

Κεφάλαιο 7

Αρχές Λειτουργικών Συστημάτων

- ◆ Τι είναι το Λειτουργικό Σύστημα (ΛΣ)
- ◆ Η Δομή και η ιεραρχία του ΛΣ
- ◆ Κατηγορίες ΛΣ
- ◆ Άλλα Λειτουργικά Συστήματα
- ◆ Σύγκριση επίδοσης ΛΣ

Εισαγωγή



Κάθε σύστημα υπολογιστή περιλαμβάνει υλικό (hardware) και λογισμικό (software). Το λογισμικό διακρίνεται σε λογισμικό του συστήματος (system software) και σε λογισμικό εφαρμογών (applications software). Το Λειτουργικό Σύστημα (ΛΣ) είναι το πιο σημαντικό τμήμα του λογισμικού συστήματος και συνοδεύει κάθε σύγχρονο σύστημα υπολογιστή. Το ΛΣ λειτουργεί σαν σύνδεσμος ανάμεσα στο χρήστη και στο υλικό και παρέχει το περιβάλλον στο οποίο ο χρήστης μπορεί να αναπτύξει και να εκτελέσει τα προγράμματά του.

Για την κατανόηση της έννοιας των ΛΣ θα παρατεθούν τα διάφορα είδη λειτουργικών συστημάτων από την αρχική μορφή τους μέχρι τη σημερινή. Τα είδη αυτά αποτελούν ταυτόχρονα και στάδια εξέλιξης των ΛΣ, όπου διακρίνεται η ενσωμάτωση νέων χαρακτηριστικών για την αντιμετώπιση προβλημάτων του υλικού και τη βελτίωση της απόδοσης.

Διδακτικοί στόχοι



Με την ολοκλήρωση του Κεφαλαίου αυτού θα μπορείτε:

- ◆ Να ορίζετε το ΛΣ και να περιγράφετε τους βασικούς σκοπούς του.
- ◆ Να γνωρίζετε το επίπεδο ιεραρχίας του ΛΣ σε ένα σύγχρονο Σύστημα Η/Υ και να περιγράφετε τη βασική δομή ενός τυπικού ΛΣ.
- ◆ Να αναφέρετε και να περιγράφετε τις κυριότερες κατηγορίες ΛΣ.

Προερωτήσεις

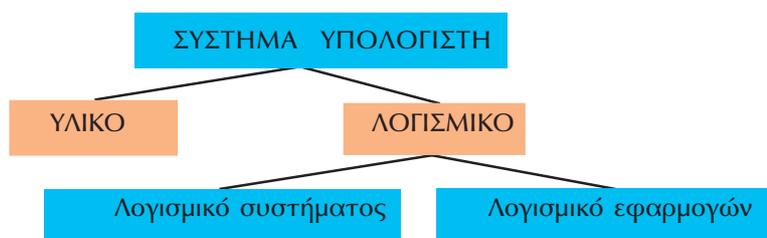


Στο κεφάλαιο αυτό απαντώνται ερωτήματα όπως:

- ✓ Ποια χαρακτηριστικά φαίνεται να έχει από την πλευρά του απλού χρήστη ένα ΛΣ;
- ✓ Ποια είναι τα επίπεδα ιεραρχίας ενός ΛΣ;
- ✓ Ποιες είναι οι σημαντικότερες κατηγορίες ΛΣ και ποια τα προσδιοριστικά χαρακτηριστικά τους;

7.1 Τι είναι το Λειτουργικό Σύστημα

Σε κάθε σύστημα υπολογιστή διακρίνουμε δύο μέρη, το **υλικό** ή **μηχανικό μέρος** (*hardware*) και το λογισμικό (*software*).



Σχήμα 7.1 Συνιστώσες Συστήματος Υπολογιστή

Το υλικό αποτελείται από όλες τις συσκευές του υπολογιστή (ΚΜΕ, μνήμη, δίσκοι, εκτυπωτές κ.λπ.) που μελετήθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια του βιβλίου.

Το λογισμικό διακρίνεται σε **λογισμικό συστήματος** (*system software*) και σε **λογισμικό εφαρμογών** (*applications software*). Το λογισμικό συστήματος ασχολείται με τη διαχείριση του υπολογιστή, ενώ το λογισμικό εφαρμογών επιλύει προβλήματα των χρηστών. Το πιο σημαντικό τμήμα του λογισμικού συστήματος είναι το λειτουργικό σύστημα (ΛΣ) και συνοδεύει κάθε σύγχρονο **σύστημα υπολογιστή** (*Computer System*).

Το λειτουργικό σύστημα

Το λειτουργικό σύστημα (ΛΣ) (Operating System -OS) είναι ένα ολοκληρωμένο σύνολο προγραμμάτων που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των πόρων (ΚΜΕ, μνήμη, δίσκοι, συσκευές εισόδου - εξόδου κ.λπ.) του υπολογιστή καθώς επίσης και για τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος επικοινωνίας του χρήστη με τον υπολογιστή.

