

Ενότητα 6 (Κεφάλαιο 9) Χρονοδρομολόγηση

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

Γιάννης Α. Παπαδόπουλος
Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου



1

Περιεχόμενα

- Είδη χρονοδρομολόγησης.
- Αλγόριθμοι χρονοδρομολόγησης.
- Χρονοδρομολόγηση στο παραδοσιακό UNIX.

2

Χρονοδρομολόγηση

- Με τον όρο χρονοδρομολόγηση ή χρονοπρογραμματισμός (scheduling) αναφερόμαστε στον αλγόριθμο που χρησιμοποιείται για να αποφασισθεί ποια από τις διεργασίες (ή εργασίες) που είναι έτοιμες για εκτέλεση θα δεσμεύσει την ΚΜΕ για να αρχίσει να εκτελείται.
- Το μέρος του Λ.Σ. που είναι υπεύθυνο για τη χρονοδρομολόγηση των διεργασιών λέγεται χρονοδρομολογητής ή χρονοπρογραμματιστής (scheduler).

3

Σκοπός της χρονοδρομολόγησης

- Είναι η εκτέλεση των διεργασιών από την ΚΜΕ με τρόπο που να ικανοποιούνται οι στόχοι του συστήματος (σχετικά με χρόνο απόκρισης, αποδοτικότητα, κλπ.).

4

Επί μέρους στόχοι της χρονοδρομολόγησης

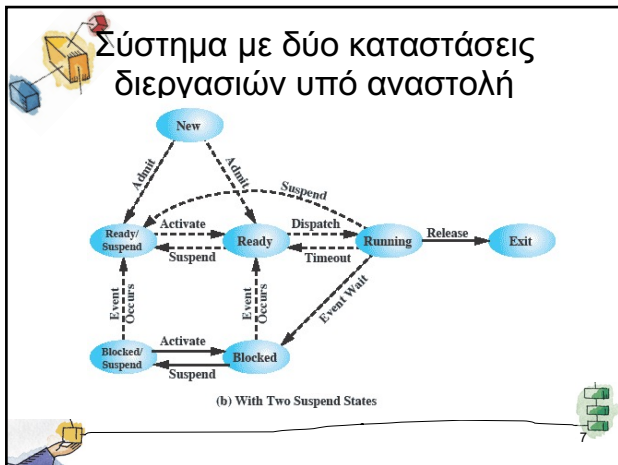
- Η πολιτική χρονοδρομολόγησης που εφαρμόζεται πρέπει να:
 - Διαμοιράζει την ΚΜΕ δίκαια μεταξύ των διεργασιών.
 - Αποφεύγει φαινόμενα παρατεταμένης στέρησης.
 - Κάνει αποδοτική χρήση της ΚΜΕ.
 - Έχει μικρό κόστος.
 - Λαμβάνει υπ' όψη τυχόν προτεραιότητες των διεργασιών (π.χ. προθεσμίες πραγματικού χρόνου).

5

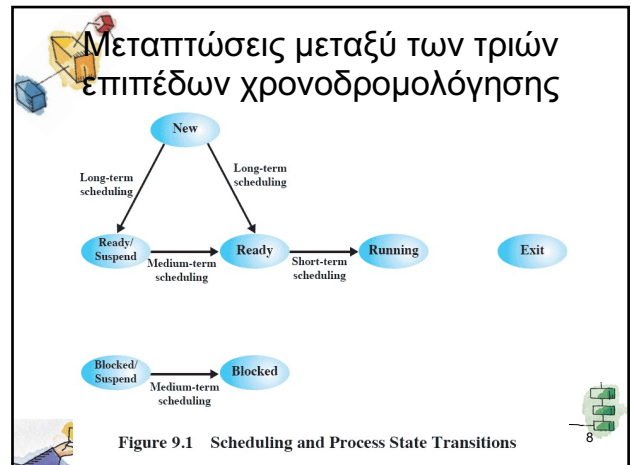
Είδη χρονοδρομολόγησης

- **Μακροπρόθεσμη** (long-term) ή **υψηλού επιπέδου** (high level) χρονοδρομολόγηση. Αποφασίζει για το ποιες εργασίες θα εισαχθούν στο σύστημα για εκτέλεση. Μόλις δημιουργηθεί μία εργασία, αποθηκεύεται στην περιφερειακή μνήμη (υπό μορφή διεργασίας) μέχρις ότου ο χρονοδρομολογητής αποφασίσει να τη μεταφέρει στην κύρια μνήμη.
- **Μεσοπρόθεσμη** (medium-term) ή **ενδιάμεσου επιπέδου** (intermediate level) χρονοδρομολόγηση. Αποφασίζει για το ποιες διεργασίες θα αποκτήσουν το δικαίωμα να συναγωνιστούν για την είσοδό τους στην ΚΜΕ. Αυτό επιτυγχάνεται με την εναλλαγή (swapping) διεργασιών από την περιφερειακή στην κύρια μνήμη και αντίστροφα.
- **Βραχυπρόθεσμη** (short-term) ή **χαμηλού επιπέδου** (low level) χρονοδρομολόγηση. Αποφασίζει για το ποια διεργασία θα δεσμεύσει την ΚΜΕ. Το μέρος του χρονοπρογραμματιστή που είναι υπεύθυνο για τη βραχυπρόθεσμη χρονοδρομολόγηση λέγεται και **επιλογέας** ή **προωθητής** (dispatcher) και εκτελείται πιο συχνά από τα άλλα μέρη.

