Διαχείριση Λειτουργικών Συστημάτων

Θοδωρής Ανδρόνικος
Τμήμα Πληροφορικής, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

- Για το μάθημα «Διαχείριση Λειτουργικών Συστημάτων» του ακαδημαϊκού έτους 2015 – 2016, το προτεινόμενο σύγγραμμα είναι το:
  - "Operating Systems: Internals and Design Principles", του συγγραφέα William Stallings (http://www.amazon.com/Operating-Systems-Internals-Principles-Edition/dp/0133805913).
  - Το βιβλίο κυκλοφορεί και σε ελληνική μετάφραση με τον τίτλο "Λειτουργικά Συστήματα, Αρχές Σχεδίασης" (http://www.tziola.gr/en/60-leit.html?search_query=stallings&results=5).
  - Ο συγγραφέας έχει δημιουργήσει και ένα χώρο με άφθονο βοηθητικό υλικό για τους αναγνώστες του βιβλίου (http://williamstallings.com/OperatingSystems/).

Υπολογιστής & Προγράμματα

- Ένα υπολογιστικό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνολο από αγαθά-πόρους (resources) υλικού (hardware).
- Τα προγράμματα εφαρμογών (application programs) σχεδιάστηκαν για να εκτελούν κάποια υπολογιστική εργασία σε ένα υπολογιστικό σύστημα.

Λειτουργικό Σύστημα

- Το λειτουργικό σύστημα παρέχει μια βολική, ασφαλή και συνεπή διεπαφή (ή αλλιώς διασύνδεση – ο αγγλικός όρος είναι interface) για να μπορούν τα προγράμματα εφαρμογών να χρησιμοποιούν το υλικό του υπολογιστικού συστήματος.
- Το ΛΣ παρέχει μια αφαιρετική απεικόνιση των υλικών πόρων που είναι διαθέσιμοι από το υπολογιστικό σύστημα στα προγράμματα εφαρμογών.
- Το ΛΣ εποπτεύει και ελέγχει την εκτέλεση των εφαρμογών.

Υπηρεσίες που παρέχει το ΛΣ

- Μερικές από τις πιο σημαντικές υπηρεσίες που παρέχει το λειτουργικό σύστημα είναι οι ακόλουθες:
  - Ανάπτυξη προγραμμάτων
  - Εκτέλεση προγραμμάτων
  - Πρόσβαση στις συσκευές εισόδου/εξόδου (Ε/Ε)
  - Ελεγχόμενη πρόσβαση σε αρχεία

Χρονοπρογραμματισμός & Διαχείριση Πόρων

- Η κυριότερη ευθύνη ενός ΛΣ είναι η διαχείριση πόρων.
- Η πολιτική της κατανομής των πόρων πρέπει να συνδυάζει:
  - Αποδοτικότητα και
  - Δικαιοσύνη

Το Λειτουργικό Σύστημα είναι Λογισμικό

- Λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως τα προγράμματα εφαρμογών που εκτελούνται από τον υπολογιστή
- Αποτελείται από ένα σύνολο προγραμμάτων που εκτελούνται από επεξεργαστή

Πολυπρογραμματισμός (Multiprogramming ή Multitasking)

- Ο επεξεργαστής είναι το ταχύτερο υποσύστημα του υπολογιστή
- Ο επεξεργαστής συχνά αδρανής (idle) διότι οι εργασίες Ε/Ε (εισόδου/εξόδου) είναι πολύ αργές σε σχέση με τη ταχύτητα του επεξεργαστή
- Ο επεξεργαστής χρησιμοποιείται αποδοτικά όταν εκτελεί αδιάλειπτα εντολές, χωρίς να μένει αδρανής

Πολυπρογραμματισμός (Multiprogramming)

- Ο επεξεργαστής εκτελεί διαδοχικές εντολές μέχρι να φτάσει σε εντολή Ε/Ε. Τότε πρέπει να περιμένει μέχρι να ολοκληρωθεί η εντολή Ε/Ε για να μπορέσει να συνεχίσει
- Πολυπρογραμματισμός: Για να μην μένει αδρανής ο επεξεργαστής, όποτε το πρόγραμμα που εκτελεί πρέπει να περιμένει μια εντολή Ε/Ε, το αλλάζει, επιλέγοντας να εκτελέσει ένα άλλο πρόγραμμα που δεν περιμένει κάποια εντολή Ε/Ε.

