

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων (File System Management)

ΑΡΧΕΙΑ

Φυσικό/πραγματικό αρχείο (physical file)

- Φυσικές ομοειδείς εγγραφές/ομάδες (physical records/blocks)
 - σύνολο δεδομένων αποθηκευμένων μεταξύ των μεσοδιαστημάτων των ομάδων/τομέων
 - μεταφέρονται κατά την εκτέλεση μιας φυσικής/πραγματικής εντολής ε/ε

Εικονικό/λογικό αρχείο (virtual/logical file)

- Λογικές ομοειδείς λογικές εγγραφές (logical records)
 - ορίζονται από το χρήστη (μέσω γλωσσών υψηλού επιπέδου κ.ά.)
 - μεταφέρονται κατά την εκτέλεση μιας εικονικής/λογικής εντολής ε/ε
- φυσική εγγραφή = πολλές λογικές εγγραφές (συνήθως)
- λογική εγγραφή = πολλές φυσικές εγγραφές (αν είναι μεγάλη)
- **Ομαδοποίηση (blocking)** = πύκνωση (packing) σε μια φυσική εγγραφή (ομάδα) περισσότερων από μία λογικών εγγραφών

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΑΡΧΕΙΑ

Εγγραφές (λογικές ή φυσικές)

- σταθερού μήκους (fixed-length records)
- μεταβλητού μήκους (variable-length records)
 - το μήκος αποθηκεύεται στην αρχή της εγγραφής ή
 - κάποιος ειδικός χαρακτήρας (συνήθως ο RS) δείχνει το τέλος της

ΣΚΟΠΟΙ

- το πιο “ορατό” μέρος του Λ.Σ.
- ευκολία χρήσης του Λ.Σ. ~ διεπαφή, δομή, αξιοπιστία του συστήματος αρχείων

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

- βασικές λειτουργίες (dir, save, copy, delete, ...)

Επιπλέον ο διαχειριστής του συστήματος (system manager) πρέπει επιπλέον να έχει την ικανότητα:

- να εισάγει νέους χρήστες
- να διαγράφει χρήστες και τα αρχεία τους
- να εγκαθιστά νέα μέσα αποθήκευσης αρχείων (τόμους)

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΣΤΟΧΟΙ

- εύκολη και ασφαλής χρήση των αρχείων
- εύκολος και ασφαλής (κατα)μερισμός αρχείων
- ομοιόμορφος εικονικός χώρος αποθήκευσης (virtual file storage)
- ομοιόμορφη παράσταση αρχείων (uniform file representation)
- *Αρχείο = αφηρημένος τύπος δεδομένων*
 - δεδομένα + πράξεις (δημιουργία, αρχικοποίηση, ανάγνωση, εγγραφή, διαγραφή, ...)
- *Τύπος αρχείου = λογική δομή αρχείου*
 - text, εγγραφών, πηγαίο, αντικειμενικό, ήχου, εικόνας, βίντεο κ.ά.

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΤΥΠΟΙ ΑΡΧΕΙΩΝ

▪ UNIX-Linux-Java

- ομοιόμορφη παράσταση αρχείων
- αρχεία = ακολουθίες δυφιοσυλλαβών
 - κάθε δυφιοσυλλαβή έχει τη δική της “διεύθυνση”, δηλαδή την
 - απόστασή της από την αρχή του αρχείου
 - UNIX: αυτόματη ομαδοποίηση/απομαδοποίηση των δυφιοσυλλαβών στις/από τις φυσικές εγγραφές
 - μεγάλη ευελιξία, αλλά
 - απαιτεί τα προγράμματα εφαρμογής (εργαλεία λογισμικού στο UNIX) να περιέχουν εντολές που να διερμηνεύουν τη δομή των αρχείων εισόδου τους όπως αυτά τα προγράμματα την “περιμένουν” να είναι

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΤΥΠΟΙ ΑΡΧΕΙΩΝ

▪ Windows, MacOS

- υποστηρίζουν διαφορετικούς τύπους αρχείων
- “γνωρίζουν” τη δομή και τον τύπο των αρχείων
 - τον τρόπο εμφάνισής τους στην οθόνη, την εφαρμογή που τα δημιούργησε (μόνο αυτή μπορεί να τα χρησιμοποιήσει)
 - κ.ά.
- το σύστημα μπορεί
 - να ελέγξει τη σωστή χρήση των αρχείων
 - να βοηθήσει τους χρήστες στην χρήση τους
- το λειτουργικό σύστημα είναι μεγαλύτερο
- είναι δυσκολότερο να γραφούν εφαρμογές για τύπους αρχείων που δεν υποστηρίζει το σύστημα

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ (FILE ACCESS METHODS) ή ΛΟΓΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΑΡΧΕΙΩΝ (LOGICAL FILE ORGANISATION)

- μέθοδος προσπέλασης των *λογικών εγγραφών* των αρχείων
- ένα σύστημα μπορεί να παρέχει
 - μία μόνο μέθοδο προσπέλασης
 - πολλές μεθόδους προσπέλασης
 - η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου είναι μέρος του σχεδιασμού μιας εφαρμογής

Ακολουθιακή Προσπέλαση (Sequential Access)

- οι λογικές εγγραφές διαβάζονται ή γράφονται διαδοχικά η μία μετά την άλλη
- ακολουθιακά αρχεία (sequential files)

Διαμερισμένη Προσπέλαση (Partitioned Access)

- το αρχείο αποτελείται από ακολουθιακά υποαρχεία, τα μέλη (members) του
 - τα οποία προσπελάζονται με συμβολικά όνομα
 - ακολουθιακή προσπέλαση των υποαρχείων
- χρήση στην οργάνωση των βιβλιοθηκών προγραμμάτων
 - των χρηστών και του συστήματος

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δεικτοδοτημένη Ακολουθιακή Προσπέλαση (Indexed Sequential Access - ISAM)

- προσπέλαση μέσω ενός πεδίου-κλειδιού (key field) που περιέχεται στην κάθε εγγραφή
- **πίνακας δεικτών (index table)**
 - αντιστοιχίζεται από το σύστημα σε κάθε τέτοιο αρχείο
 - ένα στοιχείο πίνακα δεικτών περιέχει
 - το δείκτη προς τη φυσική ομάδα (τις διευθύνσεις κυλίνδρου, επιφάνειας [ή ίχνους] και τομέα)
 - το κλειδί της τελευταίας λογικής εγγραφής της φυσικής ομάδας
 - *ταξινομημένος με λεξικογραφική σειρά των κλειδιών*

προσπέλαση λογικής εγγραφής

- ψάχνεται (δυναδικά) ο πίνακας των δεικτών στην ΚΜ μέχρις ότου βρεθεί το (πρώτο μεγαλύτερο ή ίσο) κλειδί της φυσικής ομάδας που περιέχει τη λογική εγγραφή
- η φυσική ομάδα του αρχείου μεταφέρεται στην ΚΜ
- η λογική εγγραφή εντοπίζεται με γραμμικό ψάξιμο στην ΚΜ
- μια (το πολύ) μεταφορά φυσικής ομάδας από το δίσκο στην ΚΜ
- μεγάλος χώρος της ΚΜ για την αποθήκευση του πίνακα των δεικτών

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

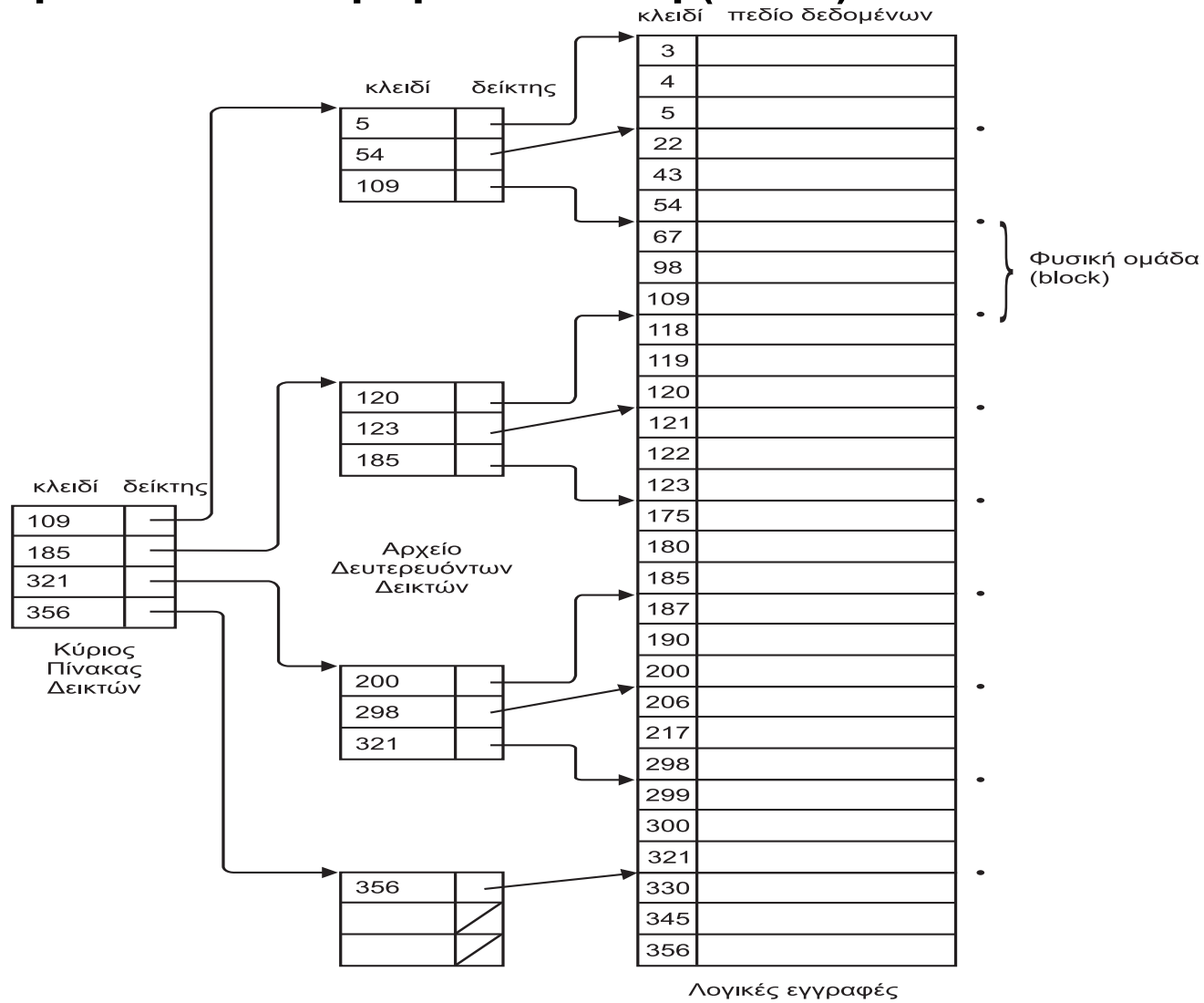
Δεικτοδοτημένη Ακολουθιακή Προσπέλαση (ISAM)

