

Ενότητα 2 (Κεφάλαιο 3) Περιγραφή και Έλεγχος Διεργασιών

Οι διαφάνειες αυτές έχουν συμπληρωματικό και επεξηγηματικό χαρακτήρα και σε καμία περίπτωση δεν υποκαθιστούν το βιβλίο

Γιώργος Α. Παπαδόπουλος
Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου



1

Περιεχόμενα

- Αναπαράσταση διεργασιών στο Λ.Σ. και έλεγχός τους από αυτό.
- Καταστάσεις διεργασιών.
- Δομές δεδομένων για τη διαχείριση των διεργασιών.
- Πως το Λ.Σ. χρησιμοποιεί αυτές τις δομές για να ελέγχει την εκτέλεση των διεργασιών.
- Διαχείριση διεργασιών στο UNIX SVR4.

2

Ανάγκη ύπαρξης διεργασιών — 1

- Ένας σύγχρονος Η/Υ επιτελεί πολλές διαφορετικές εργασίες στο ίδιο χρονικό διάστημα.
- Η εκτέλεση ενός προγράμματος λ.χ. μπορεί να γίνεται ταυτόχρονα με το τύπωμα κάποιου αρχείου ή το διάβασμα δεδομένων από κάποιο σκληρό δίσκο.
- Επίσης, σε περιβάλλον πολυπρογραμματισμού, η ΚΜΕ εκτελεί ταυτόχρονα πολλά προγράμματα, αφιερώνοντας μερικά δέκατα ή εκατοστά του χιλιοστοδευτερολέπτου (millisecond) για κάθε ένα από τα προγράμματα αυτά.

3

Ανάγκη ύπαρξης διεργασιών — 2

- Για τη διαχείριση πολλών ταυτόχρονων ή παράλληλων δραστηριοτήτων επινοήθηκε το μοντέλο της *διεργασίας* (process) που αποτελεί την πλέον κεντρική ιδέα σε ένα μοντέρνο λειτουργικό σύστημα. Ένα λειτουργικό σύστημα χρησιμοποιεί διεργασίες για κάποιες λειτουργίες όπως:
 - Κατακερματισμό των προγραμμάτων σε έναν αριθμό διεργασιών οι οποίες εκτελούνται ταυτόχρονα με σκοπό τη μεγιστοποίηση του χρόνου χρήσης της ΚΜΕ και την ελαχιστοποίηση του χρόνου απόκρισης (response time).
 - Επιμερισμό των διαθέσιμων πόρων μεταξύ των εκτελούμενων διεργασιών με βάση κάποιες πολιτικές (policies) όπως προτεραιότητα, κλπ.
 - Υποστήριξη μηχανισμών επικοινωνίας μεταξύ ταυτόχρονα εκτελούμενων διεργασιών αλλά και δημιουργία νέων διεργασιών από τον χρήστη.

4

Ανάγκη ύπαρξης διεργασιών — 3

- Ανάγκη για διαχείριση διεργασιών (process management), δηλαδή:
 - Δημιουργία νέων διεργασιών, τερματισμό εκτέλεσης μίας διεργασίας, αναστολή (suspension) και επανεκκίνηση εκτέλεσης μίας διεργασίας.
 - Υποστήριξη μηχανισμών επικοινωνίας και συγχρονισμού μεταξύ ταυτόχρονα εκτελούμενων διεργασιών και αντιμετώπιση αδιεξόδων (deadlocks).

5

Διαχείριση διεργασιών

- Οι ευθύνες του Λ.Σ. αναφορικά με τη διαχείριση διεργασιών είναι οι ακόλουθες:
 - Εναλλαγή των διεργασιών στην ΚΜΕ για εκτέλεση.
 - Διαμοίραση των πόρων του συστήματος στις διεργασίες και προστασία των πόρων μίας διεργασίας από τις υπόλοιπες.
 - Υποστήριξη της επικοινωνίας μεταξύ των διεργασιών.
 - Υποστήριξη συγχρονισμένης εκτέλεσης των διεργασιών.

6

Ορισμοί του τι είναι Διεργασία

- Ένα πρόγραμμα που εκτελείται.
- Η οντότητα που μπορεί να δοθεί σε έναν επεξεργαστή για εκτέλεση.
- Μία μονάδα δραστηριότητας που χαρακτηρίζεται από την εκτέλεση μίας σειράς εντολών, μία τρέχουσα κατάσταση και μία σχετιζόμενη ομάδα εντολών του συστήματος.

7

Από τι αποτελείται μία διεργασία

- Τον εκτελέσιμο κώδικα.
- Τα δεδομένα.
- Μία σειρά από ιδιότητες που περιγράφουν την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η διεργασία.
- Κατά τη διάρκεια εκτέλεσής της, υπάρχουν επίσης πληροφορίες όπως:
 - Ταυτότητα.
 - Κατάσταση.
 - Προτεραιότητα.
 - Μετρητής προγράμματος.
 - Δείκτες στη μνήμη.
 - Δεδομένα σχετικά με το περιβάλλον της διεργασίας.
 - Δεδομένα σχετικά με πρόσβαση σε συσκευές E/E.

8

Μπλοκ Ελέγχου Διεργασίας (Process Control Block)

- Περιέχει όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με μία διεργασία.
- Δημιουργείται και διαχειρίζεται από το Λ.Σ.
- Επιτρέπει την ταυτόχρονη ύπαρξη πολλών διεργασιών στο σύστημα.
- Έχει όλες τις αναγκαίες πληροφορίες που επιτρέπουν στο Λ.Σ. να αναστείλει προσωρινά την εκτέλεση μίας διεργασίας και να την απομακρύνει από την ΚΜΕ αλλά και να την επαναφέρει στην ΚΜΕ σε μελλοντικό στάδιο για να συνεχίσει την εκτέλεσή της από το σημείο που είχε σταματήσει.

