

# ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

## Συστήματα αρχείων, δίσκοι Ερωτήσεις Επανάληψης

Υλικό από:  
Modern Operating Systems, A.S. Tanenbaum

Σύνθεση  
Κ.Γ. Μαργαρίτης, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

## ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Δώστε 5 διαφορετικά ονόματα διευδρομίων για το αρχείο `/etc/passwd`. Υπόδειξη: σκεφθείτε τις καταχωρίσεις καταλόγου "." και "..".
2. Στα Windows, όταν ένας χρήστης διπλοκλικάει σε ένα αρχείο στον Windows Explorer, εκτελείται ένα πρόγραμμα το οποίο παίρνει το συγκεκριμένο αρχείο ως παράμετρο. Βρείτε δύο διαφορετικούς τρόπους ώστε το λειτουργικό σύστημα να γνωρίζει ποιο πρόγραμμα πρέπει να εκτελέσει.
3. Στα πρώτα συστήματα UNIX, τα εκτελέσιμα αρχεία (τα αρχεία *a.out*) ξεκινούσαν με ένα εντελώς συγκεκριμένο μαγικό αριθμό και όχι με κάποιον ο οποίος επιλέχθηκε στην τύχη. Τα αρχεία αυτά ξεκινούσαν με μια κεφαλίδα την οποία ακολουθούσαν ο κώδικας και τα τμήματα δεδομένων. Για πιστεύεται ότι είχε επιλεγεί ένας εντελώς συγκεκριμένος μαγικός αριθμός για τα εκτελέσιμα αρχεία ενώ οι υπόλοιποι τύποι αρχείων διέθεταν ως πρώτη λέξη έναν (πάνω-κάτω) τυχαίο μαγικό αριθμό.
4. Στην Εικόνα 6-4, μια από τις ιδιότητες είναι το μήκος εγγραφής. Για ποιο λόγο ασχολείται το λειτουργικό σύστημα με αυτή;
5. Είναι η κλήση συστήματος `open` εντελώς απαραίτητη στο UNIX; Ποιες θα ήταν οι συνέπειες αν η κλήση αυτή δεν υπήρχε;
6. Τα συστήματα που υποστηρίζουν σειριακά αρχεία διαθέτουν πάντα μια ενέργεια ώστε να επιστρέφουν στην αρχή των αρχείων αυτών. Χρειάζεται η συγκεκριμένη ενέργεια στα συστήματα που υποστηρίζουν τυχαία προσπέλαση αρχείων;
7. Μερικά λειτουργικά συστήματα παρέχουν μια κλήση συστήματος που ονομάζεται `rename`, ώστε ο χρήστης να μπορεί να αλλάξει όνομα σε ένα αρχείο. Υπάρχει καμία διαφορά ανάμεσα στη χρήση αυτής της κλήσης, και στην αντιγραφή του αρχείου σε ένα νέο αρχείο (με το νέο όνομα) και τη διαγραφή του παλιού;

Σε μερικά συστήματα είναι δυνατόν να απεικονιστεί μέρος ενός αρχείου στη μνήμη. Τι περιορισμούς πρέπει να θέσουν τα συστήματα αυτά; Πώς μπορεί να υλοποιηθεί η μερική απεικόνιση;

Ένα πολύ λειτουργικό σύστημα παρέχει ένα μόνο κατάλογο αλλά επιτρέπει να τοποθετηθούν σε αυτόν τον κατάλογο οποιαδήποτε αρχεία, και τα ονόματα των αρχείων να έχουν οποιοδήποτε μήκος. Είναι δυνατό να γίνει κάποια προσομοίωση ιεραρχικού συστήματος αρχείων; Πώς;

11. Στο UNIX και στα Windows, η τυχαία προσπέλαση υλοποιείται μέσω μιας ειδικής κλήσης συστήματος η οποία μετακινεί το δείκτη "τρέχουσας θέσης" που αντιστοιχίζεται σε ένα αρχείο σε κάποιο συγκεκριμένο byte μέσα στο αρχείο. Προτείνετε έναν εναλλακτικό τρόπο για να υλοποιηθεί η τυχαία προσπέλαση χωρίς να χρησιμοποιήσετε αυτή την κλήση συστήματος.

