

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Λειτουργικά Συστήματα

Ενότητα # 4: Συστήματα Αρχείων

Διδάσκων: Γεώργιος Ξυλωμένος

Τμήμα: Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

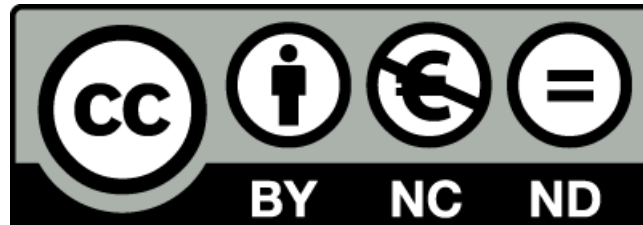
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Οι εικόνες προέρχονται από το βιβλίο «Σύγχρονα Λειτουργικά Συστήματα», A.S. Tanenbaum, 4^η έκδοση, 2018 , Εκδόσεις Κλειδάριθμος.



Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση της έννοιας των αρχείων και των καταλόγων αρχείων
- Εξοικείωση με τις βασικές τεχνικές υλοποίησης συστημάτων αρχείων
- Εισαγωγή στις τεχνικές διαχείρισης και βελτιστοποίησης των συστημάτων αρχείων
- Εξοικείωση με τον τρόπο υλοποίησης πραγματικών συστημάτων αρχείων

Περιεχόμενα ενότητας

- Αρχεία
- Κατάλογοι
- Υλοποίηση συστήματος αρχείων
- Διαχείριση και βελτιστοποίηση
- Παραδείγματα συστημάτων αρχείων

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Εισαγωγή

Μάθημα: Λειτουργικά Συστήματα, **Ενότητα # 4:** Συστήματα Αρχείων
Διδάσκων: Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Εισαγωγή (1 από 3)

- Γιατί χρειάζονται τα μέσα αποθήκευσης;
 - Αποθήκευση μεγάλου όγκου πληροφοριών
 - Μεγαλύτερου από τη μνήμη μιας διεργασίας
 - Αποσύνδεση πληροφοριών από διεργασίες
 - Οι πληροφορίες παραμένουν μόνιμα
 - Ακόμη κι αν η διεργασία αποτύχει ή τερματιστεί
 - Καταμερισμός πληροφοριών
 - Η μνήμη είναι ιδιωτική σε κάθε διεργασία

Εισαγωγή (2 από 3)

- Πώς φαίνονται τα μέσα αποθήκευσης στο ΛΣ
 - Γραμμική ακολουθία μπλοκ σταθερού μεγέθους
 - Δύο βασικές λειτουργίες
 - Ανάγνωση του μπλοκ k
 - Εγγραφή του μπλοκ k
 - Πώς βρίσκουμε το κατάλληλο μπλοκ;
 - Πώς προστατεύονται τα δεδομένα;
 - Πώς ξέρουμε ποια μπλοκ είναι διαθέσιμα;

Εισαγωγή (3 από 3)

- Αρχεία: λογική αφαίρεση της αποθήκευσης
 - Λογικές μονάδες πληροφοριών
 - Οι πληροφορίες στα αρχεία είναι μόνιμες
- Σύστημα αρχείων (file system)
 - Υποστηρίζει λειτουργίες επί των αρχείων
 - Όψη χρήστη – εικονική μηχανή
 - Υλοποιεί αλγόριθμους διαχείρισης των μέσων
 - Όψη συστήματος – διαχειριστής πόρων

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Αρχεία

Μάθημα: Λειτουργικά Συστήματα, **Ενότητα # 4:** Συστήματα Αρχείων
Διδάσκων: Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Ονομασία αρχείων (1 από 3)

- Κάθε αρχείο είναι ένα επώνυμο αντικείμενο
 - Οι διεργασίες χρησιμοποιούν ονόματα αρχείων
 - Συμβολοσειρές τουλάχιστον 1-8 γραμμάτων/ψηφίων
- Διάκριση μεταξύ πεζών και κεφαλαίων
 - Στο UNIX maria != Maria, στο MS-DOS το ίδιο
- Τύποι συστημάτων αρχείων
 - Πολλές επιλογές στο UNIX
 - FAT-16/32 σε DOS και Windows 95-98
 - NTFS σε Windows NT και μεταγενέστερα