Identifier
State
Priority
Program counter
Memory pointers
Context data
I/O status information
Accounting information
⋮

9

Το Ιχνος μίας διεργασίας

- Η συμπεριφορά μίας διεργασίας αναπαρίσταται ως μία σειρά από εντολές που εκτελούνται.
- Αυτό λέγεται το ιχνος (trace) της διεργασίας.
- Επιλογέας (dispatcher) είναι ένα μικρό πρόγραμμα μέσα στο Λ.Σ. που είναι υπεύθυνο να καθορίζει ποια διεργασία εκτελείται στον επεξεργαστή ανά πάσα χρονική στιγμή.

10

Παράδειγμα εκτέλεσης διεργασιών

Address	0
	100
	5000
	8000
	12000

- Ας θεωρήσουμε τις παραδίπλα 3 διεργασίες που εκτελούνται σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή.
- Οι 3 διεργασίες και ο επιλογέας βρίσκονται στην κύρια μνήμη.

11

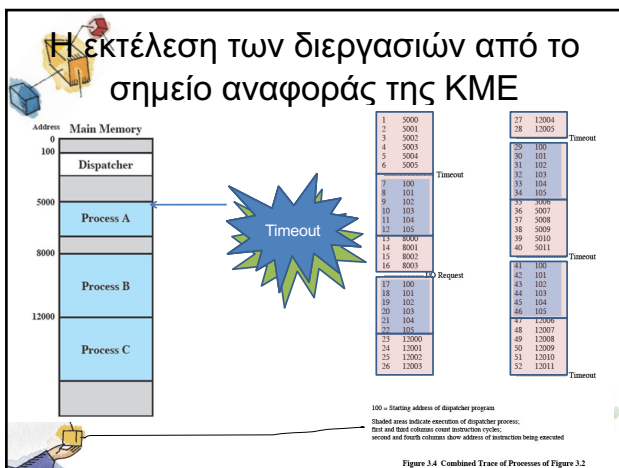
Η εκτέλεση των διεργασιών από το σημείο αναφοράς των διεργασιών

- Η κάθε διεργασία εκτελεί όλες τις εντολές της:

(a) Trace of Process A (b) Trace of Process B (c) Trace of Process C

5000 = Starting address of program of Process A
8000 = Starting address of program of Process B
12000 = Starting address of program of Process C

12

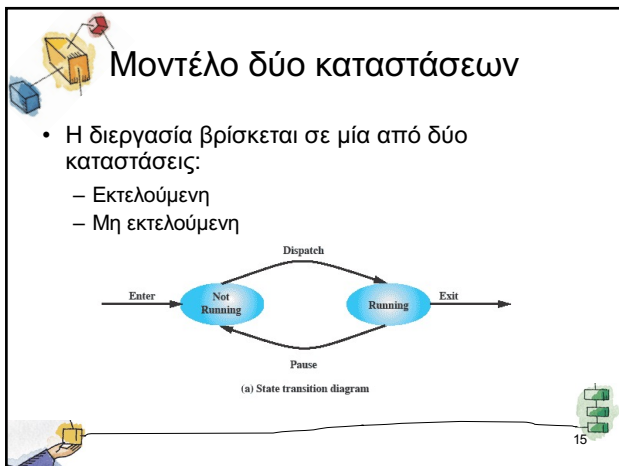


13

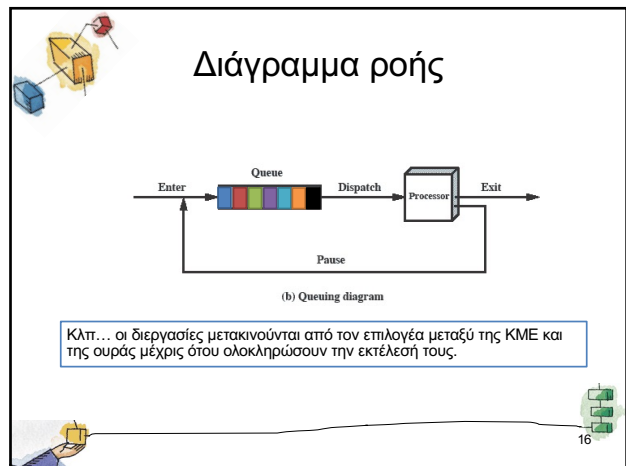
Περιεχόμενα

- Αναπαράσταση διεργασιών στο Λ.Σ. και έλεγχός τους από αυτό.
- Καταστάσεις διεργασιών.
- Δομές δεδομένων για τη διαχείριση των διεργασιών.
- Πως το Λ.Σ. χρησιμοποιεί αυτές τις δομές για να ελέγχει την εκτέλεση των διεργασιών.
- Διαχείριση διεργασιών στο UNIX SVR4.

14



15



16

Δημιουργία και τερματισμός διεργασιών

Δημιουργία	Τερματισμός
Νέα σειριακή εργασία	Κανονικός τερματισμός
Είσοδος χρήστη	Διαθέσιμη μνήμη μη επαρκής
Δημιουργείται από το Λ.Σ. για να εξυπηρετήσει κάποιο στόχο	Παράβαση κανόνων προστασίας
Δημιουργείται από άλλη διεργασία	Παρεμβολή χρήστη ή Λ.Σ.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι δημιουργίας και τερματισμού διεργασιών. Περισσότερες λεπτομέρειες στους πίνακες 3.1 και 3.2

17

Δημιουργία μίας διεργασίας

- Το Λ.Σ. δημιουργεί μία δομή δεδομένων για τη διαχείριση της διεργασίας.
- Αν και παραδοσιακά μόνο το Λ.Σ. μπορούσε να δημιουργήσει διεργασίες, στα μοντέρνα Λ.Σ. είναι χρήσιμο να μπορούν και οι διεργασίες να δημιουργούν θυγατρικές διεργασίες.
- Συνήθως αυτό συνεπάγεται και την υποστήριξη μηχανισμών επικοινωνίας μεταξύ των γονικών και θυγατρικών διεργασιών.