Ένα ΛΣ έχει δύο βασικούς σκοπούς:

Ο πρώτος βασικός σκοπός ενός λειτουργικού συστήματος είναι η διευκόλυνση του χρήστη στην επικοινωνία του με τον υπολογιστή. Η διευκόλυνση αυτή επιτυγχάνεται με τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος επικοινωνίας (ενός φλοιού -shell). Το περιβάλλον αυτό μεσολαβεί ανάμεσα στο χρήστη και τον υπολογιστή και απαλλάσσει τον πρώτο από την ανάγκη να γνωρίζει με λεπτομέρεια το υλικό που διαθέτει ο δεύτερος. Ο χρήστης, με τις εντολές του και τα προγράμματα εφαρμογών που χρησιμοποιεί, επικεντρώνεται σε αυτό που πρέπει να γίνει, για να λύσει ένα πρόβλημά του. Στη συνέχεια το ΛΣ αναλαμβάνει να υπαγορεύσει στο υλικό του υπολογιστή τις ενέργειες που θα πρέπει να γίνουν για τη λύση του προβλήματος. (Σχήμα 7.2)

Για παράδειγμα, ο χρήστης δίνει μια εντολή για την αντιγραφή ενός αρχείου από το σκληρό δίσκο στη δισκέτα. Το ΛΣ αναγνωρίζει την εντολή του χρήστη, αναζητά το αρχείο στο δίσκο, εντοπίζει τη θέση του, ελέγχει αν υπάρχει δισκέτα και αν αυτή έχει ελεύθερο χώρο και αρχίζει τη μεταφορά του αρχείου ενότητα - ενότητα από το δίσκο προς τη δισκέτα.



Σχήμα 7.2 Επίπεδα ενός συστήματος υπολογιστή

Στις πρώτες γενιές των υπολογιστών, ο χρήστης ήταν αναγκασμένος να γράψει ο ίδιος -και μάλιστα σε γλώσσα μηχανής- όλες τις απαιτούμενες ρουτίνες εξυπηρέτησης κάθε λειτουργίας του υπολογιστή για την επίλυση ενός προβλήματος.

Ο δεύτερος σκοπός ενός λειτουργικού συστήματος είναι η αξιόπιστη και η αποδοτική λειτουργία του συστήματος του υπολογιστή. Ένα σύστημα υπολογιστή έχει πολλούς υλικούς πόρους (ΚΜΕ, Μνήμη, Δίσκους, εκτυπωτές). Επειδή μπορεί να υπάρξουν προγράμματα τα οποία ζητούν την ίδια χρονική περίοδο τη χρήση των ίδιων πόρων, το ΛΣ αναλαμβάνει τη διανομή αυτών των πόρων στα προγράμματα, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη αξιοποίησή τους.

Επίσης το ΛΣ ελέγχει την εκτέλεση (execution) των προγραμμάτων των χρηστών αποτρέποντας λάθη και ακατάλληλη χρήση του Η/Υ.

Τα ΛΣ κατασκευάζονται είτε από τον κατασκευαστή του υπολογιστή (αυτό συμβαίνει συνήθως σε μεγάλα συστήματα Η/Υ) είτε από ανεξάρτητους κατασκευαστές λογισμικού. Το λειτουργικό σύστημα αποθηκεύεται στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή και για να εκτελεστεί -όπως όλα τα προγράμματα- θα πρέπει να φορτωθεί στην κύρια μνήμη. Με την εκκίνηση του υπολογιστή φορτώνεται στη μνήμη, σύμφωνα με τις εντολές ενός ειδικού προγράμματος που βρίσκεται σε μνήμη ROM, συνήθως μόνο ένα τμήμα του λειτουργικού συστήματος. Το βασικό αυτό τμήμα παραμένει στη μνήμη και εκτελείται συνέχεια, καθόλη τη διάρκεια που ο υπολογιστής είναι σε λειτουργία. Το τμήμα αυτό δημιουργεί το περιβάλλον επικοινωνίας του χρήστη και αναλαμβάνει να φορτώσει στην κύρια μνήμη και τα άλλα προγράμματα του ΛΣ ανάλογα με τις ενέργειες και τις ανάγκες του χρήστη.

Τα ΛΣ παλαιότερα ήταν γραμμένα, συνήθως σε **συμβολική γλώσσα** (*assembly*) για λόγους που σχετίζονται με τον καλύτερο έλεγχο του υλικού και την ταχύτητα εκτέλεσης. Τα σύγχρονα ΛΣ συνήθως ακολουθούν μια μικτή τεχνική. Το μεγαλύτερο τμήμα τους (για λόγους ευκολίας) είναι γραμμένο σε κάποια γλώσσα υψηλού επιπέδου, όπως η C, αλλά εξακολουθούν να διατηρούν ορισμένα τμήματα τους σε συμβολική γλώσσα.



Σε ένα ΛΣ η ευκολία στη χρήση και η αποδοτικότητα είναι μερικές φορές αλληλοσυγκρουόμενοι στόχοι.