12. Θεωρήστε το δένδρο καταλόγων της Εικόνας 6-10. Αν ο τρέχων κατάλογος είναι ο *leafdir*, ποια είναι το απόλυτο όνομα διαδρομής για το αρχείο με σχετικό όνομα διαδρομής *leafdir*;

13. Η συνεχής κατανομή των αρχείων οδηγεί στον κατακερματισμό του δίσκου, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο. Απειδή χάνεται κάποιος χώρος στο τελευταίο μπλοκ δίσκου σε όλα τα αρχεία που έχουν μέγεθος το οποίο δε σχηματίζει ακέραιο αριθμό μπλοκ. Ο κατακερματισμός αυτός είναι επικίνδυνος ή εξωτερικός. Αντιστοιχίστε το ζήτημα αυτό με κάτι που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

14. Ένας τρόπος για να χρησιμοποιείται συνεχής κατανομή στο δίσκο και να μην υπάρχει πρόβλημα που προκαλείται από τα κενά είναι να συμπτύσσεται ο δίσκος κάθε φορά που αφαιρείται ένα αρχείο. Από τη στιγμή που όλα τα αρχεία είναι συνεχή, η αντιγραφή ενός αρχείου απαιτεί μία αναζήτηση και μια καθυστέρηση περιστροφής κατά την ανέγερση του αρχείου, οι οποίες ακολουθούνται από τη μεταφορά (που γίνεται με τη μέγιστη ταχύτητα). Η εγγραφή του αρχείου απαιτεί τις ίδιες εργασίες. Αν υποθέσουμε ότι ο χρόνος αναζήτησης είναι 5 msec, η καθυστέρηση περιστροφής είναι 4 msec, ο ρυθμός μεταφοράς είναι 8 MB/sec, και το μέσο μέγεθος αρχείου είναι 8 KB, πόσος χρόνος χρειάζεται για να διαβαστεί ένα αρχείο στην κύρια μνήμη και στη συνέχεια να γραφεί ξανά στο δίσκο σε νέα θέση; Με βάση τους ίδιους αριθμούς, πόσος χρόνος χρειάζεται για να συμπτυχθεί ο μέσος χώρος ενός δίσκου 16 GB;

15. Με βάση την απάντηση στην προηγούμενη ερώτηση, έχω κανένα αποτέλεσμα η σύμπτυξη του δίσκου.

16. Μερικές εμπορικές ψηφιακές συσκευές χρειάζεται να αποθηκεύουν δεδομένα, για παράδειγμα με τη μορφή αρχείων. Ονομάστε μια σύγχρονη συσκευή η οποία χρειάζεται αποθηκευτικό χώρο για αρχεία και στην οποία η συνεχής κατανομή θα ήταν μια θεομάνια ιδέα.

17. Πώς υλοποιεί το MS-DOS την τυχαία προσπέλαση στα αρχεία;

18. Θεωρήστε τον κόμβο *i* που φαίνεται στην Εικόνα 6-15. Αν υποθέσουμε ότι περιέχει 10 άμεσες διευκρίσεις των 4 byte, ενώ όλα τα μπλοκ καταλαμβάνουν 1024 byte, ποιο είναι το μεγαλύτερο αρχείο που είναι δυνατόν να υπάρξει;

19. Έχει προταθεί ότι η απόδοση μπορεί να βελτιωθεί και να εξοικονομηθεί χώρος στο δίσκο αν τα δεδομένα των μικρών αρχείων αποθηκεύονται μέσα στον κόμβο *i*. Όσο αφορά τον κόμβο *i* της Εικόνας 6-15, πόσα byte δεδομένων πρέπει να αποθηκευτούν μέσα σε αυτόν τον κόμβο *i*;

20. Οι φοιτήτριες μιας σχολής υπολογιστών, η Carolyn και η Elyssa, συζητούν για τους κόμβους *i*. Η Carolyn υποστηρίζει ότι οι μνήμες είναι πλέον τόσο μεγάλες και τόσο φτηνές ώστε, όταν ανοίγεται ένα αρχείο, είναι απλούστερο και γρηγορότερο να προσκομίζεται απλά ένα νέο αντίγραφο του κόμβου *i* στον πίνακα κόμβων *i*, αντί να γίνεται αναζήτηση σε ολόκληρο τον πίνακα για να διαπιστωθεί αν ο κόμβος *i* βρίσκεται ήδη εκεί. Η Elyssa διαφωνεί. Ποια φοιτήτρια έχει δίκιο;