Πολυπρογραμματισμός (Multiprogramming)

- Σε ένα σύστημα πολυπρογραμματισμού:
  - Στη μνήμη (εκτός από το ΛΣ) βρίσκονται περισσότερα από ένα (δύο, τρία, τέσσερα ή περισσότερα) προγράμματα (ανάλογα με τη χωρητικότητα της μνήμης) και το ΛΣ εναλλάσσει τα προγράμματα στον επεξεργαστή
  - Όταν ένα πρόγραμμα περιμένει δεδομένα Ε/Ε, ο επεξεργαστής μπορεί να εκτελεί άλλο πρόγραμμα, το οποίο δεν χρειάζεται δεδομένα από Ε/Ε

Διεργασία (Process)

- Η έννοια της διεργασίας είναι θεμελιώδους σημασίας για τα ΛΣ
- Μια διεργασία μπορεί να οριστεί ως:
  - Ένα πρόγραμμα που εκτελείται
  - Ένα στιγμιότυπο ενός προγράμματος που τρέχει
  - Μια αδιαίρετη δομική μονάδα που μπορεί να ανατεθεί και να εκτελεστεί από ένα επεξεργαστή

Διεργασία (Process)

- Η διεργασία αποτελείται από:
  - Ένα εκτελέσιμο πρόγραμμα, δηλ. ένα σύνολο εντολών της που εκτελούνται σειριακά από τον επεξεργαστή
  - Τα δεδομένα που χρειάζεται το πρόγραμμα (μεταβλητές, χώρος εργασίας, ενταμιευτές)
  - Την κατάσταση της διεργασίας κάθε χρονική στιγμή

Μπλοκ Ελέγχου Διεργασίας (Process Control Block)

- Το ΛΣ χρησιμοποιεί για κάθε διεργασία μία ειδική δομή που λέγεται Μπλοκ Ελέγχου Διεργασίας για να καταχωρήσει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες (δηλαδή ταυτότητα διεργασίας, κατάσταση, προτεραιότητα, περιεχόμενα καταχωρητών ΚΜΕ, κλπ.)
- Έχοντας αυτές τις πληροφορίες το ΛΣ μπορεί ανά πάσα στιγμή να διακόψει την εκτέλεση της διεργασίας και να την επανεκκινήσει σε μία μελλοντική στιγμή από το σημείο της διακοπής.

Μπλοκ Ελέγχου Διεργασίας

- Οι σημαντικότερες πληροφορίες που καταχωρεί το ΛΣ για κάθε διεργασία είναι:
  - Τα εσωτερικά δεδομένα με τα οποία το ΛΣ είναι σε θέση να επιβλέπει και να ελέγχει τη διεργασία
  - Το περιεχόμενο των καταχωρητών της ΚΜΕ που σχετίζονται με τη διεργασία
  - Πληροφορίες όπως η προτεραιότητα της διεργασίας και κατά πόσο η διεργασία είναι σε αναμονή για την ολοκλήρωση ενός Ε/Ε συμβάντος

Κατάσταση Διεργασίας (Process State)

- Κάθε διεργασία βρίσκεται κάθε στιγμή σε μία συγκεκριμένη κατάσταση από ένα σύνολο δυνατών καταστάσεων
- Το σύνολο των δυνατών καταστάσεων εξαρτάται από το ΛΣ – διαφορετικά ΛΣ ενδέχεται
  - να έχουν διαφορετικό αριθμό καταστάσεων
  - ή να ονομάζουν διαφορετικά τις αντίστοιχες καταστάσεις

Κατάσταση Διεργασίας (Process State)

- Τυπικές καταστάσεις που μπορεί να βρίσκεται μία διεργασία είναι:
  - κατάσταση εκτέλεσης (running)
    - σε συστήματα με ένα μοναδικό επεξεργαστικό στοιχείο η μοναδική διεργασία που εκτελείται βρίσκεται εκείνη στιγμή σε κατάσταση εκτέλεσης
    - όλες οι άλλες διεργασίες δεν είναι σε κατάσταση εκτέλεσης
    - σε συστήματα πολυεπεξεργασίας (με δύο ή περισσότερα επεξεργαστικά στοιχεία) περισσότερες από μία διεργασίες μπορεί να βρίσκονται την ίδια χρονική στιγμή σε κατάσταση εκτέλεσης (μία σε κάθε επεξεργαστικό στοιχείο)

Κατάσταση Διεργασίας (Process State)

- κατάσταση ετοιμότητας (ready) – οι διεργασίες που δεν εκτελούνται αλλά είναι έτοιμες να αρχίσουν ή να συνεχίσουν την εκτέλεσή τους βρίσκονται σε κατάσταση ετοιμότητας σε μία ουρά
- κατάσταση αναμονής (waiting) ή μπλοκαρίσματος (blocked) – οι διεργασίες που τη συγκεκριμένη στιγμή δεν μπορούν να συνεχίσουν την εκτέλεσή τους επειδή περιμένουν να ολοκληρωθεί ένα γεγονός (π.χ., μία λειτουργία Ε/Ε) βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής σε μία ή περισσότερες ουρές
  - σε κάποια ΛΣ μία καινούργια διεργασία χαρακτηρίζεται ως νέα (new) και μένει σε αυτή την κατάσταση έως το ΛΣ να την τοποθετήσει στην ουρά των έτοιμων διεργασιών
  - μία διεργασία που έχει ολοκληρωθεί διαγράφεται από το σύνολο των ενεργών διεργασιών και μεταβαίνει σε κατάσταση εξόδου (exit)