18

Τερματισμός μίας διεργασίας

- Με κάποιον τρόπο πρέπει μία διεργασία να μπορεί να δηλώνει τον τερματισμό της.
- Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:
 - Εκτέλεση μίας ειδικής εντολής (π.χ. HALT) που αναφέρει στο Λ.Σ. τον τερματισμό της διεργασίας που την εκτέλεσε.
 - Μία πράξη του χρήστη (π.χ. βγαίνει από το σύστημα ή από μία εφαρμογή).
 - Ύπαρξη κάποιου σφάλματος ή λάθους.
 - Τερματισμός της γονικής διεργασίας.

19

Μοντέλο πέντε καταστάσεων

```

    graph LR
      New -- Admit --> Ready
      Ready -- Dispatch --> Running
      Running -- Release --> Exit
      Running -- Timeout --> Ready
      Running -- Event Wait --> Blocked
      Blocked -- Event Occurs --> Ready
    
```

Figure 3.6 Five-State Process Model

20

Χρήση δύο ουρών

- Το πρόβλημα είναι ότι κάθε φορά που μία αίτηση προς το Λ.Σ. ικανοποιείται ή κάποιο εξωτερικό συμβάν λαμβάνει χώρα, το Λ.Σ. πρέπει να ψάξει όλη την ουρά για να βρει ποιες από τις διεργασίες μπορούν να ενεργοποιηθούν. Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι σε ένα σύστημα υπάρχουν εκατοντάδες (ή ακόμα και χιλιάδες) διεργασίες, η αναζήτηση αυτή δυνατόν να είναι πολυέξοδη σε χρόνο.

(a) Single blocked queue

21

Χρήση πολλαπλών ουρών

(b) Multiple blocked queues

22

Διεργασίες υπό αναστολή

- Λόγω της μεγάλης διαφοράς σε ταχύτητα μεταξύ ΚΜΕ και συσκευών E/E, κάποια στιγμή όλες οι διεργασίες θα είναι υπό αναστολή σε κάποια ουρά. Πιθανές λύσεις:
 - Αυξάνουμε την κύρια μνήμη και κατ' επέκταση τον αριθμό των διεργασιών που μπορεί να βρίσκονται εκεί. Αλλά: (i) η κύρια μνήμη κοστίζει, (ii) πολύ συχνά, περισσότερη μνήμη συνεπάγεται μεγαλύτερες διεργασίες, όχι περισσότερες διεργασίες.
 - Χρησιμοποιούμε το δίσκο για να μεταφέρουμε εκεί ομάδες ολόκληρης διεργασιών υπό αναστολή (σε κάποια ουρά) και να φέρουμε από εκεί στην κύρια μνήμη για εκτέλεση άλλες.
 - Επομένως δημιουργείται η ανάγκη να επεκτείνουμε το μοντέλο με ακόμα μία κατάσταση και δύο μεταβάσεις.
 - Αν και η χρήση του δίσκου είναι ουσιαστικά πράξη E/E, λόγω τού ότι αυτός είναι πιο γρήγορος σε σχέση με τις άλλες συσκευές E/E, η μέθοδος αυτή έχει ωφέλιμα αποτελέσματα.

23

Χρήση μίας κατάστασης αναστολής

```

    graph LR
      New -- Admit --> Ready
      Ready -- Dispatch --> Running
      Running -- Release --> Exit
      Running -- Timeout --> Ready
      Running -- Event Wait --> Blocked
      Blocked -- Event Occurs --> Ready
      Blocked -- Suspend --> Suspend
      Suspend -- Activate --> Ready
    
```

(a) With One Suspend State

24



25

Χαρακτηριστικά μίας διεργασίας υπό αναστολή

- Μπορούμε να γενικεύσουμε την έννοια της διεργασίας υπό αναστολή και να ορίσουμε ότι έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
 - Η διεργασία δεν είναι άμεσα διαθέσιμη για εκτέλεση.
 - Η διεργασία πιθανόν να περιμένει την υλοποίηση ενός γεγονότος αλλά μπορεί και όχι. Στην πρώτη περίπτωση, η υλοποίηση του γεγονότος δεν σημαίνει κατ' ανάγκη και ενεργοποίηση της διεργασίας.
 - Η διεργασία τέθηκε υπό αναστολή από κάποια οντότητα, που μπορεί να είναι η ίδια η διεργασία, μία γονική της διεργασία ή το Λ.Σ., με σκοπό να σταματήσει η εκτέλεσή της.
 - Η διεργασία δεν μπορεί να αλλάξει κατάσταση χωρίς τη ρητή εντολή της οντότητας που την έθεσε υπό αναστολή.

26

Λόγοι για τους οποίους μία διεργασία τίθεται υπό αναστολή

Λόγος	Σχόλιο
Εναλλαγή	Το Λ.Σ. πρέπει να αποδεσμεύσει αρκετή κύρια μνήμη για να μεταφέρει σε αυτήν μία νέα διεργασία που είναι έτοιμη για εκτέλεση.
Άλλοι λόγοι του Λ.Σ.	Το Λ.Σ. θέτει υπό αναστολή μία διεργασία που δημιουργεί προβλήματα.
Αίτηση από χρήστη	Π.χ. αποσφαλμάτωση μίας διεργασίας ή χρήση κάποιου πόρου.
Περιοδική εκτέλεση	Μία διεργασία μπορεί να εκτελείται περιοδικά (π.χ. για συλλογή στατιστικών στοιχείων).
Αίτηση γονικής διεργασίας	Μία γονική διεργασία δύναται να ζητήσει την αναστολή μίας θυγατρικής της διεργασίας, για να την εξετάσει ή τροποποιήσει ή ακόμα και για να συντονίσει την εκτέλεσή της με αυτήν άλλων θυγατρικών διεργασιών.