Μεγάλος πίνακας δεικτών

- κύριος πίνακας δεικτών (master index) στην ΚΜ δείχνει σε αρχείο δεικτών (index file) στο δίσκο
 - κάθε στοιχείο του κύριου πίνακα δεικτών περιέχει
 - το κλειδί και το “δείκτη” σε μια εγγραφή του αρχείου δεικτών
 - η οποία με τη σειρά της “δείχνει” την αρχή μιας φυσικής ομάδας του αρχείου
- ψάχνεται (δυναδικά) ο κύριος πίνακας δεικτών στην ΚΜ
- μέχρις ότου βρεθεί το (πρώτο μεγαλύτερο ή ίσο) κλειδί της φυσικής ομάδας του αρχείου δεικτών
- η φυσική ομάδα του αρχείου δεικτών μεταφέρεται στην ΚΜ
- ψάχνεται (δυναδικά) η φυσική ομάδα του αρχείου δεικτών
- μέχρις ότου βρεθεί το (πρώτο μεγαλύτερο ή ίσο) κλειδί της φυσικής ομάδας του αρχείου
- η φυσική ομάδα του αρχείου μεταφέρεται στην ΚΜ
- η λογική εγγραφή εντοπίζεται με γραμμικό ψάξιμο στην ΚΜ
- δύο (το πολύ) μεταφορές φυσικών ομάδων από το δίσκο στην ΚΜ
- μικρός χώρος της ΚΜ για την αποθήκευση του κύριου πίνακα δεικτών

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Δεικτοδοτημένη Ακολουθιακή Προσπέλαση (ISAM)



Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Μέθοδοι Προσπέλασης Αρχείων

Άμεση Προσπέλαση (Direct Access)

- άμεση προσπέλαση των λογικών εγγραφών
- προσδιορισμός του αριθμού της λογικής εγγραφής (logical record number), δηλαδή της σχετικής θέσης της εγγραφής μέσα στο αρχείο
- κατευθείαν από τις εικονικές εντολές ε/ε (read, write, get, put, ...)
- με χρήση της εντολής seek που
 - μετακινεί το δείκτη του αρχείου στη θέση της ζητούμενης λογικής εγγραφής

Μετασχηματισμός λογικής διεύθυνσης της εγγραφής στη φυσική διεύθυνση της ομάδας που την περιέχει

- πίνακας κατακερματισμού (hash table)
- πολύ γρήγορη μέθοδος
- δυσκολότερος προγραμματισμός αν το σύστημα δεν παρέχει τον πίνακα κατακερματισμού
 - π.χ. αν τα πεδία-κλειδιά δεν είναι “μικροί” φυσικοί ακέραιοι, τότε
 - ο χρήστης πρέπει να κτίσει ο ίδιος τον πίνακα κατακερματισμού
- αρχεία άμεσης/τυχαίας προσπέλασης (direct/random access files)
- παρέχονται από τις Pascal, C, Java κ.ά.

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

- το φυσικό μέσο αποθήκευσης ονομάζεται *τόμος (volume)*
 - μαγνητική ταινία
 - μαγνητικός δίσκος (ανταλλάξιμος)
- ποια (φυσικά) αρχεία βρίσκονται σε έναν τόμο?
 - ευρετήριο συσκευής (device directory)
 - στην αρχή της ταινίας
 - σε μία ορισμένη διεύθυνση (τομέα) του δίσκου (έστω 0)
 - περιγράφει τις φυσικές ιδιότητες των αρχείων στον τόμο
 - όνομα
 - θέση
 - μέγεθος (σε bytes)
 - ημερομηνία που δημιουργήθηκε
 - κ.ά.
- MS-DOS: Πίνακας Καταχώρισης Αρχείων (File Allocation Table, FAT)

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Βασικές λειτουργίες συστήματος αρχείων

(ανάγνωση, εγγραφή, μετακίνηση του δείκτη τους, διαγραφή)

- απαιτούν ψάξιμο του ευρετηρίου της συσκευής για το στοιχείο που (θα) περιέχει το όνομα αρχείου
- μεγάλο ευρετήριο συσκευής
 - χρονοβόρο ψάξιμο
 - λίγα αρχεία χρησιμοποιούνται “ταυτόχρονα” σε κάποιο χρονικό διάστημα
 - “άνοιγμα” (open) αρχείου την πρώτη φορά που γίνεται αναφορά σ’ αυτό
 - αποφυγή ψαξίματος τις επόμενες φορές

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΤΕΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Περιλαμβάνουν πληροφορίες για τις

- φυσικές ιδιότητες του αρχείου
 - συμβολικό όνομα
 - θέση της πρώτης φυσικής ομάδας
 - θέση των υπόλοιπων φυσικών ομάδων (ανάλογα με τη μέθοδο καταχώρισης)
 - μέγεθός του
 - διεύθυνση (δείκτη) του περιγραφητή της συσκευής στην οποία είναι αποθηκευμένο
 - κ.ά.

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΤΕΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

- *λογικές ιδιότητες του αρχείου*
 - μέθοδος προσπέλασης
 - (μέγιστο) μήκος των λογικών εγγραφών
 - εγγραφές σταθερού ή μεταβλητού μήκους
 - μήκος του πεδίου-κλειδιού
 - θέση του πεδίου-κλειδιού στη λογική εγγραφή
 - ταυτότητα του ιδιοκτήτη
 - ταυτότητα της ομάδας του ιδιοκτήτη
 - μέγεθος/πλήθος ενταμιευτή/των
 - διεύθυνση διαδικασιών αντιμετώπισης παγίδων (eof, ...)
 - τύπος
 - δικαιώματα προσπέλασης
 - διαθεσιμότητα (μόνιμο/προς αρχειοθέτηση/προς διαγραφή)
 - ημερομηνία και ώρα δημιουργίας/διαγραφής του
 - ημερομηνία και ώρα τελευταίας τροποποίησης
 - κρυφό (hidden) ή όχι
 - μετρητές δραστηριότητας (activity counters)
 - κ.ά.

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΤΕΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

- **Άνοιγμα αρχείου**
 - κλήση συστήματος `open`
 - δημιουργία περιγραφητή του αρχείου
 - προσθήκη του περιγραφητή στον **Πίνακα (περιγραφητών) Ανοικτών Αρχείων (Open File Table)** ή **Πίνακα Ενεργών Αρχείων (Active File Table)** ο οποίος
 - *διαμένει μόνιμα στην κύρια μνήμη*
- **Βασικές λειτουργίες**
 - απαιτούν το ψάξιμο του πίνακα ανοικτών αρχείων κι όχι ολόκληρου του ευρετηρίου της συσκευής
 - χρησιμοποιούν τον περιγραφητή για τη συναρμολόγηση του IORB που στέλνεται στο διαχειριστή της συσκευής
- **Κλείσιμο αρχείου**
 - κλήση συστήματος `close`
 - όταν το αρχείο δε χρειάζεται πλέον διαγράφεται ο περιγραφητής του από τον πίνακα των ανοικτών αρχείων
 - αυτόματο κλείσιμο όταν η διεργασία που το άνοιξε τελειώσει

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ευρετήριο συσκευής

- ικανοποιητικό για συστήματα
 - ενός χρήστη
 - περιορισμένης βοηθητικής μνήμης
- μοναδικά συμβολικά ονόματα αρχείων

Χωρίσματα (partitions) δίσκου

- δημιουργία “δευτερευόντων τόμων” (subsidiary volumes)
- από το χρήστη ή το διαχειριστή του συστήματος
- κάθε δευτερεύων τόμος έχει το δικό του ευρετήριο
- ευρετήριο του “κύριου” τόμου
 - για κάθε δευτερεύοντα τόμο περιέχει
 - όνομα, θέση (διεύθυνση), το μέγεθος, η ημερομηνία δημιουργίας του κ.ά.
- ικανοποιητική λύση για συστήματα ενός χρήστη
 - δυνατότητα προστασίας
 - κακοί τομείς: “εκτός λειτουργίας” κάποιος τόμος και όχι ολόκληρος ο δίσκος
 - δυνατότητα εφεδρικών αντιγράφων (backup copies)
 - αποθήκευση σε περισσότερους από έναν τόμους
- απομόνωση κάθε χρήστη σε μία περιοχή του δίσκου

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Συστήματα πολυπρογραμματισμού

- (λογικό) ευρετήριο αρχείων (file directory)
- δομή δεδομένων
 - περιγράφει την οργάνωση όλων των αρχείων
 - παρέχει μηχανισμό εντοπισμού τους
 - ανεξάρτητο από τις φυσικές συσκευές αποθήκευσης τους
- Ένας δίσκος
 - ευρετήριο αρχείων = ευρετήριο συσκευής
 - ή ίδια περιεχόμενα ευρετηρίου αρχείων και συσκευής
- Πολλοί δίσκοι (και/ή ανταλλάξιμοι)
 - ευρετήριο αρχείων περιέχει δείκτες προς τα ευρετήρια των συσκευών
 - εύκολη μετακίνηση ενός τόμου σε άλλο σύστημα
 - εύκολη επανόρθωση του ευρετηρίου αρχείων

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Λειτουργίες συστήματος αρχείων

- επισύναψη (νέου) στοιχείου
- διαγραφή στοιχείου
- εντοπισμός στοιχείου (από το συμβολικό του όνομα)
- (λεξικογραφική) εμφάνιση περιεχομένων ευρετηρίου αρχείων

Ευρετήριο αρχείων

- πίνακας συμβόλων
- οργανωμένος με διάφορους τρόπους
 - πίνακας κατακερματισμού
 - λεξικογραφικό (ισορροπημένο) δέντρο

Ταξινόμηση ανάλογα με τον αριθμό των επιπέδων (levels) του λογικού ευρετηρίου

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δομή ενός επιπέδου (single-level structure)

- ένα μόνο ευρετήριο αρχείων για όλα τα αρχεία που υποστηρίζει το σύστημα
- ανεπαρκής για τα συστήματα γενικού σκοπού
 - διαφορετικά ονόματα αρχείων
 - δυσκολία προστασίας των αρχείων ενός χρήστη

Δομή δύο επιπέδων (two-level structure)

- Κάθε χρήστης έχει το δικό του ευρετήριο αρχείων
- Ευρετήριο Αρχείων Χρήστη (User File Directory, UFD)
- Σύστημα: Κύριο Ευρετήριο Αρχείων (Master File Directory, MFD)
- Κάθε στοιχείο του κύριου ευρετηρίου περιλαμβάνει ένα δείκτη προς το αντίστοιχο ευρετήριο του χρήστη
- Αρχεία διεργασιών συστήματος
 - ευρετήριο “ειδικού χρήστη” (έστω SYS)
 - σε ορισμένο στοιχείο του κύριου ευρετηρίου (π.χ. το 0)

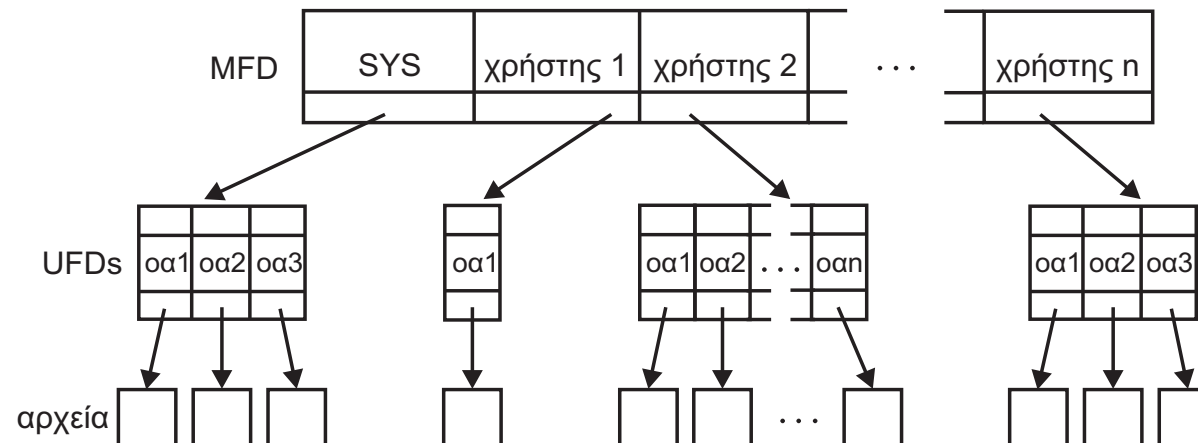
Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δομή δύο επιπέδων (two-level structure)

