

ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
3^η έκδοση
ANDREW S. TANENBAUM

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο
Σύστημα Αρχείων

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

Κεφάλαιο 4

Περιεχόμενα

- 4.1 Αρχεία
- 4.2 Κατάλογοι
- 4.3 Υλοποίηση συστήματος αρχείων
- 4.4 Διαχείριση – βελτιστοποίηση συστήματος αρχείων
- 4.5 Παραδείγματα συστημάτων αρχείων

Εισαγωγικές έννοιες (1)

- Όλες σχεδόν οι εφαρμογές διαβάζουν, γράφουν ή τροποποιούν κάποια δεδομένα.
- Τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να είναι διαθέσιμα για μακρόχρονη χρήση (πιθανώς για πάντα).
- Βασικές απαιτήσεις για την μακρόχρονη αποθήκευση δεδομένων:
 1. **Όγκος δεδομένων:** Θα πρέπει να είναι δυνατή η αποθήκευση μεγάλης ποσότητας δεδομένων (>> RAM).
 2. **Διατήρηση δεδομένων:** οι πληροφορίες πρέπει να εξακολουθούν να υπάρχουν μετά τον τερματισμό της διεργασίας που τα δημιούργησε.
 3. **Παράλληλη χρήση δεδομένων:** πολλές διεργασίες θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης χρήσης.

Εισαγωγικές έννοιες (2)

- Μέσα για την μακροπρόθεσμη αποθήκευση δεδομένων:
 - δίσκοι, μαγνητικές ταινίες, CD, DVD κτλ.
- Θεωρούμε τον δίσκο ως μία γραμμική ακολουθία από μπλοκ σταθερού μεγέθους, με 2 μόνο λειτουργίες:
 1. Ανάγνωση του μπλοκ k .
 2. Εγγραφή στο μπλοκ k .
- Βασικά θέματα που προκύπτουν είναι:
 1. Πως θα αναζητούνται τα δεδομένα;
 2. Πως προστατεύονται τα δεδομένα ενός χρήστη από κάποιον άλλο χρήστη?
 3. Πως βρίσκονται τα ελεύθερα μπλοκ;

4.1 Αρχεία

Αρχεία (files)

- Αρχεία: μία νέα αφαίρεση του ΛΣ για την διαχείριση των δεδομένων ενός συστήματος.
- Λογικές μονάδες δεδομένων, τις οποίες δημιουργούν, και διαχειρίζονται οι διεργασίες.
- Αποτελεί το χώρο διευθύνσεων των δεδομένων στο δίσκο
 - Ότι είναι ο χώρος διευθύνσεων (address space) για τη RAM, είναι το αρχείο για το δίσκο.
- Η διαχείριση των αρχείων γίνεται από το ΛΣ.
 - Δημιουργία, τροποποίηση, καταστροφή.
 - Ονομασία, δόμηση, υλοποίηση
 - Προσπέλαση, προστασία, χρήση.

- Οι αφαιρέσεις (abstractions) των διεργασιών, των χώρων εικονικών διευθύνσεων και των αρχείων, είναι οι τρεις βασικές αφαιρέσεις που χρησιμοποιούνται στα ΛΣ. Η κατανόηση και των τριών αυτών εννοιών είναι πολύ βασική προϋπόθεση για την βαθιά κατανόηση των ΛΣ/
 - Διεργασία: αφαίρεση της CPU: βοηθά τον προγραμματιστή, αποκρύπτοντας τις λεπτομέρειες υλοποίησης της επεξεργασίας των εντολών. Για κάθε διεργασία, είναι σαν να υπάρχει μία ξεχωριστή CPU.
 - Χώροι διευθύνσεων: αποκρύπτει από τον προγραμματιστή τις λεπτομέρειες φόρτωσης των εντολών μίας διεργασίας στη μνήμη. Κάθε πρόγραμμα που εκτελείται, έχει μία δική του θεώρηση για τη μνήμη.
 - Αρχεία: αφαίρεση που αποκρύπτει τις λεπτομέρειες αποθήκευσης των δεδομένων. Δεν χρειάζεται ο προγραμματιστής να ασχολείται με τις λεπτομέρειες αποθήκευσης των δεδομένων στο δίσκο, της αναζήτησης ή της εγγραφής.

Ονομασία αρχείων (1)

- Μέγεθος ονόματος:
 - Στο FAT-16, FAT-32 (MS-DOS μέχρι Win98), μέχρι 8 χαρακτήρες.
 - Στο NTFS (WIN NT και μετά) μέχρι 255 χαρακτήρες
- Διάκριση πεζών-κεφαλαίων:
 - Στα windows δεν γίνεται διάκριση.
 - Στο UNIX γίνεται διάκριση.
- Προεκτάσεις αρχείων (file extensions):
 - Στα windows έχουν νόημα για το ΛΣ.
 - Στο UNIX είναι συμβάσεις των χρηστών.

- Οι αφαιρέσεις (abstractions) των διεργασιών, των χώρων εικονικών διευθύνσεων και των αρχείων, είναι οι τρεις βασικές αφαιρέσεις που χρησιμοποιούνται στα ΛΣ. Η κατανόηση και των τριών αυτών εννοιών είναι πολύ βασική προϋπόθεση για την βαθιά κατανόηση των ΛΣ/
 - Διεργασία: αφαίρεση της CPU: βοηθά τον προγραμματιστή, αποκρύπτοντας τις λεπτομέρειες υλοποίησης της επεξεργασίας των εντολών. Για κάθε διεργασία, είναι σαν να υπάρχει μία ξεχωριστή CPU.
 - Χώροι διευθύνσεων: αποκρύπτει από τον προγραμματιστή τις λεπτομέρειες φόρτωσης των εντολών μίας διεργασίας στη μνήμη. Κάθε πρόγραμμα που εκτελείται, έχει μία δική του θεώρηση για τη μνήμη.
 - Αρχεία: αφαίρεση που αποκρύπτει τις λεπτομέρειες αποθήκευσης των δεδομένων. Δεν χρειάζεται ο προγραμματιστής να ασχολείται με τις λεπτομέρειες αποθήκευσης των δεδομένων στο δίσκο, της αναζήτησης ή της εγγραφής.

Ονομασία αρχείων (2)

Extension	Meaning
file.bak	Backup file
file.c	C source program
file.gif	CompuServe Graphical Interchange Format image
file.hlp	Help file
file.html	World Wide Web HyperText Markup Language document
file.jpg	Still picture encoded with the JPEG standard
file.mp3	Music encoded in MPEG layer 3 audio format
file.mpg	Movie encoded with the MPEG standard
file.o	Object file (compiler output, not yet linked)
file.pdf	Portable Document Format file
file.ps	PostScript file
file.tex	Input for the TEX formatting program
file.txt	General text file
file.zip	Compressed archive

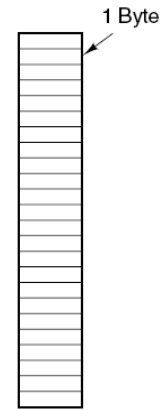
Εικόνα 4-1. Τυπικές προεκτάσεις ονομάτων αρχείων.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

Δομή των αρχείων (1)

(1) Ακολουθία Byte

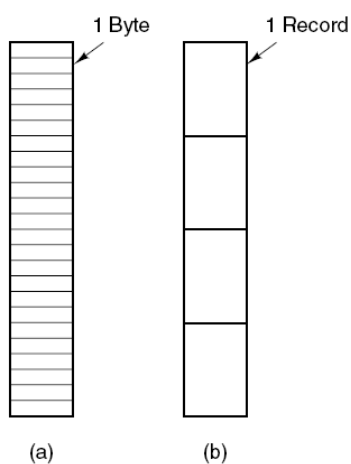
- Καμία δόμηση. Μονάδα του αρχείου είναι το byte.
- Το νόημα που θα δοθεί στα δεδομένα του αρχείου είναι δουλειά του προγράμματος χρήστη και δεν αφορά το ΛΣ.
- Το ΛΣ δεν απαγορεύει, ούτε επιβάλλει κάποια ειδική δομή).
- Μέγιστη ευελιξία.
- Χρησιμοποιείται στο UNIX, windows, κτλ.



(a)

Εικόνα 4-2. Τρία είδη δόμηση αρχείων. (a) ακολουθία Byte.

Δομή των αρχείων (2)



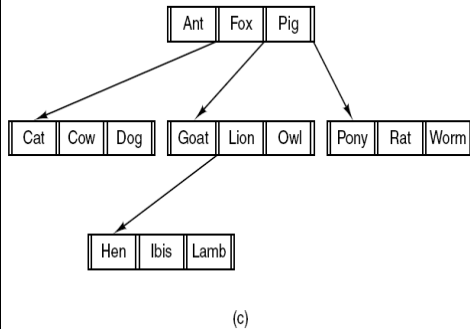
(2) Ακολουθία εγγραφών (record)

- Μονάδα του αρχείου είναι μία εγγραφή με συγκεκριμένη μορφή.
- Το ΛΣ απαγορεύει τη δημιουργία αρχείων με διαφορετική δομή.
- Η ανάγνωση γίνεται επίσης ανά εγγραφή.
- Δεν χρησιμοποιείται πλέον.

Εικόνα 4-2. Τρία είδη δόμηση αρχείων. (b) ακολουθία εγγραφών.

Δομή των αρχείων (3)

(3) Δένδρο (tree)



- Μονάδα του αρχείου είναι μία εγγραφή, αλλά **χωρίς συγκεκριμένη μορφή**.
- Κάθε εγγραφή έχει όμως υποχρεωτικά ένα **κλειδί (key)**.
- Η αναζήτηση ή τοποθέτηση ενός αρχείου στο δένδρο, γίνεται με βάση το κλειδί.
- Χρησιμοποιείται σε mainframes για επεξεργασία εμπορικών δεδομένων.

Εικόνα 4-2. Τρία είδη δόμηση αρχείων. (c) Δένδρο.