Κύριες εργασίες ενός σύγχρονου λειτουργικού συστήματος

Οι κύριες εργασίες ενός σύγχρονου λειτουργικού συστήματος περιληπτικά είναι:

1. Διαχείριση διεργασιών (*Χρονοπρογραμματιστής-Scheduler*)

Δημιουργία και διαγραφή των διεργασιών των χρηστών και του συστήματος

Χρονοπρογραμματισμός των διεργασιών

Διατήρηση ιστορικού για την κατάσταση των διεργασιών

Επιτρέπει την εσωτερική επικοινωνία των διεργασιών

2. Διαχείριση μνήμης

Εκχώρηση μνήμης

Προστασία του χώρου μνήμης των προγραμμάτων

Σελιδοποίηση (Paging)

Ανταλλαγή (Swapping)

Ιδεατή μνήμη

3. Διαχείριση αρχείων

Διαχείριση χώρου δίσκου

Συντήρηση δομής καταλόγων (directory)

Ασφάλεια αρχείων

Έλεγχος προσβάσεων ανάγνωσης και εγγραφής

4. Διαχείριση συσκευών Είσοδου/Εξόδου

Οδηγοί συσκευών

Σκληροί δίσκοι

Τερματικά

7.2 Η Δομή και η Ιεραρχία του ΛΣ

Ένα ΛΣ αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

- α) Τον Πυρήνα (Kernel).** Είναι το κυριότερο τμήμα ενός ΛΣ. Το τμήμα αυτό φορτώνεται πρώτο στην κύρια μνήμη και εκτελείται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του υπολογιστή. Τα προγράμματα εφαρμογών επικοινωνούν με αυτόν μέσα από ένα καθορισμένο σύνολο κλήσεων. Ο πυρήνας είναι ο κύριος υπεύθυνος για τη συνεργασία του λογισμικού με το υλικό του υπολογιστή.
- β) Το Σύστημα Αρχείων (File System).** Είναι το τμήμα του ΛΣ το οποίο **διαχειρίζεται** τα αρχεία (ονοματοδοσία, καταχώριση, ανάκτηση κ.λπ.) και φροντίζει επίσης για τη διάθεσή τους στους χρήστες.
- γ) Το Διερμηνευτή Εντολών (Command Interpreter) ή Φλοιό (Shell).** Είναι το τμήμα που αναλαμβάνει να δέχεται και να δίνει στο σύστημα του υπολογιστή τις απαιτήσεις (εντολές) του χρήστη, καθώς επίσης και να μεταφέρει στο χρήστη μηνύματα από το σύστημα. Το τμήμα αυτό δημιουργεί το περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη - υπολογιστή.

Τα ΛΣ ανάλογα με τη φιλοσοφία κατασκευής τους, ακολουθούν κάποια δομή. Δύο από τις κυριότερες δομές των ΛΣ είναι η **Μονολιθική** και η **Στρωματοποιημένη**.

Μονολιθική δομή ΛΣ

Τα πρώτα λειτουργικά συστήματα ακολουθούσαν τη **μονολιθική δομή (Monolithic Structure)**. Αυτά τα ΛΣ είχαν υλοποιηθεί με ένα σύνολο προγραμμάτων-διαδικασιών, οι οποίες επικοινωνούσαν μεταξύ τους διεκπεραιώνοντας όλες τις λειτουργίες του. Η δομή αυτή σήμερα θεωρείται ξεπερασμένη και δε χρησιμοποιείται.



Τα σύγχρονα ΛΣ έχουν αφαιρέσει λειτουργίες ελέγχου συσκευών από τον πυρήνα έτσι ώστε αυτός να έχει μικρό μέγεθος και να είναι πιο γρήγορος. Ο έλεγχος των συσκευών έχει ανατεθεί σε ειδικά προγράμματα που ονομάζονται **οδηγοί συσκευών**.

Στρωματοποιημένη δομή ΛΣ

Τα σύγχρονα ΛΣ ακολουθούν τη στρωματοποιημένη δομή. Η δομή αυτή αποτελείται από ένα σύνολο επιπέδων (layers) τα οποία ακολουθούν μια ιεραρχία. Κάθε επίπεδο εκτελεί μια συγκεκριμένη εργασία και επικοινωνεί μόνο με το αμέσως ανώτερο ή το κατώτερο επίπεδο του. Τα υψηλότερα επίπεδα δεν ασχολούνται καθόλου με τον τρόπο που τα κατώτερα επίπεδα ασκούν το έργο τους. Το ανώτατο επίπεδο της ιεραρχίας επικοινωνεί με τους χρήστες, ενώ το κατώτατο με το υλικό του υπολογιστή.

Έτσι, στα κατώτερα επίπεδα γίνεται η διαχείριση της μνήμης και της επικοινωνίας με τις περιφερειακές συσκευές του υπολογιστή. Στα ανώτερα επίπεδα γίνεται η διαχείριση των προγραμμάτων εφαρμογών που εκτελούν οι χρήστες.

Τα προγράμματα των χρηστών επικοινωνούν με το ΛΣ μέσα από ειδικές διαδικασίες που ονομάζονται **κλήσεις συστήματος** (*systems calls*). Στη συνέχεια τα κατώτερα επίπεδα αναλαμβάνουν την εξυπηρέτηση αυτών των κλήσεων.