6

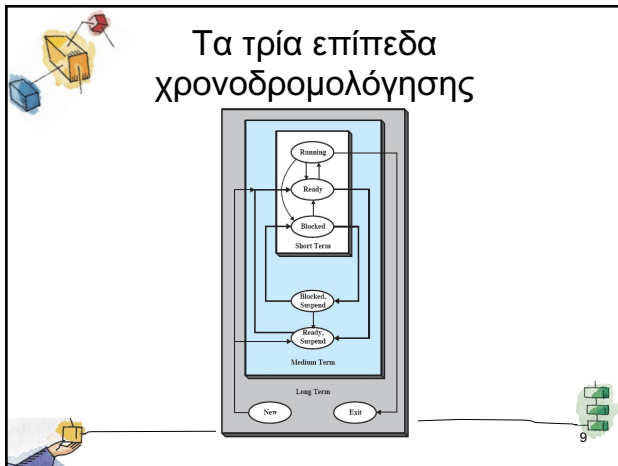


7

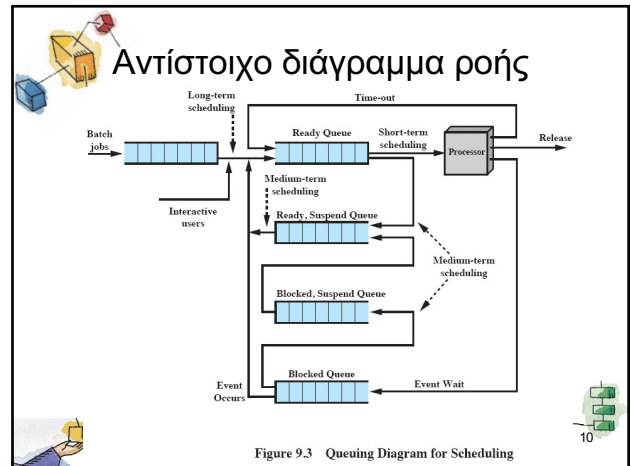


8

Figure 9.1 Scheduling and Process State Transitions



9



10

Figure 9.3 Queuing Diagram for Scheduling

Μακροπρόθεσμη ή υψηλού επιπέδου χρονοδρομολόγηση

- Αποφασίζει για το αν και ποιες εργασίες ή προγράμματα θα εισαχθούν στο σύστημα για εκτέλεση.
- Κατ' επέκταση, καθορίζει το βαθμό πολυπρογραμματισμού του συστήματος.
- Εκτελείται με μικρή σχετικά συχνότητα.
- Αν εισαχθεί στο σύστημα, μία εργασία ή πρόγραμμα γίνεται διεργασία και αποτελεί πλέον ευθύνη του βραχυπρόθεσμου χρονοδρομολογητή.
- Εναλλακτικά, η καινούργια διεργασία ξεκινάει από την περιφερειακή μνήμη, οπότε αποτελεί ευθύνη του μεσοπρόθεσμου χρονοδρομολογητή.
- Τα κριτήρια εισαγωγής μίας εργασίας ή προγράμματος μπορεί να είναι, μεταξύ άλλων:
 - Πρώτη εισερχόμενη, πρώτη εξητηρετούμενη.
 - Προτεραιότητα.
 - Αναμενόμενη χρονική διάρκεια εκτέλεσης.
 - Ανάγκες σε I/E.
- Όσοι περισσότερες διεργασίες υπάρχουν στο σύστημα, τόσο υψηλότερος είναι ο βαθμός πολυπρογραμματισμού του συστήματος αλλά αναλογικά η κάθε διεργασία έχει χαμηλότερο χρόνο χρήσης της ΚΜΕ.

11

Μεσοπρόθεσμη ή ενδιάμεσου επιπέδου χρονοδρομολόγηση

- Εκτελείται κατά τι πιο συχνά από την χρονοδρομολόγηση υψηλού επιπέδου.
- Αποφασίζει για το ποιες διεργασίες θα αποκτήσουν το δικαίωμα να συναγωνιστούν για την είσοδο τους στην ΚΜΕ.
- Αυτό επιτυγχάνεται με την εναλλαγή (swapping) διεργασιών από την περιφερειακή στην κύρια μνήμη και αντίστροφα.
- Και εδώ οι σχετικές αποφάσεις επηρεάζουν το βαθμό πολυπρογραμματισμού του συστήματος.

12




Βραχυπρόθεσμη ή χαμηλού επιπέδου χρονοδρομολόγηση

- Γνωστή επίσης και ως επιλογέας (dispatcher).
- Εκτελείται πιο συχνά από τους άλλους χρονοπρογραμματιστές.
- Εστιάζει την προσοχή του κυρίως στην όσο το δυνατόν καλύτερη χρήση της ΚΜΕ, επιλέγοντας ποια διεργασία θα τη χρησιμοποιήσει για εκτέλεση.
- Ο επιλογέας καλείται να αναλάβει δράση κάθε φορά που συμβαίνει κάτι το οποίο θα μπορούσε να οδηγήσει στο να τεθεί υπό αναστολή η διεργασία που εκτελείται στην ΚΜΕ ή στην προεκχώρηση της διεργασίας για να δοθεί η ΚΜΕ σε άλλη διεργασία.
- Τέτοια συμβάντα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:
 - Διακόπτες (E/E ή ρολογιού).
 - Κλήσεις του Λ.Σ.
 - Σήματα (π.χ. σηματοφόροι).




13




Περιεχόμενα

- Είδη χρονοδρομολόγησης.
- - Αλγόριθμοι χρονοδρομολόγησης.
- Χρονοδρομολόγηση στο παραδοσιακό UNIX.




14




Στόχοι της βραχυπρόθεσμης χρονοδρομολόγησης

- Είναι η κατανομή του χρόνου της ΚΜΕ ανάμεσα στις εκτελούμενες διεργασίες με τρόπο που να βελτιστοποιεί μία ή περισσότερες παραμέτρους της συμπεριφοράς του συστήματος.
- Σε γενικές γραμμές, ορίζεται μία ομάδα από γενικά κριτήρια με βάση τα οποία αξιολογούνται διάφοροι αλγόριθμοι χρονοδρομολόγησης.