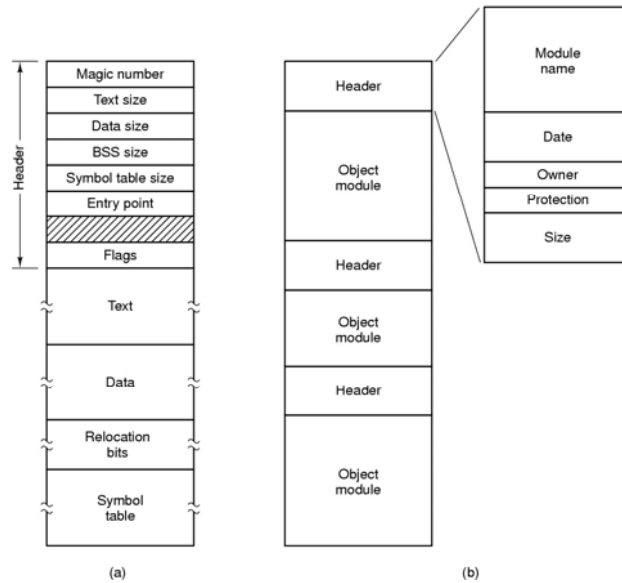
Τύποι αρχείων (1)

- **UNIX:**
 - Κανονικά αρχεία
 - Κατάλογοι
 - Ειδικά αρχεία χαρακτήρων (χρησιμοποιούνται για μοντελοποίηση σειριακών συσκευών E/E)
 - Ειδικά αρχεία μπλοκ (χρησιμοποιούνται για μοντελοποίηση δίσκων)
- **Windows:**
 - Μόνο κανονικά αρχεία και κατάλογοι

Τύποι αρχείων (2)

- Τα κανονικά αρχεία χωρίζονται σε **ASCII** και **binary files**
- **ASCII αρχεία:**
 - Περιλαμβάνουν κείμενο και ειδικούς χαρακτήρες (line feed, carriage return).
 - Μπορούν να επεξεργαστούν, τυπωθούν, χρησιμοποιηθούν για Ε/Ε, επικοινωνία διεργασιών κτλ.
- **Binary (δυναδικά) αρχεία:**
 - Ότι δεν είναι ascii.
 - Εσωτερική δομή, γνωστή στον προγραμματιστή.
 - Δεν επεξεργάζονται ούτε τυπώνονται.

Τύποι αρχείων (3)



Εικόνα 4-3. Δύο δυαδικά αρχεία: (α) Εκτελέσιμο. (β) αρχειοθήκη.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

14

- Τα binary αρχεία έχουν δομή, για το ΛΣ.
- (α) ένα εκτελέσιμο αρχείο έχει πεδία όπως τον μαγικό αριθμό (δείχνει ότι είναι εκτελέσιμο το αρχείο), πεδία μεγέθους, σημαίες, κώδικα, δεδομένα, Bit για την επανατοποθέτησή τους στη μνήμη, πίνακα συμβόλων για debugging κτλ)
- (β) ένα αρχείο αρχειοθήκης (archive), χρησιμοποιείται στο UNIX για την ομαδοποίηση σε βιβλιοθήκες, υπομονάδων κώδικα που έχουν μεταγλωττιστεί αλλά δεν έχουν συνδεθεί. Κάθε υπομονάδα περιλαμβάνει μία επικεφαλίδα με πληροφορίες δημιουργίας, ιδιοκτήτη κτλ, και τον ίδιο τον μεταγλωττισμένο κώδικα της υπομονάδας.

Πρόσβαση στα αρχεία

- Αρχεία σειριακής πρόσβασης (sequential files)
 - Ανάγνωση με τη σειρά, όλων των byte.
 - Μόνο δυνατότητα rewind.
- Αρχεία τυχαίας προσπέλασης (random access files)
 - Ανάγνωση σε οποιαδήποτε θέση.
 - Δυνατότητα αναζήτησης θέσης μέσα στο αρχείο (seek).

Χαρακτηριστικά (attributes) των αρχείων

Attribute	Meaning
Protection	Who can access the file and in what way
Password	Password needed to access the file
Creator	ID of the person who created the file
Owner	Current owner
Read-only flag	0 for read/write; 1 for read only
Hidden flag	0 for normal; 1 for do not display in listings
System flag	0 for normal files; 1 for system file
Archive flag	0 for has been backed up; 1 for needs to be backed up
ASCII/binary flag	0 for ASCII file; 1 for binary file
Random access flag	0 for sequential access only; 1 for random access
Temporary flag	0 for normal; 1 for delete file on process exit
Lock flags	0 for unlocked; nonzero for locked
Record length	Number of bytes in a record
Key position	Offset of the key within each record
Key length	Number of bytes in the key field
Creation time	Date and time the file was created
Time of last access	Date and time the file was last accessed
Time of last change	Date and time the file was last changed
Current size	Number of bytes in the file
Maximum size	Number of bytes the file may grow to

Εικόνα 4-4. Μερικά χαρακτηριστικά αρχείων.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

16

- Δεν ισχύει ότι όλα τα ΛΣ υποστηρίζουν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά (κάθε ΛΣ υποστηρίζει ορισμένα από αυτά).

Λειτουργίες αρχείων

Οι βασικές κλήσεις συστήματος που για τα αρχεία:

- Create
- Delete
- Open
- Close
- Read
- Write
- Append
- Seek
- Get Attributes
- Set Attributes
- Rename

Παράδειγμα προγράμματος που χρησιμοποιεί κλήσεις συστήματος αρχείων (1)

```
/* File copy program. Error checking and reporting is minimal. */

#include <sys/types.h>           /* include necessary header files */
#include <fcntl.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

int main(int argc, char *argv[]); /* ANSI prototype */

#define BUF_SIZE 4096           /* use a buffer size of 4096 bytes */
#define OUTPUT_MODE 0700       /* protection bits for output file */

int main(int argc, char *argv[])
{
    int in_fd, out_fd, rd_count, wt_count;
    char buffer[BUF_SIZE];

    if (argc != 3) exit(1);      /* syntax error if argc is not 3 */

    /* Open the input file and create the output file */
    in_fd = open(argv[1], O_RDONLY); /* open the source file */
    if (in_fd < 0) exit(2);        /* if it cannot be opened, exit */
    out_fd = creat(argv[2], OUTPUT_MODE); /* create the destination file */
    if (out_fd < 0) exit(3);      /* if it cannot be created, exit */

    . . .
}
```

Παράδειγμα προγράμματος που χρησιμοποιεί κλήσεις συστήματος αρχείων (2)

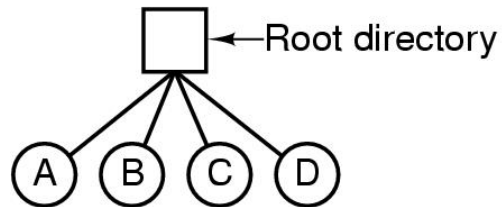
```
/* Copy loop */
while (TRUE) {
    rd_count = read(in_fd, buffer, BUF_SIZE); /* read a block of data */
    if (rd_count <= 0) break; /* if end of file or error, exit loop */
    wt_count = write(out_fd, buffer, rd_count); /* write data */
    if (wt_count <= 0) exit(4); /* wt_count <= 0 is an error */
}

/* Close the files */
close(in_fd);
close(out_fd);
if (rd_count == 0) /* no error on last read */
    exit(0);
else /* error on last read */
    exit(5);
}
```

Εικόνα 4-5. Ένα απλό πρόγραμμα αντιγραφής αρχείων.

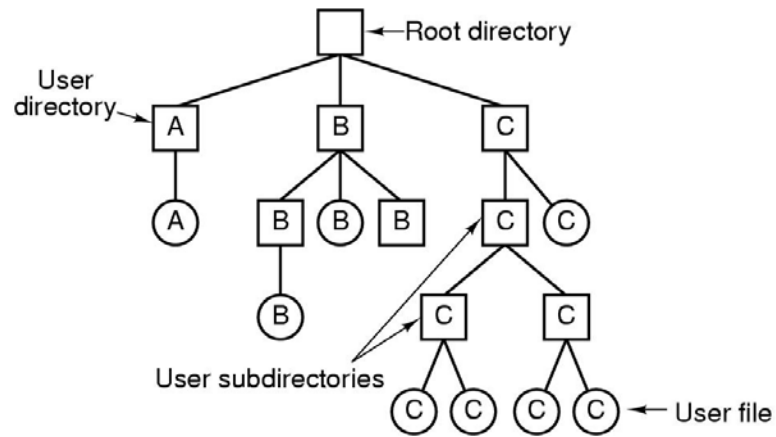
4.2 Κατάλογοι

Συστήματα καταλόγων ενός επιπέδου



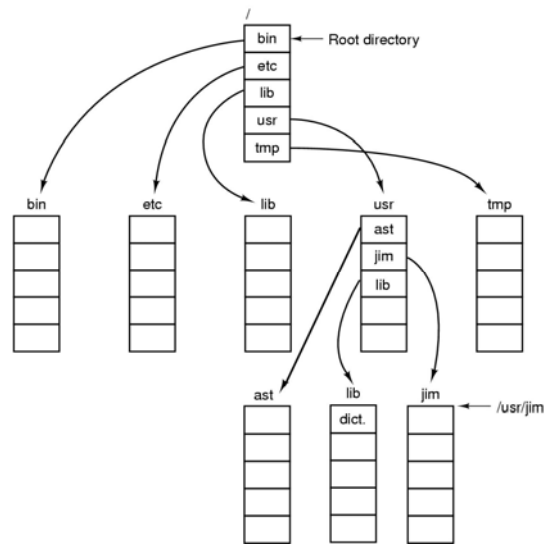
Εικόνα 4-6. Ένα μονοεπίπεδο σύστημα καταλόγου με 4 αρχεία.

Ιεραρχικά συστήματα καταλόγων



Εικόνα 4-7. Ένα ιεραρχικό σύστημα καταλόγων.

Ονόματα διαδρομών



Εικόνα 4-8. Ένα δένδρο καταλόγων του UNIX.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

23

- Απόλυτο όνομα διαδρομής (absolute path name):
 - /usr/jim/file1
- Σχετικό όνομα διαδρομής (relative path name):
 - Εάν ο τρέχων κατάλογος είναι ο /usr, τότε η παραπάνω διαδρομή, μπορεί να γραφεί ως: /jim/file1
- Οι φάκελοι «.» και «..»
 - . : ο τρέχων κατάλογος.
 - .. : ο αμέσως επάνω κατάλογος.

