



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Λειτουργικά Συστήματα

Ενότητα 4 : Αρχιτεκτονικές ΛΣ

Δημήτριος Λιαροκάπης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

Λειτουργικά Συστήματα

Ενότητα 4 : Αρχιτεκτονικές ΛΣ

Δημήτριος Λιαροκάπης

Καθηγητής Εφαρμογών

Άρτα, 2015





Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Αρχιτεκτονικές ΛΣ

1. Μονολιθικά συστήματα
2. Στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική
3. Αρχιτεκτονική μικροπυρήνα
4. Νήματα (threads) – Πολυνημάτωση (multithreading)
5. Συστήματα πολυεπεξεργασίας
6. Παράλληλα συστήματα
7. Συστήματα πραγματικού χρόνου
8. Κατανεμημένα συστήματα



1. Μονολιθικά συστήματα

- Είναι μια προσέγγιση χωρίς καμιά δομή
- Το ΛΣ είναι μια συλλογή από διαδικασίες, κάθε μια από τις οποίες μπορεί να καλέσει οποιαδήποτε άλλη, όταν τη χρειαστεί
- Η επικοινωνία μεταξύ των διαδικασιών γίνεται με παραμέτρους
- Κάθε διαδικασία είναι ορατή σε οποιαδήποτε άλλη



Κλήση συστήματος

- Υλοποίηση κλήσης συστήματος σε μονολιθικά συστήματα
 1. Το πρόγραμμα του χρήστη δημιουργεί μια παγίδα στον πυρήνα (εκτελείται μια ειδική εντολή ή κλήση πυρήνα – kernel call)
 2. Το ΛΣ προσδιορίζει τον αριθμό εξυπηρέτησης που ζητήθηκε
 3. Το ΛΣ εντοπίζει και καλεί τη διαδικασία εξυπηρέτησης
 4. Ο έλεγχος επιστρέφεται στο πρόγραμμα του χρήστη



Μονολιθική οργάνωση

- Η μονολιθική οργάνωση προτείνει την εξής βασική δομή για το ΛΣ:
 - Ένα κύριο πρόγραμμα που ζητά την ενεργοποίηση μιας διαδικασίας εξυπηρέτησης
 - Ένα σύνολο διαδικασιών εξυπηρέτησης, οι οποίες υλοποιούν τις κλήσεις συστήματος
 - Ένα σύνολο βοηθητικών προγραμμάτων, τα οποία υποβοηθούν τις διαδικασίες εξυπηρέτησης