15




Είδη κριτηρίων

- Ένας αλγόριθμος χρονοδρομολόγησης πρέπει να ικανοποιεί κάποιους στόχους (objectives).
- Οι στόχοι αυτοί σε μεγάλο βαθμό καθορίζουν και τα κριτήρια με βάση τα οποία υιοθετείται τελικά ο ένας ή ο άλλος αλγόριθμος.
- Τα κριτήρια αυτά μπορούν να χωρισθούν σε δύο κατηγορίες:
 - Προσανατολισμένα προς τον χρήστη (user oriented).
 - Προσανατολισμένα προς το σύστημα (system oriented).




16




Το κριτήριο της απόδοσης

- Ένας εναλλακτικός τρόπος κατηγοριοποίησης των κριτηρίων είναι με βάση το αν σχετίζονται ή όχι με την απόδοση του συστήματος.
- Τα κριτήρια που σχετίζονται με την απόδοση του συστήματος είναι ποσοτικά και μπορούν να μετρηθούν (π.χ. χρόνος απόκρισης).
- Τα κριτήρια που δεν σχετίζονται με την απόδοση του συστήματος είναι ποιοτικά και συνήθως η αντικειμενική τους μέτρηση είναι δύσκολη (π.χ. καθορισμένη συμπεριφορά).




17



Κριτήρια προσανατολισμένα προς τον χρήστη, σχετιζόμενα με απόδοση – 1

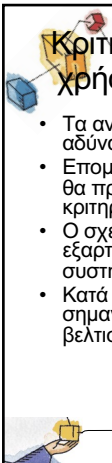
- Χρόνος απόκρισης (response time).
 - Ελαχιστοποίηση του χρόνου απόκρισης για διαλογικούς χρήστες (interactive users) και ταυτόχρονη μεγιστοποίηση του αριθμού των χρηστών.
- Χρόνος διεκπεραίωσης (turnaround time).
 - Ελαχιστοποίηση του χρόνου που οι χρήστες ενός συστήματος δέσμης (batch system) περιμένουν τη διεκπεραίωση των εργασιών τους.
- Χρόνος αναμονής (waiting time).
 - Ελαχιστοποίηση του χρόνου που μία διεργασία παραμένει έτοιμη για εκτέλεση χωρίς να κάνει χρήση της ΚΜΕ.
- Προθεσμίες (deadlines).
 - Τήρηση τυχόν προθεσμιών αποπεράτωσης της εκτέλεσης κάποιων διεργασιών.



18

Κριτήρια προσανατολισμένα προς τον χρήστη, σχετιζόμενα με απόδοση – 2

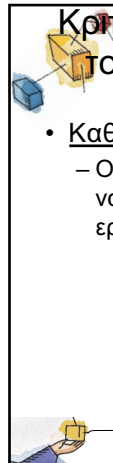
- Τα ανωτέρω κριτήρια είναι αλληλοεξαρτώμενα και είναι αδύνατο να γίνει ταυτόχρονη βελτιστοποίηση όλων.
- Επομένως η οποιαδήποτε πολιτική χρονοδρομολόγησης θα πρέπει να προβεί σε συμβιβασμούς μεταξύ των κριτηρίων.
- Ο σχετικός βαθμός συμβιβασμού μεταξύ των κριτηρίων εξαρτάται από τη φύση και επιδιωκόμενη χρήση του συστήματος.
- Κατά κανόνα πάντως ο χρόνος απόκρισης θεωρείται το σημαντικότερο κριτήριο το οποίο πρέπει να βελτιστοποιείται.



19

Κριτήρια προσανατολισμένα προς τον χρήστη, μη σχετιζόμενα με απόδοση

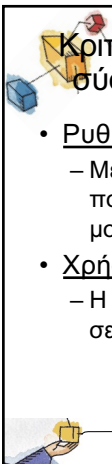
- Καθορισμένη συμπεριφορά (predictability).
 - Ο χρόνος εκτέλεσης μίας εργασίας δεν πρέπει να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το φόρτο εργασίας του συστήματος.



20

Κριτήρια προσανατολισμένα προς το σύστημα, σχετιζόμενα με απόδοση

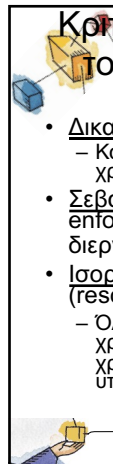
- Ρυθμός απόδοσης (throughput).
 - Μεγιστοποίηση του αριθμού των εργασιών που επεξεργάζεται το σύστημα σε μία χρονική μονάδα (π.χ. ανά ώρα).
- Χρήση της ΚΜΕ.
 - Η ΚΜΕ πρέπει να είναι απασχολημένη ιδανικά σε ποσοστό 100%.



21

Κριτήρια προσανατολισμένα προς το σύστημα, μη σχετιζόμενα με απόδοση

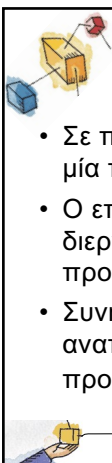
- Δικαιοσύνη (fairness).
 - Κάθε διεργασία πρέπει να λαμβάνει δίκαιο ποσοστό χρήσης της ΚΜΕ.
- Σεβασμός προτεραιοτήτων (priority enforcement), που έχουν οι εκτελούμενες διεργασίες.
- Ισορροπία χρήσης των διαθέσιμων πόρων (resource balancing).
 - Όλοι οι πόροι του συστήματος πρέπει να χρησιμοποιούνται επαρκώς. Εργασίες που θέλουν να χρησιμοποιήσουν πόρους οι οποίοι κατά κανόνα υποχρησιμοποιούνται πρέπει να προτιμούνται.