Νήματα (Threads)

- Σε ένα ΛΣ που υποστηρίζει νήματα (threads) το νήμα (που μερικές φορές λέγεται και διεργασία ελαφρού βάρους – lightweight process) είναι:
  - Η ελάχιστη μονάδα εργασίας που ανατίθεται στον επεξεργαστή, δηλαδή, η δρομολόγηση από το ΛΣ γίνεται σε επίπεδο νημάτων και όχι διεργασιών
  - Ωστόσο η ελάχιστη μονάδα ανάθεσης πόρων από το ΛΣ παραμένει η διεργασία

Νήματα

- Κάθε νήμα
  - Βρίσκεται κάθε στιγμή σε μία κατάσταση
    - εκτέλεσης, αν εκτελείται από τον επεξεργαστή,
    - αναμονής, αν είναι έτοιμο και περιμένει να εκτελεστεί
    - μπλοκαρίσματος, αν δεν μπορεί να συνεχίσει την εκτέλεσή του, επειδή περιμένει να ολοκληρωθεί κάποιο γεγονός
  - Διαθέτει το δικό του σύνολο δεδομένων
  - Εκτελείται σειριακά και η εκτέλεσή του μπορεί να

Νήματα

- Η χρήση νημάτων έχει τα εξής πλεονεκτήματα:
  - η δημιουργία ενός νήματος απαιτεί λιγότερο χρόνο από ότι η δημιουργία μίας διεργασίας
  - ο τερματισμός ενός νήματος απαιτεί λιγότερο χρόνο από ότι ο τερματισμός μίας διεργασίας
  - η εναλλαγή νημάτων στον επεξεργαστή απαιτεί λιγότερο χρόνο από ότι η εναλλαγή διεργασιών
  - ο συγχρονισμός και η επικοινωνία γίνονται αποδοτικά

Πολυνηματισμός (Multithreading)

- Τεχνική, σύμφωνα με την οποία το ΛΣ χωρίζει μία διαδικασία σε νήματα που μπορούν ενδεχομένως να εκτελούνται ταυτόχρονα.
- Σε ένα ΛΣ που υποστηρίζει τον πολυνηματισμό μια διεργασία είναι ένα σύνολο από ένα ή περισσότερα νήματα μαζί με τους αντίστοιχους πόρους.
- Ο προγραμματιστής έχει μεγαλύτερο έλεγχο στη σχεδίαση και κατάτμηση της εφαρμογής σε μικρότερες μονάδες και το συγχρονισμό τους.

Συστήματα μοιραζόμενου χρόνου (Time-Sharing Systems)

- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χειριστούν πολλά διαλογικά (interactive) προγράμματα
- Ο χρόνος του επεξεργαστή μοιράζεται μεταξύ πολλών χρηστών
- Πολλοί χρήστες ταυτόχρονα έχουν πρόσβαση στο σύστημα μέσω τερματικών, με το ΛΣ να εναλλάσσει την εκτέλεση κάθε προγράμματος, αφιερώνοντας σε κάθε πρόγραμμα ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα

Συμμετρική Πολυεπεξεργασία (Symmetric Multiprocessing-SMP)

- Αναφέρεται τόσο στην αρχιτεκτονική του υλικού του υπολογιστή, όσο και στην ικανότητα του ΛΣ να εκμεταλλευτεί αποτελεσματικά αυτήν την αρχιτεκτονική.
- Σε επίπεδο υλικού το υπολογιστικό σύστημα έχει δύο ή περισσότερους επεξεργαστές οι οποίοι είναι ίδιοι ή παρόμοιοι (ως προς την υπολογιστική ισχύ) – έτσι δικαιολογείται και ο όρος συμμετρική.

Συμμετρική Πολυεπεξεργασία (Symmetric Multiprocessing-SMP)

- Υπάρχουν πολλαπλοί επεξεργαστές που
  - μοιράζονται την ίδια κύρια μνήμη και τις μονάδες Ε/Ε
  - Όλοι οι επεξεργαστές μπορούν να εκτελέσουν τις ίδιες λειτουργίες
  - Το ΛΣ φροντίζει για την ανάθεση των νημάτων ή των διεργασιών στους επιμέρους επεξεργαστές και για τον συγχρονισμό μεταξύ τους
- Περισσότερες από μία διεργασίες ή περισσότερα από ένα νήματα μπορούν να εκτελούνται την ίδια χρονική στιγμή παράλληλα.