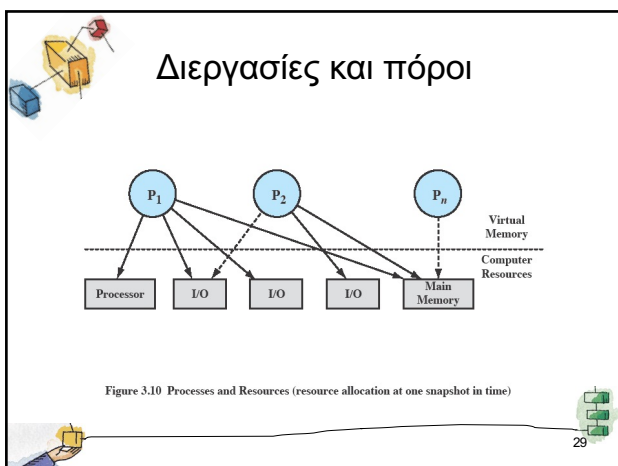
Πίνακας 3.3 Λόγοι για αναστολή διεργασιών

27

Περιεχόμενα

- Αναπαράσταση διεργασιών στο Λ.Σ. και έλεγχός τους από αυτό.
- Καταστάσεις διεργασιών.
- Δομές δεδομένων για τη διαχείριση των διεργασιών.
- Πως το Λ.Σ. χρησιμοποιεί αυτές τις δομές για να ελέγχει την εκτέλεση των διεργασιών.
- Διαχείριση διεργασιών στο UNIX SVR4.

28

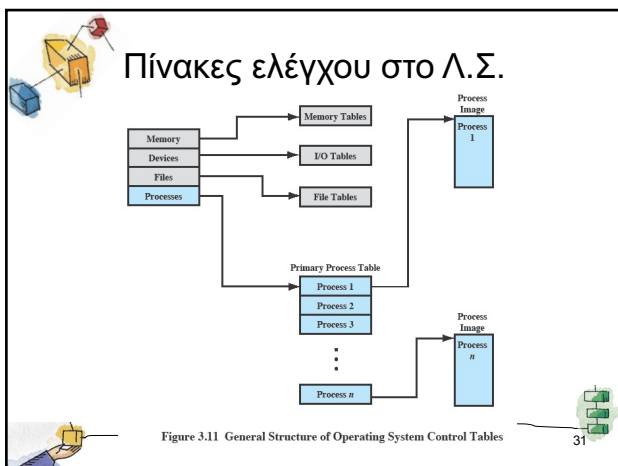


29

Δομές ελέγχου στο Λ.Σ.

- Το Λ.Σ. δημιουργεί και διατηρεί δομές ελέγχου (control structures), μία για κάθε βασική οντότητα του συστήματος:
 - Διεργασίες.
 - Αρχεία.
 - Μνήμη.
 - Συσκευές εισόδου/εξόδου.
- Συγκεκριμένα, κάθε μία από τις δομές αυτές είναι ένας πίνακας με μία σειρά από εγγραφές. Στην περίπτωση των διεργασιών, κάθε εγγραφή αποτελείται από όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με την εγγραφή αυτή και τις οποίες χρειάζεται το Λ.Σ.

30



31

Πίνακες μνήμης

- Οι πίνακες μνήμης έχουν πληροφορίες όπως:
 - Κατανομή κύριας μνήμης στις διεργασίες.
 - Κατανομή περιφερειακής μνήμης στις διεργασίες.
 - Πληροφορίες για τυχόν περιορισμούς στην προσπέλαση στη μνήμη.
 - Πληροφορίες για διαχείριση ιδεατής μνήμης.

32

Πίνακες Ε/Ε

- Οι πίνακες εισόδου/εξόδου έχουν πληροφορίες όπως:
 - Ποιες συσκευές είναι διαθέσιμες.
 - Ποιες συσκευές είναι δεσμευμένες και από ποιες διεργασίες.
 - Αν κάποιες λειτουργίες εισόδου/εξόδου βρίσκονται εν εξελίξει.

33

Πίνακες αρχείων

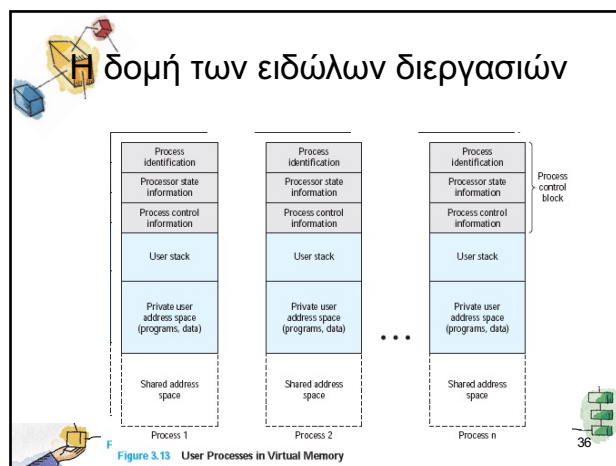
- Οι πίνακες αρχείων έχουν πληροφορίες όπως:
 - Ύπαρξη αρχείων.
 - Την περιοχή που βρίσκονται στην περιφερειακή μνήμη.
 - Τρέχουσα κατάσταση του κάθε αρχείου.
 - Άλλες πληροφορίες για το είδος κάθε αρχείου, κλπ.
- Πολλές φορές αυτές οι πληροφορίες διατηρούνται από ένα σύστημα διαχείρισης αρχείων.