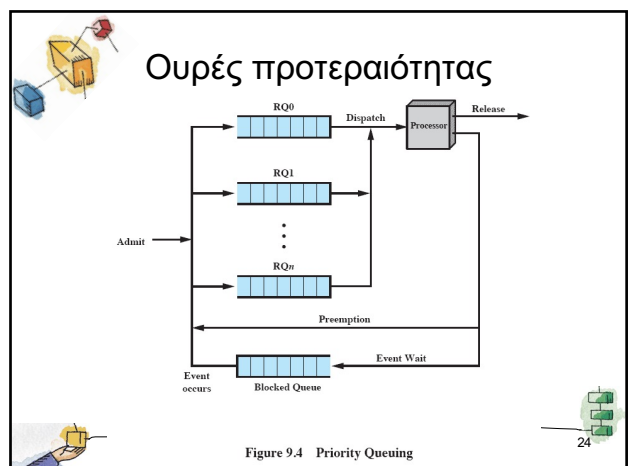
22

Η χρήση προτεραιοτήτων

- Σε πολλά συστήματα κάθε διεργασία έχει μία προτεραιότητα.
- Ο επιλογέας κατά κανόνα επιλέγει τη διεργασία εκείνη με τη μεγαλύτερη προτεραιότητα.
- Συνήθως γίνεται χρήση ουρών για την αναπαράσταση διαφόρων επιπέδων προτεραιότητας.



23



24

Χρήση ουρών προτεραιότητας

- Αντί να υπάρχει μία ουρά με τις διεργασίες που είναι έτοιμες για εκτέλεση, υπάρχουν πολλαπλές τέτοιες ουρές, μία για κάθε επίπεδο προτεραιότητας με την υψηλότερη προτεραιότητα να είναι στο πρώτο επίπεδο.
- Κατά κανόνα, ο επιλογέας θα εκτελέσει πρώτα τις διεργασίες που βρίσκονται στο πρώτο επίπεδο πριν ασχοληθεί με το δεύτερο, κ.ο.κ.
- Στο Unix χαμηλότερος αριθμός σημαίνει μεγαλύτερη προτεραιότητα ενώ στα Windows ισχύει το αντίστροφο.

25

Παρατεταμένη στέρση

- Η εισαγωγή προτεραιοτήτων στη χρονοδρομολόγηση μπορεί να οδηγήσει σε παρατεταμένη στέρση διεργασιών με χαμηλή προτεραιότητα αν συνεχώς εμφανίζονται στο σύστημα διεργασίες με υψηλότερη προτεραιότητα από τη δική τους.
- Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την αλλαγή της προτεραιότητας αυτών των διεργασιών σε υψηλότερη με βάση το χρόνο αναμονής τους για να εκτελεστούν.

26

Εναλλακτικές πολιτικές χρονοδρομολόγησης

Table 9.3 Characteristics of Various Scheduling Policies

	FCFS	Round robin	SPN	SRT	HRRN	Feedback
Selection function	max{w}	constant	min{t}	min{t - e}	$\max\left(\frac{w + t}{t}\right)$	(see text)
Decision mode	Non-preemptive	Preemptive (at time quantum)	Non-preemptive	Preemptive (at arrival)	Non-preemptive	Preemptive (at time quantum)
Throughput	Not emphasized	May be low if quantum is too small	High	High	High	Not emphasized
Response time	May be high, especially if there is a large variance in process execution times	Provides good response time for short processes	Provides good response time for short processes	Provides good response time	Provides good response time	Not emphasized
Overhead	Minimum	Minimum	Can be high	Can be high	Can be high	Can be high
Effect on processes	Penalizes short processes; penalizes I/O bound processes	Fair treatment	Penalizes long processes	Penalizes long processes	Good balance	May favor I/O bound processes
Starvation	No	No	Possible	Possible	No	Possible

27

Ταξινόμηση αλγόριθμων χρονοδρομολόγησης

- Η ταξινόμηση των αλγόριθμων χρονοδρομολόγησης γίνεται με βάση δύο χαρακτηριστικά:
 - Τη συνάρτηση επιλογής (selection function) της διεργασίας που θα επιλεγεί για εκτέλεση.
 - Τη στρατηγική αναστολής (decision mode) της διεργασίας που ήδη εκτελείται.

28

Συνάρτηση επιλογής

- Καθορίζει ποια από τις διεργασίες που είναι έτοιμες για εκτέλεση θα επιλεγεί για να χρησιμοποιήσει την ΚΜΕ.
- Κριτήρια που χρησιμοποιούνται εδώ είναι η προτεραιότητα της κάθε διεργασίας, ανάγκες σε χρήση πόρων ή τα χαρακτηριστικά της διεργασίας.
- Στην τελευταία περίπτωση, σημαντικές παράμετροι είναι:
 - Χρόνος αναμονής για εκτέλεση μέχρι τώρα.
 - Χρόνος χρήσης της ΚΜΕ μέχρι τώρα.
- **Συνολικός χρόνος που θα γίνει χρήση της ΚΜΕ (αν αυτό είναι δυνατόν να εκτιμηθεί).**

29

Στρατηγική αναστολής

- Καθορίζει τα χρονικά σημεία στα οποία θα εφαρμοσθεί η συνάρτηση επιλογής.
- Υπάρχουν δύο κατηγορίες πολιτικών χρονοδρομολόγησης εδώ:
 - Προεκχώρησης (preemptive).
 - Μη προεκχώρησης (non preemptive).