20. Αναφέρετε ένα πλεονέκτημα των εξαναγκασμένων συνδέσεων σε σχέση με τους συμβολικούς και ένα πλεονέκτημα των συμβολικών συνδέσεων σε σχέση με τους εξαναγκασμένους.
21. Η πυρακαλούθηση του ελεύθερου χώρου στο δίσκο μπορεί να γίνει με τη χρήση μιας λίστας ελεύθερων μπλοκ ή ενός χάρτη ψηφίων. Οι διαδικασίες του δίσκου απαιτούν  $A$  bit. Αν ένας δίσκος έχει χωρητικότητα  $M$  μπλοκ από τα οποία  $K$  είναι ελεύθερα, δώστε τη συνθήκη με την οποία η λίστα ελεύθερων μπλοκ χρησιμοποιεί λιγότερο χώρο από το χάρτη ψηφίων. Αν το  $A$  έχει τιμή 16 bit, αφηρώστε την απάντησή σας ως ποσοστό επί τοις εκατό του χώρου δίσκου ο οποίος πρέπει να είναι ελεύθερος.
22. Μετά την πρώτη διαμόρφωση ενός διαμερίσματος δίσκου, η αρχή ενός χάρτη ψηφίων ελεύθερου χώρου είναι η εξής: 1000 0000 0000 0000 (το πρώτο μπλοκ χρησιμοποιείται για το βασικό λειτουργικό). Το σύστημα ψάχνει πάντα για ελεύθερα μπλοκ ξεκινώντας από το μπλοκ με το μικρότερο αριθμό. Επομένως, μετά την εγγραφή του αρχείου  $A$  το οποίο χρησιμοποιεί 6 μπλοκ, ο χάρτης ψηφίων γίνεται ως εξής: 1111 1110 0000 0000. Δώστε τη μορφή του χάρτη ψηφίων μετά από τις επόμενες ενέργειες:
- Γράφεται το αρχείο  $B$ , το οποίο χρησιμοποιεί 3 μπλοκ.
  - Διεγράφεται το αρχείο  $A$ .
  - Γράφεται το αρχείο  $F$ , το οποίο χρησιμοποιεί 8 μπλοκ.
  - Διεγράφεται το αρχείο  $B$ .
23. Τι θα συμβεί αν ο χάρτης ψηφίων ή η λίστα ελεύθερων μπλοκ του δίσκου καταστραφούν τρέχοντας μετά από μια κατάρρευση; Υπάρχει τρόπος ανάκαμψης από αυτή την καταστροφή ή πρέπει να αποχαιρετήσουμε το δίσκο; Συζητήστε την απάντησή σας ξεχωριστά για το UNIX και το σύστημα αρχείων FAT-16.
24. Η δουλειά του Oliver Owl στο κέντρο υπολογιστών του πανεπιστημίου είναι να αλλάζει τις ταινίες που χρησιμοποιούνται κατά τη λήψη κροδικών αντιγράφων των δεδομένων, η οποία γίνεται τη νύχτα. Ενώ περιμένει να γεμίσει κάθε ταινία, γράφει τη διπλωματική του εργασία, που αποδεικνύει ότι τα θεωρητικά έργα του Σέξπηρ έχουν γραφεί από ξένους οι οποίοι επισκέφθηκαν εκκίνητη την επαχή την Αγγλία. Ο Oliver χρησιμοποιεί τον επεξεργαστή κειμένου του συστήματος (το οποίο απογράφεται στην ταινία), επειδή δεν υπάρχει άλλος διαθέσιμος. Υπάρχει κάποιο πρόβλημα με αυτό;
25. Εξαπέσαμε λεπτομερώς τη δημιουργία κροδικών αντιγράφων. Στα Windows είναι εύκολο να αποφασίσουμε αν πρέπει να αντιγραφεί ένα αρχείο, επειδή κάθε αρχείο διαθέτει bit αρχειοθέτησης. Το bit αυτό λείπει από το UNIX. Πώς γνωρίζουν τα προγράμματα λήψης κροδικών αντιγράφων στο UNIX ποια αρχία πρέπει να αντιγράψουν;
26. Ας υποθέσουμε ότι το αρχείο 21 στην Εικόνα 6-24 δεν έχει τροποποιηθεί μετά την τελευταία λήψη κροδικού αντιγράφου. Περιγράψτε πώς θα είναι η νέα μορφή των τεσσάρων χαρτών ψηφίων της Εικόνας 6-25.
27. Έχει προταθεί το πρώτο τμήμα κάθε αρχείου στο UNIX να διατηρείται στο ίδιο μπλοκ δίσκου με τον κόμβο  $i$  του. Τι καλό μπορεί να δώσει αυτή η τοποθέτηση;
28. Εξειάστε την Εικόνα 6-26. Είναι δυνατόν για κάποιο συγκεκριμένο αριθμό μπλοκ οι μετρητές και στις δύο λίστες να έχουν την τιμή 2; Πώς μπορεί να διορθωθεί αυτό το πρόβλημα;