Σχήμα 7.3 Στρωματοποιημένη δομή ΛΣ

7.3 Κατηγορίες Λειτουργικών Συστημάτων

Τα λειτουργικά συστήματα ακολούθησαν την τεχνολογική εξέλιξη της αρχιτεκτονικής των υπολογιστών και αναπτύχθηκαν παράλληλα με αυτούς. Οι κυριότερες κατηγορίες ΛΣ, σύμφωνα με τη χρονολογική σειρά που παρουσιάστηκαν, είναι οι παρακάτω.

7.3.1 Λειτουργικά Συστήματα ομαδικής επεξεργασίας (Batch Systems Processing)

Στα πρώτα συστήματα Η/Υ τη δεκαετία του 50 οι υπολογιστές ήταν μηχανές τεράστιες σε όγκο οι οποίες ενεργοποιούνταν μέσω μιας συσκευής ελέγχου (console).

Οι χρήστες δεν επικοινωνούσαν απ' ευθείας με τον υπολογιστή, αλλά μέσω ενός διαχειριστή. Οι χρήστες ετοίμαζαν μια εργασία (job) η οποία αποτελούνταν από το πρόγραμμα, τα δεδομένα του προγράμματος και κάποιες πληροφορίες ελέγχου και την παρέδιδαν στον υπεύθυνο του συστήματος υπολογιστή. Η εργασία συνήθως ήταν κωδικοποιημένη σε μορφή διάτρητων καρτών. Ο υπεύθυνος του συστήματος υπολογιστή ομαδοποιούσε τις εργασίες των χρηστών, σχημάτιζε μια σειρά από παρόμοιες εργασίες και τροφοδοτούσε τον υπολογιστή. Ο υπολογιστής επεξεργαζόταν τις εργασίες αυτές με τη σειρά τροφοδοσίας τους και έγραφε τα αποτελέσματα σε μαγνητικές ταινίες είτε τα τύπωνε σε χαρτί. Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα επέστρεφαν στους χρήστες, για να τα αξιολογήσουν.

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό των συστημάτων Ομαδικής Επεξεργασίας είναι ότι δεν υπήρχε αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και της εργασίας, ενώ η εργασία βρισκόταν σε εκτέλεση. Η εργασία προετοιμάζεται και υποβάλλεται, ενώ το αποτέλεσμα εμφανίζεται μετά τη μεσολάβηση κάποιου χρονικού διαστήματος (ώρες ή και ημέρες). Το χρονικό διάστημα μεταξύ της υποβολής της εργασίας και της ολοκλήρωσης της ονομάζεται **χρόνος περάτωσης ή ανακύκλωσης** (*turnaround time*).

Τα κύρια μειονεκτήματα αυτού του ΛΣ ήταν:

- **Υπήρχε υποαπασχόληση των συσκευών και κυρίως της ΚΜΕ.**

Ένα λειτουργικό σύστημα ομαδικής επεξεργασίας μπορούσε να εκτελέσει μόνο μία εργασία (πρόγραμμα) κάθε φορά. Όταν ξεκινούσε την εκτέλεση μιας εργασίας, έπρεπε πρώτα να τελειώσει αυτή, για να ξεκινήσει η εκτέλεση της επόμενης. Επειδή μια εργασία δεν μπορεί να απασχολεί ταυτόχρονα όλες τις συσκευές, το αποτέλεσμα ήταν η υποαπασχόληση των συσκευών. Για παράδειγμα, η ΚΜΕ περίμενε άπρακτη, μέχρι να τελειώσει η εκτύπωση των αποτελεσμάτων.

- **Ο χρόνος περάτωσης ήταν μεγάλος.**

Για να ολοκληρωθεί μια εργασία, ανεξάρτητα αν ήταν μικρή ή μεγάλη, θα έπρεπε να περιμένει να τελειώσουν όλες οι εργασίες που ήταν μπροστά από αυτήν. Επίσης, συχνά τα αποτελέσματα ήταν διαθέσιμα στους χρήστες, μόνο όταν είχε ολοκληρωθεί η εκτέλεση όλης της ομάδας των εργασιών. Το αποτέλεσμα ήταν ο μεγάλος χρόνος περάτωσης κάθε εργασίας.

Το πλεονέκτημα αυτού του ΛΣ ήταν η απλότητά του. Σε κάθε χρονική στιγμή μόνο μία εργασία υπήρχε στη μνήμη του υπολογιστή και η κύρια απασχολή του ΛΣ ήταν να μεταφέρει τον έλεγχο από τη μια εργασία στην επόμενη.

Αν και αυτό το ΛΣ είναι αρκετά παλιό, ουρές από εργασίες χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα. Για παράδειγμα, στις εκτυπώσεις εγγράφων. Σε ένα σύγχρονο ΛΣ ένας χρήστης μπορεί να ζητήσει μια εκτύπωση ταυτόχρονα (ή σχεδόν ταυτόχρονα) με πολλούς άλλους χρήστες. Οι αιτήσεις των χρηστών για εκτυπώσεις τοποθετούνται σε μια σειρά (μία ουρά) ανάλογα με το χρόνο που υποβλήθηκαν και εξυπηρετούνται με τη σειρά που έχουν τοποθετηθεί.