30

Προεκχώρηση vs. μη προεκχώρηση

- Μη προεκχώρηση.
 - Από τη στιγμή που μία διεργασία αρχίσει να εκτελείται θα αποδεσμεύσει την ΚΜΕ μόνο όταν ολοκληρώσει την εκτέλεσή της ή πρέπει να τεθεί υπό αναστολή για εκτέλεση εντολών E/E ή για να ζητήσει μία υπηρεσία από το Λ.Σ.
- Προεκχώρηση.
 - Η τρέχουσα εκτελούμενη διεργασία μπορεί να διακόψει την εκτέλεσή της και να απομακρυνθεί από την ΚΜΕ με σκοπό να δώσει τη δυνατότητα σε κάποια άλλη διεργασία να κάνει και αυτή χρήση της ΚΜΕ.
 - Σε αυτήν την περίπτωση, θα επανέλθει στην ΚΜΕ κάποια στιγμή στο μέλλον για να συνεχίσει την εκτέλεσή της.

31

Παράδειγμα χρονοδρομολόγησης διεργασιών

Μπορούμε να θεωρήσουμε τη κάθε διεργασία ότι είναι μία δέσμη (batch) και ότι δεν γίνεται χρήση εντολών E/E

Ο όρος χρόνος υπηρεσίας (service time) αναφέρεται στον υπολογιζόμενο συνολικό χρόνο χρήσης της ΚΜΕ.

Process	Arrival Time	Service Time
A	0	3
B	2	6
C	4	4
D	6	5
E	8	2

32

Πρώτη Αφιχθείσα, Πρώτη Εξυπηρετούμενη — 1

First-Come-First Served (FCFS)

33

Πρώτη Αφιχθείσα, Πρώτη Εξυπηρετούμενη — 2

- Ο αλγόριθμος πρώτη αφιχθείσα, πρώτη εξυπηρετούμενη (first-come-first-served (FCFS)) είναι γνωστός και ως πρώτη εισερχόμενη, πρώτη εξερχόμενη (first-in-first-out (FIFO)).
- Είναι μη προεκχωρήσιμος αλγόριθμος.
- Η κάθε διεργασία που είναι έτοιμη να εκτελεσθεί αναμένει τη σειρά της στην αντίστοιχη ουρά.
- Όταν η τρέχουσα διεργασία που εκτελείται ολοκληρώσει την εκτέλεσή της, η πρώτη διεργασία της ουράς αρχίζει να εκτελείται.
- Ο αλγόριθμος έχει καλά αποτελέσματα μόνο για διεργασίες που έχουν μεγάλο σχετικά χρόνο χρήσης της ΚΜΕ.
- Δείχνει προτίμηση σε διεργασίες που έχουν μεγάλο χρόνο εκτέλεσης και περιορισμένη χρήση E/E.
- Το κόστος (overhead) της εναλλαγής διεργασιών όμως είναι μικρό.
- Δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμος τρόπος χρονοδρομολόγησης αν και σε συνδυασμό με προτεραιότητες γίνεται πιο αποτελεσματικός.
- Χρησιμοποιείται κυρίως σε συστήματα εργασιών δέσμης.