Τα πλεονεκτήματα της Συμμετρικής Πολυεπεξεργασίας

- Οι διεργασίες (ή τα νήματα) μπορούν να εκτελεστούν σε οποιοδήποτε διαθέσιμο επεξεργαστή
- Δύο ή περισσότερες διεργασίες (ή νήματα) μπορούν να εκτελεστούν την ίδια χρονική στιγμή παράλληλα σε διαφορετικούς επεξεργαστές
- Αν το υποστηρίζει το ΛΣ, μία διεργασία μπορεί να αποτελείται από πολλά νήματα, τα οποία μπορούν (αν αυτό επιτρέπεται) να εκτελούνται παράλληλα από διαφορετικούς επεξεργαστές.

Τα πλεονεκτήματα της Συμμετρικής Πολυεπεξεργασίας

- Τα πλεονεκτήματα που παρέχει η Συμμετρική Πολυεπεξεργασία είναι:
  - Καλύτερες επιδόσεις γιατί περισσότερες από μία διεργασίες μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα – η κάθε μία από έναν διαφορετικό επεξεργαστή.
  - Διαθεσιμότητα γιατί η αποτυχία μιας διεργασίας δεν σταματά το σύστημα
  - Επεκτασιμότητα γιατί η απόδοση ενός συστήματος μπορεί να αυξηθεί με την προσθήκη ενός επιπλέον επεξεργαστή

Πολυεπεξεργασία (Multiprocessing)

- Γενικότερα με τον όρο πολυεπεξεργασία εννοούνται συστήματα που:
  - σε επίπεδο υλικού διαθέτουν δύο ή περισσότερους επεξεργαστές όχι αναγκαστικά ίδιους ή ισοδύναμους ως προς την υπολογιστική ισχύ (π.χ., clusters)
  - διαθέτουν ΛΣ ικανό να εκμεταλλευτεί αποτελεσματικά το διαθέσιμο υλικό.

Πολυεπεξεργασία (Multiprocessing)

- Τα συστήματα αυτά:
  - Παρέχουν δυνατότητες πολυπρογραμματισμού για κάθε επεξεργαστή του συστήματος.
  - Οι διεργασίες ή τα νήματα τρέχουν παράλληλα (την ίδια χρονική στιγμή) σε κάθε επεξεργαστή
  - Υπάρχει συγχρονισμός (synchronization) μεταξύ διεργασιών & νημάτων καθώς χρησιμοποιούν μοιραζόμενους πόρους του συστήματος (μνήμη, συσκευές Ε/Ε, κλπ.)
  - Γίνεται αποδοτική διαχείριση μνήμης μέσω προηγμένων τεχνικών (εικονική μνήμη, σελιδοποίηση, κλπ.)

ΛΣ Πολλαπλών Πυρήνων (multicore)

- Τα ΛΣ για συστήματα πολλαπλών πυρήνων, όπου ένας επεξεργαστής (processor) έχει πολλούς πυρήνες (cores), στοχεύουν να μεγιστοποιήσουν την παραλληλία.
- Παραλληλία μπορεί να υπάρξει
  - σε επίπεδο πυρήνων στον ίδιο επεξεργαστή
  - σε επίπεδο διεργασιών ή νημάτων στον ίδιο επεξεργαστή
  - σε επίπεδο επεξεργαστών

Ανοχή ΛΣ σε σφάλματα (Fault Tolerance)

- Αναφέρεται στην ικανότητα ενός ΛΣ να συνεχίζει κανονικά να λειτουργεί παρά την εμφάνιση σφαλμάτων υλικού ή λογισμικού
- Αποσκοπεί στην αύξηση της αξιοπιστίας του υπολογιστικού συστήματος
- Για να επιτευχθεί θα πρέπει να υπάρχει ένας βαθμός πλεονασμού στο διαθέσιμο υλικό του υπολογιστικού συστήματος
- Αυτό συνήθως συνεπάγεται ένα επιπλέον οικονομικό κόστος και (ενδεχομένως) μείωση των επιδόσεων

Ταυτοχρονισμός (Concurrency)

- Τα σύγχρονα ΛΣ πρέπει να διαχειριστούν ένα μεγάλο αριθμό από διεργασίες ή νήματα που είναι ταυτόχρονα ενεργά στην κύρια (ή και τη δευτερεύουσα μνήμη)
- Στα συστήματα πολυπρογραμματισμού πρόκειται για διεργασίες (ή νήματα) που εκτελούνται στον ίδιο επεξεργαστή
- Στα συστήματα πολυεπεξεργασίας πρόκειται για διεργασίες (ή νήματα) που εκτελούνται στους διαφορετικούς επεξεργαστές του συστήματος

Ορολογία

- Κρίσιμο τμήμα (critical section): το τμήμα του κώδικα μίας διεργασίας που αιτείται πρόσβαση σε ένα πόρο του συστήματος.
- Το κρίσιμο τμήμα μίας διεργασίας A που αφορά ένα αγαθό R δεν πρέπει να εκτελεστεί όσο οποιαδήποτε άλλη διεργασία B εκτελεί το δικό της κρίσιμο τμήμα που αφορά το ίδιο αγαθό R.