Ονόματα αρχείων

- κάθε χρήστης δίνει δικά του ονόματα στα αρχεία του
- πλήρες όνομα (full name) αρχείου αποτελείται από δύο πεδία:
 - το όνομα (αριθμό) χρήστη
 - όνομα του αρχείου του
- το σύστημα δε χρειάζεται το πλήρες όνομα
 - τοποθετεί την ταυτότητα του χρήστη στο πρώτο πεδίο του ονόματος αρχείου
 - ψάχνει μόνο το ευρετήριο του χρήστη



Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δομή δύο επιπέδων (two-level structure)

Αναζήτηση αρχείου

- εντοπισμός του ευρετηρίου ενός χρήστη μέσω του MFD
- εντοπισμός του αρχείου μέσω του UFD
 - αποτυχία: αναζήτηση στο SYS
 - αποτυχία: το αρχείο δεν υπάρχει στο σύστημα

Εισαγωγή νέου χρήστη

- εκτέλεση διαδικασίας που
 - δίνεται στο χρήστη ταυτότητα, πλήθος ομάδων του δίσκου που μπορεί να χρησιμοποιήσει, κ.ά.
 - δημιουργείται ένα ευρετήριο αρχείων (UFD) για το χρήστη
 - προστίθεται ένα κατάλληλο στοιχείο στο κύριο ευρετήριο (MFD)
 - καταχώριση του UFD στο δίσκο (βλ. μέθοδοι καταχώρισης αρχείων)

Κριτική

- προστασία αρχείων (ανεξάρτητων) χρηστών
- δεν επιτρέπει τη συνεργασία των χρηστών
- δεν παριστάνει την διοικητική ή οργανωτική δομή των χρηστών
- έτσι, σήμερα, δε χρησιμοποιείται

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δεντροειδής δομή (Tree structure)

- γενίκευση της δομής δύο επιπέδων
- δυνατότητα δημιουργίας (υπο)ευρετηρίων
 - από τους χρήστες (και το διαχειριστή του συστήματος)
- κάθε ευρετήριο περιέχει
 - αρχεία ή
 - υποευρετήρια (που είναι επίσης αρχεία)
- ιεραρχική δομή δέντρου
 - κόμβοι: ευρετήρια
 - φύλλα: αρχεία
 - ρίζα του δέντρου (UNIX: /, MS-DOS: \)
 - μοναδικό αρχείο-ευρετήριο του συστήματος
 - κύριο (master directory) ή ριζικό ευρετήριο (root directory)

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δεντροειδής δομή (Tree structure)

Ονόματα αρχείων

- όλα τα ονόματα των ευρετηρίων από τη ρίζα μέχρι το αρχείο: `/dir1/dir2/.../dirk/filename`
- ευρετήριο εργασίας (working directory)
 - το τρέχον ευρετήριο του χρήστη
 - προσπέλαση αρχείων στο τρέχον ευρετήριο: αρκεί το όνομά τους

Εκτέλεση εντολών

- εντολή= όνομα εκτελέσιμου αρχείου
 - αρχείο εντολών (command file)
 - UNIX: διαδικασία φλοιού (shell procedure)
- αναζήτηση ονόματος σε ορισμένα ευρετήρια (μονοπάτια, paths)
- αν βρεθεί το όνομα φορτώνεται και εκτελείται το αντίστοιχο αρχείο
- αν δε βρεθεί το αρχείο, τότε εμφανίζεται μήνυμα “not found”
- αν βρεθεί το αρχείο και δεν είναι εκτελέσιμο, τότε εμφανίζεται μήνυμα “cannot execute”

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δεντροειδής δομή (Tree structure)

Οργάνωση αρχείων

- διαχειριστής του συστήματος: διαίρεση των χρηστών σε ιεραρχικά επίπεδα
- χρήστες: οργάνωση που προτιμούν

Πλεονεκτήματα

- εύκολη προστασία αρχείων
- έλεγχος προστασίας ανάλογα με το επίπεδο των αρχείων
- χρήσιμα για την εκτέλεση κοινών εργασιών
 - όλα τα σχετικά αρχεία τοποθετούνται στο ίδιο ευρετήριο
 - τα μέλη μιας ομάδας τα μοιράζονται
- **Εντοπισμός αρχείου**
 - μεγάλο πλήθος των μεταφορών από το δίσκο
 - λύση: ευρετήριο αρχείου που εντοπίζεται να γίνει τρέχον
 - είτε αυτόματα είτε αν το ζητήσει ο χρήστης
 - οι χρήστες τείνουν να χρησιμοποιούν αρχεία που βρίσκονται στο ίδιο ευρετήριο
- χρήση: UNIX (μέχρι και την έκδοση 7), MS-DOS

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δεντροειδής δομή (Tree structure)

Κριτική

- **(Κατα)μεριζόμενα αρχεία** (ομάδας συνεργαζόμενων χρηστών)
 - πρέπει να εμφανίζονται στα ευρετήρια όλων των χρηστών της ομάδας
 - πρέπει να υπάρχει ένα μόνο φυσικό αντίγραφο τους
 - οι τροποποιήσεις του να είναι ορατές σε όλη την ομάδα
 - αδύνατο με τη δεντροειδή δομή

Πρόβλημα

- τα ευρετήρια *δεν πρέπει* να περιέχουν τις θέσεις των φυσικών ομάδων των (κατα)μεριζόμενων αρχείων
- αλλιώς οι αλλαγές που κάνει ένας χρήστης *δε θα ήταν* ορατές στους υπόλοιπους

Λύση

δομή Προσανατολισμένου Ακυκλικού Γράφου

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δομή προσανατολισμένου ακυκλικού γράφου (DAG structure)

Σκληροί σύνδεσμοι

- (μικρή) δομή δεδομένων για το κάθε αρχείο
 - τα στοιχεία του ευρετηρίου περιέχουν δείκτες προς μια τέτοια δομή (**σκληροί σύνδεσμοι**)
 - (κατα)μεριζόμενα αρχεία: δείχνουν στην ίδια δομή
 - η δομή περιέχει (μεταξύ άλλων) τις θέσεις των ομάδων του αρχείου
 - UNIX: η δομή αυτή ονομάζεται **i-κόμβος (i-node)**
 - τα στοιχεία του ευρετηρίου αρχείων περιέχουν μόνο
 - το συμβολικό όνομα του αρχείου
 - τον αριθμό του i-κόμβου (i-node number) του

Μαλακοί/συμβολικοί σύνδεσμοι

- (ειδικό) αρχείο συνδέσμου ή ζεύξης (link)
 - στο ευρετήριο του χρήστη (B) που επιθυμεί να συνδεθεί με αρχείο `fileA` του χρήστη (A)
 - περιέχει απλώς το πλήρες όνομα του αρχείου `fileA`
 - ο χρήστης B εντοπίζει το αρχείο `fileA` μέσω του αντίστοιχου αρχείου-συνδέσμου

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δομή προσανατολισμένου ακυκλικού γράφου (DAG structure)

- μειονεκτήματα και στις δύο περιπτώσεις συνδέσμων, γι αυτό,
 - στην έκδοση 4.2BSD και πάνω του UNIX παρέχονται και οι δύο μηχανισμοί

Σκληροί σύνδεσμοι

Σύνδεση

- χρήστη B με αρχείο `fileA` που ανήκει στο χρήστη A
 - αύξηση πλήθους των (σκληρών) συνδέσμων προς το `fileA` κατά 1
 - το σύστημα γνωρίζει το πλήθος αρχείων που αναφέρονται σε κάθε άλλο αρχείο

Διαγραφή αρχείου

- Ο A θέλει να διαγράψει το `fileA`. Το σύστημα
 - Εξετάζει αν άλλα αρχεία αναφέρονται στο `fileA`
 - αν ναι, δεν το διαγράφει (UNIX), αλλά
 - ο χρήστης A εξακολουθεί να χρεώνεται για ένα αρχείο που έχει ο ίδιος διαγράψει!
 - Αν το διέγραφε πραγματικά, τότε το ευρετήριο του B θα έδειχνε σε μη υπάρχουσα ή λάθος δομή

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δομή προσανατολισμένου ακυκλικού γράφου (DAG structure)

Σκληροί σύνδεσμοι

Αναφορές σε ένα αρχείο

- οι δείκτες προς τα αρχεία δεν αποθηκεύονται στη δομή τους γιατί μπορεί (θεωρητικά) να είναι απεριόριστοι
 - δεν μπορεί να υπάρχει σύνδεσμος προς ένα ευρετήριο (για να διατηρηθεί η συνέπεια του συστήματος αρχείων)
 - το σύστημα δεν μπορεί να βρει ποια αρχεία αναφέρονται σε μια δομή
 - εκτός από αν ψάξει ολόκληρο το ευρετήριο
- δεν μπορεί να υπάρχει σύνδεσμος προς ένα αρχείο άλλου συστήματος αρχείων (που βρίσκεται σε κάποιον άλλον κόμβο δικτύου)

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δομή προσανατολισμένου ακυκλικού γράφου (DAG structure)

Μαλακοί σύνδεσμοι

Σύνδεση

- μόνο το ευρετήριο του ιδιοκτήτη του αρχείου περιέχει τον (ένα) δείκτη προς τη δομή του αρχείου

Διαγραφή αρχείου

- Ο A διαγράφει το fileA
- οι προσπάθειες άλλων χρηστών να το προσπελάσουν απλώς αποτυγχάνουν

Υλοποίηση συμβολικών συνδέσμων

- ένα επιπλέον αρχείο-σύνδεσμος (στο ευρετήριο του B)
- μια επιπλέον δομή αρχείου για κάθε αρχείο-σύνδεσμο
 - αν το όνομα του αρχείου είναι μικρό, τότε αποθηκεύεται στην ίδια τη δομή

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δομή προσανατολισμένου ακυκλικού γράφου (DAG structure)

Μαλακοί σύνδεσμοι

Μειονέκτημα

- *μεγάλη επιβάρυνση του συστήματος*
 - το αρχείο-σύνδεσμος πρέπει να διαβαστεί
 - το πλήρες όνομα του αρχείου πρέπει να αναλυθεί συντακτικά
 - πρέπει να βρεθούν τα ονόματα των επιμέρους ευρετηρίων
 - αυτά πρέπει να προσπελαστούν ένα προς ένα μέχρι να προσπελαστεί η δομή του αρχείου
- μεγάλο πλήθος προσπελάσεων του δίσκου