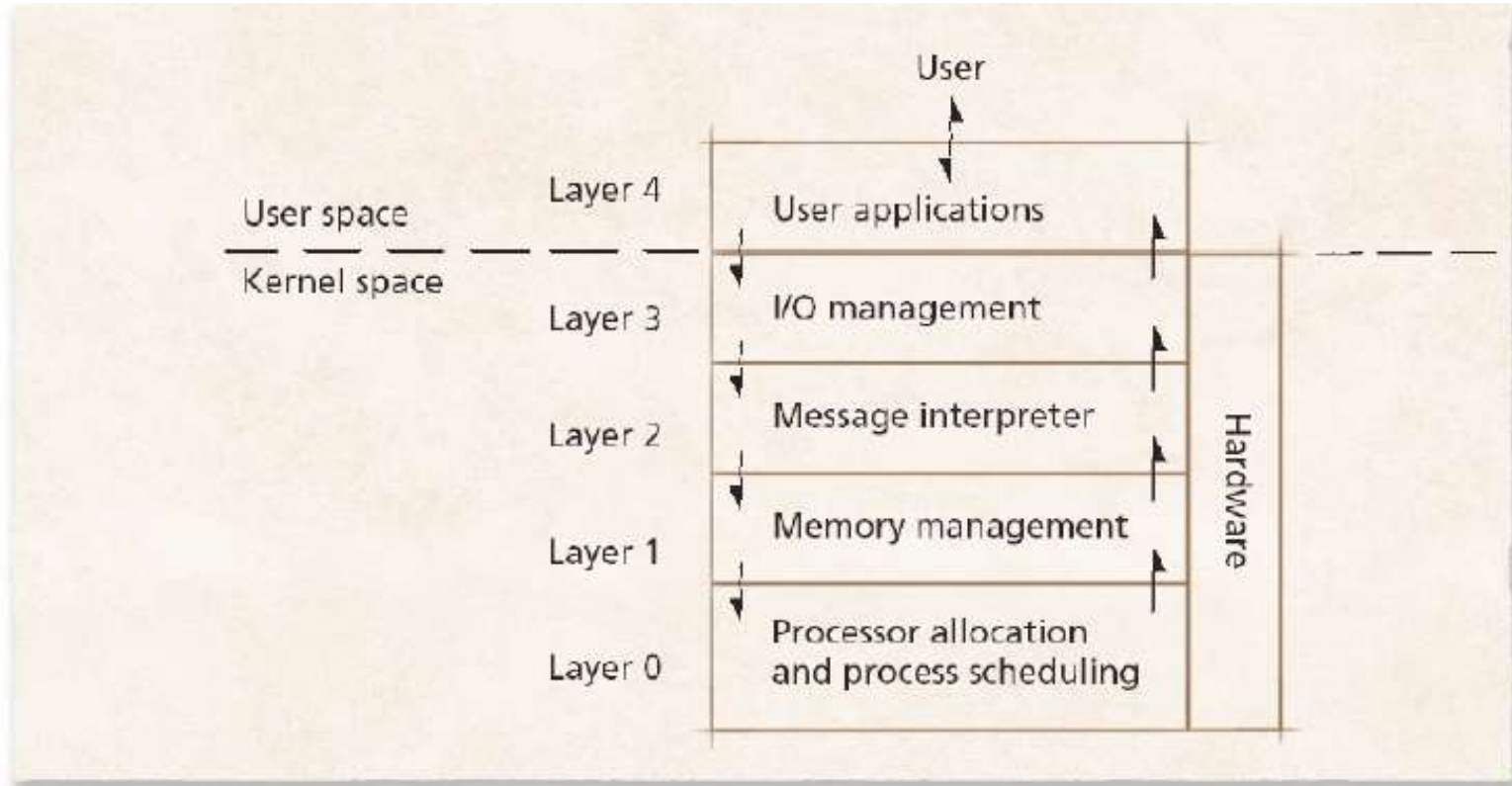


2. Στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική

- Προσπαθεί να βελτιώσει το σχεδιασμό των μονολιθικών πυρήνων ομαδοποιώντας συστατικά που υλοποιούν παρόμοιες λειτουργίες σε επίπεδα
 - Κάθε επίπεδο επικοινωνεί μόνον με τα γειτονικά του (επάνω και κάτω)
 - Οι απαιτήσεις των διεργασιών διαπερνούν αρκετά επίπεδα πριν ολοκληρωθούν
 - Η ρυθμοαπόδοση (throughput) μπορεί να είναι μικρότερη από τα ΛΣ με τους μονολιθικούς πυρήνες
 - Απαιτούνται επιπλέον μέθοδοι για τη μεταβίβαση και τον έλεγχο των δεδομένων



Πολλαπλά Επίπεδα





3. Αρχιτεκτονική μικροπυρήνα

- Ένας μονολιθικός πυρήνας
 - Περιλαμβάνει: δρομολόγηση, σύστημα αρχείων, δικτύωση, οδηγούς συσκευής, διαχείριση μνήμης κ.α.
 - Υλοποιείται ως μια μοναδική διεργασία και όλα τα στοιχεία διαμοιράζονται τον ίδιο χώρο διευθύνσεων.
- Η αρχιτεκτονική μικροπυρήνα αναθέτει λίγες λειτουργίες στον πυρήνα και τις υπόλοιπες τις αναθέτει σε εξυπηρετητές που εκτελούνται σε κατάσταση χρήστη.
 - Η διεργασία του χρήστη (client process) στέλνει την απαίτηση στη διεργασία εξυπηρετητή (server process) η οποία επιτελεί τη διεργασία και επιστρέφει την απάντηση.
 - Ο μικροπυρήνας διαχειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ clients και servers.