Λειτουργίες καταλόγων

Κλήσεις συστήματος για τη διαχείριση καταλόγων:

- Create
- Delete
- Opendir
- Closedir
- Readdir
- Rename
- Link
- Unlink

4.3 Υλοποίηση συστήματος αρχείων

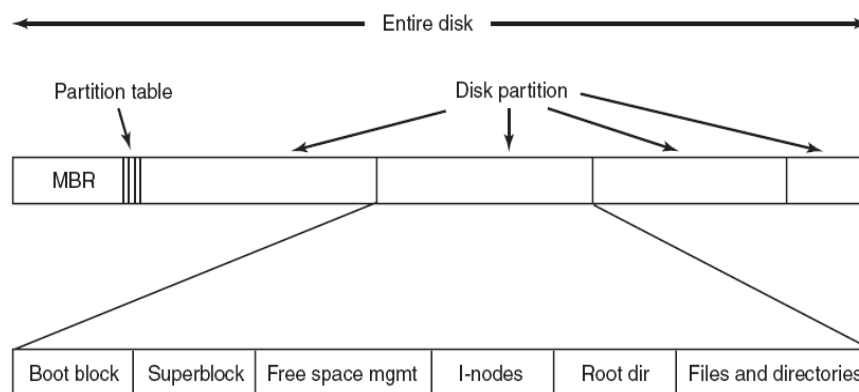
Διαφορετικές όψεις χρήσης και υλοποίησης συστήματος αρχείων

- Άποψη του χρήστη
 - Ονομασία αρχείων
 - Τρόπος προσπέλασης αρχείων και καταλόγων.
 - Δομή αποθήκευσης (δένδρο αρχείων).
 - Θέματα διασύνδεσης.
- Άποψη του προγραμματιστή
 - Αποθήκευση των αρχείων και καταλόγων.
 - Διαχείριση χώρου στο δίσκο.
 - Θέματα απόδοσης και αξιοπιστίας.

Διάταξη του συστήματος αρχείων (1)

- Διαμέρισμα δίσκου (disk partition)
 - Κάθε διαμέρισμα ενός δίσκου μπορεί να έχει διαφορετικό σύστημα αρχείων.
- Βασική Εγγραφή Εκκίνησης (Master Boot Record) – MBR: Χρησιμοποιείται για την εκκίνηση του υπολογιστή. Είναι ο τομέας 0 του δίσκου. Περιλαμβάνει:
 - Τον πίνακα διαμερισμάτων (partition table): Βρίσκεται στο τέλος του MBR. Το BIOS φορτώνει στη μνήμη το MBR και αναζητεί το ενεργό διαμέρισμα.
 - Το μπλοκ εκκίνησης (boot block): Είναι το 1^ο μπλοκ στο MBR το οποίο φορτώνει το ενεργό διαμέρισμα.

Διάταξη του συστήματος αρχείων (2)



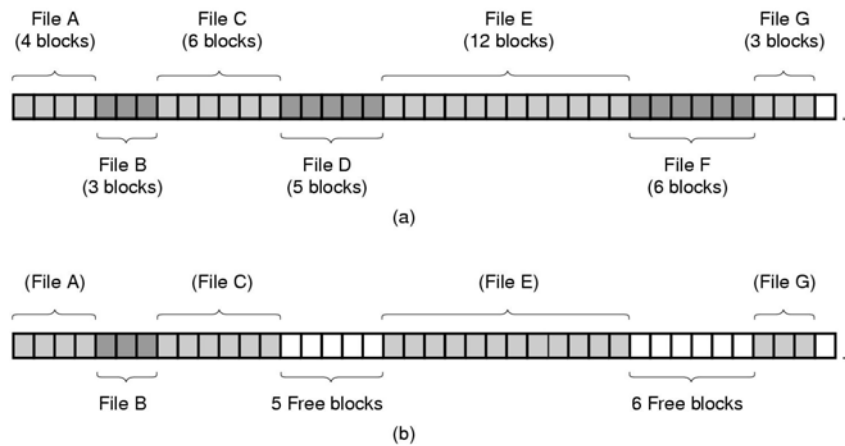
Εικόνα 4-9. Πιθανή διάταξη του συστήματος αρχείων.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

28

- Σε κάθε partition περιλαμβάνονται:
 - Το boot block περιλαμβάνει πληροφορία εάν το partition είναι ενεργό.
 - Το superblock (υπερμπλόκ) περιέχει πληροφορίες για το σύστημα αρχείων (τύπος συστήματος αρχείων, αριθμός μπλοκ κτλ) και φορτώνεται στη μνήμη όταν ξεκινάει ο υπολογιστής ή την 1^η φορά που θα χρησιμοποιηθεί το σύστημα αρχείων.
 - Διαχείριση ελεύθερου χώρου (χάρτης bit ή συνδεδεμένη λίστα)
 - I-nodes: ένας πίνακας δομών δεδομένων, μία για κάθε αρχείο, με χρήσιμα στοιχεία που αφορούν το κάθε αρχείο.
 - Βασικός κατάλογος.
 - Αρχεία και άλλοι κατάλογοι.

Υλοποίηση των αρχείων (συνεχής κατανομή)



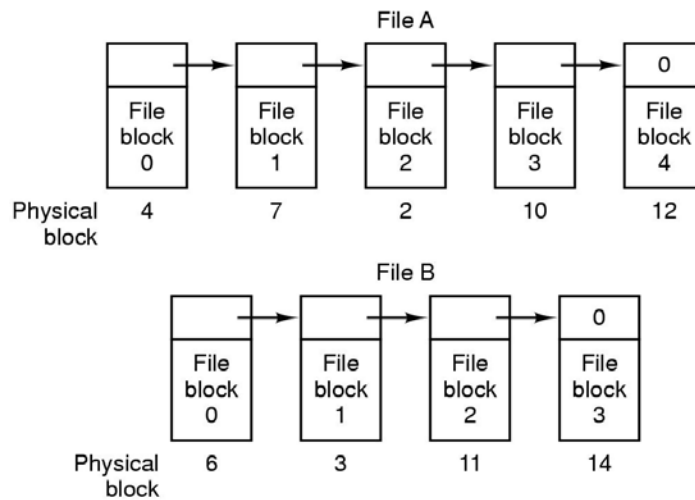
Εικόνα 4-10. (a) Συνεχής κατανομή του χώρου του δίσκου σε 7 αρχεία. (b) Η κατάσταση του δίσκου μετά από τη διαγραφή των αρχείων D και F.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

29

- Σε αυτή την περίπτωση, κάθε αρχείο καταλαμβάνει τόσα συνεχόμενα μπλοκ, όσα απαιτεί το μέγεθός του.
- Πλεονεκτήματα:
 - Πολύ εύκολη υλοποίηση είναι
 - Εξαιρετική απόδοση ανάγνωσης
- Μειονεκτήματα:
 - Το σύστημα γρήγορα γεμίζει από κενά τα οποία είναι δύσκολο να διαχειριστεί.
 - Δεν είναι εύκολη η διαχείριση αρχείων το οποίο ενδέχεται να αλλάξει μέγεθος (π.χ. ένα αρχείο κειμένου).
 - Θα απαιτούσε συνεχή ανασυγκρότηση δίσκου (πολύ χρονοβόρο)
- Χρησιμοποιείται στα CD-ROM, εφόσον το μέγεθος των αρχείων είναι εκ' των προτέρων γνωστό.

Υλοποίηση των αρχείων (κατανομή συνδεδεμένης λίστας)



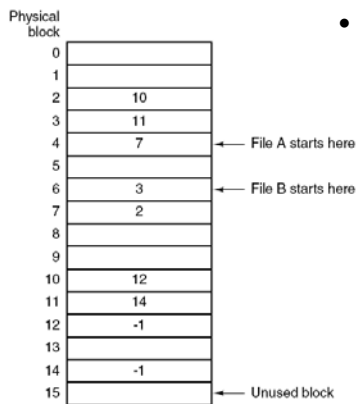
Εικόνα 4-11. Αποθήκευση αρχείου σαν μία συνδεδεμένη λίστα από μπλοκ δίσκου.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

30

- Διατήρηση μίας συνδεδεμένης λίστας των μπλοκ δίσκου.
 - Κάθε εγγραφή στη λίστα δείχνει ποιο (λογικό) μπλοκ του αρχείου αντιστοιχεί σε ποιο (φυσικό) μπλοκ του δίσκου.
 - Επίσης έχει ένα δείκτη προς το επόμενο μπλοκ.
- Πλεονεκτήματα:
 - Δεν υπάρχει απώλεια μπλοκ, παρά μόνο λόγω εσωτερικής κατάτμησης (απώλεια στο τελευταίο μπλοκ κάθε αρχείου).
 - Αρκεί η αποθήκευση του 1^{ου} μπλοκ κάθε αρχείου.
- Μειονεκτήματα:
 - Η τυχαία προσπέλαση είναι πολύ αργή.
 - (για ανάγνωση του N block, πρέπει πρώτα να βρεθούν τα προηγούμενα N-1 blocks).

Υλοποίηση των αρχείων (κατανομή συνδεδεμένης λίστας με πίνακα στη μνήμη)



- Τοποθέτηση σε ένα πίνακα, όλων των δεικτών από κάθε μπλοκ, και φόρτωση του πίνακα στη μνήμη.
 - Κάθε εγγραφή στη λίστα δείχνει ποιο (λογικό) μπλοκ του αρχείου αντιστοιχεί σε ποιο (φυσικό) μπλοκ του δίσκου.
 - Επίσης έχει ένα δείκτη προς το επόμενο μπλοκ.
 - Παράδειγμα: FAT-16, FAT-32

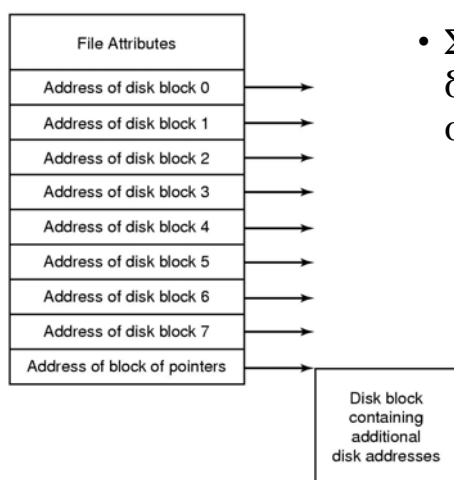
Εικόνα 4-12. Κατανομή συνδεδεμένης λίστας με χρήση πίνακα κατανομής αρχείων (**File Allocation Table**).

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

31

- Πλεονεκτήματα:
 - Δεν υπάρχει απώλεια μπλοκ, παρά μόνο λόγω εσωτερικής κατάτμησης (απώλεια στο τελευταίο μπλοκ κάθε αρχείου).
 - Γρήγορη προσπέλαση.
- Μειονεκτήματα:
 - Ο πίνακας πρέπει να διατηρείται στη μνήμη (πρόβλημα για μεγάλους δίσκους με πολλά αρχεία).
 - Για μεγάλα συστήματα αρχείων γίνεται πολύ ακριβή η φόρτωση του πίνακα αρχείων στη μνήμη.