Πλεονέκτημα

- σύνδεση αρχείων αποθηκευμένων σ' οποιοδήποτε κόμβο ενός δικτύου
 - αρκεί η διεύθυνση του δικτύου του κόμβου να προηγείται του πλήρους ονόματος του αρχείου στο αρχείο-σύνδεσμο

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Μέθοδοι Αποθήκευσης Αρχείων (File Storage Methods) ή Φυσική Οργάνωση Αρχείων (Physical File Organization)

- **Μέγεθος φυσικών εγγραφών/ομάδων (physical records/blocks) αρχείων μαγνητικών ταινιών**
 - ορίζεται από τον προγραμματιστή/χρήστη
 - μπορεί να διαφέρει από ομάδα σε ομάδα
- **Μέγεθος ομάδων δίσκων (block size)**
 - σταθερό
 - (συνήθως) μικρό πολλαπλάσιο του μεγέθους ενός τομέα
 - σελιδοποίηση της KM
 - μέγεθος φυσικών ομάδων ~ μέγεθος πλαισίων σελίδων
 - ελαχιστοποίηση εσωτερικού θρυμματισμού KM
 - εσωτερικός θρυμματισμός της BM
 - δε χρησιμοποιείται μέρος της τελευταίας ομάδας ενός αρχείου
- Καταχώριση της βοηθητικής μνήμης στα (φυσικά) αρχεία (τις φυσικές ομάδες τους)
 - με σκοπό
 - την αποτελεσματική χρήση της συσκευής αποθήκευσης
 - τη γρήγορη προσπέλαση των αρχείων αυτών

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

- διαχείριση ελεύθερου χώρου
- μέθοδοι καταχώρισης
 - γειτονική
 - συνδεδεμένη
 - δεικτοδοτημένη
- πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για καθεμία
- μερικά συστήματα υποστηρίζουν και τις τρεις μεθόδους
- τα περισσότερα συστήματα υποστηρίζουν μία μόνο μέθοδο ή συνδυασμό δύο μεθόδων

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΩΡΟΥ

- περιοχές του δίσκου
 - ελεύθερες
 - χρησιμοποιούνται ήδη
 - κακές (bad)

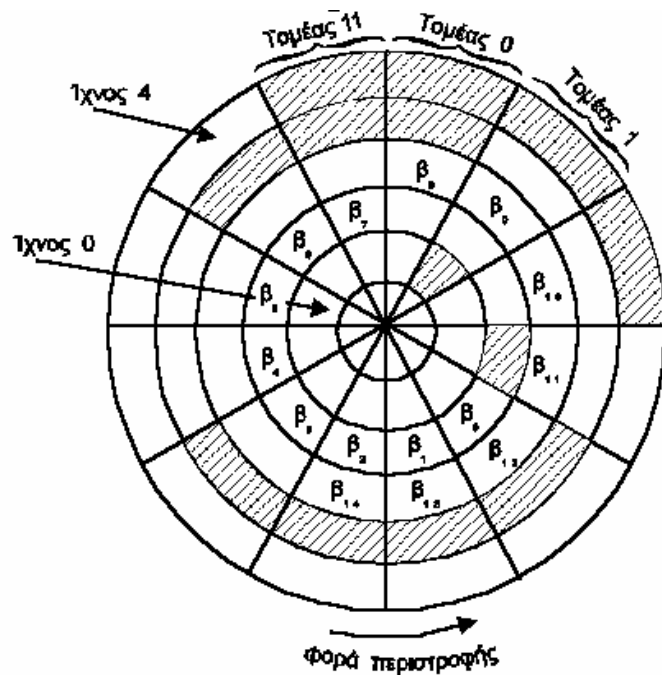
Λίστα ελεύθερων (free list) περιοχών ή οπών

- μια ελεύθερη περιοχή αποτελείται από γειτονικούς διαθέσιμους τομείς
- στοιχείο λίστας
 - “διεύθυνση οπής” (ίχνος, [ή κύλινδρος και επιφάνεια] και τομέας)
 - πλήθος τομέων της οπής

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΩΡΟΥ



$$\begin{aligned} s &= 12, & t &= 1 \\ \beta &= 4 + 12 \cdot (0 + 1 \cdot 1) = 16 \\ \beta + 1 &= 5 + 12 \cdot (0 + 1 \cdot 1) = 17 \\ &\dots \\ \beta + 5 &= 9 + 12 \cdot (0 + 1 \cdot 1) = 21 \\ &\dots \\ \beta + 9 &= 1 + 12 \cdot (0 + 2 \cdot 1) = 25 \\ &\dots \end{aligned}$$

μία επιφάνεια, 5 ίχνη, 12 τομείς ανά ίχνο

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΩΡΟΥ

Λίστα ελεύθερων (free list) περιοχών ή οπών

Τχνος	Τομέας	Πλήθος τομέων οπής
0	0	1
0	2	10
1	0	3
2	7	5
3	1	3
3	8	2
4	3	8

Λίστα οπών

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΩΡΟΥ

Λίστα ελεύθερων (free list) περιοχών ή οπών

Προβλήματα

- τοποθέτηση
 - εύρεση οπής καταλλήλου μεγέθους
 - διατήρηση ταξινομημένης λίστας οπών σύμφωνα με το μέγεθός τους
 - γειτονική καταχώριση
- μήκος της λίστας ελεύθερων περιοχών
 - δεν παραμένει σταθερό
 - μεταβάλλεται όταν δημιουργούνται ή διαγράφονται αρχεία
 - πρόβλημα καταχώρισης της λίστας αυτής (καθώς και η ίδια καταχωρείται στο δίσκο)

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΩΡΟΥ

Χάρτης δυφίων (bit map)

- (πυκνωμένο) διάνυσμα δυφίων (bit vector)
- στοιχείο χάρτη= διαθεσιμότητα κάθε περιοχής
 - 0: ελεύθερη, 1: κατειλημμένη

		Τομέας											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Όχιος	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	3	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Χάρτης δυφίων

- σταθερό (προκαθορισμένο) μέγεθος
- καταχώριση/ελευθέρωση = αλλαγή ενός μόνο δυφίου
- αν ο χάρτης δυφίων μπορεί να παραμένει ΚΜ τότε σχεδόν πάντα προτιμάται από τη λίστα οπών

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Γειτονική καταχώριση (Contiguous allocation)

- οι ομάδες ενός αρχείου
 - καταχωρούνται σε γειτονικούς τομείς
 - έχουν διαδοχικές διευθύνσεις
 - ορίζονται πλήρως από
 - τη διεύθυνση της πρώτης ομάδας του αρχείου και
 - το πλήθος n των ομάδων του
 - οι δύο αυτές τιμές περιέχονται στο αντίστοιχο στοιχείο του ευρετηρίου αρχείων
- διεύθυνση ομάδας β
 - s : πλήθος των τομέων ανά ίχνος
 - t : πλήθος ίχνών ανά κύλινδρο
 - διεύθυνση δίσκου
 - κύλινδρος i , επιφάνεια j , τομέας k
 - συνάρτηση απεικόνισης (διεύθυνση ομάδας)

$$\beta = k + s \cdot (j + i \cdot t)$$

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Γειτονική καταχώριση

Πλεονεκτήματα

- εύκολη και γρήγορη προσπέλαση ομάδων
- για ακολουθιακή και άμεση προσπέλαση
- ακολουθιακή προσπέλαση
 - διεύθυνση της τελευταίας ομάδας που έχει προσπελαστεί
→ διεύθυνση της επόμενης ομάδας
- άμεση προσπέλαση της ομάδας b , $b = 0, 1, 2, \dots, n-1$
 - διεύθυνση β της πρώτης ομάδας
→ διεύθυνση $\beta+b-1$ της ομάδας b
- προσπέλαση διαδοχικών ομάδων
 - στον ίδιο κύλινδρο
 - δε χρειάζεται κίνηση της κεφαλής
 - σε διαφορετικούς κυλίνδρους (τελευταίος και πρώτος τομέας)
 - κίνηση κεφαλής κατά ένα μόνο ίχνος

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Γειτονική καταχώριση

Μειονεκτήματα

Προβλήματα (πολιτικές) τοποθέτησης

- εύρεση οπής κατάλληλου μεγέθους
- που να χωράει ολόκληρο το αρχείο
 - αναζήτηση στη λίστα οπών ή στο χάρτη δυφίων
- ίδιο πρόβλημα όπως στον τεμαχισμό της KM
- **πολιτικές τοποθέτησης**
 - *πρώτο/καλύτερο/χειρότερο ταίριασμα, ...*
 - **εξωτερικός κατακερματισμός της BM**
- περιοδική συμπύκνωση του δίσκου
 - εξαιρετικά χρονοβόρα
 - δυνατή μόνο σε συστημάτων ενός χρήστη με μικρούς δίσκους

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Γειτονική καταχώριση

Άλλα μειονεκτήματα

Προκαταβολική γνώση του μέγεθος των αρχείων!

- μόνο σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. αντιγραφή)
- γενικά, αδύνατον
- *καταχώριση μικρού χώρου*
 - δε θα μπορεί να επεκταθεί το αρχείο
(ιδιαίτερα αν χρησιμοποιηθεί η πολιτική του καλύτερου
ταιριάσματος)
 - είτε μεταφορά του αρχείου σε μία νέα περιοχή
 - είτε μήνυμα “ ο δίσκος γέμισε” (disk full)
 - χωρίς να ισχύει στην πραγματικότητα
- *καταχώριση μεγάλου χώρου*
 - άδικη σπατάλη χώρου για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Συνδεδεμένη καταχώριση (Linked allocation) ή σύνδεση ομάδων (block linkage)

- οι ομάδες ενός αρχείου μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε στο δίσκο
- συνδέονται μεταξύ τους μέσω δεικτών σχηματίζοντας
- μια γραμμική λίστα ομάδων
 - κεφαλή και (συνήθως και) η ουρά της λίστας
 - περιέχονται στο αντίστοιχο στοιχείο του ευρετηρίου
- *δημιουργία αρχείου*
 - κεφαλή = ουρά = null
- *επέκταση αρχείου*
 - αποσπάται η πρώτη ομάδα από την λίστα οπών (που δεν χρειάζεται να είναι ταξινομημένη) και
 - συνδέεται στο τέλος της γραμμικής λίστας ομάδων

Πλεονεκτήματα

- δε δημιουργεί εξωτερικό κατακερματισμό
- δε χρειάζεται η προκαταβολική γνώση του μεγέθους των αρχείων
 - κάθε αρχείο μπορεί να επεκτείνεται όσο υπάρχουν ελεύθερες ομάδες
- δε χρειάζεται συμπύκνωση

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Συνδεδεμένη καταχώριση

Μειονεκτήματα

- *Χρονοβόρα προσπέλαση ομάδας*
 - διάσχιση λίστας μέχρι να εντοπιστεί η απαιτούμενη ομάδα
 - ανάκληση από το δίσκο όλων των προηγούμενων ομάδων της λίστας
 - αποτελεσματική υποστήριξη μόνο της ακολουθιακής προσπέλασης
- *Επιβάρυνση χώρου*
 - σπατάλη (μικρού) μέρους κάθε ομάδας για να αποθηκεύσει το δείκτη της επόμενης ομάδας (αντί για δεδομένα)
 - το πλήθος των δυφιοσυλλαβών ανά ομάδα \neq δύναμης του 2
- *Πιθανή αλλαγή/απώλεια δεικτών*
 - θα προκληθεί χάος γι αυτό χρησιμοποιείται είτε
 - μια γραμμική λίστα δύο κατευθύνσεων
 - είτε η αποθήκευση σε κάθε ομάδα
 - του ονόματος του αρχείου και του σχετικού αριθμού της ομάδας
 - ακόμη μεγαλύτερη επιβάρυνση χώρου
- Χρήση μόνο σε μερικά συστήματα μικροϋπολογιστών (π.χ. MS-DOS) όπου υπάρχει
 - δυνατότητα διατήρησης ολόκληρου του ευρετηρίου στην ΚΜ