Ορολογία

- Αμοιβαίος αποκλεισμός (mutual exclusion): εκφράζει την προηγούμενη απαίτηση, ότι δηλαδή όταν μία διεργασία βρίσκεται στο κρίσιμο τμήμα της που αφορά ένα αγαθό R, κάθε άλλη διεργασία απαγορεύεται να βρίσκεται σε κρίσιμο τμήμα της που να φορά το ίδιο αγαθό R.
- Ατομική ή αδιαίρετη λειτουργία: κάθε λειτουργία που, ανεξάρτητα από πόσες εντολές ΚΜΕ αποτελείται, ο επεξεργαστής την εκτελεί, χωρίς να επιτρέπεται να διακόψει πριν από την ολοκλήρωσή της.

Αμοιβαίος Αποκλεισμός

- Από πού προκύπτει το πρόβλημα:
  - Συχνά δύο ή περισσότερες διεργασίες χρειάζονται το ίδιο αγαθό R. Αν το αγαθό R είναι τέτοιο που δεν μπορεί να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα από πολλές διεργασίες (χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα ο εκτυπωτής). Ο κώδικας κάθε διεργασίας που χρησιμοποιεί το αγαθό R αποτελεί κρίσιμο τμήμα της διεργασίας αναφορικά με το αγαθό R. Προκειμένου η εκτέλεση όλων των διεργασιών να είναι έγκυρη, τότε θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι μόνο μία διεργασία θα εκτελεί κάθε στιγμή το κρίσιμο τμήμα της που αφορά το αγαθό R.

Αμοιβαίος Αποκλεισμός & Κρίσιμο Τμήμα

- Ο αμοιβαίος αποκλεισμός πρέπει να εφαρμόζεται – κάθε στιγμή μόνο μία διεργασία επιτρέπεται να βρίσκεται στο κρίσιμο τμήμα της ως προς ένα αγαθό
- Όταν καμία διεργασία δεν εκτελεί το κρίσιμο τμήμα της, τότε κάθε διεργασία που το επιθυμεί μπορεί να εισέλθει στο κρίσιμο τμήμα της.
- Όταν μία διεργασία επιθυμεί να εισέλθει στο κρίσιμο τμήμα της, δεν θα πρέπει να περιμένει επ' αόριστο.
- Κάθε διεργασία θα πρέπει να παραμένει στο κρίσιμο τμήμα της για πεπερασμένο χρονικό διάστημα.
- Τα παραπάνω θα πρέπει να ισχύουν ανεξαρτήτως του αριθμού των επεξεργαστών και της υπολογιστικής τους δύναμης.

Σηματοφορείς (Semaphores)

- Ένας σηματοφορέας (semaphore) είναι μία ακέραια μεταβλητή που χρησιμοποιείται από τις διεργασίες για ανταλλαγή σημάτων. Μέσω της ανταλλαγής σημάτων μπορεί να επιτευχθεί συγχρονισμός και συνεργασία μεταξύ διεργασιών.
- Σε ένα σηματοφορέα επιτρέπονται μόνο οι ακόλουθες λειτουργίες:
  - Αρχικοποίηση – ένας σηματοφορέας μπορεί να αρχικοποιηθεί σε μία μη αρνητική ακέραια τιμή

Σηματοφορείς

- Μείωση κατά 1 – η τιμή ενός σηματοφορέα μπορεί να μειωθεί κατά 1. Συχνά η λειτουργία αυτή συμβολίζεται ως P(s), όπου s είναι ο σηματοφορέας. Αν μετά τη μείωση, η νέα τιμή του s είναι αρνητική, τότε η διεργασία που εκτέλεσε τη λειτουργία P(s) μπλοκάρεται. Διαφορετικά η διεργασία που εκτέλεσε τη λειτουργία P(s) συνεχίζει την εκτέλεσή της και εισέρχεται στο κρίσιμο τμήμα της.
- Αύξηση κατά 1 – η τιμή ενός σηματοφορέα μπορεί να αυξηθεί κατά 1. Συχνά η λειτουργία αυτή συμβολίζεται ως V(s), όπου s είναι ο σηματοφορέας. Αν μετά την αύξηση, η νέα τιμή του s είναι αρνητική ή 0, τότε μία από τις μπλοκαρισμένες ξεμπλοκάρεται.