Υλοποίηση με κόμβους-ι (i-nodes)



- Σε κάθε αρχείο αντιστοιχεί μία δομή δεδομένων, ο κόμβος-ι (**i-node**), οποίος περιλαμβάνει:
 - Τα **χαρακτηριστικά του αρχείου**, και
 - Μία εγγραφή για κάθε λογικό μπλοκ του αρχείου, η οποία περιέχει **έναν αριθμοδείκτη (index) προς τη διεύθυνση του φυσικού μπλοκ στο δίσκο που έχει αποθηκευτεί**.

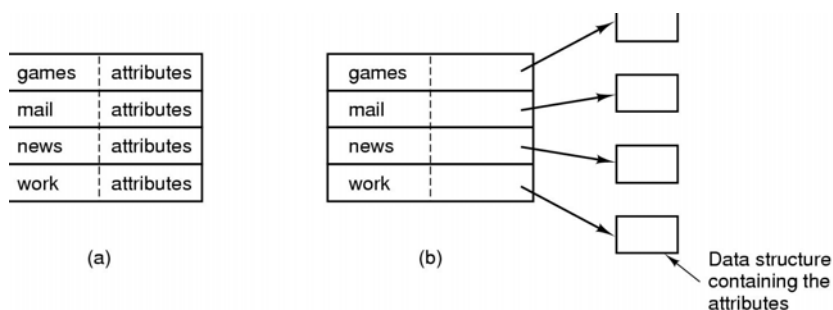
Εικόνα 4-13. Παράδειγμα ενός κόμβου-ι (**index node**)

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

32

- Πλεονεκτήματα:
 - Αν γνωρίζουμε το i-node ενός αρχείου, μπορούμε να βρούμε όλα τα μπλοκ του.
 - Ο i-node ενός αρχείου δεν βρίσκεται πάντα στη μνήμη (όπως το FAT) αλλά **μόνο όταν το αρχείο είναι ανοικτό**.
 - Ο πίνακας κάθε i-node είναι ανάλογος του μεγέθους του κάθε αρχείου.
- Μειονεκτήματα:
 - Κάθε i-node έχει συγκεκριμένο αριθμό εγγραφών. Ενδέχεται το μέγεθος του αρχείου να είναι μεγαλύτερο από το διαθέσιμο αριθμό δεικτών προς μπλοκ.
 - Μία λύση είναι η τελευταία εγγραφή να δείχνει προς ένα μπλοκ ο οποίο περιλαμβάνει διευθύνσεις σε πολλά μπλοκ δίσκου.

Υλοποίηση καταλόγων (1)



Εικόνα 4-14. (a) Κατάλογος ο οποίος περιλαμβάνει εγγραφές σταθερού μεγέθους, με τις διευθύνσεις δίσκου και τα χαρακτηριστικά (Windows).
(b) Ένας κατάλογος στον οποίο κάθε καταχώρηση αναφέρεται απλώς σε έναν i-node (UNIX).

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

33

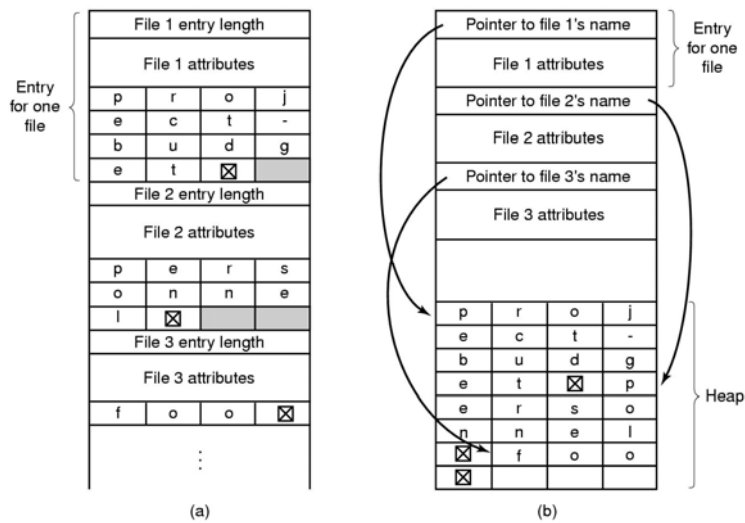
- Ο κατάλογος περιέχει τις πληροφορίες που χρειάζονται για να βρεθεί το μπλοκ του δίσκου για κάθε αρχείο.
 - π.χ, η διεύθυνση όλων των μπλοκ (για συνεχή κατανομή αρχείων), ή
 - η διεύθυνση του 1^{ου} μπλοκ (για συνδεδεμένη λίστα), ή
 - ο αριθμός του κόμβου-i (για i-nodes).
- Επίσης περιλαμβάνει πληροφορίες χαρακτηριστικών.
 - Στην περίπτωση της χρήσης i-nodes, τα χαρακτηριστικά του κάθε αρχείου μπορεί να αποθηκεύονται ήδη μέσα στον κάθε i-node.

Υλοποίηση καταλόγων (2)

Χρήση μεγάλων ονομάτων αρχείων

- Κάθε εγγραφή ενός αρχείου στον κατάλογο, έχει μία εγγραφή (π.χ. 255 χαρακτήρες) για το όνομα του αρχείου.
 - Όμως γίνεται σπατάλη σε περίπτωση χρήσης μικρών ονομάτων.
- Λύση: χρήση μεταβλητού μήκους για κάθε εγγραφή στον κατάλογο.

Υλοποίηση καταλόγων (3) Χρήση μεγάλων ονομάτων αρχείων



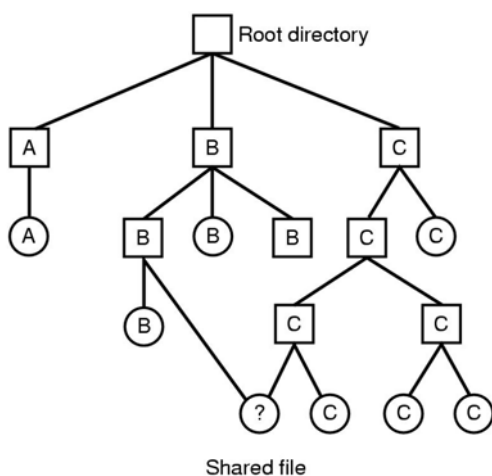
Εικόνα 4-15. Χειρισμός μεγάλων ονομάτων αρχείων στο καταλόγους.
(a) Εσωτερικά (In-line). (b) Με τη χρήση σωρού (heap).

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

35

- (α) Εσωτερικά (in-line)
 - Κάθε εγγραφή έχει πεδία σταθερού μεγέθους και ένα πεδίο μεταβλητού μεγέθους για το όνομα.
 - Χρησιμοποιείται κάποιος χαρακτήρας τερματισμού.
 - Πρόβλημα κατά την διαγραφή αρχείων:
 - Θα παραμείνει στον κατάλογο ένα κενό μεταβλητού μεγέθους, το οποίο μπορεί να μην ταιριάζει με το νέο αρχείο.
- (α) με χρήση σωρού (heap)
 - Τα ονόματα όλων των αρχείων διατηρούνται σε μία σωρό, στο τέλος του καταλόγου.
 - Για κάθε αρχείο διατηρείται ένας δείκτης προς το όνομα στη σωρό.
 - Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει περίπτωση να μην χωράει το όνομα ενός νέου αρχείου.
 - Απαιτείται διαχείριση της σωρού.

Κοινόχρηστα αρχεία (1)



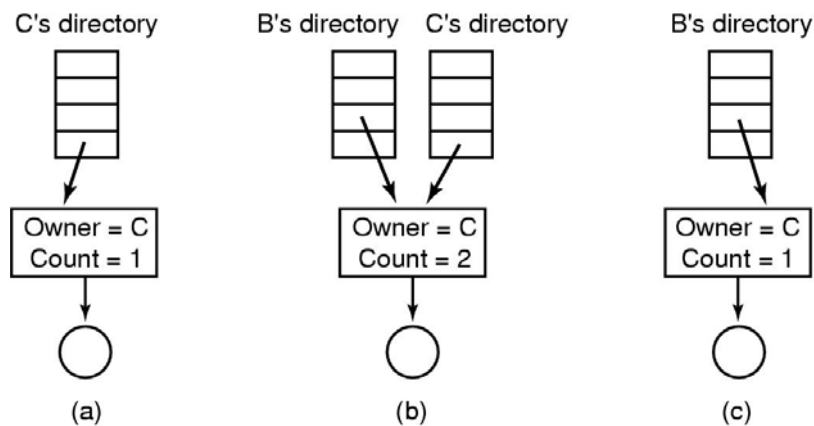
- Η σύνδεση για την κοινή χρήση ενός αρχείου λέγεται **σύνδεσμος (link)**.
- Πλέον δεν έχουμε δομή δένδρου αλλά **Προσανατολισμένου Ακυκλικού Γράφου**.

Εικόνα 4-16. Σύστημα αρχείων που περιέχει κοινόχρηστο αρχείο.

Κοινόχρηστα αρχεία (2)

- Πραγματική σύνδεση (**hard link**).
 - Οι κατάλογοι δείχνουν σε i-nodes, έναν για κάθε αρχείο που περιλαμβάνουν.
 - Κάθε i-node περιλαμβάνει τα μπλοκ του δίσκου που αντιστοιχούν στο αρχείο.
 - Στο i-node κάθε αρχείου υπάρχει ένας **μετρητής συνδέσεων**, του ίδιου αρχείου σε έναν ή περισσότερους καταλόγους.
- Συμβολική σύνδεση (**symbolic link**)
 - Δημιουργία από το ΛΣ ενός νέου τύπου αρχείου (**LINK**) και τοποθέτηση αυτού του αρχείου στον κατάλογο B.
 - Το **LINK** περιέχει μόνο το όνομα προς το πραγματικό αρχείο.

Κοινόχρηστα αρχεία (3)



Εικόνα 4-17. (a) Κατάσταση πριν τη σύνδεση.

(b) Μετά τη δημιουργία του συνδέσμου από τον B.