34

Πίνακες διεργασιών

- Οι πίνακες διεργασιών έχουν τις ακόλουθες κατηγορίες πληροφοριών για κάθε διεργασία:
 - Τα χαρακτηριστικά της διεργασίας.
 - Τα δεδομένα που χρειάζονται για την εκτέλεση του προγράμματος που σχετίζεται με τη διεργασία.
 - Το πρόγραμμα καθ' εαυτό.
 - Τους δείκτες στοιβών του προγράμματος και των δεδομένων.
 - Άλλα χαρακτηριστικά αναφορικά με το είδος και το ρόλο της διεργασίας.
- Όλες αυτές οι πληροφορίες αποτελούν το **ειδωλό** μίας διεργασίας (process image), ένα μόνο μέρος του οποίου βρίσκεται ανά πάσα στιγμή στην κύρια μνήμη και το υπόλοιπο είναι αποθηκευμένο στο δίσκο.

35



36

Μπλοκ Ελέγχου Διεργασίας

- Τα χαρακτηριστικά μίας διεργασίας αποτελούν το μπλοκ ελέγχου της διεργασίας (process control block) ή τον περιγραφέα της διεργασίας (process descriptor) και περιέχουν τις ακόλουθες πληροφορίες:
 - Ταυτότητες.
 - Πληροφορίες για την κατάσταση της διεργασίας.
 - Πληροφορίες για τον έλεγχο και τη διαχείριση της διεργασίας.

37

Ταυτότητες

- Οι ταυτότητες που κρατούνται είναι:
 - Της διεργασίας.
 - Της διεργασίας που δημιούργησε αυτή τη διεργασία.
 - Του ιδιοκτήτη της διεργασίας.
- Η ταυτότητα είναι ένας μοναδικός (ακέραιος) αριθμός.
- Χρησιμοποιείται από το Λ.Σ. επίσης και ως δείκτης στους πίνακες του συστήματος για να βρίσκονται εύκολα πληροφορίες σχετικές με κάποια διεργασία.

38

Πληροφορίες για την κατάσταση της διεργασίας

- Αυτές είναι οι ακόλουθες:
 - Τιμές καταχωρητών (δεδομένων και ελέγχου).
 - Τιμές δεικτών στοιβών για κάλεσμα συναρτήσεων, κλπ.
- Όταν απομακρυνθεί μία διεργασία από την ΚΜΕ, οι ανωτέρω πληροφορίες αποθηκεύονται στο μπλοκ ελέγχου της διεργασίας για να χρησιμοποιηθούν όταν επαναρχίσει την εκτέλεσή της.

39

Τιμές καταχωρητών για τον επεξεργαστή Intel X86

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

ID = Identification flag
 VIP = Virtual interrupt pending
 VIF = Virtual interrupt flag
 AC = Alignment check
 VM = Virtual 8086 mode
 RF = Resume flag
 NT = Nested task flag
 IOPL = I/O privilege level
 OF = Overflow flag

DF = Direction flag
 IF = Interrupt enable flag
 TF = Trap flag
 SF = Sign flag
 ZF = Zero flag
 AF = Auxiliary carry flag
 PF = Parity flag
 CF = Carry flag

Figure 3.12 x86 EFLAGS Register

40

Πληροφορίες για τον έλεγχο και τη διαχείριση της διεργασίας

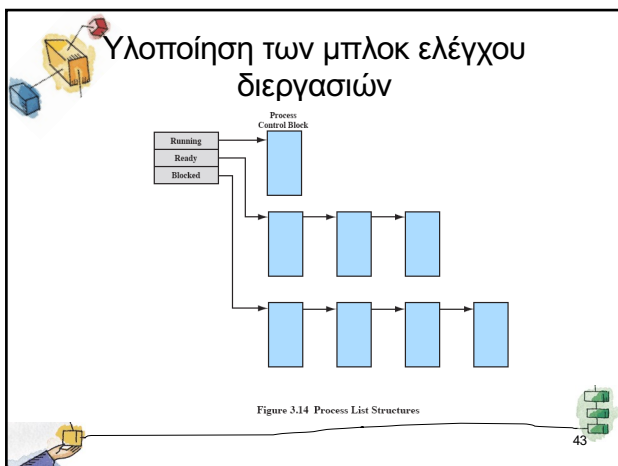
- Αυτές είναι (μεταξύ άλλων) οι ακόλουθες (δες πίνακα 3.5):
 - Τρέχουσα κατάσταση και προτεραιότητα της διεργασίας.
 - Για ποιο λόγο βρίσκεται υπό αναστολή (αν βρίσκεται).
 - Πληροφορίες για επικοινωνία με άλλες διεργασίες.
 - Δικαιώματα της διεργασίας στην προσπέλαση στη μνήμη, χρήση συσκευών και υπηρεσιών που προσφέρει το Λ.Σ., κλπ.
 - Δείκτες στους χώρους της μνήμης που χρησιμοποιεί η διεργασία.
 - Κατάσταση ανοικτών αρχείων που τυχόν χρησιμοποιεί η διεργασία.

41

Ρόλος του μπλοκ ελέγχου διεργασίας

- Οι περιγραφείς διεργασιών είναι οι πιο σημαντικές κεντρικές δομές δεδομένων και ελέγχου σε ένα Λ.Σ. γιατί περιέχουν όλες τις πληροφορίες που χρειάζεται το Λ.Σ. για κάθε διεργασία.
- Σχεδόν όλες οι ρουτίνες λειτουργιών του Λ.Σ. διαβάζουν τις πληροφορίες που βρίσκονται αποθηκευμένες στους περιγραφείς διεργασιών και ανάλογα με την περίπτωση τις τροποποιούν.
- Λόγω του πολύ σημαντικού ρόλου που έχουν τα μπλοκ ελέγχου στο Λ.Σ. πρέπει να προστατεύονται σωστά:
 - Ένα λάθος σε μία ρουτίνα που έχει πρόσβαση σε αυτά θα μπορούσε να τα καταστρέψει.
 - Μία αλλαγή στη δομή των μπλοκ θα επηρέαζε πολλά μέρη του Λ.Σ.