Λειτουργικό
Σύστημα

εργασία
χρήστη

Σχήμα 7.4 Η κεντρική (κύρια) μνήμη στα συστήματα ομαδικής επεξεργασίας

7.3.2 Λειτουργικά Συστήματα πολυπρογραμματισμού (Multiprogramming)

Αυτό το λειτουργικό σύστημα επιτρέπει το διαχωρισμό της κύριας μνήμης σε τμήματα, σε καθένα από τα οποία μπορεί να τοποθετηθεί ένα διαφορετικό πρόγραμμα.

Τα προγράμματα αυτά μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα, αρκεί το καθένα από αυτά να χρησιμοποιεί μία διαφορετική συσκευή του υπολογιστή.

Για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα εκτελεί υπολογισμούς με την ΚΜΕ, ένα δεύτερο διαβάζει δεδομένα από το δίσκο, ενώ ένα τρίτο τυπώνει στον εκτυπωτή.

Η επικοινωνία των προγραμμάτων με την ΚΜΕ γίνεται με την αποστολή ειδικών σημάτων διακοπής (interrups). Όταν ένα πρόγραμμα, που εξυπηρετείται από την ΚΜΕ, ζητήσει μια λειτουργία εισόδου/εξόδου (π.χ εκτύπωση), τότε στέλνει ένα κατάλληλο σήμα διακοπής στην ΚΜΕ. Η ΚΜΕ διακόπτει την εξυπηρέτηση αυτού του προγράμματος και εξυπηρετεί κάποιο άλλο.

Το κύριο πλεονέκτημα αυτού του ΛΣ είναι η παράλληλη αξιοποίηση των διαφόρων συσκευών του υπολογιστή. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση του χρόνου που αυτές παραμένουν ανενεργές και η αύξηση της απόδοσης του συστήματος υπολογιστή. Επίσης, υπάρχει μείωση του χρόνου ανακύκλωσης των διαφόρων προγραμμάτων, γιατί ένα πρόγραμμα δεν περιμένει να τελειώσει το προηγούμενό του, αλλά χρησιμοποιεί παράλληλα με αυτό τις συσκευές του υπολογιστή.

Το μειονέκτημα αυτού του ΛΣ είναι η πολυπλοκότητά του. Για παράδειγμα, πρέπει να υπάρχουν ειδικές τεχνικές προστασίας του χώρου κάθε προγράμματος από επιδράσεις που μπορούν να προέλθουν από την εκτέλεση ενός άλλου προγράμματος.

7.3.3 Λειτουργικά Συστήματα καταμερισμού χρόνου (Time-Sharing)

Τα λειτουργικά συστήματα καταμερισμού χρόνου χρησιμοποιούν μια τεχνική παρόμοια με αυτή του πολυπρογραμματισμού. Έτσι και σε αυτό το ΛΣ στην κύρια μνήμη του υπολογιστή υπάρχει ένα σύνολο προγραμμάτων τα οποία περιμένουν να εξυπηρετηθούν από την ΚΜΕ. Επιπλέον όμως το ΛΣ διαθέτει έναν χρονοδρομολογητή ο οποίος με τη βοήθεια ενός ειδικού κυκλώματος που ονομάζεται χρονιστής (timer), αναλαμβάνει να καταναίμει το χρόνο της ΚΜΕ σε όσα προγράμματα είναι έτοιμα για εκτέλεση. Δηλαδή η ΚΜΕ εξυπηρετεί διαδοχικά όλα τα προγράμματα διαθέτοντας σε καθένα από αυτά ένα ορισμένο ποσό χρόνου. Αυτό το χρονικό διάστημα ονομάζεται **κβάντο χρόνου** (*time quantum*) και συνήθως είναι μερικά δέκατα του δευτερολέπτου.

Παραστατικά η λειτουργία αυτού του ΛΣ γίνεται ως εξής:

Η ΚΜΕ διατίθεται στο πρώτο πρόγραμμα και αρχίζει η εκτέλεσή του. Μόλις περάσει ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (το κβάντο χρόνου) ο χρονιστής παράγει ένα σήμα διακοπής, η ΚΜΕ σταματά την εκτέλεση του προγράμματος αυτού και ο χρονοδρομολογητής αναλαμβάνει τη διάθεσή της στο επόμενο πρόγραμμα. Μέσα σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα η ΚΜΕ θα έχει εξυπηρετήσει όλα τα προγράμματα και θα επιστρέψει στο αρχικό. Αυτό το χρονικό διάστημα ονομάζεται περίοδος και συμβολίζεται με το T .