(c) Μετά την διαγραφή του αρχείου από τον αρχικό ιδιοκτήτη C.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

38

- Μειονεκτήματα hard-links.
 - Ο 2^{ος} χρήστης (ο B) συνδέεται με το αρχείο, άρα αυξάνεται ο μετρητής συνδέσεων του αρχείου κατά ένα.
 - Ο ιδιοκτήτης του αρχείου, παραμένει ο C.
 - Εάν ο χρήστης C διαγράψει το αρχικό αρχείο, τότε ο κόμβος-ι του αρχείου θα δείχνει λανθασμένα ότι ο ιδιοκτήτης του αρχείου που έμεινε είναι ο C και όχι ο B.
 - Το πρόβλημα δεν υπάρχει με τους soft-links, εφόσον σε αυτή την περίπτωση μόνο ο αρχικός (πραγματικός ιδιοκτήτης) έχει δείκτη προς τον κόμβο-ι.
- Μειονεκτήματα soft-links.
 - Πρόσθετη επιβάρυνση κατά την αναζήτηση του αρχείου.
 - Πρέπει για κάθε συμβολικό σύνδεσμο, να δημιουργηθεί επίσης ένας κόμβος-ι (εφόσον και το LINK είναι αρχείο!).
 - Όμως επιτρέπουν την κοινή χρήση αρχείων από οπουδήποτε στον κόσμο, με ένα απλό προσδιορισμό της διεύθυνσης δικτύου του Η/Υ και του ονόματος της διαδρομής του αρχείου.

Συστήματα αρχείων με καταγραφική δομή (Log-structured file system)

- Στηρίζεται στην παρατήρηση ότι όσο αυξάνει το μέγεθος της κρυφής μνήμης, τόσο αυξάνεται η ευστοχία κρυφής μνήμης (cache hit) και άρα μειώνεται η πρόσβαση στο δίσκο.
- Στο μέλλον οι περισσότερες προσβάσεις στο δίσκο θα είναι για εγγραφή και όχι για ανάγνωση!
- Όλος ο δίσκος δομείται ως αρχείο καταγραφής (log file).
- Περιοδικά, όλες οι εκκρεμείς εγγραφές στη μνήμη, γράφονται ως συνεχές τμήμα στο δίσκο.
 - Σε κάθε τμήμα μπορεί να υπάρχουν, i-nodes, μπλοκ καταλόγων κτλ, καθώς και μία περίληψη (segment summary).
- Καλύτερη εκμετάλλευση του δίσκου, αλλά δυσκολότερη αναζήτηση των i-nodes.

Ημερολογιακά συστήματα αρχείων (Journaling File Systems) (1)

- Τήρηση ενός ημερολογίου (αρχείου καταγραφής) για την περιγραφή των ενεργειών που πρόκειται να κάνει το ΛΣ, **πριν την πραγματοποίηση της ενέργειας**.
- Σε περίπτωση κατάρρευσης του συστήματος, εξετάζεται το ημερολόγιο ώστε να μπορέσει να επαναληφθεί η αποτυχημένη λειτουργία.
- Παραδείγματα ημερολογιακών συστημάτων:
 - Windows: **NTFS**.
 - Linux: **ext3, ReiserFS**.

Ημερολογιακά συστήματα αρχείων (Journaling File Systems) (2)

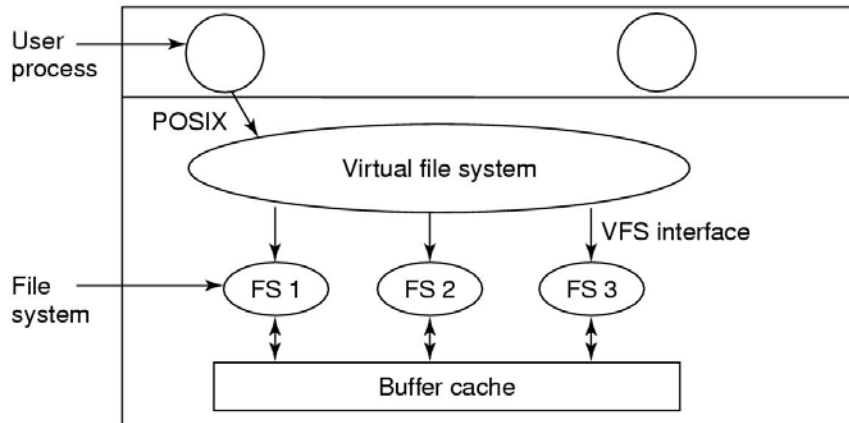
- Παράδειγμα: ενέργειες για τη διαγραφή ενός αρχείου. :
 1. Αφαίρεση αρχείου από τον κατάλογό του.
 2. Αποδέσμευση του i-node που είχε δοθεί στο αρχείο, ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί.
 3. Αποδέσμευση των μπλοκ του δίσκου που είχε το αρχείο, (μαρκάρισμα ως ελεύθερα).
- Σε περίπτωση κατάρρευσης του συστήματος :
 1. Το ΛΣ έχει ήδη καταχωρήσει στο ημερολόγιο, τις απαιτούμενες ενέργειες.
 2. Μετά από την εκτέλεση μίας ενέργειας, επαληθεύεται και διαγράφεται από το ημερολόγιο.
 3. Σε περίπτωση κατάρρευσης του ΛΣ, ελέγχεται το ημερολόγιο.

- Για επιπρόσθετη αξιοπιστία, μπορεί και εδώ να χρησιμοποιηθεί η έννοια της ατομικής ή αδιαίρετης συναλλαγής (atomic transaction) όπως στην Βάσεις Δεδομένων:
 - Μία ενότητα ενεργειών περικλείεται ανάμεσα σε λειτουργίες begin transaction και end transaction.
 - Το σύστημα αρχείων γνωρίζει ότι πρέπει είτε να ολοκληρωθούν με επιτυχία όλες οι περικλειόμενες ενέργειες, είτε καμία από αυτές.

Εικονικά συστήματα αρχείων (Virtual File Systems) (1)

- Στα Windows μπορούν να υπάρχουν διαφορετικά συστήματα αρχείων (NTFS, FAT-16, FAT-32) χωρίς καμία ενοποίηση.
- Στο UNIX όλα τα συστήματα αρχείων (ext2, ext3, ReiserFS) ενοποιούνται σε ένα κατάλογο.
- **VFS (Virtual File System - Εικονικό σύστημα αρχείων):**
 - Αφαίρεση η οποία περιλαμβάνει όλες τις κοινές λειτουργίες των συστημάτων αρχείων, και τοποθέτηση του κώδικά του σε ένα υψηλότερο επίπεδο.
 - Το VFS καλεί στη συνέχεια τα πραγματικά συστήματα αρχείων από το χαμηλότερο επίπεδο.

Εικονικά συστήματα αρχείων (Virtual File Systems) (2)



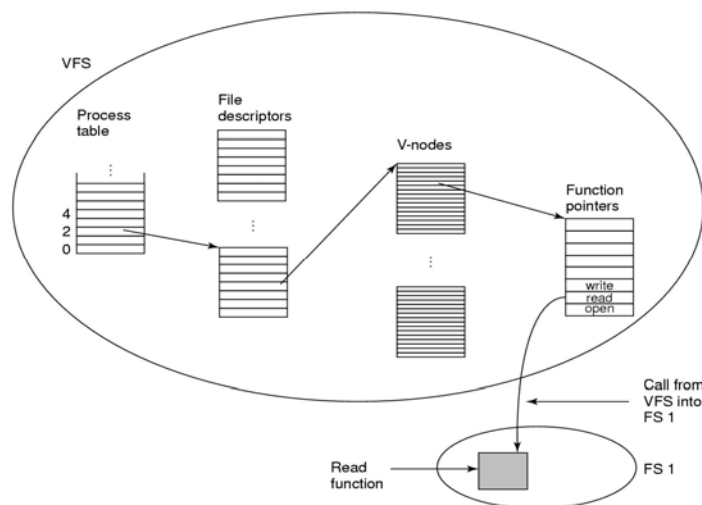
Εικόνα 4-18. Η θέση του Εικονικού Συστήματος Αρχείων.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

43

- Δημιουργούνται δύο διασυνδέσεις:
 - Μία μεταξύ των κλήσεων συστήματος (που αφορούν τα αρχεία) και του VFS,
 - και μία μεταξύ του VFS και κάθε πραγματικού συστήματος αρχείων που βρίσκεται στο κατώτερο επίπεδο.
- Μπορεί και στο ίδιο διαμέρισμα (partition) του δίσκου, να βρίσκονται περισσότερα συστήματα αρχείων
 - Αυτό συμβαίνει όταν χρησιμοποιούμε ένα virtual machine: το κατώτερο σύστημα αρχείων, μπορεί να περιλαμβάνεται σε ένα ή περισσότερα μεγάλα αρχεία του υπερκείμενου ΛΣ.

Εικονικά συστήματα αρχείων (Virtual File Systems) (3)



Εικόνα 4-19. Απλουστευμένη μορφή των δομών δεδομένων που χρησιμοποιεί το VFS και το πραγματικό σύστημα αρχείων για μια λειτουργία ανάγνωσης read.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

44

- Όταν ξεκινά το σύστημα, το βασικό σύστημα αρχείων, καταχωρείται στο VFS.
- Όταν γίνεται ανάρτηση (mount) ενός άλλου συστήματος αρχείων, επίσης καταχωρείται στο VFS.
- Π.χ., μία διεργασία κάνει την κλήση `open("/usr/include/unistd.h", O_RDONLY)`
 1. Το VFS βλέπει ότι έχει αναρτηθεί ένα σύστημα αρχείων στο /usr και εντοπίζει το υπερμπλόκ του (ψάχνοντας στη λίστα των αναρτημένων συστημάτων).
 2. Βρίσκει το βασικό του κατάλογο και συνεχίζει την αναζήτηση της διαδρομής.
 3. Στη συνέχεια δημιουργεί έναν εικονικό κόμβο (virtual-node, v-node) στη RAM, για το ζητούμενο αρχείο.
 4. Για κάθε ανάγνωση ή εγγραφή, πρώτα αναζητά τον v-node (στο εικονικό σύστημα) και μετά τον i-node (στο πραγματικό σύστημα).

4.4 Διαχείριση – βελτιστοποίηση συστήματος αρχείων

Μέγεθος μπλοκ (1)

- Τα αρχεία αποθηκεύονται σε μπλοκ σταθερού μεγέθους.
- Το μέγεθος του μπλοκ επηρεάζει την απόδοση του συστήματος αρχείων με δύο τρόπους:
 - **Χωρικά (space):** όσο μεγαλύτερο είναι το μπλοκ, τόσο μεγαλύτερη σπατάλη χώρου στο δίσκο.
 - Π.χ. αν μέγεθος μπλοκ = 64 KB, ένα αρχείο του 1KB θα καταλαμβάνει 64 KB στο δίσκο.
 - **Χρονικά (time):** όσο μικρότερο το μέγεθος του μπλοκ, τόσο περισσότερα μπλοκ ανά αρχείο, άρα και μεγαλύτερος χρόνος προσπέλασης.
 - Π.χ. αν μέγεθος μπλοκ = 1 KB, ένα αρχείο των 64KB θα χρειαστεί 64 προσπελάσεις.