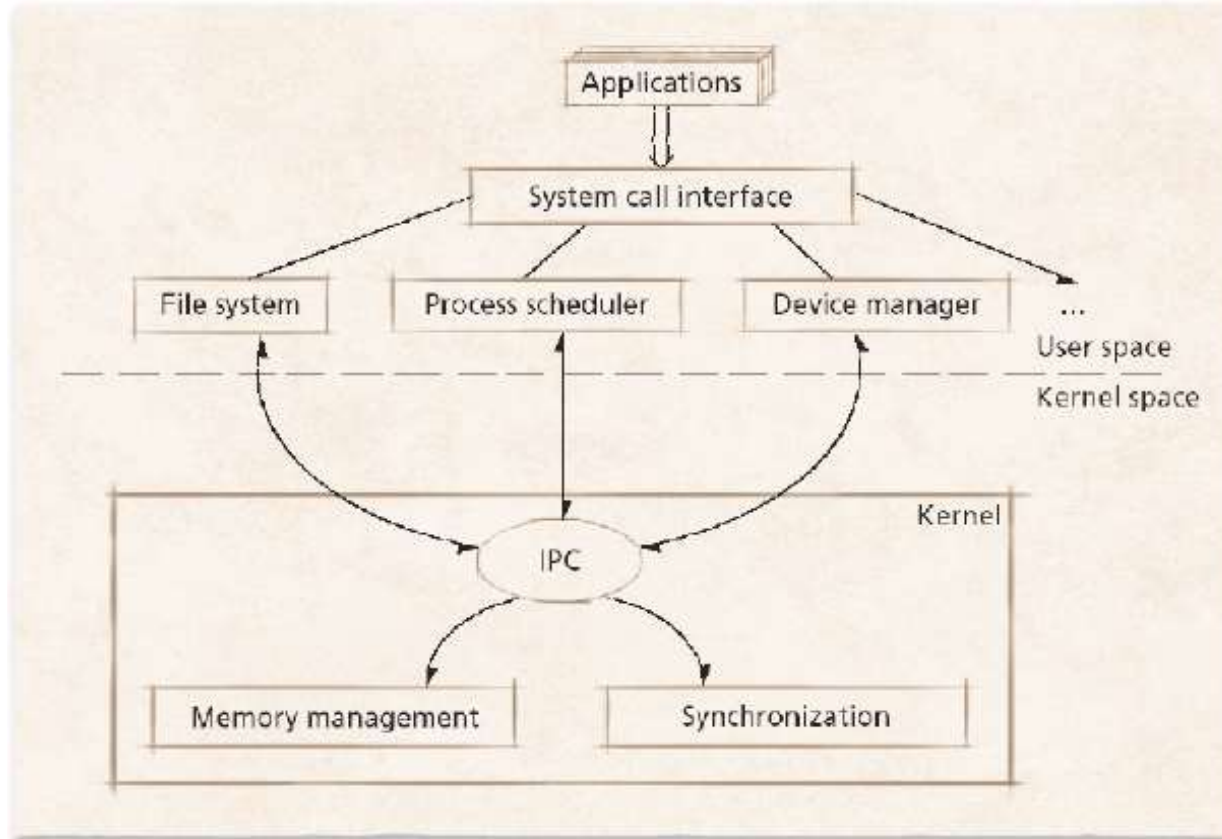


Λογισμικό και μικροπυρήνας

- Το σχήμα της τοποθέτησης λογισμικού πάνω από τον πυρήνα ώστε να χειρίζεται τη επικοινωνία μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή δεν είναι απόλυτα ρεαλιστικό
- Κάποιες λειτουργίες του χρήστη είναι δύσκολο, ακόμη και ακατόρθωτο να πραγματοποιηθούν από το χώρο προγραμμάτων του χρήστη
- Τρόποι επίλυσης:
 - ✓ Οι κρίσιμες διεργασίες του εξυπηρετητή τρέχουν σε κατάσταση πυρήνα με πλήρη πρόσβαση στο υλικό αλλά να συνεχίσουν να επικοινωνούν με τις άλλες διεργασίες
 - ✓ Ένας στοιχειώδης μηχανισμός προστίθεται στον πυρήνα αλλά η πολιτική αποφάσεων να παραμείνει στους εξυπηρετητές



Αρχιτεκτονική μικροπυρήνα





Πλεονεκτήματα αρχιτεκτονικής μικροπυρήνα

- Επεκτασιμότητα
 - Επιτρέπει την προσθήκη/αφαίρεση υπηρεσιών και χαρακτηριστικών
- Μεταφερσιμότητα
 - Οι αλλαγές που απαιτούνται για τη μεταφορά του συστήματος σε νέο επεξεργαστή γίνονται στον μικροπυρήνα και όχι στις άλλες υπηρεσίες
- Αντικειμενοστραφές σχεδιασμός
 - Τα συστατικά του ΛΣ είναι αντικείμενα με σαφώς καθορισμένες διεπαφές που μπορούν να διασυνδεθούν
- Αξιοπιστία
 - Αρθρωτός (modular) σχεδιασμός
 - Λόγω του μικρού μεγέθους, ο μικροπυρήνας μπορεί να ελεγχθεί με ακρίβεια



4. Νήματα - Πολυνημάτωση (multithreading)