Σηματοφορείς

- Όλες οι παραπάνω λειτουργίες των σηματοφορέων είναι αδιαίρετες.
- Ένας δυαδικός σηματοφορέας (binary semaphore) είναι ένας σηματοφορέας που μπορεί να πάρει μόνο τις τιμές 0 και 1.
- Η τυπική χρήση των σηματοφορέων μέσα στον κώδικα μίας διεργασίας ακολουθεί τη μορφή:

κώδικας

P(s)

κρίσιμο τμήμα

V(s)

κώδικας

Πέρασμα Μηνυμάτων (Message Passing)

- Στα σύγχρονα ΛΣ είναι αναγκαίος ο συγχρονισμός (synchronization) και η επικοινωνία (communication) μεταξύ διεργασιών.
- Με το πέρασμα μηνυμάτων επιτυγχάνονται και τα δύο.
- Το πέρασμα μηνυμάτων είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στα συστήματα μοιραζόμενης μνήμης και πολυεπεξεργασίας.

Πέρασμα Μηνυμάτων

- Η ιδέα είναι απλή:
- κάθε διεργασία μπορεί να στείλει σε μία άλλη διεργασία (που καλείται προορισμός – destination) ένα μήνυμα (message) – αυτό υλοποιείται μέσω της λειτουργίας

  send (destination, message)
- κάθε διεργασία μπορεί να λάβει από μία άλλη διεργασία (που καλείται πηγή – source) ένα μήνυμα – αυτό υλοποιείται μέσω της λειτουργίας

  receive (source, message)

Πέρασμα Μηνυμάτων

- Αν και υπάρχουν διάφορες παραλλαγές, συνήθως συναντάμε την εξής σύμβαση που θεωρείται και πιο χρήσιμη:
- η διεργασία που εκτελεί τη λειτουργία send δεν μπλοκάρεται, ενώ η διεργασία που εκτελεί τη λειτουργία receive μπλοκάρεται μέχρι να λάβει το μήνυμα που αναμένει.
- Έτσι, μία διεργασία μπορεί να στείλει όσα μηνύματα θέλει σε διάφορες διεργασίες και να συνεχίσει την εκτέλεσή της

Πέρασμα Μηνυμάτων

- Από την άλλη, μία διεργασία που περιμένει να λάβει κάποιο μήνυμα μπλοκάρεται μέχρι να έρθει το μήνυμα (η λογική είναι ότι η διεργασία χρειάζεται τα συγκεκριμένα δεδομένα προκειμένου να συνεχίσει την εκτέλεσή της)
- Η τυπική χρήση των μηνυμάτων μέσα στον κώδικα μίας διεργασίας έχει τη μορφή:

κώδικας
receive
κρίσιμο τμήμα
send
κώδικας

Ορολογία

- Αδιέξοδο (deadlock): η κατάσταση κατά την οποία δύο ή περισσότερες διεργασίες δεν μπορούν να συνεχίσουν την εκτέλεσή τους, γιατί κάθε μία από αυτές περιμένει κάτι από τις άλλες (π.χ., την απελευθέρωση ενός πόρου ή κάποιο μήνυμα).
- Η εμφάνιση αδιεξόδου εξαρτάται από τη χρονική αλληλουχία της εκτέλεσης των διεργασιών – για το ίδιο σύνολο διεργασιών ενδέχεται μία σειρά εκτέλεσης να οδηγεί σε αδιέξοδο και μία άλλη όχι
- Το αδιέξοδο έχει μόνιμο χαρακτήρα
- Δεν υπάρχει απόλυτα ικανοποιητική λύση για το πρόβλημα του αδιεξόδου

Αδιέξοδο

- Για να εμφανιστεί αδιέξοδο θα πρέπει να δημιουργηθεί (σχηματικά) ένας κύκλος από διεργασίες. Σε κάθε διεργασία που λαμβάνει μέρος σε αυτόν τον κύκλο έχει ανατεθεί από το ΛΣ ένα αγαθό το οποίο χρειάζεται η επόμενή της διεργασία στον κύκλο προκειμένου να συνεχίσει την εκτέλεσή της.

Ορολογία

- Παρατεταμένη στέρηση (starvation): η κατάσταση κατά την οποία μία διεργασία η οποία είναι έτοιμη να συνεχίσει την εκτέλεσή της αγνοείται από το ΛΣ, δηλαδή το ΛΣ δεν την επιλέγει από την ουρά των έτοιμων διεργασιών για να την αναθέσει στον επεξεργαστή.
- Σε μερικά ΛΣ η παρατεταμένη στέρηση μίας διεργασίας είναι πιθανό ενδεχόμενο.