Μέγεθος μπλοκ (2)

Length	VU 1984	VU 2005	Web
1	1.79	1.38	6.67
2	1.88	1.53	7.67
4	2.01	1.65	8.33
8	2.31	1.80	11.30
16	3.32	2.15	11.46
32	5.13	3.15	12.33
64	8.71	4.98	26.10
128	14.73	8.03	28.49
256	23.09	13.29	32.10
512	34.44	20.62	39.94
1 KB	48.05	30.91	47.82
2 KB	60.87	46.09	59.44
4 KB	75.31	59.13	70.64
8 KB	84.97	69.96	79.69

Length	VU 1984	VU 2005	Web
16 KB	92.53	78.92	86.79
32 KB	97.21	85.87	91.65
64 KB	99.18	90.84	94.80
128 KB	99.84	93.73	96.93
256 KB	99.96	96.12	98.48
512 KB	100.00	97.73	98.99
1 MB	100.00	98.87	99.62
2 MB	100.00	99.44	99.80
4 MB	100.00	99.71	99.87
8 MB	100.00	99.86	99.94
16 MB	100.00	99.94	99.97
32 MB	100.00	99.97	99.99
64 MB	100.00	99.99	99.99
128 MB	100.00	99.99	100.00

Εικόνα 4-20. Ποσοστό των αρχείων που είναι μικρότερα από ένα δεδομένο μέγεθος (σε byte).

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

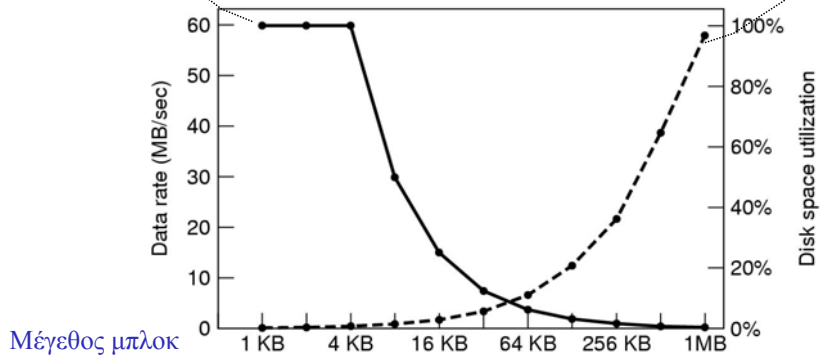
47

- Ο πίνακας δείχνει τρεις μελέτες για την κατανομή του μεγέθους των αρχείων σε Η/Υ διαφορετικών χρήσεων.
 - Π.χ. σε έναν web server (3^η στήλη) μετρήθηκε ότι το 6,67 % των αρχείων είναι ≤ 1 byte και ότι το 94,8% των αρχείων είναι ≤ 64 KB.

Μέγεθος μπλοκ (2)

Με block size = 4KB και μέγεθος αρχείων 1, 2 ή 4 KB, η αξιοποίηση του δίσκου είναι 100% (γιατί;)

Με block size = 1MB ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων είναι πολύ μεγάλος (60MB/sec) (γιατί;)



Εικόνα 4-21. Η συνεχής καμπύλη (αριστερή κλίμακα) δίνει το ρυθμό μεταφοράς δεδομένων ενός δίσκου.

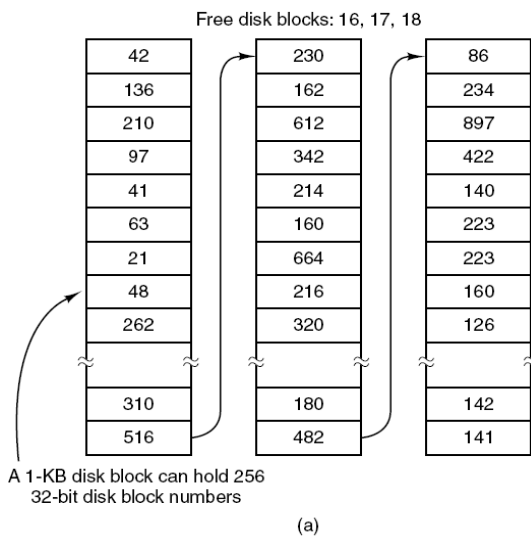
Η διακεκομμένη καμπύλη (δεξιά κλίμακα) δίνει την αποδοτικότητα του χώρου δίσκου. Όλα τα αρχεία έχουν μέγεθος 4 KB.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

48

- Έστω ένας δίσκος με 1MB ανά τροχιά, χρόνο περιστροφής 8,33 msec και μέσο χρόνο αναζήτησης 5 msec. Τότε ο χρόνος που χρειάζεται για να διαβαστεί ένα μπλοκ των k byte είναι:
 - $5 + 4.165 + (k / 1.000.000) * 8,33$ msec.

Παρακολούθηση των ελεύθερων μπλοκ (1)



- Κάθε εγγραφή στη συνδεδεμένη λίστα, περιέχει:
 - n αριθμούς ελεύθερων μπλοκ δίσκου (όσους χωράει, ανάλογα με το μέγεθος της εγγραφής και του μεγέθους μπλοκ δίσκου).
 - Ένα δείκτη προς την επόμενη εγγραφή.
- Για την αποθήκευση της λίστας των ελεύθερων μπλοκ δίσκου, χρησιμοποιούνται τα ελεύθερα μπλοκ του δίσκου!

Εικόνα 4-22. (a) Αποθήκευση της λίστας ελεύθερων μπλοκ σε συνδεδεμένη λίστα.

Παρακολούθηση των ελεύθερων μπλοκ (2)

1001101101101100
0110110111110111
1010110110110110
0110110110111011
1110111011101111
1101101010001111
0000111011010111
1011101101101111
1100100011101111
⋮
0111011101110111
1101111101110111

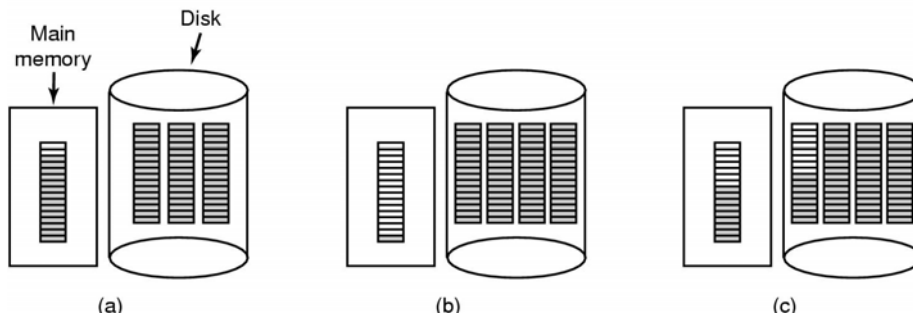
A bitmap

(b)

Εικόνα 4-22. (b) Ένας χάρτης bit.

- Ένας δίσκος με n μπλοκ, χρειάζεται n bit για την παρακολούθηση των ελεύθερων μπλοκ.
- Χρειάζεται 1 bit ανά block δίσκου.

Παρακολούθηση των ελεύθερων μπλοκ (3)

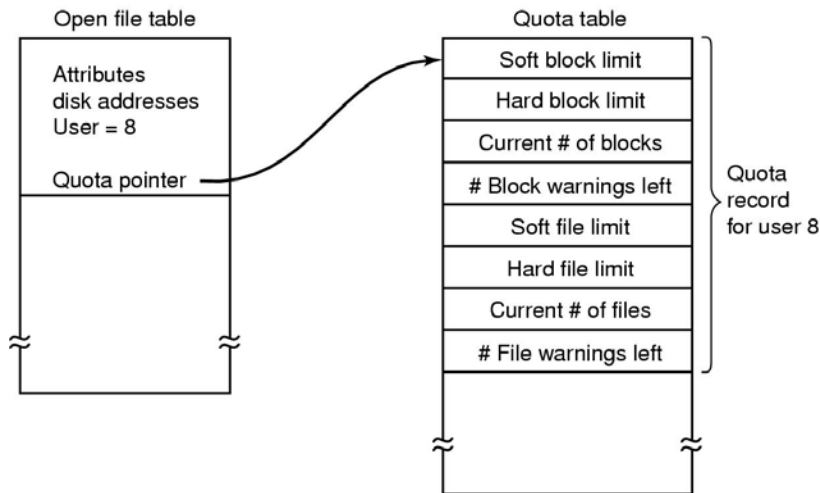


Εικόνα 4-23. (a) Ένα σχεδόν γεμάτο μπλοκ δεικτών προς ελεύθερα μπλοκ δίσκου βρίσκεται στη μνήμη και τρία μπλοκ δεικτών στο δίσκο. (b) Το αποτέλεσμα της απελευθέρωσης ενός αρχείου μεγέθους τριών μπλοκ. (c) Μία εναλλακτική στρατηγική για το χειρισμό των τριών ελεύθερων μπλοκ. Οι σκιασμένες καταχωρίσεις αναπαριστούν δείκτες προς ελεύθερα μπλοκ δίσκου.

Ποσόστωση χρήσης δίσκου (Disk Quotas) (1)

- Ποσόστωση χρήσης δίσκου: ο διαχειριστής αναθέτει σε κάθε χρήστη ένα μέγιστο πλήθος αρχείων και μπλοκ.
 1. Ο χρήστης ανοίγει ένα αρχείο.
 2. Το ΛΣ βρίσκει τα χαρακτηριστικά του αρχείου και τα τοποθετεί σε έναν **πίνακα ανοικτών αρχείων** στη μνήμη.
 3. Κάθε αρχείο «χρεώνεται» στον ιδιοκτήτη του.
 4. Υπάρχει επίσης ένας πίνακας με τις ποσοστώσεις των χρηστών (σε αριθμό αρχείων ή μπλοκ δίσκου) για τον έλεγχο.