28. Η απόδοση ενός συστήματος αρχείων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ποσοστό επιτυχίας της κρυφής μνήμης (το ποσοστό των μπλοκ που βρέθηκαν στην κρυφή μνήμη). Αν χρειάζεται 1 msec για να ικανοποιηθεί μια αίτηση από την κρυφή μνήμη, αλλά 40 msec για να ικανοποιηθεί μια αίτηση αν χρειάζεται ανάγνωση από το δίσκο, δώστε ένα μαθηματικό τύπο για το μέσο χρόνο που απαιτείται για να ικανοποιηθεί μια αίτηση αν το ποσοστό επιτυχίας είναι  $p$ . Σχεδιάστε αυτή τη συνάρτηση αν το  $p$  μεταβάλλεται από 0 μέχρι 1.0.
29. Μια δισκέτα έχει 40 κυλίνδρους. Μια αναζήτηση χρειάζεται 6 msec για κάθε κίνηση σε άλλο κύλινδρο. Αν δε γίνει καμία προσπάθεια να τοποθετηθούν τα μπλοκ κάθε αρχείου κοντά το ένα στο άλλο, δύο μπλοκ που είναι λογικά συνεχόμενα (δηλαδή, το ένα ακολουθεί το άλλο μέσα στο αρχείο) θα βρίσκονται περίπου 13 κυλίνδρους μακριά το ένα από το άλλο κατά μέσο όρο. Αν όμως το λειτουργικό σύστημα προσπαθήσει να τοποθετήσει μαζί τα σχετιζόμενα μπλοκ, η μέση απόσταση ανάμεσα στα μπλοκ μπορεί να μειωθεί σε 2 κυλίνδρους (για παράδειγμα). Πόσος χρόνος χρειάζεται για να διαβαστεί ένα αρχείο μεγέθους 100 μπλοκ στην κάθε μία από αυτές τις περιπτώσεις, αν η κεντροποίηση περιστροφής είναι 100 msec και ο χρόνος μεταφοράς 25 msec ανά μπλοκ;
30. Επιστρέφουμε στην Εικόνα 6-20, αλλά τώρα οι παράμετροι του δίσκου έχουν ως εξής: ο μέσος χρόνος αναζήτησης είναι 8 msec, ο ρυθμός περιστροφής είναι 15.000 rpm, και υπάρχουν 262.144 byte ανά τροχιά. Ποιοι είναι οι ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων για μεγέθη μπλοκ 1 KB, 2 KB, και 4 KB, αντίστοιχα;
31. Ένα συγκεκριμένο σύστημα αρχείων έχει μπλοκ δίσκου με μέγεθος 2 KB. Η κεντρική τιμή του μεγέθους αρχείου είναι 1 KB. Αν όλα τα αρχεία ήταν ακριβώς 1 KB, τι ποσοστό του χώρου του δίσκου θα πήγαινε χαμένο; Πιστεύετε ότι οι απώλειες σε ένα πραγματικό σύστημα αρχείων είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες από το σύστημα αυτό; Εξηγήστε την απάντησή σας.
32. Το CP/M σχεδιάστηκε να εκτελείται από μια μικρή μονάδα δισκέτας, η οποία έπαιζε το ρόλο της συσκευής μαζικής αποθήκευσης. Ας υποθέσουμε ότι το CP/M πρέπει να μεταφερθεί σε ένα σύγχρονο υπολογιστή ο οποίος διαθέτει ένα μεγάλο σκληρό δίσκο. Ποιος είναι ο μεγαλύτερος δυνατός δίσκος που μπορεί να υποστηριχθεί χωρίς να αλλάξει το μέγεθος της μορφής καταλόγου που φαίνεται στην Εικόνα 6-31; Τα πεδία του καταλόγου και οι υπόλοιποι παράμετροι του συστήματος μπορούν να αλλάξουν αν υπάρχει ανάγκη. Ποιες αλλαγές θα κάνατε;
33. Ο πίνακας FAT-16 του MS-DOS περιέχει 64K καταχωρίσεις. Ας υποθέσουμε ότι ένα από τα bit χρειάζεται για κάποιον άλλο λόγο και ότι ο πίνακας περιέχει 32.768 καταχωρίσεις. Αν δε γίνουν άλλες αλλαγές, ποιο είναι το μεγαλύτερο αρχείο MS-DOS που μπορεί να υπάρξει κάτω από αυτές τις συνθήκες;
34. Τα αρχεία στο MS-DOS ανταγωνίζονται για την κτήση χώρου στον πίνακα FAT-16 ο οποίος βρίσκεται στη μνήμη. Αν κάποιο αρχείο χρησιμοποιεί  $k$  καταχωρίσεις, επομένως οι συγκεκριμένες  $k$  καταχωρίσεις δεν είναι διαθέσιμες σε οποιοδήποτε άλλο αρχείο, τι περιορισμούς θέτει το δεδομένο αυτό στο συνολικό μήκος όλων μαζί των αρχείων;
35. Κάποιο σύστημα αρχείων UNIX διαθέτει μπλοκ με μέγεθος 1 KB και διευθύνσεις δίσκου με μέγεθος 4 byte. Ποιο είναι το μέγιστο μέγεθος αρχείου αν οι κόμβοι  $i$  περιέχουν 10 άμεσες καταχωρίσεις και από μία απλή, διπλή, και τριπλή έμμεση καταχώριση ο καθένας;
36. Ποιος ενέργειος δίσκου χρειάζονται για να μεταφερθεί ο κόμβος  $i$  του αρχείου *first/last/intermediate* δισκέτα.ε; Υποθέστε ότι ο κόμβος  $i$  που αντιστοιχεί στο βασικό κατάλογο βρίσκεται στη μνήμη, αλλά δε βρίσκεται εκεί τίποτε άλλο που έχει να κάνει με τη διαδρομή. Υποθέστε επίσης ότι όλοι οι καταλόγοι χωρούν σε ένα μπλοκ δίσκου.