34

Εκ Περιτροπής — 1

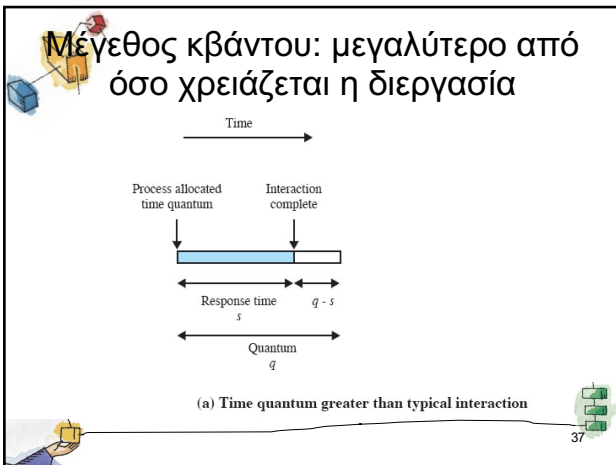
Round-Robin (RR), $q=1$

35

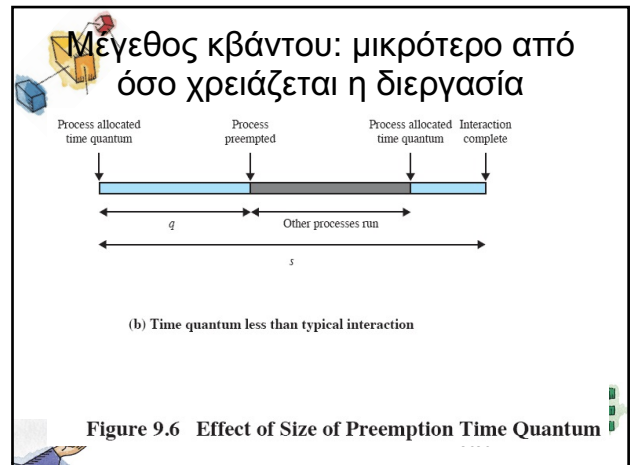
Εκ Περιτροπής — 2

- Οι διεργασίες εξυπηρετούνται εκ περιτροπής (round robin) και επομένως ο αλγόριθμος είναι προεκχωρήσιμος.
- Σε κάθε διεργασία εκχωρείται ένα χρονικό διάστημα που λέγεται κβάντο χρόνου (quantum, time-slice).
- Αν η διεργασία δεν έχει τερματίσει μέσα στα πλαίσια του κβάντου της, αναστέλλεται η εκτέλεσή της και η ΚΜΕ προεκχωρείται σε άλλη διεργασία.
- Προσοχή πρέπει να δίνεται στο πόσο μεγάλο θα είναι το κβάντο. Αν το κβάντο είναι μικρό, το κόστος εναλλαγής των διεργασιών θα είναι μεγάλο. Αν το κβάντο είναι μεγάλο, ο χρόνος απόκρισης θα είναι μεγάλος ακόμα και για σύντομες διεργασίες.
- Χρησιμοποιείται κυρίως σε συστήματα καταμερισμού χρόνου όπου παίζει κύριο λόγο ο χρόνος απόκρισης προς τους διαλογικούς χρήστες.
- Ευνοεί τις διεργασίες που χρησιμοποιούν κατ' εσχάτη την ΚΜΕ, σε βάρος όμως αυτών που χρησιμοποιούν περισσότερο συσκευές E/E. Αυτό συμβαίνει διότι στη δεύτερη περίπτωση μία διεργασία δεν θα μπορεί συνήθως να χρησιμοποιήσει άλλο το κβάντο της αφού αργά ή γρήγορα θα αναστέλλεται η εκτέλεσή της για εκτέλεση κάποιας πράξης E/E.

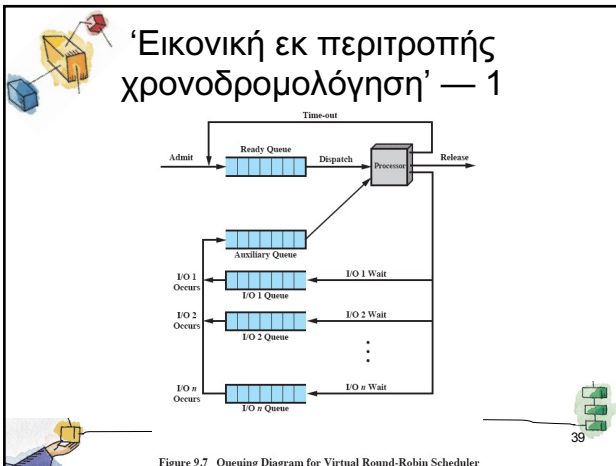
36



37



38



39

'Εικονική εκ περιτροπής χρονοδρομολόγηση' — 2

- Μία παραλλαγή του αλγόριθμου αυτού είναι οι διεργασίες που ολοκληρώνουν την εκτέλεση μιας εντολής E/E να έχουν προτεραιότητα για χρήση της ΚΜΕ έναντι των υπολοίπων που είναι έτοιμες για εκτέλεση.
- Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί με τη χρήση μιας ουράς FCFS στην οποία τοποθετούνται όλες οι διεργασίες που έχουν μόλις ολοκληρώσει μια εντολή E/E.
- Όταν η διεργασία που κάνει χρήση της ΚΜΕ απομακρύνεται από αυτήν, τότε οι διεργασίες που βρίσκονται σε αυτήν την ουρά (αν υπάρχουν) έχουν προτεραιότητα έναντι των υπολοίπων που είναι έτοιμες για εκτέλεση.
- Σε αυτήν την περίπτωση οι διεργασίες αυτές εκτελούνται για τον υπόλοιπο χρόνο του κβάντου τους που περισεψε όταν τέθηκαν υπό αναστολή.
- Μετρήσεις έδειξαν ότι ο αλγόριθμος αυτός είναι πιο δίκαιος προς τις διεργασίες που κάνουν συχνή χρήση εντολών E/E από τον κλασσικό αλγόριθμο εκ περιτροπής.