42



43

Περιεχόμενα

- Αναπαράσταση διεργασιών στο Λ.Σ. και έλεγχός τους από αυτό.
- Καταστάσεις διεργασιών.
- Δομές δεδομένων για τη διαχείριση των διεργασιών.
- Πως το Λ.Σ. χρησιμοποιεί αυτές τις δομές για να ελέγχει την εκτέλεση των διεργασιών.
- Διαχείριση διεργασιών στο UNIX SVR4.

44

Καταστάσεις εκτέλεσης εντολών

- Οι περισσότεροι επεξεργαστές υποστηρίζουν τουλάχιστον δύο καταστάσεις (modes) εκτέλεσης εντολών (δες και πίνακα 3.7):
 - Κατάσταση συστήματος (kernel / system / control /protected mode), όπου μία διεργασία μπορεί να χρησιμοποιεί ειδικές ή προνομιούχες εντολές (privileged instructions), όπως αυτές που διαχειρίζονται τους καταχωρητές ή τη μνήμη.
 - Κατάσταση χρήστη (user mode), όπου μόνο ένα υποσύστημα των διαθέσιμων από το σύστημα εντολών μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
- Σε κατάσταση συστήματος γίνεται η δημιουργία, αλλαγή κατάστασης, χρονοδρομολόγηση και τερματισμός των διεργασιών.

45

Δημιουργία διεργασίας

- Όταν το Λ.Σ. αποφασίσει να δημιουργήσει μία διεργασία, επιτελούνται τα ακόλουθα:
- Ο πίνακας διεργασιών επεκτείνεται με μία επιπλέον εγγραφή για τη νέα διεργασία στην οποία δίνεται ως προσδιοριστής (process identifier) ένας μοναδικός αριθμός.
- Παρέχεται μνήμη για τις ανάγκες της διεργασίας (αποθήκευση κώδικα και δεδομένων, στοιβες, κλπ.).
- Δημιουργείται το μπλοκ ελέγχου της διεργασίας με όλες τις σχετικές πληροφορίες μερικές από τις οποίες έχουν εκ των προτέρων μία προκαθορισμένη αρχική τιμή (π.χ. η πρώτη κατάσταση μίας καινούριας διεργασίας είναι συνήθως "έτοιμη για εκτέλεση").
- Δημιουργούνται οι κατάλληλες διασυνδέσεις της διεργασίας με τις σχετικές δομές ελέγχου με τη χρήση δεικτών (π.χ. η εισαγωγή της διεργασίας στη λίστα για διεργασίες που είναι έτοιμες για εκτέλεση).
- Δημιουργία άλλων σχετικών δομών (π.χ. για λογιστικούς ή στατιστικούς λόγους).

46

Εναλλαγή διεργασιών

- Αναφορικά με την εναλλαγή διεργασιών (process switching), εγείρονται κάποια θέματα:
 - Τι είδους γεγονότα προκαλούν την εναλλαγή διεργασιών;
 - Διαχωρισμός μεταξύ εναλλαγής διεργασιών και μεταγωγής περιβάλλοντος (context switching).
 - Τι πρέπει να κάνει το Λ.Σ. όταν γίνεται εναλλαγή διεργασιών;

47

Πότε γίνεται εναλλαγή διεργασιών

Όταν το Λ.Σ. πάρει τον έλεγχο της ΚΜΕ από την τρέχουσα εκτελούμενη διεργασία, κάτι το οποίο μπορεί να γίνει για τους εξής λόγους:

Μηχανισμός	Αιτία	Χρησιμότητα
Διακόπτης	Δεν σχετίζεται με την εκτέλεση της τρέχουσας εντολής της διεργασίας	Αντίδραση σε κάποιο ασύγχρονο εξωτερικό γεγονός
Παγίδα	Σχετίζεται με την εκτέλεση της τρέχουσας εντολής της διεργασίας	Αντιμετώπιση κάποιου σφάλματος ή εξαιρετικής κατάστασης (π.χ. διαίρεση με 0)
Κλήση επιτηρητή	Ρητή αίτηση	Κλήση κάποιας ρουτίνας του Λ.Σ.

Πίνακας 3.8 Μηχανισμοί διακοπής της εκτέλεσης μίας διεργασίας

48

Μεταγωγή περιβάλλοντος

- Πολλές φορές η εμφάνιση μίας διακοπής δεν είναι απαραίτητο να οδηγήσει και σε εναλλαγή διεργασιών και μετά το πέρας της διακοπής μπορεί να συνεχίσει η εκτέλεση της τρέχουσας διεργασίας.
- Αυτή η απλούστερη περίπτωση λέγεται μεταγωγή περιβάλλοντος (context switching) ή μεταγωγή κατάστασης (mode switching) και διαφέρει από την πιο πολύπλοκη εναλλαγή διεργασιών.
- Στην περίπτωση της μεταγωγής περιβάλλοντος, και πριν την εκτέλεση της ρουτίνας που σχετίζεται με τη διακοπή, αποθηκεύονται εκείνες οι πληροφορίες που θα μπορούσαν τυχόν να αλλοιωθούν κατά την εκτέλεση της ρουτίνας:
 - Αυτές περιλαμβάνουν το μέρος εκείνο του μπλοκ ελέγχου διεργασίας που σχετίζεται με την κατάσταση της ΚΜΕ: μετρητής προγράμματος, τιμές άλλων καταχωρητών και περιεχόμενα των στοίβων.