- Ένα νήμα (thread) είναι μια απλή εκτέλεσης εντολών στον επεξεργαστή του συστήματος
- Κάθε εφαρμογή διαθέτει ένα ή περισσότερα νήματα
- Ένας επεξεργαστής μπορεί να διαχειριστεί ένα νήμα κάθε στιγμή, αλλά με καταμερισμό χρόνου παρέχεται η αίσθηση της ταυτόχρονης εκτέλεσης των νημάτων
- Νήμα: μια μονάδα εργασίας που διεκπεραιώνεται και μπορεί να διακόπτεται. Περιλαμβάνει:
 - το μετρητή προγράμματος
 - το δείκτη στοίβας
 - τη δική της περιοχή δεδομένων



Νήματα

- Ένα νήμα εκτελείται σειριακά και είναι διακοπτόμενο, ώστε ο επεξεργαστής να μπορεί να επιστρέφει σε άλλο νήμα
- Ένα πρόγραμμα μπορεί να περιέχει αρκετά στοιχεία που διαμοιράζονται δεδομένα και μπορούν να εκτελούνται συγχρόνως.
 - Π.χ. ένας Web browser μπορεί να περιέχει διαφορετικά συστατικά για
 - την ανάγνωση ιστοσελίδων σε μορφή HTML
 - την ανάκτηση των συστατικών τους (εικόνες, video κλπ)
 - και την εμφάνιση των σελίδων στο παράθυρο του browser
 - Αυτά τα συστατικά του προγράμματος που εκτελούνται ανεξάρτητα αλλά υλοποιούνται ως λειτουργίες



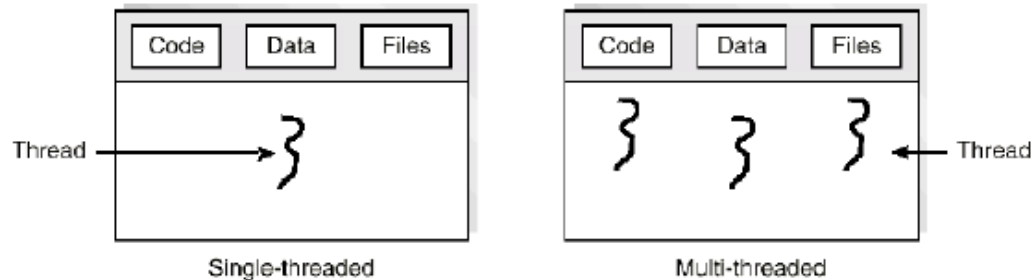
Νήματα και Διεργασίες

- Διεργασία: μια συλλογή νημάτων μαζί με συσχετιζόμενους πόρους του συστήματος
- Η διάσπαση μιας εφαρμογής σε πολλά νήματα έχει ως αποτέλεσμα το χρονισμό των γεγονότων της εφαρμογής
- Τα νήματα προσφέρουν έναν εναλλακτικό τρόπο λειτουργίας σε σχέση με το μοντέλο της διεργασίας
- Υπάρχει δυσκολία και πολυπλοκότητα όταν χρησιμοποιείται το μοντέλο διεργασίας, που επιπλέον δεν είναι αρκετά αποτελεσματικό
- Η πολυνημάτωση (multi-threading) είναι χρήσιμη σε εφαρμογές που εκτελούν πολλές ανεξάρτητες μεταξύ τους εργασίες που δεν χρειάζεται να είναι σε σειρά, π.χ. ένας web server