40

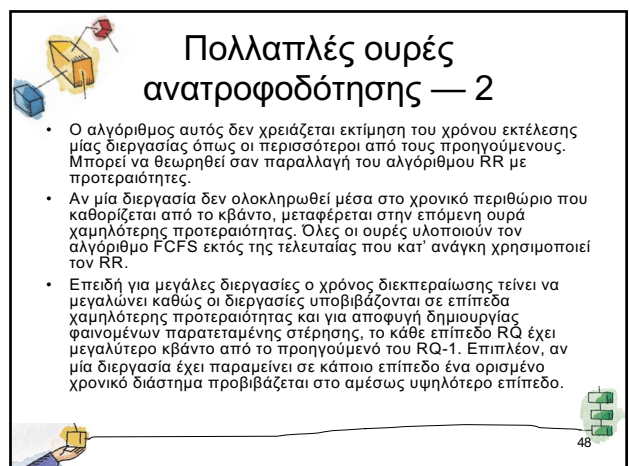
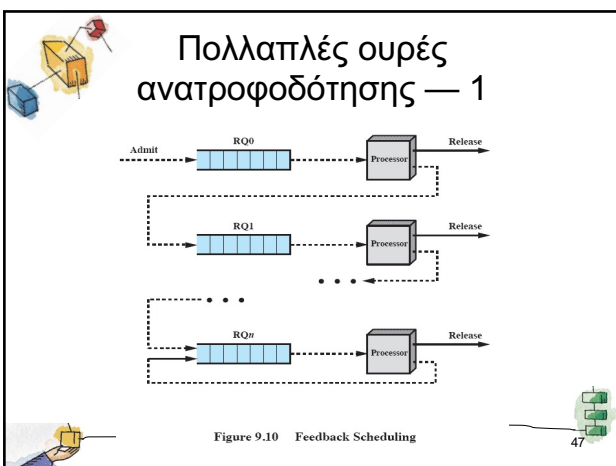
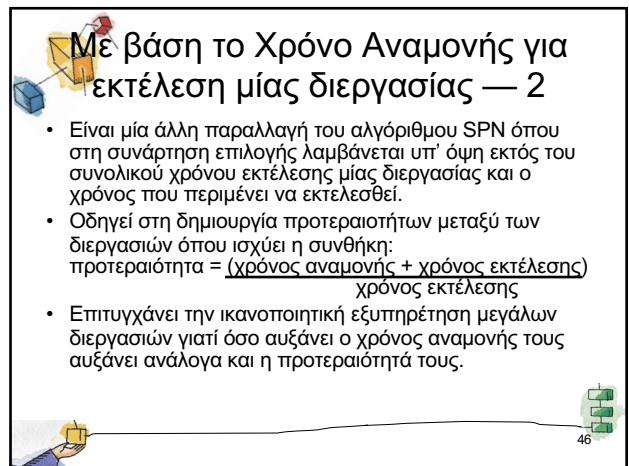
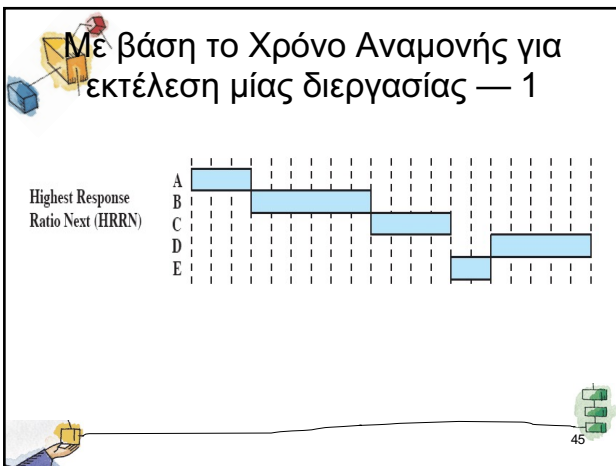
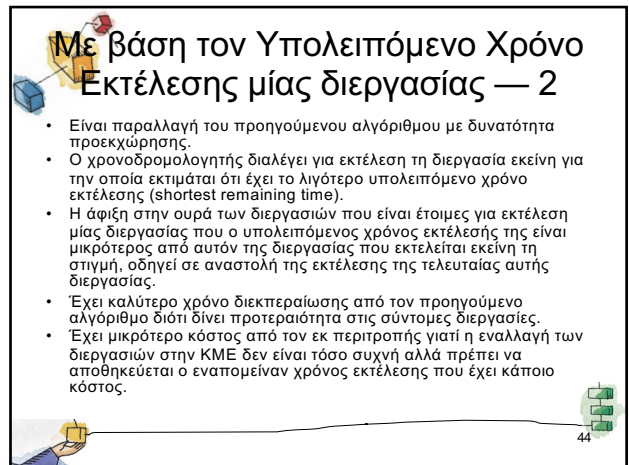
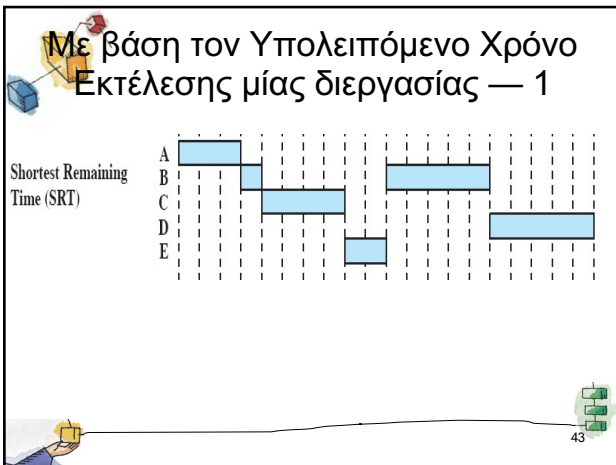


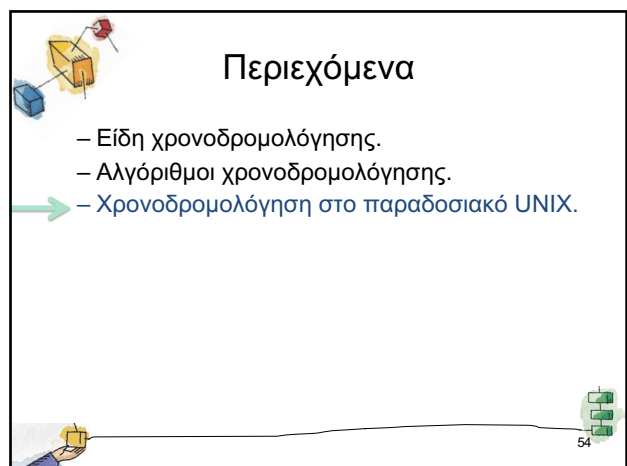
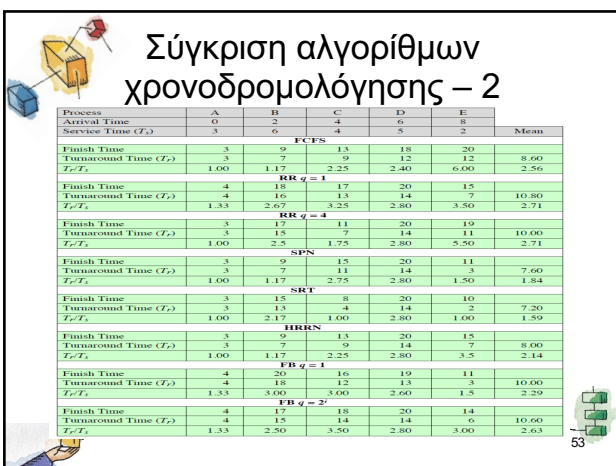
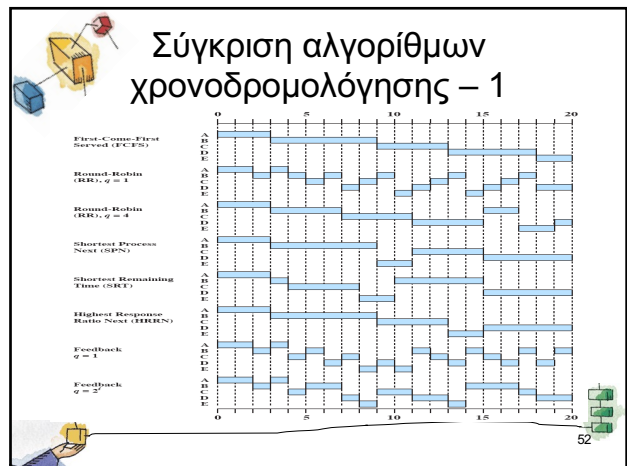
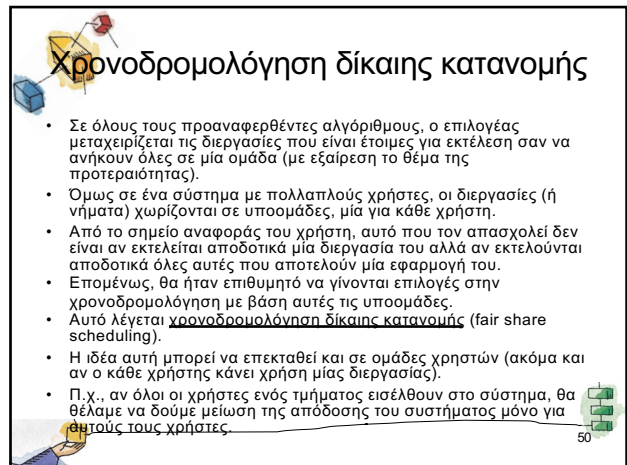
41