Διαχείριση Μνήμης

- Το ΛΣ είναι επιφορτισμένο με τη διαχείριση των παρακάτω λειτουργιών:
  - Απομόνωση των διεργασιών
  - Αυτόματη κατανομή και διαχείριση
  - Υποστήριξη αρθρωτού προγραμματισμού
  - Προστασία και έλεγχος πρόσβασης
  - Μακροχρόνια αποθήκευση

Εικονική Μνήμη (Virtual Memory)

- Τρόπος οργάνωσης της μνήμης που επιτρέπει στα προγράμματα να χειρίζονται τη μνήμη από μια λογική σκοπιά, χωρίς να λαμβάνουν υπόψιν τη διαθέσιμη κύρια μνήμη
- Σχεδιάστηκε για να ικανοποιήσει την απαίτηση της συνύπαρξης πολλών διεργασιών ταυτόχρονα στην κύρια μνήμη

Εικονική Μνήμη

- Με την τεχνική αυτή η δευτερεύουσα μνήμη αντιμετωπίζεται ως τμήμα της κύριας μνήμης (μνήμη RAM)
- Οι διεργασίες στον κώδικά τους χρησιμοποιούν λογικές διευθύνσεις μνήμης που κατά την εκτέλεση αντιστοιχούνται σε φυσικές διευθύνσεις της κύριας μνήμης
- Το μέγεθος της εικονικής μνήμης καθορίζεται από το ΛΣ και από το μέγεθος της δευτερεύουσας μνήμης και όχι από το μέγεθος της κύριας μνήμης

Εικονική Μνήμη

- Κάθε διεργασία διαιρείται σε κομμάτια (που λέγονται σελίδες ή τμήματα), τα οποία δεν αποθηκεύονται σε συνεχόμενες θέσεις της κύριας μνήμης.
- Το κυριότερο είναι πως οι σελίδες ή τα τμήματα δεν χρειάζεται να βρίσκονται την ίδια στιγμή όλα στην κύρια μνήμη κατά την εκτέλεση της διεργασίας.
- Όποτε χρειαστεί γίνεται μεταφορά σελίδων ή τμημάτων από τη δευτερεύουσα στην κύρια μνήμη, προκειμένου να συνεχίσει την εκτέλεσή της η διεργασία.

Αρχή της Τοπικότητας (Principle of Locality)

- Η αρχή της τοπικότητας είναι η εμπειρική διαπίστωση οι αναφορές στη μνήμη (είτε πρόκειται για εντολές προγράμματος είτε πρόκειται για δεδομένα) συγκεντρώνονται σε περιοχές.
- Αυτό συνεπάγεται ότι κάθε διεργασία μπορεί να συνεχίσει την εκτέλεσή της χρησιμοποιώντας σχετικά λίγες σελίδες (ή τμήματα) και όχι όλες. Αυτές οι σελίδες μόνο είναι απαραίτητο να βρίσκονται στην κύρια μνήμη.

Σελιδοποίηση (Paging)

- Επιτρέπει στις διεργασίες να αποτελούνται από ένα σύνολο τμημάτων σταθερού μεγέθους, που ονομάζονται σελίδες (pages).
- Τα προγράμματα αναφέρονται σε μια λέξη μέσω μιας λογικής διεύθυνσης που αποτελείται από έναν αριθμό σελίδας (page number) και μια θέση (offset) μέσα στη σελίδα.
- Κάθε σελίδα μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε στην κύρια μνήμη.
- Παρέχει δυναμική αντιστοίχιση μεταξύ της λογικής διεύθυνσης που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα με μια πραγματική (ή φυσική) διεύθυνση στη κύρια μνήμη.

Κατάτμηση (Segmentation)