Λειτουργικό Σύστημα
Πρόγραμμα 1
Πρόγραμμα 2
Πρόγραμμα 3
Πρόγραμμα 4
Πρόγραμμα 5

Σχήμα 7.5 Σχηματική αναπαράσταση της κεντρικής μνήμης σε ένα σύστημα πολυπρογραμματισμού

Η εκτέλεσή του πρώτου προγράμματος θα συνεχιστεί, όταν τελειώσει η διανομή χρόνου που διατίθεται σε όλα τα υπόλοιπα προγράμματα. Με τον τρόπο αυτόν εξυπηρετούνται όλα τα προγράμματα. Αν κάποιο πρόγραμμα δε ζητά εξυπηρέτηση από την ΚΜΕ ή τελειώσει πριν τη λήξη του χρόνου που του διατίθεται, τότε αρχίζει η εξυπηρέτηση του επόμενου προγράμματος.

Τα συστήματα καταμερισμού χρόνου υλοποιήθηκαν τη δεκαετία του 70 και επέτρεψαν τη διαλογική χρήση ενός συστήματος υπολογιστή από πολλούς χρήστες. Κάθε χρήστης μπορεί να έχει ένα τερματικό (οθόνη και πληκτρολόγιο) συνδεδεμένο με τον υπολογιστή και να επικοινωνεί διαλογικά με αυτόν. Επειδή, ο μεγαλύτερος χρόνος της επικοινωνίας καταναλώνεται στην πληκτρολόγηση και την εμφάνιση αποτελεσμάτων στην οθόνη (Είσοδος - Έξοδος) η ΚΜΕ εναλλάσσεται γρήγορα και εξυπηρετεί τον κάθε χρήστη έτσι, ώστε καθένας από αυτούς να έχει την εντύπωση ότι έχει στη διάθεσή του ολόκληρο τον υπολογιστή.

Το κύριο πλεονέκτημα αυτού του ΛΣ είναι η εξασφάλιση ότι κάθε πρόγραμμα θα εξυπηρετηθεί μέσα σε ένα λογικό χρονικό διάστημα. Ταυτόχρονα διατηρεί τα πλεονεκτήματα του πολυπρογραμματισμού, δηλαδή την αύξηση της απόδοσης λόγω παράλληλης χρήσης των συσκευών και τη μείωση του χρόνου περάτωσης των προγραμμάτων.

Το μειονέκτημά του είναι η αυξημένη πολυπλοκότητά του. Για παράδειγμα, όταν η ΚΜΕ μεταβαίνει από ένα πρόγραμμα σε ένα άλλο, θα πρέπει, όταν επιστρέψει στο πρώτο να μπορεί να συνεχίσει την επεξεργασία του από το σημείο ακριβώς που είχε σταματήσει. Αυτό συνεπάγεται ότι το σύστημα θα πρέπει να αποθηκεύει ορισμένες πληροφορίες για το πρόγραμμα που εγκαταλείπει, για να μπορεί, όταν ξανααγυρίσει σε αυτό, να συνεχίσει την επεξεργασία του.



Σήμερα, ο καταμερισμός χρόνου χρησιμοποιείται και σε προσωπικούς υπολογιστές και σε συστήματα πολλών χρηστών (multi-user)

7.4 Άλλα Λειτουργικά Συστήματα

Τα τρία ΛΣ που αναφέρθηκαν αποτέλεσαν σταθμούς στην ιστορία των λειτουργικών συστημάτων. Όλα τα ΛΣ που ακολούθησαν εκμεταλλεύτηκαν τα χαρακτηριστικά τους και τα πλεονεκτήματα που προσέφεραν. Επίσης, η ανάπτυξη της τεχνολογίας σε τομείς όπως τα δίκτυα, η ύπαρξη πολλών επεξεργαστών σε ένα σύστημα κ.λπ. οδήγησε σε νέα εξελιγμένα και πολύπλοκα ΛΣ τα οποία εκμεταλλεύονται τα νέα χαρακτηριστικά του υλικού. Ορισμένα από τα νεότερα ΛΣ είναι:

Συστήματα πολυεπεξεργασίας (Multiprocessor Systems)

Τα ΛΣ πολυεπεξεργασίας απευθύνονται σε υπολογιστές που διαθέτουν περισσότερους από έναν επεξεργαστές. Αυτά τα λειτουργικά συστήματα χρησιμοποιούν πολυπρογραμματισμό και καταμερισμό χρόνου, αλλά επιπλέον έχουν τη δυνατότητα κατανομής του έργου της επεξεργασίας στους διαθέσιμους επεξεργαστές.

Σε αυτά τα ΛΣ γίνεται πραγματική παράλληλη επεξεργασία προγραμμάτων, αφού, για παράδειγμα, κάθε επεξεργαστής μπορεί να εξυπηρετεί ένα διαφορετικό πρόγραμμα.

Συστήματα δικτύων (Network Operating Systems)

Τα ΛΣ δικτύων χρησιμοποιούνται σε δίκτυα προσωπικών υπολογιστών. Κάθε υπολογιστής τρέχει το δικό του τοπικό ΛΣ, αλλά οι χρήστες γνωρίζουν την ύπαρξη των άλλων υπολογιστών. Το ΛΣ δικτύου παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων από υπολογιστή σε υπολογιστή.