Με βάση το Συνολικό Χρόνο Εκτέλεσης — 2

- Οι διεργασίες εξυπηρετούνται με βάση το συνολικό χρόνο εκτέλεσής τους και συγκεκριμένα εκτελείται πρώτα η συντομότερη εργασία (shortest process next).
- Είναι παραλλαγή του πρώτου αλγόριθμου αλλά ευνοεί τις σύντομες διεργασίες. Και εδώ δεν υπάρχει αναστολή της εκτελούμενης διεργασίας (μη προεκχώρηση).
- Μεγιστοποιεί τον ρυθμό απόδοσης και ελαχιστοποιεί το χρόνο απόκρισης για σύντομες διεργασίες αλλά δεν ευνοεί μεγάλες διεργασίες.
- Λόγω της έλλειψης αναστολής δεν είναι κατάλληλη για συστήματα καταμερισμού χρόνου. Επίσης, μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα παρατεταμένης στέρσης αν στο σύστημα υπάρχουν πολλές σύντομες διεργασίες.
- Τέλος προϋποθέτει ότι ο χρόνος εκτέλεσης μιας διεργασίας είναι εκ των προτέρων γνωστός.

42





Βασική πολιτικής χρονοδρομολόγησης

- Γίνεται χρήση πολλαπλών επιπέδων ανατροφοδότησης με χρήση της εκ περιτροπής πολιτικής μέσα σε κάθε ουρά προτεραιότητας.
- Το κβάντο είναι 1 δευτερόλεπτο και αν μία διεργασία δεν έχει ολοκληρώσει την εκτέλεσή της σε αυτό το διάστημα απομακρύνεται από την ΚΜΕ.
- Υπάρχουν προτεραιότητες που σχετίζονται με τα είδη των διεργασιών και το ιστορικό τους.

55

Τύπος χρονοδρομολόγησης

$$CPU_j(i) = \frac{CPU_j(i-1)}{2}$$

$$P_j(i) = Base_j + \frac{CPU_j(i)}{2} + nice_j$$

where

- $CPU_j(i)$ = measure of processor utilization by process j through interval i
- $P_j(i)$ = priority of process j at beginning of interval i ; lower values equal higher priorities
- $Base_j$ = base priority of process j
- $nice_j$ = user-controllable adjustment factor

56

Ομάδες

- Οι προτεραιότητες επαναυπολογίζονται κάθε δευτερόλεπτο.
- Η βασική προτεραιότητα υπολογίζεται με το διαχωρισμό των διεργασιών σε σχετικές ομάδες (bands) επιπέδων προτεραιότητας.
 - Εναλλασσόμενες (υψηλότερη).
 - Έλεγχος συσκευών Ε/Ε με μπλοκ χαρακτήρων.
 - Χρήση αρχείων.
 - Έλεγχος συσκευών Ε/Ε μονών χαρακτήρων.
 - Διεργασίες χρηστών (χαμηλότερη προτεραιότητα).
- Μία διεργασία δεν μπορεί να αλλάξει ομάδα.
- Η ομαδοποίηση αυτή επιτρέπει στο Λ.Σ. να βελτιστοποιήσει πρόσβαση σε συσκευές Ε/Ε μπλοκ (π.χ. δίσκος) και την εκτέλεση των κλήσεων του συστήματος.

57

Παράδειγμα χρονοδρομολόγησης στο παραδοσιακό UNIX

Time	Process A		Process B		Process C	
	Priority	CPU count	Priority	CPU count	Priority	CPU count
0	100	100	100	0	100	0
1	75	30	100	0	90	0
2	67	15	75	30	60	0
3	63	7	67	15	75	30
4	58	3	63	7	67	15
5	54	1	58	3	63	7

Colored rectangle represents executing process

Figure 9.17 Example of Traditional UNIX Process Scheduling

58

ΕΠΛ222: Λειτουργικά Συστήματα

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

Τέλος Ενότητας 6

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

Πύραυλος Α. Γιαννακόπουλος
Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Operating Systems
Internals and Design Principles
9th Edition
© Pearson

59