49

Τι πρέπει να κάνει το Λ.Σ. όταν γίνεται εναλλαγή διεργασιών

- Εδώ οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν είναι πολύ περισσότερες από αυτές της μεταγωγής περιβάλλοντος:
 - Αποθήκευση των πληροφοριών που σχετίζονται με την κατάσταση της ΚΜΕ.
 - Ενημέρωση του μπλοκ ελέγχου της διεργασίας που σταμάτησε να εκτελείται για τη νέα της κατάσταση, τους λόγους που σταμάτησε η εκτέλεσή της και τυχόν άλλες πληροφορίες.
 - Σύνδεση του μπλοκ ελέγχου της διεργασίας με την κατάλληλη λίστα διεργασιών (των έτοιμων για εκτέλεση, υπό αναστολή, κλπ.).
 - Με βάση κάποια κριτήρια και πολιτική μία άλλη διεργασία επιλέγεται για εκτέλεση.
 - Ενημέρωση του μπλοκ ελέγχου της διεργασίας αυτής (π.χ. αλλαγή της κατάστασής της σε εκτελούμενη).
 - Ενημέρωση των δομών δεδομένων που σχετίζονται με τη διαχείριση της κύριας μνήμης.
 - Αλλαγή της κατάστασης της ΚΜΕ σε αυτή που ήταν την τελευταία φορά που εκτελέστηκε η τρέχουσα διεργασία.

50

Είναι το Λ.Σ. μία διεργασία;

- Αν το Λ.Σ. είναι το ίδιο ένα πρόγραμμα ή ομάδα προγραμμάτων και αν εκτελείται στην ΚΜΕ όπως ένα οποιοδήποτε άλλο πρόγραμμα, τίθεται το ερώτημα αν το Λ.Σ. είναι απλά μία ακόμα διεργασία.
- Αν είναι έτσι πως ελέγχεται και ποιος ή τι το ελέγχει;
- Εδώ υπάρχουν οι ακόλουθες τρεις προσεγγίσεις.

51

Εκτέλεση του Λ.Σ.

Figure 3.15 Relationship Between Operating System and User Processes

52

Το Λ.Σ. ως ξεχωριστή οντότητα

- Το Λ.Σ. είναι μία ξεχωριστή οντότητα και δεν αντιμετωπίζεται ως διεργασία.
- Παραδοσιακή άποψη που εφαρμόστηκε στα παλαιότερα Λ.Σ.
- Το Λ.Σ. έχει το δικό του χώρο μνήμης, δομές, στοίβες, κλπ.
- Εκτελείται σε προνομιακή κατάσταση (privileged mode), δηλαδή έχει περισσότερα δικαιώματα από μία συνηθισμένη διεργασία.
- Όταν για οποιονδήποτε λόγο μία διεργασία αναστείλει την εκτέλεσή της, ο έλεγχος δίνεται στο Λ.Σ., το οποίο αφού επιτελέσει τις λειτουργίες που απαιτούν οι λόγοι αναστολής εκτέλεσης της διεργασίας, αποφασίζει επίσης κατά πόσο η διεργασία θα συνεχίσει την εκτέλεσή της ή η ΚΜΕ θα δοθεί σε κάποια άλλη διεργασία.

(a) Separate kernel

53

Το Λ.Σ. εκτελείται μέσα στις διεργασίες των χρηστών — 1

- Χρησιμοποιείται κυρίως σε Λ.Σ. μικρών συστημάτων Η/Υ (π.χ. PCs).
- Το Λ.Σ. είναι απλά μία ομάδα από ρουτίνες που μπορούν να κληθούν από οποιαδήποτε διεργασία.
- Επιτρέπει και εκμεταλλεύεται την έννοια της μεταγωγής περιβάλλοντος. Μία διεργασία, ανάλογα με την περίπτωση, εκτελείται σε κατάσταση χρήστη ή σε κατάσταση πυρήνα, όπου στη τελευταία αυτή δικαιούται να εκτελέσει ειδικές εντολές.

(b) OS functions execute within user processes

54

Το Λ.Σ. εκτελείται μέσα στις διεργασίες των χρηστών — 2

- Όταν μία διεργασία πρέπει να αναστείλει την εκτέλεσή της, τότε αποθηκεύονται οι πληροφορίες που σχετίζονται με την τρέχουσα κατάσταση της και ο έλεγχος περνάει σε μία κατάλληλη ρουτίνα του Λ.Σ.
- Αυτό όμως γίνεται με μεταγωγή περιβάλλοντος, δηλαδή η ρουτίνα αυτή τρέχει μέσα στο χώρο μνήμης της διεργασίας που υπέστη αναστολή. Όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση της ρουτίνας, ο έλεγχος επανέρχεται στην υπό αναστολή διεργασία. Μόνο όταν χρειάζεται να γίνει εναλλαγή διεργασίας έχουμε πλήρη απομάκρυνση της διεργασίας από την ΚΜΕ και την εισαγωγή σε αυτήν άλλης διεργασίας. Με άλλα λόγια σε σύγκριση με την προηγούμενη προσέγγιση γλυτώνουμε το κόστος της εναλλαγής διεργασίας όταν ο έλεγχος πρέπει να επανέλθει στη διεργασία που είχε ανασταλεί.

(b) OS functions execute within user processes

55

Το Λ.Σ. εκτελείται μέσα στις διεργασίες των χρηστών — 3

- Το γεγονός ότι η ευθύνη εναλλαγής των διεργασιών φαίνεται να ανήκει στις διεργασίες καθ'αυτές και όχι σε κάποια άλλη ουδέτερη οντότητα, δεν δημιουργεί προβλήματα δικαιοσύνης (fairness) διότι οι ρουτίνες του Λ.Σ. εκτελούνται σε κατάσταση πυρήνα όπου ο χρήστης (και ιδιοκτήτης της διεργασίας) δεν έχει δικαίωμα πρόσβασης στον κώδικα των ρουτινών του Λ.Σ. (παρόλο που αυτές εκτελούνται στο περιβάλλον της διεργασίας του) και επομένως δεν μπορεί να τον τροποποιήσει για το συμφέρον του.