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δεικτοδοτημένη καταχώριση (Indexed allocation)

Για κάθε αρχείο διατηρείται μία ομάδα δεικτών (*index block*) που ονομάζεται **πίνακας περιεχομένων του αρχείου (file index)**

- κάθε στοιχείο του πίνακα
 - περιέχει τη διεύθυνση της αντίστοιχης ομάδας του αρχείου (δείκτη προς την ομάδα)
- η διεύθυνση του ίδιου του πίνακα περιέχεται στο ευρετήριο αρχείων του δίσκου
- *Δημιουργία αρχείου*
 - όλοι οι δείκτες = null
- *Εγγραφή (ομάδας) στο αρχείο*
 - η πρώτη ομάδα αποσπάται από τη λίστα ελεύθερων ομάδων (που δε χρειάζεται να είναι ταξινομημένη)
 - η διεύθυνση της ομάδας αυτής εκχωρείται στο αντίστοιχο στοιχείο του πίνακα
- *Ανάγνωση (ομάδας) αρχείου*
 - προσπέλαση του αντίστοιχου στοιχείου του πίνακα

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δεικτοδοτημένη καταχώριση

Πλεονεκτήματα

- εύκολη υποστήριξη της ακολουθιακής και άμεσης προσπέλασης
- δε δημιουργεί εξωτερικό κατακερματισμό
- δε χρειάζεται συμπύκνωση

Μειονεκτήματα

Προσθήκη/αφαίρεση ομάδων στο “μέσο” ενός αρχείου

- αντιγραφή προς τα “κάτω/πάνω” όλων των στοιχείων του πίνακα

Σπατάλη χώρου για τη διατήρηση των πινάκων δεικτών

- (όσο) μικρό κι αν είναι το αρχείο απαιτείται μία ομάδα
- μεγάλο αρχείο: περισσότερες από μία ομάδες
 - λίστα ομάδων πίνακα δεικτών

Προσπέλαση ομάδας αρχείου

- διάσχιση λίστας (διάβασμα των ομάδων πίνακα δεικτών)
- μέχρι να βρεθεί η διεύθυνση της ομάδας του αρχείου

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ

Δεικτοδοτημένη καταχώριση

Λύσεις προβλημάτων

- χρήση κύριου πίνακα περιεχομένων
 - δείχνει προς δευτερεύοντες πίνακες περιεχομένων
 - προσπέλαση ομάδας
 - προσπέλαση του δευτερεύοντα πίνακα περιεχομένων που την περιέχει
 - ανάγνωση του πίνακα αυτού και προσπέλαση της ομάδας
- επέκταση σε τρία ή τέσσερα επίπεδα
 - δύο επίπεδα είναι συνήθως αρκετά για να καλύψουν τη φυσική χωρητικότητα πολλών δίσκων
- το ευρετήριο του δίσκου περιέχει δείκτες στις πρώτες k ομάδες του αρχείου (κατευθείαν προσπέλαση)
 - αν το αρχείο χρειάζεται περισσότερες από k ομάδες, τότε
 - ο $(k+1)$ ος δείκτης περιέχει την κεφαλή της λίστας των ομάδων δεικτών (συνδεδεμένη καταχώριση)
 - με τον τρόπο αυτό τα μικρά αρχεία δε χρειάζονται έναν ξεχωριστό πίνακα δεικτών
- UNIX: παρόμοια τεχνική

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

- από τους άλλους χρήστες
- από τον ίδιο τον εαυτό του

Απλοί τρόποι – Προσωπικοί υπολογιστές

- αφαίρεση (ανταλλάξιμο) τόμου από το σύστημα
- μηχανική προστασία τόμου από εγγραφή

Συστήματα πολυπρογραμματισμού – (κατα)μεριζόμενα αρχεία

- μηχανισμοί προστασίας από το Λ.Σ.
- δυνατότητα του χρήστη να ορίζει για τα αρχεία του
 - τον τρόπο προσπέλασής τους
 - τους άλλους χρήστες που μπορούν να τα προσπελάσουν

Τρόποι προσπέλασης αρχείου:

- καμία προσπέλαση
- ανάγνωση μόνο (RO)
- εκτέλεση μόνο (XO)
- ανάγνωση και εγγραφή (τροποποίηση, RW)
- επισύναψη μόνο (AO)
- διαγραφή (D)
- αλλαγή των δικαιωμάτων προσπέλασης

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Τρόποι προσπέλασης ευρετηρίων

- ανάγνωση μόνο (εμφάνιση/εκτύπωση των περιεχομένων)
- τροποποίηση αυτού (δημιουργία και διαγραφή αρχείων)
- η απονομή ορισμένων προνομίων υπονοεί την απονομή άλλων μικρότερων προνομίων
 - π.χ. αν ένας χρήστης επιτρέπεται ν' αλλάξει τα δικαιώματα προσπέλασης ενός αρχείου, τότε μπορεί να κάνει οτιδήποτε θέλει μ' αυτό

Προσδιορισμός προνομίων χρηστών

- καθορίζονται από τον ιδιοκτήτη του αρχείου

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Λίστα Ελέγχου Προσπέλασης (Access Control List)

- αντιστοίχιση σε κάθε αρχείο μιας ταξινομημένης λίστας με
 - τις ταυτότητες των άλλων χρηστών που μπορούν να το προσπελάσουν
 - τα δικαιώματα προσπέλασης στο αρχείο καθενός από τους χρήστες αυτούς
- διατηρείται στο αντίστοιχο στοιχείο του ευρετηρίου
- μεγάλες απαιτήσεις χώρου
- δε χρησιμοποιείται σε πολλά Λ.Σ.

Μήτρα Ελέγχου Προσπέλασης (Access Control Matrix)

- το σύστημα διατηρεί ένα δισδιάστατο πίνακα A
 - γραμμές: παριστάνουν χρήστες
 - στήλες: παριστάνουν τα αρχεία (ή αντίθετα)
 - $A_{ij} = 0$: ο χρήστης i απαγορεύεται να προσπελάσει το αρχείο j
 - $A_{ij} > 0$: ο χρήστης i μπορεί να το προσπελάσει το αρχείο j
 - με τρόπο ανάλογο με την τιμή του στοιχείου αυτού
- A : πολύ αραιός πίνακας αλλά πολύ μεγάλου μεγέθους
- δε χρησιμοποιείται στα συστήματα γενικού σκοπού

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΡΧΕΙΩΝ

Τάξεις (Κατηγορίες) Χρηστών (User Classes)

Οι χρήστες χωρίζονται σε τάξεις:

- ιδιοκτήτης (owner) του αρχείου
- ομάδα (group) που ανήκει ο ιδιοκτήτης
 - χρήστες με τους οποίους συνεργάζεται για μια εργασία
- όλοι οι υπόλοιποι χρήστες του συστήματος
 - αν τους δοθούν προνόμια προσπέλασης τότε το αρχείο καθίσταται δημόσιο (public)
- μειώνεται σημαντικά ο χώρος των προηγούμενων μεθόδων
- γενική μέθοδος
- χρησιμοποιείται σε πολλά συστήματα (και στο UNIX)

Προστασία από διαγραφή αρχείου

- όταν ένας χρήστης “διαγράφει” ένα αρχείο, τότε
- το σύστημα αλλάζει απλά ένα δυφίο του ευρετηρίου το οποίο περιγράφει ότι το αρχείο “διαγράφηκε”
- οι ομάδες του αρχείου δεν επιστρέφονται στη λίστα οπών μέχρι να χρειαστούν για ένα νέο αρχείο
- μέχρι τότε ο χρήστης είναι δυνατό να αποκαταστήσει το αρχείο εκτελώντας ένα ειδικό πρόγραμμα (π.χ. UNDELETE ή UNFORMAT στο MS-DOS)

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Παρατηρήσεις

Το **άνοιγμα ενός αρχείου** περιλαμβάνει:

- το ψάξιμο ευρετηρίων για τον εντοπισμό του αρχείου
- τον έλεγχο της απαιτούμενης προσπέλασης σύμφωνα με τα προνόμια προσπέλασης που έχουν δοθεί στο χρήστη
- την εξασφάλιση της αμοιβαίας αποκλειστικότητας της χρήσης του αρχείου. Αυτό μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους ο γενικότερος από τους οποίους είναι η λύση στο “πρόβλημα των αναγνωστών και συγγραφέων”
- τον προσδιορισμό της συσκευής και της θέσης του αρχείου (αν το αρχείο πρόκειται να δημιουργηθεί/ ή να επεκταθεί, τότε η θέση αυτή καθορίζεται από τη μέθοδο καταχώρισης των αρχείων)
- τη δημιουργία ενός περιγραφητή του αρχείου και την προσθήκη του στον πίνακα των ανοικτών (ενεργών) αρχείων.

Το **κλείσιμο ενός αρχείου** περιλαμβάνει:

- τη διαγραφή του περιγραφητή του αρχείου από τον πίνακα των ανοικτών αρχείων και
- την υλοποίηση της *διάθεσής (disposition)* του (του τι να γίνει μ’ αυτό), αν αυτή προσδιορίζεται

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ακεραιότητα Συστήματος Αρχείων (File System Integrity)

Τα αρχεία ενός συστήματος μπορεί να καταστραφούν από

- εξωτερικές αιτίες (μεγάλη διακύμανση στην τάση του ρεύματος ή πτώση αυτού, βανδαλισμοί, πυρκαγιά κ.ά.)
- σφάλματα του υλισμικού
- σφάλματα του λογισμικού (λειτουργικού συστήματος)

Οι εξωτερικές αιτίες μπορεί να περιοριστούν με την

- εξασφάλιση σταθερής τάσης του ρεύματος – με ένα σταθεροποιητή ρεύματος (current stabilizer)-, τη συνέχιση της παροχής του για κάποιο χρονικό διάστημα μετά την πτώση του – με μία συσκευή “αδιάλειπτης τροφοδοσίας ισχύος” (Uninterruptible Power Supply, UPS)
- απαγόρευση της εισόδου στην αίθουσα του υπολογιστή (computer room)
- παροχή συσκευών αυτόματης ανίχνευσης και πυρόσβεσης
- κ.ά.

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ακεραιότητα Συστήματος Αρχείων

Τα σφάλματα του υλισμικού μπορεί να περιοριστούν με την

- παροχή κλιματιστικών μηχανημάτων για τη διατήρηση της σταθερής θερμοκρασίας λειτουργίας (operating temperature) των μηχανών
- απομόνωση των μαγνητικών πεδίων
- φιλτράρισμα του αέρα έτσι, ώστε να ελαχιστοποιείται η παρουσία των σωματιδίων σκόνης, καπνού τσιγάρων
- κ.λπ.