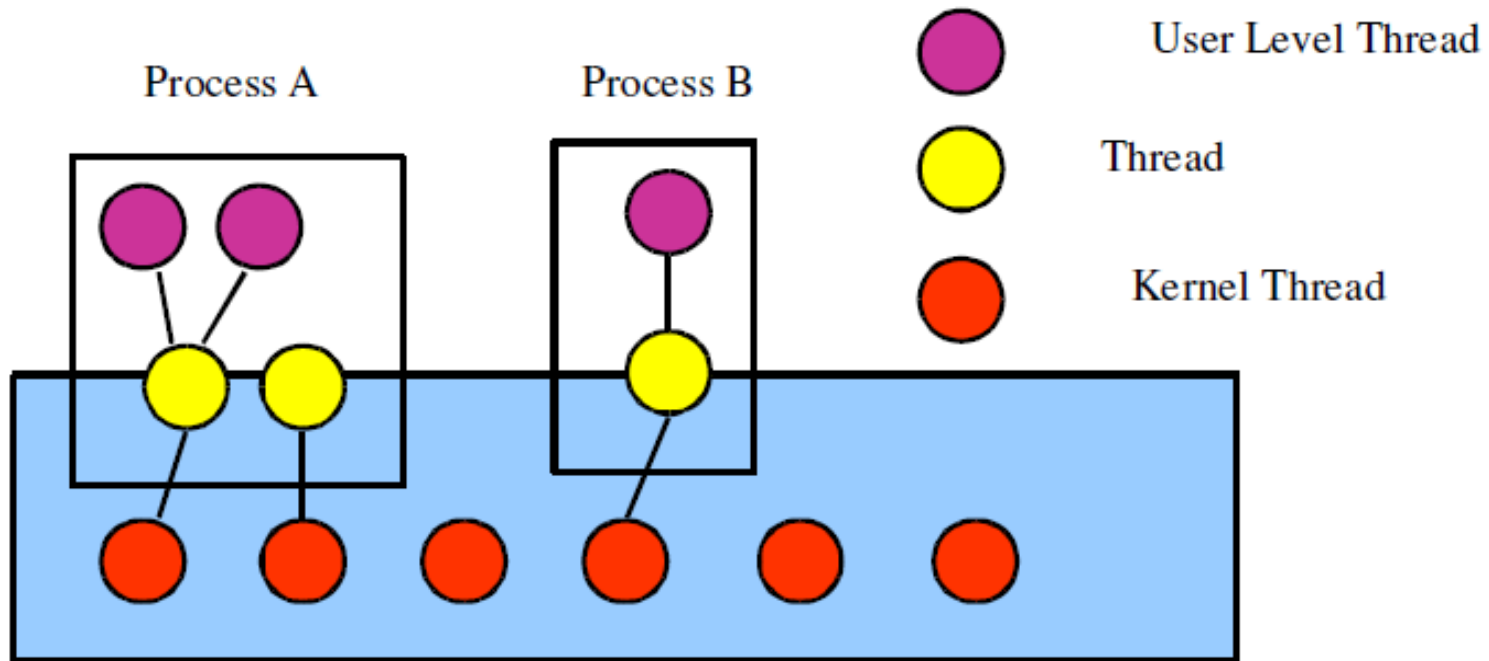
Απλές και πολυνηματικές διεργασίες

- Διεργασίες
 - Είναι οντότητες που δεσμεύουν οποιονδήποτε πόρο τις αφορά όπως τον χώρο διευθύνσεων, τα δεδομένα, τον κώδικα και τα αρχεία
 - Έχουν μεγάλο κόστος σε σχέση με τη δημιουργία, τον τερματισμό και την εναλλαγή πλαισίου
- Νήματα
 - Διαμοιράζονται τον χώρο διευθύνσεων, τα δεδομένα, τον κώδικα και τα αρχεία εφόσον ανήκουν στην ίδια διεργασία
 - Έχουν μικρό κόστος σε σχέση με τη δημιουργία, τον τερματισμό και την εναλλαγή πλαισίου





Μοντέλα νημάτων





Νήματα χρήστη και πυρήνα

- **Νήματα χρήστη**
 - Η διαχείριση των νημάτων γίνεται από τη βιβλιοθήκη των νημάτων χρήστη
 - Παραδείγματα (*POSIX Pthreads, Win32 threads, Solaris threads*)
 - Ο πυρήνας δεν ενδιαφέρεται για το πλήθος των νημάτων χρήστη.
- **Νήματα πυρήνα**
 - Υποστηρίζονται από τον πυρήνα
 - Παραδείγματα (*Linux, Windows XP/2000*)
 - Solaris lightweight processes



Νήματα χρήστη και πυρήνα: σύγκριση

- **Νήματα πυρήνα:**
 - Είναι γνωστά στο ΛΣ
 - Η εναλλαγή μεταξύ νημάτων πυρήνα στην ίδια διεργασία δεν είναι δαπανηρή
 - Οι τιμές των καταχωρητών, του PC, και των stack pointers μεταβάλλονται
 - Οι πληροφορίες που αφορούν τη διαχείριση μνήμης δεν αλλάζουν
 - Ο πυρήνας χρησιμοποιεί αλγορίθμους δρομολόγησης διεργασιών για τη διαχείριση των νημάτων
- **Νήματα χρήστη:**
 - Το ΛΣ δεν γνωρίζει για τα νήματα χρήστη, είναι ενημερωμένο μόνο για τη διεργασία όπου περιέχονται
 - Το ΛΣ δρομολογεί τις διεργασίες και όχι τα νήματα
 - Ο προγραμματιστής χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη νημάτων για να τα διαχειριστεί (δημιουργία, διαγραφή, συγχρονισμός και δρομολόγηση)