Ποσόστωση χρήσης δίσκου (Disk Quotas) (2)



Εικόνα 4-24. Οι ποσοτώσεις χρήσης δίσκου διατηρούνται ανά χρήστη σε έναν πίνακα ποσοτώσεων.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

53

- Ο χρήστης μπορεί να ξεπεράσει το ελαστικό όριο (soft limit), όμως θα δεχθεί μία προειδοποίηση.
- Υπάρχει ένας μετρητής ειδοποιήσεων. Σε κάθε ειδοποίηση μειώνεται κατά 1 και εάν μηδενιστεί, το ΛΣ θα κλειδώσει το λογαριασμό του χρήστη.
- Το αυστηρό όριο (hard limit) δεν μπορεί να ξεπεραστεί από το χρήστη.

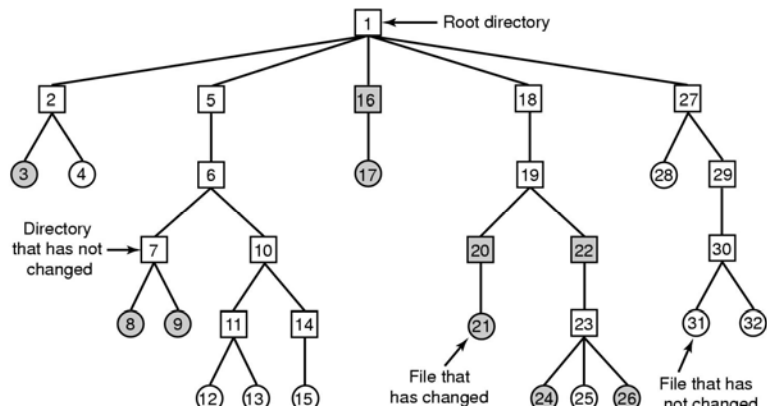
Αντίγραφα ασφαλείας συστήματος αρχείων (backups) (1)

- Με τα αντίγραφα ασφαλείας είναι δυνατή η ανάκαμψη των αρχείων μετά από καταστροφή (ή σφάλμα).
1. Φυσική αντιγραφή (physical dump)
 - Ξεκινά από το μπλοκ 0 μέχρι το τελευταίο μπλοκ του δίσκου.
 - Αν το πρόγραμμα αντιγραφής έχει πρόσβαση στη δομή παρακολούθησης των ελεύθερων μπλοκ, μπορεί να τα αποφύγει.
 - Επίσης θα πρέπει να καταγράψει την αντιστοιχία των αντιγραμμένων μπλοκ στα φυσικά μπλοκ.
 - Δεν μπορεί να γίνει επιλεκτική αντιγραφή αρχείων.

Αντίγραφα ασφαλείας συστήματος αρχείων (backups) (2)

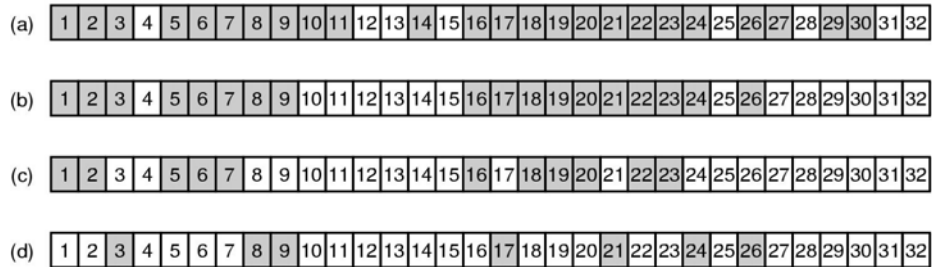
- Με τα αντίγραφα ασφαλείας είναι δυνατή η ανάκαμψη των αρχείων μετά από καταστροφή (ή σφάλμα).
2. Λογική αντιγραφή (logical dump)
- Εξετάζει ένα ή περισσότερους καταλόγους.
 - Αντιγράφει μόνο τα αρχεία που έχουν τροποποιηθεί.
 - Μπορεί να χρησιμοποιεί την ημερομηνία του τελευταίου πλήρες αντιγράφου.

Αντίγραφα ασφαλείας συστήματος αρχείων (backups) (3)



Εικόνα 4-25. Τα τετράγωνα συμβολίζουν τους καταλόγους και οι κύκλοι τα αρχεία. Τα σκιασμένα στοιχεία έχουν τροποποιηθεί μετά από την τελευταία αντιγραφή. Κάθε κατάλογος και αρχείο έχει ως ετικέτα τον αριθμό του αντίστοιχου κόμβου-ι.

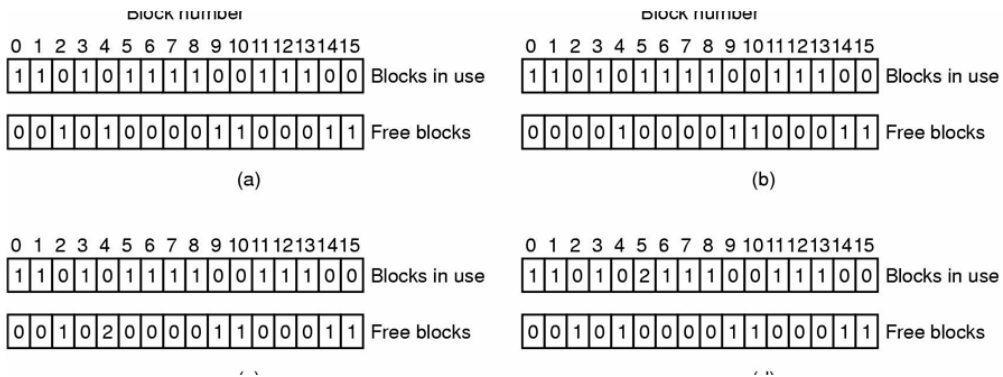
Αντίγραφα ασφαλείας συστήματος αρχείων (backups) (4)



Εικόνα 4-26. Χάρτες bit για τον αλγόριθμο λογικής αντιγραφής.

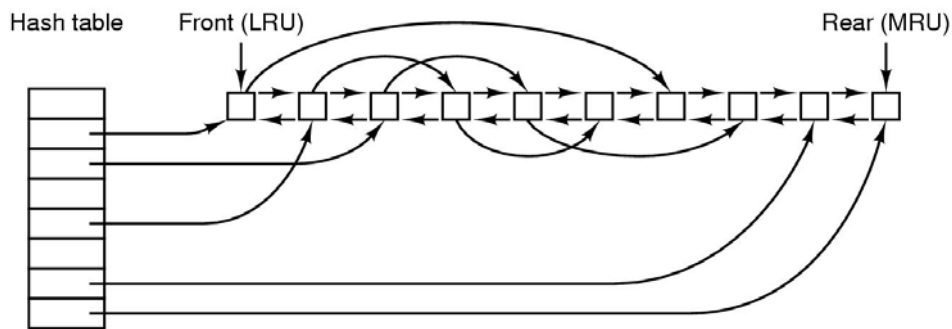
- (a) Καταγραφή των i-nodes όλων των αρχείων και καταλόγων.
- (b) «Σβήσιμο» των καταλόγων που δεν περιέχουν κανένα τροποποιημένο αρχείο ή υποκατάλογο.
- (c) Σάρωση όλων των καταλόγων και αντιγραφή των μαρκαρισμένων.
- (d) Σάρωση όλων των αρχείων και αντιγραφή των μαρκαρισμένων

Συνέπεια των συστημάτων αρχείων



Εικόνα 4-27. Καταστάσεις του συστήματος αρχείων. (a) Συνεπής. (b) Αγνοούμενο μπλοκ. (c) Διπλότυπο μπλοκ στη λίστα ελεύθερων μπλοκ. (d) Διπλότυπο μπλοκ δεδομένων.

Βελτίωση επίδοσης με κρυφή μνήμη (Caching) (1)



Εικόνα 4-28. Οι δομές δεδομένων της προσωρινής κρυφής μνήμης.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

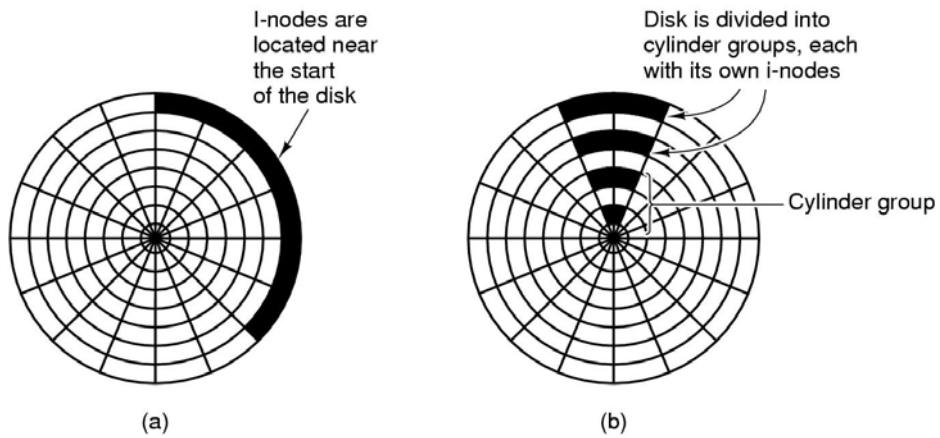
59

- Πριν την αναζήτηση ενός μπλοκ από το δίσκο, εξετάζεται αν υπάρχει στην κρυφή μνήμη.
 - Αν ναι, διαβάζεται (πολύ πιο γρήγορα) από εκεί.
 - Αν όχι, τοποθετείται το ζητηθέν μπλοκ στην κρυφή μνήμη, και μετά διαβάζεται από εκεί.
- Ο πίνακας κατακερματισμού (hash table) χρησιμοποιείται για να ελέγχεται γρήγορα, εάν ένα μπλοκ υπάρχει στην κρυφή μνήμη.
- Όταν γεμίσει η κρυφή μνήμη, θα πρέπει αφαιρεθεί ένα μπλοκ ώστε να τοποθετηθεί κάποιο άλλο.
 - Χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι αντίστοιχοι με αυτούς για την αλλαγή σελίδας (π.χ. LRU) με τη βοήθεια διπλά συνδεδεμένης λίστας.
 - Δυστυχώς ο LRU μπορεί να οδηγήσει στην περίπτωση μεταφοράς χρήσιμων μπλοκ σε κατάρρευση, γι' αυτό χρησιμοποιείται μία τροποποίησή του.