Δεν υπάρχει κανένας τρόπος ν' αποφευχθεί απόλυτα η πιθανότητα σύγκρουσης της κεφαλής ενός δίσκου με την επιφάνεια αυτού, μ' αποτέλεσμα να καταστραφούν τα αρχεία που βρίσκονται στο δίσκο αυτό

Το Λ.Σ. και ειδικότερα το σύστημα αρχείων πρέπει να διατηρεί *εφεδρικά αντίγραφα (backup copies)* όλων των αρχείων έτσι, ώστε να μπορούν ν' αποκατασταθούν (restored) τα αρχεία σε περίπτωση καταστροφής τους. Υπάρχουν δύο τρόποι να διατηρούνται εφεδρικά αντίγραφα των αρχείων που υποστηρίζει το σύστημα

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ακεραιότητα Συστήματος Αρχείων

Περιοδική (periodic) ή μαζική (massive) αποτύπωση (άδειασμα, dump)

- σε τακτά χρονικά διαστήματα όλα τα αρχεία που περιέχει το σύστημα αντιγράφονται σε κάποιο “ανταλλάξιμο” μέσο αποθήκευσης (συνήθως σε μαγνητικές ταινίες) και αποθηκεύονται σ’ ένα ασφαλές μέρος
- αν τύχει και καταστραφούν αρχεία, τότε αυτά μπορούν να αποκατασταθούν από την κατάλληλη ταινία

Μειονεκτήματα:

- μερικά συστήματα πρέπει να τεθούν “εκτός πρόσβασης” κατά τη διάρκεια της αποτύπωσης, εκτός αν δεν “αποτυπωθούν” τα αρχεία που είναι “ανοικτά για ενημέρωση”
- το πλήθος και το μέγεθος των αρχείων των περισσότερων συστημάτων γενικού σκοπού είναι τεράστιο, μ’ αποτέλεσμα να χρειάζονται μερικές ώρες για την αποτύπωση των αρχείων τους
- η επανόρθωση του συστήματος αρχείων είναι χρονοβόρα, και
- η ενημέρωση των αρχείων που αποκαταστάθηκαν ισχύει για την ημέρα που αποτυπώθηκαν. Όλες οι τροποποιήσεις που έγιναν από τους χρήστες μεταξύ της ημερομηνίας αυτής και της ημερομηνίας (και ώρας) καταστροφής του συστήματος χάνονται

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ακεραιότητα Συστήματος Αρχείων

Επιλεκτική (selective) ή επαυξανόμενη (incremental) αποτύπωση (dump)

- αποτυπώνονται μόνο τα αρχεία έχουν τροποποιηθεί από τότε που έγινε η τελευταία μαζική αποτύπωση
- το πλήθος των πληροφοριών που χρειάζονται να αντιγραφούν στην περίπτωση αυτή είναι πολύ μικρότερο, κι έτσι η επιλεκτική αποτύπωση μπορεί να γίνεται συχνά π.χ. κάθε
 - λίγες ώρες ή
 - φορά που ένας χρήστης αποσυνδέεται από το σύστημα ή
 - κάθε φορά που ένας χρήστης κλείνει ένα αρχείο που έχει τροποποιηθεί

Για να μπορεί το σύστημα να υλοποιήσει την τεχνική αυτή, πρέπει κάθε στοιχείο του ευρετηρίου των αρχείων του χρήστη να περιέχει ένα ακόμη πεδίο (δυφίο), που να γίνεται ίσο με ένα, όταν το αρχείο τροποποιηθεί, και ίσο με μηδέν, όταν το αρχείο αποτυπωθεί

Με τον τρόπο αυτό η διεργασία του συστήματος που υλοποιεί την επιλεκτική αποτύπωση μπορεί να παραλείπει τα αρχεία που δεν έχουν τροποποιηθεί ή που είναι ανοικτά, κι έτσι μπορεί να εκτελείται παράλληλα με τις άλλες διεργασίες

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ακεραιότητα Συστήματος Αρχείων

Επιλεκτική (selective) ή επαυξανόμενη (incremental) αποτύπωση (dump)

Μειονεκτήματα

- το μεγάλο πλήθος των αρχείων που συγκεντρώνει και
- η πολυπλοκότητα της διαδικασίας αποκατάστασης των αρχείων
 - όταν καταστραφούν αρχεία, οι ταινίες που περιέχουν τα εφεδρικά αντίγραφα τους “εγκαθίστανται” (mounted) με την αντίθετη χρονολογική σειρά που γράφηκαν μέχρι να φορτωθούν και οι ταινίες της τελευταίας περιοδικής αποτύπωσης
 - η διαδικασία αποκατάστασης αντιγράφει από τις ταινίες αυτές μόνο όσα αρχεία δεν έχουν ήδη αποκατασταθεί έτσι, ώστε να αντιγράφονται μόνο οι “τελευταίες” εκδόσεις (versions) των αρχείων

Σε περιβάλλοντα όπου είναι απαράδεκτο οποιοδήποτε χάσιμο του κόπου των χρηστών είναι δυνατό να καταγράφονται όλες οι συναλλαγές σ’ ένα “ημερολόγιο” (*transactions’ logging*), που γίνονται σ’ ένα αρχείο έτσι, ώστε να είναι πάντα δυνατή η πλήρης αποκατάσταση του αρχείου σε περίπτωση καταστροφής του – εφόσον δεν καταστραφεί και ο δίσκος, στον οποίο καταγράφονται οι συναλλαγές αυτές

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ακεραιότητα Συστήματος Αρχείων

Το σύστημα UNIX παρέχει σε κάθε χρήστη ένα κρυφό αρχείο (το `ed.hup`), στο οποίο καταγράφονται αυτόματα οι εντολές τις οποίες δίνει ο χρήστης στο συντάκτη, κάθε φορά που αρχίζει η αλληλεπίδρασή του μ' αυτόν. Αν “το σύστημα πέσει” κατά τη διάρκεια της ενημέρωσης ενός αρχείου μέσω του συντάκτη, το αρχείο στο οποίο έχουν καταγραφεί οι εντολές διατηρείται. Έτσι, όταν το σύστημα ξαναξεκινήσει, ο χρήστης μπορεί να ενημερώσει ξανά το αρχείο του καλώντας απλώς το συντάκτη και δίνοντάς του ως δεδομένα τα περιεχόμενα του αρχείου αυτού πληκτρολογώντας απλώς:

```
ex <όνομα αρχείου> <ed.hup    ή    vi -r <όνομα αρχείου>
```

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ακεραιότητα Συστήματος Αρχείων

Αρχειοθέτηση (archiving) είναι η ευκολία που παρέχεται στους ίδιους τους χρήστες, για να αποθηκεύουν τα αρχεία τους σε ταινίες ή σε ανταλλάξιμους δίσκους, κι έτσι να έχουν ένα ασφαλές δικό τους αντίγραφο (εντολή `tar` στο UNIX και `BACKUP` στο MS-DOS)

- μερικά συστήματα αρχειοθετούν αυτόματα τα αρχεία των χρηστών που δεν έχουν προσπελαστεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα έτσι ώστε να ελευθερώνουν το χώρο που καταλαμβάνουν (άσκοπα) τα αρχεία αυτά
- και στις δύο περιπτώσεις τα αρχεία που αρχειοθετούνται διαγράφονται από το σύστημα. Μπορούν όμως να αποκατασταθούν, όταν ο χρήστης το ζητήσει από το διαχειριστή του συστήματος.
- είναι φανερό ότι οι χρήστες πρέπει να ειδοποιηθούν, όταν τα αρχεία τους αρχειοθετηθούν από το σύστημα ή από το διαχειριστή αυτού, και ότι θα πρέπει να περιμένουν τον τελευταίο να “εγκαταστήσει” ή να “φορτώσει” (`mount`) τις ταινίες ή τους ανταλλάξιμους δίσκους που περιέχουν τα αρχεία αυτά, όταν θελήσουν να τα ξαναχρησιμοποιήσουν

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Ακεραιότητα Συστήματος Αρχείων

Περίπτωση καταστροφής του ευρετηρίου της συσκευής

- Μερικά συστήματα επιτρέπουν στο χρήστη ή στο διαχειριστή του συστήματος να διατηρεί ένα αντίγραφο του ευρετηρίου (duplicate directory)
- Συνήθως το (κύριο) ευρετήριο της συσκευής αποθηκεύεται στην ομάδα (τομέα) 0 του δίσκου, ενώ το αντίγραφό του σε κάποια άλλη ομάδα (που βρίσκεται “μακριά” απ’ αυτήν)
- Το ευρετήριο-αντίγραφο ενημερώνεται αυτόματα κάθε φορά που αλλάζει ένα στοιχείο του κύριου ευρετηρίου
- Αν το κύριο ευρετήριο καταστραφεί, υπάρχει η δυνατότητα επανόρθωσης του συστήματος αρχείων του δίσκου από το ευρετήριο-αντίγραφο

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Αξιοπιστία Συστήματος Αρχείων (File System Reliability)

Όλοι οι δίσκοι έχουν συνήθως κακούς τομείς

- στους εύκαμπτους δίσκους οι τομείς αυτοί δημιουργούνται κατά τη χρήση των δίσκων
- στους σκληρούς δίσκους οι κακοί τομείς υπάρχουν ακόμη και προτού οι δίσκοι χρησιμοποιηθούν πρώτη φορά, γιατί
 - είναι ακριβό να κατασκευαστούν τέλειοι σκληροί δίσκοι, κι έτσι συνήθως οι κατασκευαστές τους παρέχουν έναν κατάλογο των κακών τομέων που οι δίσκοι περιέχουν

Δύο τρόποι υπάρχουν για να αντιμετωπιστούν οι κακοί τομείς. Ο πρώτος τρόπος βασίζεται στη χρήση λογισμικού, ενώ ο δεύτερος στη χρήση υλισμικού

- Στον πρώτο τρόπο (λογισμικό) χρησιμοποιείται ένα πρόγραμμα που
- διαβάζει ως δεδομένα τις διευθύνσεις των κακών τομέων και δημιουργεί ένα αρχείο που περιέχει όλους του κακούς τομείς
- έτσι οι τομείς αφαιρούνται από τη λίστα οπών, και συνεπώς δεν μπορούν να περιληφθούν μέσα σε άλλα αρχεία. Το πρόγραμμα αποτύπωσης πρέπει να γνωρίζει το όνομα του αρχείου που περιέχει τους κακούς τομείς, για να μην τους αντιγράψει
- στην περίπτωση αυτή το πρόγραμμα αποτύπωσης πρέπει ν' αντιγράψει τα περιεχόμενα αρχείων, και αυτό απαιτεί περισσότερο χρόνο από την αντιγραφή τομέων [γιατί;]

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Αξιοπιστία Συστήματος Αρχείων

Στο δεύτερο τρόπο (υλισμικό) μερικοί “νοήμονες” (*intelligent*) ελεγκτές δίσκων δεσμεύουν μερικούς καλούς τομείς του δίσκου

- κατά τη διάρκεια της μορφοποίησης (*formatting*) των δίσκων, οι ελεγκτές εντοπίζουν τους κακούς τομείς και αυτομάτως τους αντικαθιστούν με καλούς τομείς από αυτούς που έχουν δεσμεύσει
- ο πίνακας που απεικονίζει τους κακούς τομείς με καλούς αποθηκεύεται στη μνήμη του ελεγκτή και στο δίσκο
- η απεικόνιση αυτή δεν είναι γνωστή (ορατή) στο διαχειριστή του δίσκου, κι έτσι οι απαιτήσεις διεργασιών για κακούς τομείς χρησιμοποιούν τους αντίστοιχους καλούς τομείς
- το μειονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι, αν ο διαχειριστής χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο σάρωσης, τότε η επίδοσή του μπορεί να είναι κακή (όταν, για παράδειγμα, ο ελεγκτής χρησιμοποιεί τον κύλινδρο 399 κάθε φορά που ο διαχειριστής αναφέρεται στον κύλινδρο 5 κ.ο.κ.)