Παραδείγματα νημάτων

- **Posix Pthreads: Πρότυπο IEEE**
 - Έχουν καθορισμένη διεπαφή
 - Η υλοποίησή τους εξαρτάται από όσους τα αναπτύσσουν
 - Είναι πιο συνηθισμένα σε συστήματα UNIX (και Windows)
- **Java threads:**
 - Υποστηρίζονται από την JVM
 - Η υλοποίηση εξαρτάται από όσους τα αναπτύσσουν



Hyper-threading

- Η Intel υλοποιεί την τεχνολογία hyper-threading που μοιάζει με την πολυνημάτωση, υλοποιείται σε συστήματα με έναν πυρήνα και τα κάνει να εμφανίζονται σαν να διαθέτουν πολλαπλούς επεξεργαστές
- Εκείνο το οποίο επιτυγχάνεται είναι η αύξηση του ρυθμού με τον οποίο το σύστημα μπορεί να εναλλάσσεται μεταξύ πολλών νημάτων. Έτσι ενισχύεται ο πολυδιεργασιακός χαρακτήρας των προσωπικών υπολογιστών



Πλεονεκτήματα νημάτων

- Η δημιουργία μιας νέας διεργασίας μπορεί να είναι περισσότερο δαπανηρή
 - ✓ Απαιτεί χρόνο: χρειάζεται κλήση στον πυρήνα του ΛΣ
 - ✓ Μπορεί να προκαλέσει επαναδρομολόγηση οπότε θα προκύψει εναλλαγή πλαισίου με αντικατάσταση ολόκληρης της διεργασίας
 - ✓ Η επικοινωνία και ο συγχρονισμός κοστίζουν διότι απαιτείται κλήση στον πυρήνα
- Τα νήματα μπορούν να δημιουργηθούν χωρίς να αντικατασταθεί ολόκληρη η διεργασία
- Το περισσότερο έργο για τη δημιουργία του νήματος γίνεται στο χώρο διευθύνσεων του χρήστη παρά στον πυρήνα του ΛΣ
- Τα νήματα συγχρονίζονται με την παρακολούθηση μιας μεταβλητής, σε αντίθεση με τις διεργασίες που απαιτούν κλήση πυρήνα