(b) OS functions execute within user processes

56

Το Λ.Σ. αποτελεί μία ομάδα από διεργασίες

- Οι περισσότερες από τις σημαντικές λειτουργίες του Λ.Σ. εκτελούνται σαν ξεχωριστές διεργασίες.
- Διευκολύνει την ανάπτυξη δομημένης οργάνωσης στο Λ.Σ.
- Το Λ.Σ. γίνεται πιο ευέλικτο και μπορεί να χρησιμοποιήσει τα ίδια κριτήρια οργάνωσης των διεργασιών των χρηστών στις δικές του διεργασίες (π.χ. μπορεί να εκτελεί τις διεργασίες του με διαφορετικούς βαθμούς προτεραιότητας ανάλογα με τη σημασία της κάθε ρουτίνας που έχει κληθεί).
- Ένα Λ.Σ. βασισμένο σε αυτή την προσέγγιση μπορεί πιο εύκολα να επεκταθεί για παράλληλα και κατανεμημένα περιβάλλοντα.

(c) OS functions execute as separate processes

57

Περιεχόμενα

- Αναπαράσταση διεργασιών στο Λ.Σ. και έλεγχός τους από αυτό.
- Καταστάσεις διεργασιών.
- Δομές δεδομένων για τη διαχείριση των διεργασιών.
- Πως το Λ.Σ. χρησιμοποιεί αυτές τις δομές για να ελέγχει την εκτέλεση των διεργασιών.
- Διαχείριση διεργασιών στο UNIX SVR4.

58

Unix SVR4 System V Release 4

- Το μεγαλύτερο μέρος του Λ.Σ. εκτελείται ως μέρος των διεργασιών του χρήστη.
- Μόνο το μέρος εκείνο του Λ.Σ. που χρειάζεται να διαχειρισθεί τους πόρους του συστήματος (π.χ. κατανομή μνήμης, εναλλαγή διεργασιών, κλπ.) εκτελείται σε κατάσταση συστήματος.
- Οι διεργασίες του χρήστη λειτουργούν σε κατάσταση χρήστη όταν εκτελούν προγράμματα του χρήστη και σε κατάσταση συστήματος όταν εκτελούν εντολές του πυρήνα.

(b) OS functions execute within user processes

59

Οι μεταπτώσεις στις καταστάσεις των διεργασιών

Figure 3.17 UNIX Process State Transition Diagram

60

Οι καταστάσεις των διεργασιών

User Running	Executing in user mode.
Kernel Running	Executing in kernel mode.
Ready to Run, in Memory	Ready to run as soon as the kernel schedules it.
Asleep in Memory	Unable to execute until an event occurs, process is in main memory (a blocked state).
Ready to Run, Swapped	Process is ready to run, but the swapper must swap the process into main memory before the kernel can schedule it to execute.
Sleeping, Swapped	The process is awaiting an event and has been swapped to secondary storage (a blocked state).
Preempted	Process is returning from kernel to user mode, but the kernel preempts it and does a process switch to schedule another process.
Created	Process is newly created and not yet ready to run.
Zombie	Process no longer exists, but it leaves a record for its parent process to collect.

61

Η διεργασία στο Unix

- Είναι μία ομάδα από δομές δεδομένων που παρέχουν στο Λ.Σ. όλες τις πληροφορίες που χρειάζεται για να χειρισθεί τις διεργασίες.
- Οι πληροφορίες αυτές χωρίζονται σε 3 κατηγορίες (δες και πίνακα 3.10):
 - Περιβάλλον επιπέδου του χρήστη.
 - Περιβάλλον επιπέδου συστήματος.
 - Περιβάλλον καταχωρητών.

62

Δημιουργία διεργασιών στο Unix

- Επιτυγχάνεται μέσω κλήσης της εντολής του συστήματος `fork()`.
- Η εντολή αυτή δημιουργεί μία νέα διεργασία η οποία χρησιμοποιεί ένα αντίγραφο του ειδώλου της διεργασίας που εκτέλεσε την εντολή, με εξαίρεση τυχόν κοινή μνήμη. Η νέα διεργασία είναι ουσιαστικά θυγατρική αυτής που εκτέλεσε την εντολή (γονική διεργασία).
- Στην νέα διεργασία δίνεται χώρος στους πίνακες των διεργασιών, ένας νέος μοναδικός αριθμός ως ταυτότητα και η πρώτη της κατάσταση είναι έτοιμη-για-εκτέλεση.
- Επίσης, οπδήποτε αρχεία ανήκουν στην γονική διεργασία, τώρα ανήκουν και στη θυγατρική της.
- Τέλος, η εκτέλεση της εντολής αυτής επιστρέφει στη γονική διεργασία τον αριθμό ταυτότητας της θυγατρικής της και στη θυγατρική διεργασία τον αριθμό 0.

63

Μετά τη δημιουργία μίας νέας διεργασίας

- Υπάρχουν 3 επιλογές:
 - Ο έλεγχος του προγράμματος παραμένει στη γονική διεργασία, η οποία συνεχίζει να εκτελεί τις εντολές της μετά την `fork()` σε κατάσταση χρήστη.
 - Ο έλεγχος του προγράμματος μεταφέρεται στη θυγατρική διεργασία, η οποία ξεκινάει την εκτέλεσή της από το ίδιο σημείο όπως και στην πρώτη περίπτωση, δηλαδή με την εντολή που βρίσκεται μετά την `fork()`.
 - Ο έλεγχος του προγράμματος μεταφέρεται σε κάποια άλλη διεργασία. Σε αυτήν την περίπτωση, και η γονική και η θυγατρική διεργασία παραμένουν στην κατάσταση έτοιμη για εκτέλεση.

64

ΕΠΛ222: Λειτουργικά Συστήματα
(μετάφραση στα ελληνικά των διαφανειών του βιβλίου Operating Systems: Internals and Design Principles, 9/E, William Stallings)

Τέλος Ενότητας 2

Οι διαφάνειες αυτές έχουν συμπληρωματικό και επεξηγηματικό χαρακτήρα και σε καμία περίπτωση δεν υποκαθιστούν το βιβλίο

Γιάννης Α. Παπαδόπουλος
Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Operating Systems
Internals and Design Principles
9th Edition
© 2013

65