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Συνέπεια Συστήματος Αρχείων (File System Consistency)

Αν οι ομάδες που ενημερώνονται κατά τη σύγκρουση της κεφαλής του δίσκου ή την απότομη διακοπή της λειτουργίας του είναι ομάδες ευρετηρίων, ομάδες της λίστας οπών ή ομάδες που περιέχουν δομές αρχείων, τότε το σύστημα αρχείων θα είναι ασυνεπές (inconsistent)

- για ν' αντιμετωπιστεί αυτό, τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα παρέχουν ένα πρόγραμμα που ελέγχει τη συνέπεια του συστήματος αρχείων και που εκτελείται κάθε φορά που γίνεται εκκίνηση του συστήματος, ιδιαίτερα ύστερα από κάποιο "ατύχημα"
- το πρόγραμμα αυτό ελέγχει ανεξάρτητα κάθε σύστημα αρχείων (δίσκου) ως προς τη συνέπεια των ομάδων και των αρχείων του συστήματος αυτού
- στην περίπτωση των ομάδων δεδομένων (blocks), το πρόγραμμα εξασφαλίζει ότι η καθεμιά ομάδα ή είναι καταχωρημένη σ' ένα αρχείο ή βρίσκεται στη λίστα οπών
- στην περίπτωση των αρχείων το πρόγραμμα εξασφαλίζει ότι το πλήθος των αναφορών κάθε αρχείου κάθε ευρετηρίου είναι ίσο με το πλήθος των (σκληρών) συνδέσμων του αρχείου αυτού

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Συνέπεια Συστήματος Αρχείων

- για να ελαττώσουν το χρόνο που απαιτείται για να προσπελαστούν οι ομάδες ενός δίσκου, τα περισσότερα συστήματα διατηρούν (ενταμιεύουν) στην κύρια μνήμη συνεχώς ένα σύνολο φυσικών ομάδων
- όταν μια διεργασία χρειαστεί μία ομάδα, τότε, αν η ομάδα υπάρχει ήδη στην “κρυφή” μνήμη, η ανάγνωση της από το δίσκο αποφεύγεται
- στα συστήματα μικροϋπολογιστών που χρησιμοποιούν ανταλλάξιμους δίσκους (για παράδειγμα στο MS-DOS), όταν μια διεργασία τροποποιήσει μια ομάδα, τότε η ομάδα αυτή γράφεται αμέσως στο δίσκο, για να ελαττωθεί η πιθανότητα αναξιοπιστίας του συστήματος αρχείων [κρυφές μνήμες δια μέσου εγγραφής (write through caches)]

Διαχείριση Συστήματος Αρχείων

Συνέπεια Συστήματος Αρχείων

- στα μεγάλα συστήματα που χρησιμοποιούν σταθερούς δίσκους αυτό
- γίνεται είτε σε τακτά χρονικά διαστήματα είτε όταν γεμίσει η (κρυφή) μνήμη ομάδων
- τότε γράφονται στο δίσκο όλες οι ομάδες που έχουν τροποποιηθεί έτσι, ώστε να ελαττώνεται το πλήθος των μεταφορών εισόδου/εξόδου [κρυφές μνήμες επανεγγραφής (write-back ή copy-back caches)]
- για παράδειγμα όταν το UNIX φορτωθεί, τότε αρχίζει μια παρασκηνιακή διεργασία που ονομάζεται `update` (ενημέρωση), η οποία εκτελεί μια άπειρη ανακύκλωση, εκδίδοντας την κλήση `sync` κάθε 30 δευτερόλεπτα περίπου
 - αυτή η κλήση του συστήματος γράφει “αμέσως” όλες τις ομάδες που έχουν τροποποιηθεί στο δίσκο
 - στην περίπτωση αυτή, αν το σύστημα “πέσει” χωρίς να εκτελεστεί η κλήση `sync`, τότε όχι μόνο θα χαθούν οι τροποποιήσεις των τελευταίων δευτερολέπτων, αλλά και πολλές από τις δομές αρχείων (στις οποίες αποθηκεύονται οι ομάδες) θα είναι αναξιόπιστες (ασυνεπείς)

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

- το σύστημα αρχείων του UNIX θεωρείται ως το πιο εύχρηστο σύστημα αρχείων που έχει υλοποιηθεί μέχρι σήμερα.
- τα ευρετήρια του είναι αρχεία που έχουν ειδική μορφή
- στην έκδοση 7, το μήκος των i-κόμβων διπλασιάστηκε, το μέγεθος των αρχείων και του συστήματος αρχείων αυξήθηκε, οι λεπτομέρειες διαχείρισης της ελεύθερης λίστας και οι πληροφορίες των *superblocks* άλλαξαν Το “μόνο” που άλλαξε για τους χρήστες ήταν η κλήση `seek` (που χρησιμοποιεί ως θέση του αρχείου έναν ακέραιο μήκους 16 bits) σε `lseek` (που χρησιμοποιεί ως θέση του αρχείου έναν ακέραιο μήκους 32 bits)
- στην έκδοση 4.0BSD, το μέγεθος των ομάδων αυξήθηκε από 512 σε 1024 bytes. Παρόλο που αυτό αύξησε τον εσωτερικό κατακερματισμό των δίσκων, διπλασίασε περίπου τη ρυθμαπόδοσή τους
- στην έκδοση 7, τα ονόματα των αρχείων μπορούσαν να έχουν μέχρι 14 χαρακτήρες (τα ευρετήρια περιείχαν εγγραφές 16 δυφιοσυλλαβών: δύο δυφιοσυλλαβές χρησιμοποιούνταν για τον i-αριθμό και 14 για το όνομα του αρχείου)
- στις εκδόσεις από την 4.2BSD και μετά, τα ονόματα των αρχείων μπορεί να έχουν μέχρι 255 χαρακτήρες και οι εγγραφές των ευρετηρίων είναι μεταβλητού μεγέθους. Κάθε εγγραφή περιέχει το μήκος της, το όνομα του αρχείου και τον i-αριθμό του
- η έκδοση 4.2BSD εισήγαγε επίσης *συμβολικούς συνδέσμους* (*symbolic links*)

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Λογική οργάνωση συστήματος αρχείων

- τα αρχεία στο σύστημα UNIX είναι ακολουθίες δυφιοσυλλαβών
- οι βασικές πρωτογενείς κλήσεις που παρέχει το UNIX για το χειρισμό των αρχείων και των συσκευών εισόδου/εξόδου του είναι οι `creat`, `open`, `read`, `write`, `lseek` και `close`
- οι εντολές εισόδου/εξόδου του χρήστη είναι προσανατολισμένες σε ρεύματα (*stream oriented*), δηλαδή στη μεταφορά δυφιοσυλλαβών κι όχι στη μεταφορά εγγραφών (*record oriented*). Το πλεονέκτημα είναι ότι υλοποιείται εύκολα η ανεξαρτησία από τις συσκευές και η ομοιόμορφη μεταχείριση των αρχείων, των συσκευών, των σωλήνων και των υποδοχών (*sockets*)
- ο χρήστης μπορεί να μεταφέρει (λογικές) εγγραφές σταθερού μήκους με το να προσδιορίζει το (σταθερό) μήκος τους στις εντολές `read` και `write`
- η τυχαία προσπέλαση των εγγραφών αυτών γίνεται με τον προσδιορισμό της θέσης της εγγραφής (αριθμός εγγραφής επί μήκος εγγραφής σε δυφιοσυλλαβές) στην εντολή `lseek`
- η μεταφορά εγγραφών μεταβλητού μήκους μπορεί να γίνει με την αποθήκευση του μήκους κάθε εγγραφής πριν από αυτήν

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Δομή και χρήση ευρετηρίου αρχείων

- το ευρετήριο (και συνεπώς το σύστημα) αρχείων του UNIX έχει δομή προσανατολισμένου ακυκλικού γράφου (DAG structure). Οι κόμβοι του γράφου αυτού είναι ευρετήρια ή αρχεία
- εκτός του ότι ένα ευρετήριο μπορεί να περιέχει άλλα ευρετήρια, ένα σύστημα αρχείων μπορεί να περιέχει κι άλλα συστήματα αρχείων που βρίσκονται σε άλλους (πιθανώς ανταλλάξιμους) τόμους.
- το ριζικό ευρετήριο ή “ευρετήριο ρίζας” (*root directory* ονομάζεται απλώς ‘/’ και περιέχει άλλα (υπο)ευρετήρια, όπως τα
 - /usr και στο οποίο τελικά ανήκουν τα ευρετήρια των χρηστών
 - /bin, περιέχει τα προγράμματα του UNIX (τις εντολές του) σε δυαδική μορφή
 - /dev, περιέχει τους διαχειριστές των περιφερειακών συσκευών του UNIX
 - /etc περιέχει τα αρχεία που χρησιμοποιούνται από το UNIX για την καταχώριση των πόρων του, όπως
 - το αρχείο συνθημάτων passwd
 - αρχείο ομάδων group
 - /lib περιέχει τις βιβλιοθήκες του συστήματος (όπως την `stdio.h`, που χρησιμοποιείται από τα προγράμματα της C)
 - /tmp χρησιμοποιείται για την αποθήκευση προσωρινών αρχείων, τα οποία διαγράφονται αυτόματα μια φορά την ημέρα

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Δομή και χρήση ευρετηρίου αρχείων

- όταν ένας χρήστης συνδεθεί με το σύστημα, τότε το UNIX τον συνδέει με το *προσωπικό* του *ευρετήριο* (*home directory*)
- ο μηχανισμός με τον οποίο ένας χρήστης μπορεί ν' αναφερθεί σ' οποιοδήποτε αρχείο του συστήματος είναι η περιγραφή της *διαδρομής* ή "*μονοπατιού*" (*path*) του δέντρου. Η διαδρομή αυτή αρχίζει από το ευρετήριο ρίζας / και καταλήγει στο ευρετήριο που χρησιμοποιεί ο χρήστης σε μια δεδομένη στιγμή και που ονομάζεται το *τρέχον ευρετήριο* (*current directory*).
- επειδή το πλήρες όνομα ενός αρχείου είναι κάπως μακροσκελές κι επειδή συνήθως οι χρήστες δεν ενδιαφέρονται για την ακριβή δομή του γράφου, όταν ένας χρήστης συνδεθεί με το σύστημα, το UNIX συνδέει αυτόματα το τρέχον με το προσωπικό του ευρετήριο, κι έτσι ο χρήστης μπορεί ν' αναφερθεί σ' ένα αρχείο του τρέχοντος ευρετηρίου του απλώς με τ' όνομά του
- οι υπόλοιποι χρήστες, αν τους έχει δοθεί το δικαίωμα προσπέλασης του αρχείου αυτού, πρέπει να προσδιορίσουν το πλήρες όνομά του, εκτός αν έχουν *αλλάξει το τρέχον ευρετήριό τους* ή εκτός αν έχουν συνδεθεί με το αρχείο αυτό