- Επιτρέπει στις διεργασίες να αποτελούνται από ένα σύνολο τμημάτων μη σταθερού μεγέθους, που ονομάζονται τμήματα (segments). Το μέγεθος των τμημάτων μπορεί να μεταβάλλεται δυναμικά, ανάλογα με τις ανάγκες της διεργασίας.
- Τα προγράμματα αναφέρονται σε μια λέξη μέσω μιας λογικής διεύθυνσης που αποτελείται από έναν αριθμό τμήματος (segment number) και μια θέση (offset) μέσα στο τμήμα.
- Κάθε τμήμα μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε στην κύρια μνήμη.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Το λειτουργικό σύστημα:
- Απαντήσεις:
  - 1. είναι μέρος του υλικού του υπολογιστή.
  - 2. είναι ειδικό λογισμικό για την επιτάχυνση της επεξεργασίας των γραφικών του υπολογιστή.
  - 3. είναι λογισμικό που μεσολαβεί ώστε τα προγράμματα εφαρμογών να χρησιμοποιούν αποδοτικά το υλικό του υπολογιστή.
  - 4. είναι ειδικό λογισμικό που αναλαμβάνει τη διαχείριση των αρχείων.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Το λειτουργικό σύστημα επιλέγει την επόμενη διεργασία που θα αναθέσει στον επεξεργαστή:
- Απαντήσεις:
  - 1. από τις μπλοκαρισμένες διεργασίες.
  - 2. από τις έτοιμες διεργασίες.
  - 3. από τις διεργασίες που έχουν ολοκληρωθεί.
  - 4. από τις διεργασίες που βρίσκονται στη δευτερεύουσα μνήμη.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Επιλέξτε και κυκλώστε το σωστό από τα παρακάτω:
- Απαντήσεις:
  - 1. Κάθε νήμα αποτελείται από δύο ή περισσότερες διεργασίες.
  - 2. Η δημιουργία ενός νήματος είναι πιο χρονοβόρα από τη δημιουργία μίας διεργασίας.
  - 3. Δεν είναι εφικτός ο συγχρονισμός μεταξύ νημάτων.
  - 4. Σε ένα πολυνηματικό ΛΣ, κάθε διεργασία χωρίζεται σε ένα ή περισσότερα νήματα.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Για να υπάρχει παραλληλία:
- Απαντήσεις:
  - 1. στο υλικό του υπολογιστικού συστήματος πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο επεξεργαστικά στοιχεία.
  - 2. το ΛΣ να χρησιμοποιεί διεργασίες και όχι νήματα.
  - 3. το ΛΣ να χρησιμοποιεί εικονική μνήμη.
  - 4. στο υλικό του υπολογιστικού συστήματος πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο αποθηκευτικές μονάδες.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Οι διεργασίες A, B και C επιζητούν πρόσβαση στο κρίσιμο αγαθό R. Τι θα συμβεί;
- Απαντήσεις:
  - 1. Κάθε διεργασία θα μπει στο κρίσιμο τμήμα της μόλις το ζητήσει.
  - 2. Δύο διεργασίες μπορούν να βρίσκονται στο κρίσιμο τμήμα τους την ίδια στιγμή.
  - 3. Καμία από τις διεργασίες δεν θα μπει στο κρίσιμο τμήμα της.
  - 4. Κάθε χρονική στιγμή το πολύ μία από τις A, B και C θα βρίσκεται στο κρίσιμο τμήμα της.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Η διεργασία Β είναι μπλοκαρισμένη γιατί αναμένει μήνυμα από την Α και η C είναι μπλοκαρισμένη γιατί αναμένει μήνυμα από την Β. Τι ενδέχεται να συμβεί;
- Απαντήσεις:
  - 1. Να ξεμπλοκάρει πρώτα η Β, αφού λάβει μήνυμα από την Α και μετά η C, αφού λάβει μήνυμα από την Β.
  - 2. Να ξεμπλοκάρει πρώτα η C και μετά η Β.
  - 3. Να ξεμπλοκάρει πρώτα η Β, αφού λάβει μήνυμα από την Α και μετά η C, χωρίς να λάβει μήνυμα από την Β.
  - 4. Να ξεμπλοκάρει πρώτα η Β, χωρίς να λάβει μήνυμα από την Α και μετά η C, χωρίς να λάβει μήνυμα από την Β.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Οι διεργασίες A, B και C επιζητούν πρόσβαση στο κρίσιμο αγαθό R. Ποιο από τα παρακάτω σενάρια αποκλείεται;
- Απαντήσεις:
  - 1. Η διεργασία A φτάνει πρώτη στο κρίσιμο τμήμα της και εισέρχεται.
  - 2. Η διεργασία B φτάνει πρώτη στο κρίσιμο τμήμα της και εισέρχεται.
  - 3. Η διεργασία C φτάνει πρώτη στο κρίσιμο τμήμα της και εισέρχεται.
  - 4. Η διεργασία B φτάνει στο κρίσιμο τμήμα ενώ η διεργασία A βρίσκεται ήδη στο κρίσιμο τμήμα της και εισέρχεται και αυτή στο κρίσιμο τμήμα της.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Η εικονική μνήμη σχεδιάστηκε ώστε:
- Απαντήσεις:
  - 1. να επιταχύνονται οι αριθμητικοί υπολογισμοί των προγραμμάτων.
  - 2. να επιταχύνεται η εγγραφή δεδομένων στις αποθηκευτικές μονάδες.
  - 3. να ικανοποιήσει την απαίτηση της συνύπαρξης πολλών διεργασιών ταυτόχρονα στην κύρια μνήμη.
  - 4. να αποφεύγεται το αδιέξοδο.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Με τη σελιδοποίηση κάθε διεργασία:
- Απαντήσεις:
  - 1. αποτελείται από σελίδες σταθερού μεγέθους.
  - 2. αποτελείται από σελίδες μεταβλητού μεγέθους.
  - 3. αποτελείται από τμήματα που είναι συνεχόμενα στην κύρια μνήμη.
  - 4. αποτελείται από ένα συνεχόμενο τμήμα στο τέλος της διαθέσιμης κύριας μνήμης.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ερώτηση:
- Με την τεχνική της κατάτμησης μία διεργασία:
- Απαντήσεις:
  - 1. αποτελείται από τμήματα σταθερού μεγέθους.
  - 2. αποτελείται από τμήματα μεταβλητού και δυναμικού μεγέθους.
  - 3. αποτελείται από τμήματα που είναι συνεχόμενα στην κύρια μνήμη.
  - 4. αποτελείται από ακριβώς δύο τμήματα – ένα τμήμα στην κύρια μνήμη και ένα στη δευτερεύουσα μνήμη.