Κατανεμημένα Συστήματα (Distributed Systems)

Τα κατανεμημένα ΛΣ απευθύνονται σε δίκτυα υπολογιστών που επικοινωνούν με γραμμές υψηλής ταχύτητας. Σ' ένα τέτοιο δίκτυο οι υπολογιστές που το αποτελούν μπορούν να διαφέρουν ουσιαστικά τόσο στο μέγεθος όσο και στις δυνατότητες, αλλά οι χρήστες του δεν είναι αναγκαίο να γνωρίζουν την κατανομή του δικτύου.

Ένα κατανεμημένο ΛΣ εμφανίζεται σε κάθε χρήστη σαν ένα παραδοσιακό σύστημα ενός επεξεργαστή, αλλά η επεξεργασία των προγραμμάτων και η αποθήκευση των αρχείων μπορεί να γίνεται σε οποιοδήποτε υπολογιστή του δικτύου (σε όποιον είναι διαθέσιμος). Τα πραγματικά κατανεμημένα ΛΣ είναι πολύ πολύπλοκα και δύσκολα στην υλοποίησή τους.

Συστήματα πραγματικού χρόνου (Real-Time Systems)

Μια άλλη μορφή ΛΣ είναι τα συστήματα πραγματικού χρόνου (real-time Systems). Τα ΛΣ πραγματικού χρόνου είναι ειδικού σκοπού και χρησιμοποιούνται, όταν υπάρχουν αυστηρές χρονικές απαιτήσεις για την ολοκλήρωση μιας λειτουργίας του υπολογιστή. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται συχνά για τον έλεγχο άλλων μονάδων, όπως, για παράδειγμα, βιομηχανικών μονάδων παραγωγής.

Ένα ΛΣ πραγματικού χρόνου έχει σαφώς ορισμένους χρονικούς περιορισμούς. Σε ένα τέτοιο σύστημα είναι ουσιαστικής σημασίας η επεξεργασία να γίνει μέσα σ' αυτούς τους χρονικούς περιορισμούς. Ένα σύστημα πραγματικού χρόνου θεωρείται ότι λειτουργεί σωστά, μόνο όταν επιστρέφει το σωστό αποτέλεσμα μέσα στους αυστηρούς χρονικούς περιορισμούς που έχουν προκαθοριστεί. Αυτό, σε αντίθεση με τα συστήματα καταμερισμού χρόνου, όπου η γρήγορη απόκριση του συστήματος είναι απλά επιθυμητή και τα συστήματα ομαδικής επεξεργασίας, όπου δεν υπάρχουν καθόλου χρονικοί περιορισμοί.

Ιστορικά η εξέλιξη των ΛΣ ακολούθησε την εξέλιξη της αρχιτεκτονικής των υπολογιστών και για το λόγο αυτό τα ΛΣ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε γενιές αντίστοιχες με τις γενιές των υπολογιστών.

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1^η Γενιά 1945-1955 | Οι υπολογιστές χρησιμοποιούν διακόπτες και λυχνίες κενού. Δεν υπάρχει ουσιαστικά ΛΣ |
| 2^η Γενιά 1955-1965 | Οι υπολογιστές χρησιμοποιούν τρανζίστορ. Εμφανίζονται τα ΛΣ ομαδικής επεξεργασίας. |
| 3^η Γενιά 1965-1980 | ΛΣ Πολυπρογραμματισμού και Καταμερισμού Χρόνου. |

Η εκτέλεση σε ΛΣ Καταμερισμού Χρόνου

Χρόνος

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ΚΜΕ	1	2	3	1	2	3	1	2																
Δίσκος							3	3	1	1	2	2	2											
Εκτυπωτής									3	3	3	1	1	2										

Τα αποτελέσματα των τριών εκτελέσεων συνοψίζονται στον πίνακα 7.1.

Πίνακας 7.1

	Συνολικός χρόνος εκτέλεσης	Συνολικός ανενεργός χρόνος	Τέλος Προγρ. 1	Τέλος Προγρ. 2	Τέλος Προγρ. 3
Ομαδική Επεξεργασία	22	44	7	15	22
Πολυπρογραμματισμός	15	23	7	11	15
Καταμερισμός Χρόνου	14	20	10	13	11

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης και των τριών προγραμμάτων είναι αρκετά μικρότερος στην περίπτωση των ΛΣ πολυπρογραμματισμού και καταμερισμένου χρόνου απ' ό,τι στην περίπτωση επεξεργασίας κατά δεσμίδες. Το ίδιο συμβαίνει και με το χρόνο που οι μονάδες ΚΜΕ και Εισόδου - Εξόδου ήταν ανενεργές. Συνεπώς, τα συστήματα αυτά προσφέρουν μια πολύ καλύτερη αξιοποίηση των μονάδων του συστήματος με άμεση επίπτωση στην απόδοση του συστήματος. Το παράδειγμα αυτής της παραγράφου είναι πολύ απλοποιημένο αφού η πραγματική συμπεριφορά ενός προγράμματος είναι πολύπλοκη με συνεχείς αναφορές στην ΚΜΕ και σε συσκευές Εισόδου - Εξόδου. Σε πραγματικές συνθήκες έχει αποδειχθεί ότι τα συστήματα Καταμερισμού Χρόνου έχουν καλύτερη απόδοση από τα άλλα δύο. Επίσης, είναι και πιο "δίκαια", δηλαδή αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο όλα τα προγράμματα είτε είναι μικρά είτε είναι μεγάλα. Το αποτέλεσμα είναι να τερματίζουν πρώτα τα προγράμματα που έχουν μικρές απαιτήσεις, ενώ τα μεγάλα να καθυστερούν. Τα προγράμματα που έχουν παρόμοιες απαιτήσεις τελειώνουν στον ίδιο περίπου χρόνο.