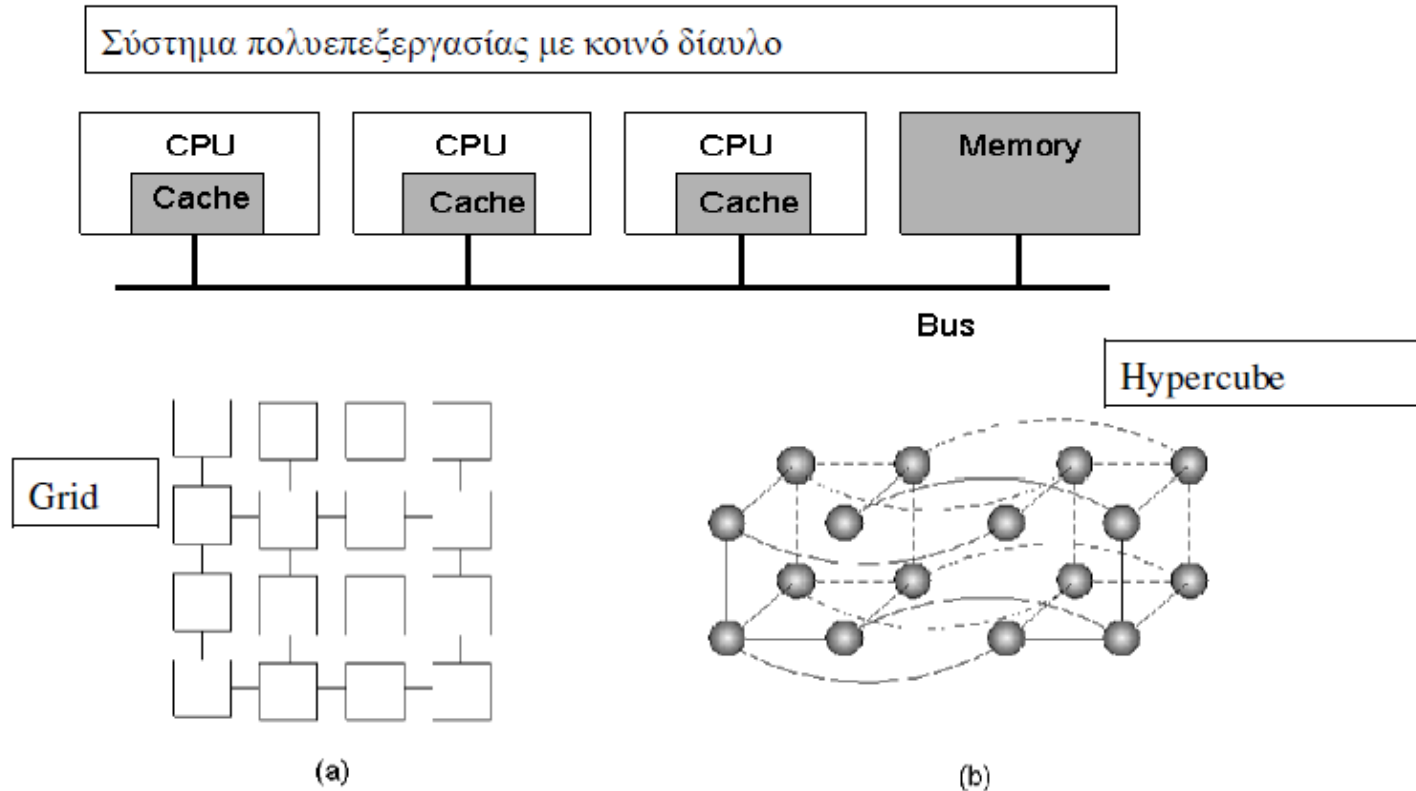


5. Συστήματα πολυπεξεργασίας

- Πολυπεξεργασία (multiprocessing) είναι η χρήση πολλαπλών ταυτόχρονων διεργασιών σε ένα σύστημα
- Τα συστήματα πολυπεξεργασίας διακρίνονται σε:
 - Συμπαγώς συνδεδεμένα συστήματα – περιέχουν πολλαπλές CPUs που συνδέονται σε επίπεδο διαύλου.
 - Έχουν πρόσβαση σε μια κεντρική διαμοιραζόμενη μνήμη ή μπορούν να συμμετέχουν σε μια ιεραρχία μνήμης διαθέτοντας και τοπική και διαμοιραζόμενη μνήμη
 - Χαλαρά συνδεδεμένα συστήματα – κάθε επεξεργαστής έχει τη δική του τοπική μνήμη. Οι επεξεργαστές επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω γραμμών επικοινωνίας όπως δίαυλοι υψηλής ταχύτητας (gigabit Ethernet) ή τηλεφωνικές γραμμές



Παραδείγματα





6. Παράλληλα συστήματα

- Είναι συστήματα πολυεπεξεργασίας (multiprocessor systems) με περισσότερους από έναν επεξεργαστή που επικοινωνούν μεταξύ τους
- Ο όρος των παράλληλων συστημάτων καλύπτει μια πληθώρα αρχιτεκτονικών που περιλαμβάνουν:
 - Συμμετρική πολυεπεξεργασία (SMP)
 - Συστοιχίες συστημάτων SMP
 - Μαζικά παράλληλα συστήματα (MPP)
- Κριτήριο διάκρισης:
 - Είδος διασύνδεσης των επεξεργαστών
 - Είδος διασύνδεσης μεταξύ επεξεργαστών και μνημών



Πλεονεκτήματα παράλληλων συστημάτων

- Υψηλές επιδόσεις
- Οικονομία
- Αυξημένη αξιοπιστία
- Διαθεσιμότητα
- Επεκτασιμότητα
- Κλιμάκωση

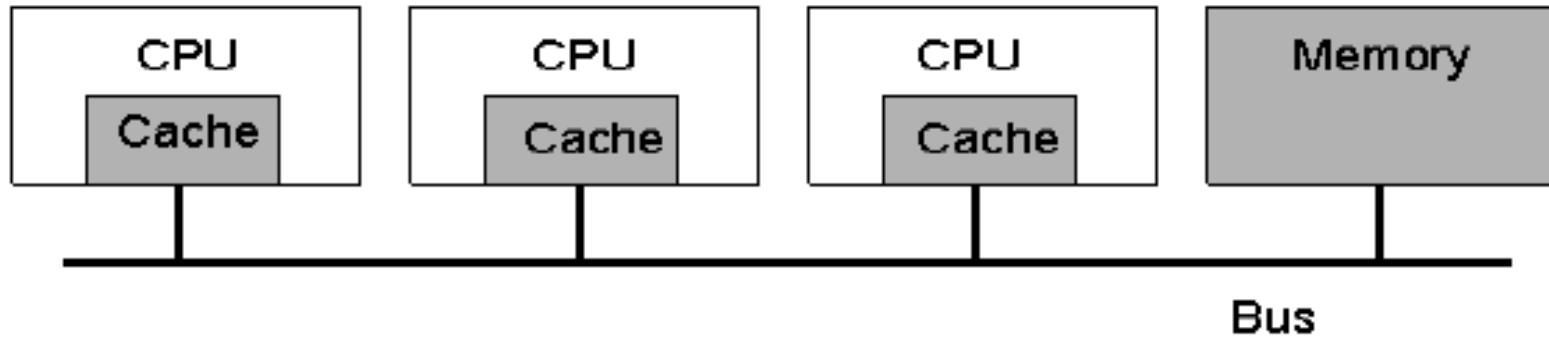


Συμμετρική πολυεπεξεργασία (SMP)