Κρυφή μνήμη (Caching) (2)

- Σε ορισμένα μπλοκ όπως τα μπλοκ των κόμβων-*i*, σπάνια γίνεται αναφορά δύο φορές σε μικρό χρονικό διάστημα .
- Θεωρούμε μια τροποποιημένη μέθοδο LRU, η οποία λαμβάνει υπόψη της δύο παράγοντες :
 - Είναι πιθανό να χρειαστούμε πάλι το μπλοκ σύντομα;
 - Είναι το μπλοκ απαραίτητο για τη συνέπεια του συστήματος;

Μείωση της κίνησης του βραχίονα του δίσκου



(a) Οι κόμβοι-*i* τοποθετούνται κοντά στην αρχή του δίσκου.

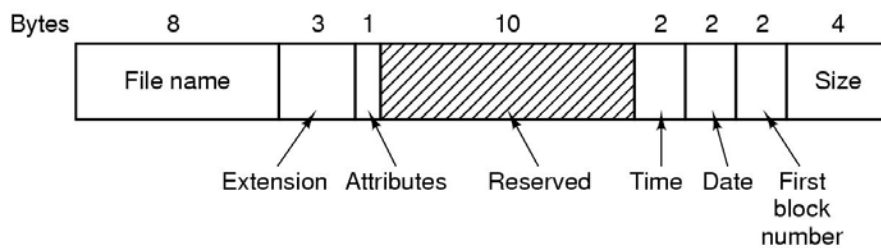
(b) Ο δίσκος διαιρείται σε ομάδες κυλίνδρων, κάθε μία από τις οποίες διαθέτει τα δικά της μπλοκ και τους δικούς της κόμβους *i*.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

4.5 Παραδείγματα συστημάτων αρχείων

Το σύστημα αρχείων MS-DOS (1)

- Για να διαβαστεί ένα αρχείο εκτελείται μία κλήση συστήματος **open** με την οποία αποκτά το **χειριστήριο (handle)** του αρχείου.
- Η κλήση **open** περιλαμβάνει τη διαδρομή προς τον κατάλογο που βρίσκεται το αρχείο.



Εικόνα 4-31. Μία καταχώρηση καταλόγου στο σύστημα αρχείων MS-DOS.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

63

- Κάθε καταχώρηση καταλόγου των 32 byte περιλαμβάνει:
 - Το όνομα του αρχείου (8 byte) και την επέκταση (3 byte).
 - Τα χαρακτηριστικά του αρχείου (read-only, system file, hidden file, archived).
 - Διατηρημένα (10 byte)
 - Ημερομηνία – ώρα (4 byte)
 - Αριθμός του 1^{ου} μπλοκ του αρχείου στον πίνακα κατανομής αρχείων (FAT) (2 byte)
 - Μέγεθος αρχείου (4 byte)

Το σύστημα αρχείων MS-DOS (2)

Block size	FAT-12	FAT-16	FAT-32
0.5 KB	2 MB		
1 KB	4 MB		
2 KB	8 MB	128 MB	
4 KB	16 MB	256 MB	1 TB
8 KB		512 MB	2 TB
16 KB		1024 MB	2 TB
32 KB		2048 MB	2 TB

Εικόνα 4-32. Μέγιστο μέγεθος διαμερίσματος (partition) για διαφορετικά μεγέθη μπλοκ.

Τα κενά σημαίνουν μη-δυνατούς συνδυασμούς.

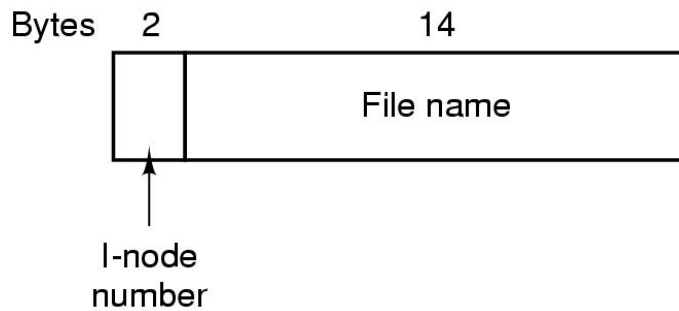
Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

64

- Π.χ. στο FAT-12, με block size 0,5KB, είναι $512 \text{ byte} * 2^{12} = 2\text{MB}$.
- στο FAT-16, με block size 2 KB, είναι $2 \text{ KB} * 2^{16} = 128\text{MB}$.

Το σύστημα αρχείων UNIX V7 (1)

- Στο UNIX V7 περιέχεται μία καταχώρηση καταλόγου, για κάθε αρχείο που βρίσκεται στον συγκεκριμένο κατάλογο.
- 2 byte για τον κόμβο-i και 14 για το όνομα του αρχείου.
- Τα χαρακτηριστικά του αρχείου περιλαμβάνονται στον κόμβο-i.



Εικόνα 4-33. Μία καταχώρηση καταλόγου στο UNIX V7.

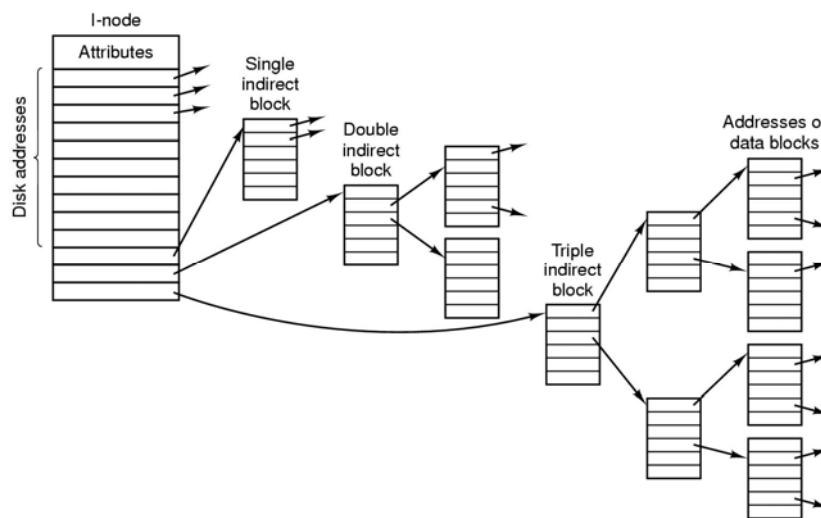
Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

65

Χαρακτηριστικά κάθε i-node:

- Μέγεθος
- Χρόνος δημιουργίας, προσπέλασης και τελευταίας τροποποίησης,
- Ιδιοκτήτης αρχείου,
- Ομάδα αρχείου,
- Bit προστασίας,
- Μετρητής καταχωρήσεων του αρχείου σε καταλόγους (για τα hard links)

Το σύστημα αρχείων UNIX V7 (2)



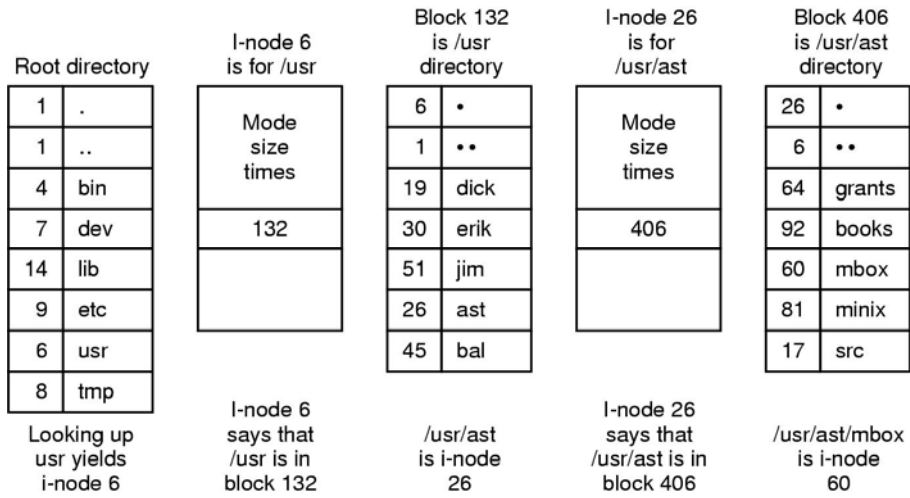
Εικόνα 4-34. Ένας κόμβος-ι στο UNIX.

Μετάφραση βασισμένη στις διαφάνειες της Αγγλικής έκδοσης
Tanenbaum, Modern Operating Systems 3 e, (c) 2008 Prentice-Hall, Inc. All rights reserved. 0-13-6006639

66

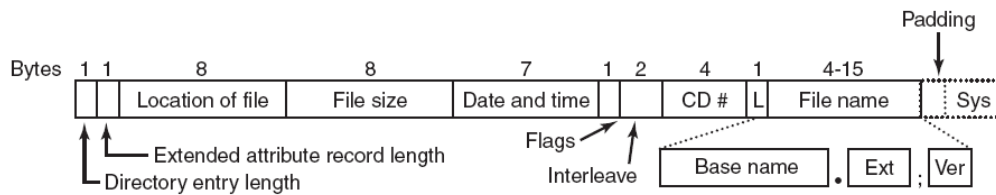
- Για την παρακολούθηση των μπλοκ μεγάλων αρχείων, η τελευταία εγγραφή μπορεί να δείχνει σε μία θέση στο δίσκο όπου υπάρχουν και άλλοι δείκτες προς τα μπλοκ του αρχείου.
- Σε περίπτωση που δεν είναι αρκετό, δημιουργείται μία διπλή ή τριπλή ιεραρχία (double indirect block, triple indirect block).

Το σύστημα αρχείων UNIX V7 (3)



Εικόνα 4-35. Τα βήματα για την αναζήτηση του αρχείου
/usr/ast/mbox.

Το σύστημα αρχείων ISO 9660



Εικόνα 4-30. Η καταχώριση καταλόγου στο πρότυπο ISO 9660.

Επεκτάσεις Rock Ridge

Οι επεκτάσεις διαιρούνται στα επόμενα πεδία:

- PX – Χαρακτηριστικά POSIX.
- PN – Μείζονες και ελάσσονες αριθμοί συσκευών (Major and minor device numbers).
- SL – Συμβολικός σύνδεσμος (Symbolic link).
- NM – Εναλλακτικό όνομα (Alternative name).
- CL – Θέση θυγατρικού καταλόγου (Child location).
- PL – Θέση γονικού καταλόγου (Parent location).
- RE – Επανατοποθέτηση (Relocation).
- TF – Χρονοσφραγίδες (Time stamps).

Επεκτάσεις Joliet

Οι κύριες επεκτάσεις του Joliet :

- Μεγάλα ονόματα αρχείων.
- Σύνολο χαρακτήρων Unicode.
- Βάθος καταλόγων > 8 επίπεδα.
- Ονόματα καταλόγων με προεκτάσεις.