Το τελευταίο φαινόμενο μπορεί να παρατηρηθεί και στο παράδειγμα που χρησιμοποιήθηκε. Στην περίπτωση ΛΣ Καταμερισμού Χρόνου η διαφορά τερματισμού των τριών προγραμμάτων είναι μόλις 3 χρονικές μονάδες και πολύ πιο μικρή από τη διαφορά που παρουσιάζουν τα άλλα δύο ΛΣ.

Ανακεφαλαίωση

Το ΛΣ είναι ένα σύνολο προγραμμάτων που σκοπό έχει:

- τη διαχείριση των πόρων του συστήματος του υπολογιστή.
- τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος επικοινωνίας με το χρήστη και τα προγράμματα του.

Ένα ΛΣ αποτελείται από τρία κύρια μέρη τον πυρήνα, το σύστημα αρχείων, το φλοιό.



Τα σύγχρονα ΛΣ ακολουθούν μια στρωματοποιημένη δομή, όπου το κάθε επίπεδο εκτελεί μία συγκεκριμένη εργασία. Οι χρήστες και τα προγράμματά τους επικοινωνούν μόνο με τα ανώτερα επίπεδα, ενώ τα κατώτερα επικοινωνούν με το υλικό. Τα ΛΣ ακολούθησαν την εξέλιξη των υπολογιστών και ιστορικά τα κυριότερα από αυτά είναι τα ΛΣ Ομαδικής Επεξεργασίας, Πολυπρογραμματισμού και Καταμερισμού Χρόνου. Νεώτερα ΛΣ είναι τα συστήματα Πολυεπεξεργασίας, Δικτύων, Κατανεμημένων συστημάτων και Πραγματικού Χρόνου. Τα ΛΣ Καταμερισμού Χρόνου επιτυγχάνουν καλύτερη απόδοση σε σχέση με τα ΛΣ Ομαδικής Επεξεργασίας και Πολυπρογραμματισμού.

Ερωτήσεις/Δραστηριότητες/Θέματα για συζήτηση

1. Τι είναι ένα ΛΣ;
2. Ποιοι είναι οι βασικοί σκοποί ενός Λειτουργικού Συστήματος;
3. Σε ένα περιβάλλον πολυπρογραμματισμού και καταμερισμού χρόνου αρκετοί χρήστες μοιράζονται το σύστημα ταυτόχρονα. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα πολλά προβλήματα ασφάλειας. Αναφέρετε δύο από αυτά.
4. Ποιο είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα του πολυπρογραμματισμού;
5. Δώστε ένα πλεονέκτημα των συστημάτων πολυεπεξεργασίας.
6. Ποια είναι τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των παρακάτω τύπων ΛΣ:
α. Δεσμίδων (Batch) - β. Καταμερισμού χρόνου (Time Sharing) - γ. Πραγματικού χρόνου (Real Time) - δ. Κατανεμημένα (Distributed)



Βιβλιογραφία

1. **Μ.Π. Μπεκάκος**, Εισαγωγή στην πληροφορική, Εκδόσεις Ε. Μπένου 1999
2. **A. Silberschatz - P. B. Calvin**, Operating Systems Concepts, Addison-Wesley, 1998.
3. **Ι. Κ. Κάβουρα**, Συστήματα Υπολογιστών II, Λειτουργικά συστήματα, Κλειδάριθμος 1996
4. **A. S. Tanenbaum**, Σύγχρονα Λειτουργικά Συστήματα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Τόμος Α και Β, 1993/1994.
5. **A. M. Lister - R. D. Eager**, Fundamentals of Operating Systems, Macmillan Education LTD, 1988.



Διευθύνσεις διαδικτύου

<http://phoenix.ucr.edu/mis/bsad170/Lectures/Lect8/sld008.htm>

Ο κόμβος αυτός προσφέρει μια σειρά από δελτία σχετικά με το τι είναι ένα λειτουργικό σύστημα καθώς και τις λειτουργίες που επιτελεί.

<http://www.cs.umsl.edu/~sanjiv/cs376/intro.html>

Εισαγωγή στα λειτουργικά συστήματα.



**Λέξεις κλειδιά**

Καταμερισμός χρόνου	Time sharing
Κατανεμημένα συστήματα	Distributed Systems
Ομαδική επεξεργασία	Batch Processing
Πολυεπεξεργασία	Multiprocessing
Πολυπρογραμματισμός	Multiprogramming
Συστήματα πραγματικού χρόνου	Real time systems
Χρονιστής	Timer