- Συνηθισμένη προσέγγιση για τη δημιουργία ενός παράλληλου συστήματος
- Δύο ή περισσότεροι επεξεργαστές εργάζονται μαζί στην ίδια μητρική
 - Συντονίζονται και διαμοιράζονται πληροφορίες διαμέσου του διαύλου συστήματος
 - Ρυθμίζουν μεταξύ τους το υπολογιστικό φορτίο
- Κάθε επεξεργαστής τρέχει ένα πανομοιότυπο αντίγραφο του ΛΣ
- Πολλές διεργασίες μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα χωρίς να υπάρξει χειροτέρευση της απόδοσης
- Τα περισσότερα σύγχρονα ΛΣ υποστηρίζουν την SMP
- Οι βασικοί περιορισμοί των SMP σχετίζονται με το λογισμικό και την υποστήριξη εκ μέρους του ΛΣ



Αρχιτεκτονική συμμετρικής πολυεπεξεργασίας





Ασύμμετρη πολυεπεξεργασία

- Κάθε επεξεργαστής ανατίθεται σε μια ορισμένη διεργασία ενώ ο πρωτεύων επεξεργαστής δρομολογεί και αναθέτει τις διεργασίες στους άλλους (slave) επεξεργαστές
- Είναι πιο συνηθισμένη σε πολύ μεγάλα συστήματα



7. Συστήματα πραγματικού χρόνου

- Συχνά χρησιμοποιούνται ως μια συσκευή ελέγχου σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή όπως ο έλεγχος επιστημονικών πειραμάτων, ο έλεγχος βιομηχανικών συστημάτων, σε συστήματα επεξεργασίας εικόνας ιατρικών εφαρμογών κλπ.
- Διαθέτουν καλά σχεδιασμένους περιορισμούς χρόνου.
- Hard real-time system
 - Χαρακτηρίζονται από την περιορισμένη χρήση δευτερεύουσας μνήμης και τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μνήμες βραχείας διάρκειας ή σε ROM
- Soft real-time system
 - Περιορισμένη χρησιμότητα σε βιομηχανικό έλεγχο και σε ρομποτική
 - Χρήσιμα σε εφαρμογές (multimedia, virtual reality) που απαιτούν εξειδικευμένα χαρακτηριστικά ΛΣ



8. Κατανεμημένα συστήματα

- Κατανέμουν τη διαδικασία υπολογισμών σε πολλούς φυσικούς επεξεργαστές – υπολογιστές
- Μια συλλογή από οντότητες (H/Y), που η κάθε μια έχει τη δική της κύρια, δευτερεύουσα μνήμη και άλλα στοιχεία I/O
- Παρέχουν την ψευδαίσθηση ενός μοναδικού χώρου για την κύρια μνήμη
- Τα κατανεμημένα συστήματα αποκρύπτουν:
 - τον τρόπο πρόσβασης σε έναν πόρο
 - το χώρο όπου βρίσκεται κάποιος πόρος
 - τη διαμοίραση πόρων από πολλούς χρήστες που ανταγωνίζονται για τη χρήση τους
 - τη μετακίνηση ενός πόρου σε άλλο μέρος ενώ είναι σε χρήση
 - τις διαφορές στην αναπαράσταση δεδομένων



Χαρακτηριστικά των ΚΣ

† Πλεονεκτήματα

- ✓ Διαμοίραση πόρων
- ✓ Αύξηση της ταχύτητας υπολογισμού
- ✓ Αξιοπιστία
- ✓ Δυνατότητες επικοινωνίας

– Μειονεκτήματα

- ✓ Ασφάλεια και προστασία



Βιβλιογραφία

Λειτουργικά Συστήματα, 8η Έκδοση, Stallings William

Λειτουργικά Συστήματα 9η Εκδ., Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin, Greg Gagne



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Δημήτριος Λιαροκάπης.
Λειτουργικά Συστήματα.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.teiep.gr/courses/COMP116/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευάγγελος Καρβούνης
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Τέλος Ενότητας

Αρχιτεκτονικές ΛΣ



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης