονται αρχικά μόνο στον δίσκο
- Το ΛΣ τις σημειώνει ως “απούσες” από τη μνήμη
- Όταν προσπελαστεί μια “απούσα” σελίδα, δημιουργείται ένα σφάλμα εκτέλεσης (page fault)...
- ...και το ΛΣ τη φορτώνει σε ένα πλαίσιο στη μνήμη
- Ενδεχομένως εκτοπίζοντας πίσω στον δίσκο μια άλλη σελίδα από τη μνήμη
  - Η τελευταία σημειώνεται ως “απούσα”
- Page faults: μεγάλο κόστος σε κύκλους αναμονής
  - 1-10Μκύκλοι

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών – “Λειτουργικά Συστήματα”

16

## Προγράμματα, εργασίες και διεργασίες

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης
- Διεργασίες

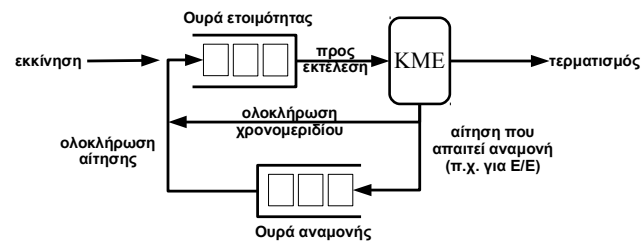
- **Πρόγραμμα (program)**
  - Ανενεργό σύνολο εντολών (στον δίσκο)
- **Εργασία (job)**
  - Πρόγραμμα που έχει επιλεγεί για εκτέλεση
  - Στον δίσκο ή στη μνήμη
- **Διεργασία (process)**
  - Πρόγραμμα υπό εκτέλεση
  - Στη μνήμη
  - Εκτελείται ή αναμένει για χρήση πόρων
  - Μπορεί να διακοπεί οποιαδήποτε στιγμή “παρά τη θέλησή της” από το Λ.Σ. (προεκτοπισμός – preemption)

## Χρονοδρομολόγηση (scheduling)

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης
- Διεργασίες

- **Καταστάσεις διεργασίας**
  - Έτοιμη προς εκτέλεση (ready)
  - Εκτελούμενη (running)
  - Σε αναμονή (waiting/blocked)
    - Για τη χρήση υπολογιστικών πόρων
- **Όταν πολλές διεργασίες είναι έτοιμες, ποια θα εκτελεστεί;**
  - Απόφαση χρονοδρομολογητή (scheduler)
    - είναι μέρος του Λειτουργικού Συστήματος
  - Κριτήριο Επιλογής
    - “Όποιος ήρθε πρώτος” (first-in first-out – FIFO)
    - Χρησιμοποιώντας προτεραιότητες
    - Ανάλογα με προθεσμίες (συστήματα real-time)

## Ουρές διαχείρισης διεργασιών

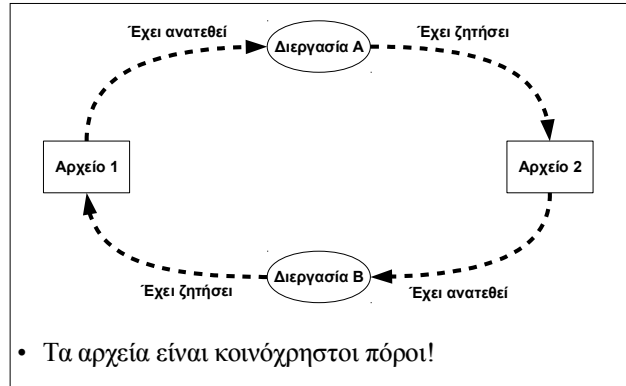


## Συγχρονισμός διεργασιών

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης
- Διεργασίες

- **Στη χρήση διαμοιραζόμενων πόρων**
  - Οι κοινοί πόροι μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο από μία διεργασία κάθε στιγμή
- **Αναμονή υπολοίπων διεργασιών**
- **Εμφάνιση καταστάσεων σύγκρουσης**
  - Αδιέξοδο
  - Λιμοκτονία

## Αδιέξοδο



## Αδιέξοδο (συνέχεια)

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης
- Διεργασίες

- Συνθήκες εμφάνισης
  - Αμοιβαίος αποκλεισμός στη χρήση των πόρων
  - Παρακράτηση περισσότερων από έναν πόρο
  - Κυκλική αναμονή
- Αν επιτρέψουμε την εκτέλεση διεργασίας μόνο εάν όλοι οι πόροι που ζητά είναι ελεύθεροι;
  - Κίνδυνος λιμοκτονίας
    - Η διεργασία μπορεί να μην εκτελεστεί “ποτέ”

## Διαχείριση συσκευών

- Εισαγωγή
- Διαχείριση μνήμης
- Διεργασίες
- Διαχείριση συσκευών

- Συσκευές εισόδου-εξόδου (E/E)
  - Διαχείριση από ΛΣ μόνο
    - Η απευθείας προσπέλαση των συσκευών E/E είναι απαγορευμένη στις εφαρμογές χρήστη!
  - Ρύθμιση χρήσης από διεργασίες
    - Οι συσκευές E/E είναι ένα τυπικό παράδειγμα διαμοιραζόμενων (κοινόχρηστων) πόρων!
  - Παρακολούθηση ολοκλήρωσης αιτήσεων E/E
    - Και επανεκκίνηση των διεργασιών που αναμένουν τα δεδομένα E/E
  - Το εξειδικευμένο πρόγραμμα συστήματος που “συνομιλεί” με τη συσκευή E/E ονομάζεται “οδηγός” της συσκευής (device driver)