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Κρυφά αρχεία

Το UNIX παρέχει σε κάθε χρήστη “κρυφά αρχεία” (*hidden files*) ή “αρχεία φαντάσματα” (*phantom files*). Τα ονόματα των κρυφών αρχείων αρχίζουν με μία τελεία και τα περιεχόμενα τους (εκτός των αρχείων “.” και “..”) μπορούν να αλλαχτούν με το συντάκτη. Συνήθως τα αρχεία αυτά είναι τα ακόλουθα:

- το τρέχον ευρετήριο
- .. το πατρικό ευρετήριο
- .profile το αρχείο που εκτελείται αυτόματα μόλις συνδεθεί ο χρήστης με το UNIX (φλοιός `sh`)
- .login το αρχείο που εκτελείται αυτόματα μόλις ο χρήστης συνδεθεί στο σύστημα (φλοιός `csh`)
- .logout το αρχείο που εκτελείται αυτόματα μόλις ο χρήστης αποσυνδεθεί από το σύστημα
- .cshrc το αρχείο που εκτελείται αυτόματα κάθε φορά που ξεκινά η εκτέλεση ενός νέου φλοιού `csh`. Αν ο χρήστης έχει μόλις συνδεθεί στο σύστημα, τότε ο φλοιός αυτός καλεί (εκτελεί) το αρχείο `.login`
- .mailrc το αρχείο που περιέχει τα ψευδώνυμα των παραληπτών του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου κ.ά.
- .forward το αρχείο που περιέχει την ηλεκτρονική διεύθυνση στην οποία θα προωθηθούν τα μηνύματα που στάλθηκαν στο χρήστη
- .netrc το αρχείο που περιέχει τις επιλογές του χρήστη για τη χρήση του προγράμματος `ftp`
- .project το αρχείο που περιέχει τις λεπτομέρειες που επιθυμεί ο χρήστης να ανακοινώσει σχετικά με τις ερευνητικές και άλλες προθέσεις του
- .plan το αρχείο που περιέχει τις λεπτομέρειες που επιθυμεί ο χρήστης να

ανακοινώσει σχετικά με τα προσωπικά και άλλα σχέδιά του

κ.ά.

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Ευρετήρια bin

- εφόσον όλες οι εντολές του UNIX είναι *εκτελέσιμα* (δυναμικά) αρχεία, το UNIX χρησιμοποιεί μια προκαθορισμένη διαδρομή, για να ψάξει τα ευρετήρια που τυχόν περιέχουν τις εντολές αυτές
- το ψάξιμο αυτό ξεκινά από το τρέχον ευρετήριο του χρήστη και, αν η εντολή δε βρεθεί σ' αυτό, τότε το UNIX ψάχνει άλλα ευρετήρια που γνωρίζει ότι περιέχουν εκτελέσιμα αρχεία που αντιστοιχούν σε εντολές. Όλ' αυτά τα ευρετήρια που ψάχνει το UNIX ονομάζονται `bin`
- έτσι το ριζικό ευρετήριο ενός συστήματος UNIX περιέχει ένα (υπο)ευρετήριο, που ονομάζεται `bin` και το οποίο περιέχει τα ονόματα των αρχείων που αντιστοιχούν στις εντολές του UNIX
- δεν υπάρχει *καμία διαφορά* ανάμεσα στις εντολές που γράφονται από τους χρήστες και στις υπόλοιπες εντολές του UNIX. Το σύστημα ακολουθεί τη διαδρομή του ψαξίματος και αδιαφορεί για το ποιος έγραψε την εντολή.
- οι περισσότερες εγκαταστάσεις κατανέμουν τις εντολές σε διαφορετικά `bin` ευρετήρια. Για παράδειγμα το ευρετήριο `/usr` περιέχει συνήθως ένα `bin` (υπο)ευρετήριο (το `/usr/bin`), που περιέχει άλλες εντολές.
- ο κάθε χρήστης μπορεί επίσης να δημιουργήσει το δικό του `bin` ευρετήριο και να βάλει σ' αυτό τις εντολές που έχει γράψει ο ίδιος. Το πλεονέκτημα τού να τοποθετηθεί ένα αρχείο εντολών σ' ένα `bin` ευρετήριο είναι ότι το αρχείο αυτό μπορεί πάντα να εκτελεστεί, άσχετα σε ποιο τρέχον ευρετήριο βρίσκεται ο χρήστης

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Ευρετήρια bin

- η διαδρομή ψαξίματος που ακολουθεί το UNIX για να βρει μία εντολή δίνεται από τη μεταβλητή PATH (στο φλοιό sh) – ή path στο φλοιό csh. Έτσι, αν

```
path = (. ./bin /bin /usr/bin)
```

τότε η διαδρομή ψαξίματος που ακολουθεί το UNIX είναι:

- ψάχνει το τρέχον ευρετήριο
- αν η εντολή δε βρεθεί, τότε ψάχνει το υποευρετήριο bin του τρέχοντος
- αν η εντολή δε βρεθεί, τότε ψάχνει το /bin
- αν η εντολή δε βρεθεί, τότε ψάχνει το /usr/bin
- αν η εντολή δε βρεθεί, τότε εμφανίζει το μήνυμα “not found”

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Ευρετήρια bin

- σ' όλες τις παραπάνω περιπτώσεις εμφανίζει το μήνυμα “cannot execute”, αν το αρχείο (που αντιστοιχεί στην εντολή) δεν είναι εκτελέσιμο. Παρόλο που η διαδρομή ψαξίματος είναι προκαθορισμένη, ο χρήστης μπορεί να την αλλάξει αν το επιθυμεί. Επίσης, αν ένας χρήστης θέλει να εκτελέσει ένα αρχείο που δε βρίσκεται στη διαδρομή ψαξίματος του, τότε πρέπει ν' αναφερθεί στο πλήρες όνομά του (βάζοντας μία / στην αρχή του ονόματος. Αυτό δηλώνει ότι το συγκεκριμένο όνομα είναι μέρος της διαδρομής που ζητάει και ότι δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί η κανονική διαδρομή ψαξίματος)
- αν μεταφερθεί ένα αρχείο (εντολών) σ' ένα bin ευρετήριο του χρήστη, σε πολλές υλοποιήσεις πρέπει ο χρήστης αυτός ν' αποσυνδεθεί με το σύστημα και να ξανασυνδεθεί μ' αυτό, για ν' αναζητηθεί σ' αυτό το ευρετήριο το αρχείο από το UNIX. Αυτό συμβαίνει, διότι ορισμένες υλοποιήσεις, προκειμένου να εργάζονται ταχύτερα, “παγώνουν” (freeze) τους πίνακες κατακερματισμού που χρησιμοποιούνται για την αναζήτηση των ευρετηρίων, όταν συνδέεται κάθε χρήστης

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Σύνδεσμοι

- στο UNIX μπορεί κανείς να διαβάζει ένα αρχείο (για παράδειγμα, μεταξύ άλλων, ένα ευρετήριο) “ταυτόχρονα” με κάποιον άλλο που το ενημερώνει. Είναι επίσης δυνατό να γράφουν διαφορετικοί χρήστες “ταυτόχρονα” στο ίδιο αρχείο
- αν ένας χρήστης B θέλει να συνεργαστεί μ’ ένα άλλο μέλος της ομάδας του A με το να χρησιμοποιήσει ένα αρχείο του τελευταίου, ο χρήστης A πρέπει να δώσει στα μέλη της κοινής τους ομάδας αφενός μεν το δικαίωμα να γράψουν στο αρχείο αυτό και αφετέρου δε το δικαίωμα να εκτελέσουν (*x*), δηλαδή να διερευνήσουν το ευρετήριό του
- όταν δοθούν τα δικαιώματα αυτά, τότε οποιοδήποτε μέλος της ομάδας μπορεί να χρησιμοποιήσει το αρχείο του χρήστη A, αναφέροντας στις εντολές του το πλήρες όνομα του αρχείου που χρησιμοποιείται για τη συνεργασία τους.
- επειδή αυτό μπορεί να είναι κουραστικό, ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί με τον συνεργάτη του με τη δημιουργία ενός συνώνυμου (συνδέσμου) του αρχείου. Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση της εντολής `ln` (κλήσης `link` του συστήματος) για τη δημιουργία ενός σκληρού συνδέσμου ή της εντολής `ln -s` (κλήσης `symlink` του συστήματος) για τη δημιουργία ενός μαλακού (συμβολικού) συνδέσμου
- η δημιουργία ενός σκληρού συνδέσμου προσθέτει ένα νέο στοιχείο (το συνώνυμο) στο ευρετήριο του χρήστη, χωρίς ν’ αλλάξει το όνομα του ιδιοκτήτη του (που παραμένει ο συνεργάτης που δημιούργησε το αρχείο αυτό) και αυξάνει το πλήθος των συνδέσμων του κατά 1

- οι μαλακοί σύνδεσμοι είναι *αρχεία* που περιέχουν τις απόλυτες πορείες, δηλαδή ονόματα μονοπατιών (pathnames) άλλων αρχείων. Σε αντίθεση με τους κοινούς ή “σκληρούς” (hard) συνδέσμους, οι συμβολικοί ή “μαλακοί” (soft) σύνδεσμοι επιτρέπουν τη σύνδεση με άλλα ευρετήρια και με άλλα (τοπικά ή απομακρυσμένα) συστήματα αρχείων

Διαχείριση συστήματος αρχείων του UNIX

Σύνδεσμοι

- όταν ένας χρήστης επιχειρήσει να διαγράψει (με την εντολή `rm`) ένα αρχείο με πλήθος (σκληρών) συνδέσμων μεγαλύτερο από ένα, τότε στην πραγματικότητα διαγράφει από το ευρετήριο του μόνο το όνομα του αρχείου
- η εντολή `rm` (κλήση `unlink` του συστήματος) *αποσυνδέει το αρχείο* (δηλαδή διαγράφει το στοιχείο του ευρετηρίου που αντιστοιχεί στο αρχείο αυτό) και ελαττώνει το πλήθος των σκληρών συνδέσμων του κατά 1
- μόνο όταν το πλήθος αυτό γίνει ίσο με το μηδέν, το αρχείο διαγράφεται πραγματικά. Ακόμη κι αν ο ίδιος ο ιδιοκτήτης του “διαγράφει” ένα αρχείο, δεν το χάνει ο χρήστης που έχει συνδεθεί μ’ αυτό
- έτσι, παρόλο που ο χρήστης δεν είναι ιδιοκτήτης ενός τέτοιου αρχείου (δηλαδή παρόλο που δεν το δημιούργησε και που δεν μπορεί ν’ αλλάξει τα δικαιώματα προσπέλασής του), μπορεί να το χρησιμοποιήσει ως ένα από τα δικά του αρχεία
- αν πραγματικά θέλει ο χρήστης ν’ αλλαχτούν τα δικαιώματα προσπέλασης του αρχείου αυτού, θα πρέπει να πείσει τον ιδιοκτήτη του (να συνδεθεί ο ίδιος με το αρχείο –αν ο τελευταίος το έχει ήδη “διαγράψει”– και) να τ’ αλλάξει
- στην περίπτωση των μαλακών συνδέσμων, η εντολή `rm` (κλήση `unlink`) διαγράφει το σύνδεσμο (στοιχείο του ευρετηρίου) κι όχι το αρχείο ή το ευρετήριο προς το οποίο αυτός δείχνει (αν, εννοείται, αυτό υπάρχει)