38. Σε πολλά συστήματα UNIX, οι κόμβοι *i* διατηρούνται στην αρχή του δίσκου. Μια εναλλακτική σχεδίαση είναι να δεσμεύεται ένας κόμβος *i* όταν δημιουργείται ένα αρχείο και να τοποθετείται ο κόμβος *i* στην αρχή του πρώτου μπλοκ του αρχείου. Συζητήστε τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα αυτής της εναλλακτικής πρότασης.
39. Γράψτε ένα πρόγραμμα το οποίο αντιστρέφει τα bytes σε ένα αρχείο, ώστε το τελευταίο byte να γίνει πρώτο και το πρώτο byte να γίνει τελευταίο. Το πρόγραμμα αυτό πρέπει να δουλεύει κανονικά με οποδήποτε μεγάλα αρχεία, προσπαθήστε όμως να το κατασκευάσετε έτσι ώστε να είναι αρκετά αποδοτικό.
40. Γράψτε ένα πρόγραμμα το οποίο ξεκινάει σε κάποιο δεδομένο κατάλογο και κατεβαίνει στο δένδρο αρχείων καταγράφοντας τα μεγέθη όλων των αρχείων που συναντάει. Όταν τελειώσει, πρέπει να τυπώσει ένα ιστόγραμμα των μεγεθών των αρχείων χρησιμοποιώντας ένα μέγεθος ράβδου το οποίο δίνεται στο πρόγραμμα ως παράμετρος (για παράδειγμα, αν του δοθεί 1024, τα μεγέθη αρχείων από 0 έως 1023 τοποθετούνται σε μία κατηγορία, από 1024 έως 2047 στην επόμενη, κ.ο.κ.).
41. Γράψτε ένα πρόγραμμα το οποίο σαρώνει όλους τους καταλόγους σε ένα σύστημα αρχείων UNIX και εντοπίζει όλους τους κόμβους *i* που έχουν μετρητή εξαναγκασμένων συνδέσεων με την 2 ή μεγαλύτερη. Για κάθε τέτοιο αρχείο, το πρόγραμμα πρέπει να τυπώσει όλα τα ονόματα αρχείων που δείχνουν σε αυτό το αρχείο.
42. Γράψτε μια νέα έκδοση του προγράμματος *ls* του UNIX. Η έκδοση αυτή θα παίρνει ως όρισμα ένα ή περισσότερα ονόματα καταλόγων, και για κάθε κατάλογο θα παρουσιάζει μια λίστα με όλα τα αρχεία που βρίσκονται σε αυτόν, γράφοντας κάθε αρχείο σε ξεχωριστή γραμμή. Κάθε πεδίο πρέπει να μορφοποιηθεί με λογικό τρόπο που να εξαρτάται από τον τύπο του. Εμφανίστε μόνο την πρώτη διεύθυνση δίσκου, αν υπάρχει.
43. Γράψτε το CP/M σε C ή C++. Ψάξτε στο Διαδίκτυο για να βρείτε πληροφορίες γι' αυτό το θέμα.