Ονομασία αρχείων (2 από 3)

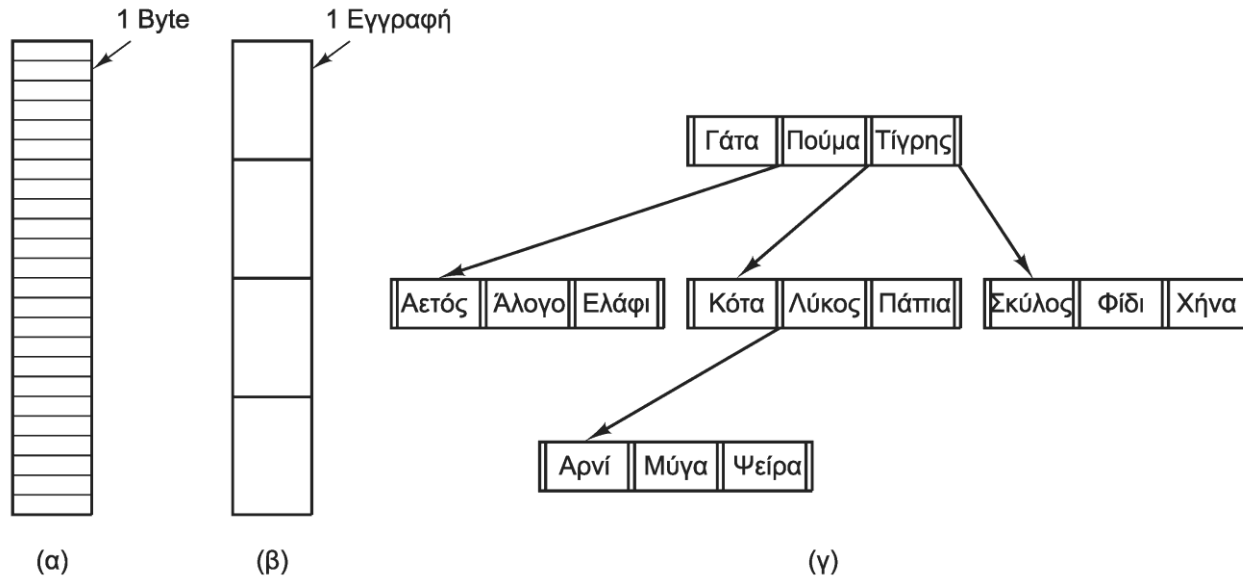
Προέκταση	Σημασία
.bak	Αρχείο αντιγράφου ασφαλείας
.c	Πηγαίο πρόγραμμα C
.gif	Εικόνα σε μορφή CompuServe Graphical Interchange Format
.hlp	Αρχείο βοήθειας
.html	Έγγραφο για τον Παγκόσμιο Ιστό σε Γλώσσα Σήμανσης Υπερ-κειμένου (HyperText Markup Language)
.jpg	Εικόνα κωδικοποιημένη με βάση το πρότυπο JPEG
.mp3	Μουσική κωδικοποιημένη με το πρότυπο MPEG layer 3
.mpeg	Ταινία κωδικοποιημένη με το πρότυπο MPEG
.o	Αντικειμενικό αρχείο (έξοδος μεταγλωττιστή, η οποία δεν έχει ακόμα συνδεθεί)
.pdf	Αρχείο σε Μορφή Φορητού Εγγράφου (Portable Document Format)
.ps	Αρχείο σε μορφή Postscript
.tex	Κείμενο εισόδου για το πρόγραμμα διαμόρφωσης σελίδας TEX
.txt	Γενικό αρχείο κειμένου
.zip	Συμπιεσμένη αρχειοθήκη

- Προέκταση αρχείου: μετά την τελεία
 - Προσδιορίζει το είδος του αρχείου

Ονομασία αρχείων (3 από 3)

- Προέκταση αρχείου
 - Μέχρι 3 χαρακτήρες στο MS-DOS (κανόνας 8+3)
 - Κάποιες προεκτάσεις έχουν σημασία (π.χ. .EXE)
 - Η προέκταση είναι απλή σύμβαση στο UNIX
 - Ορισμένα προγράμματα περιμένουν προεκτάσεις
 - Το λειτουργικό σύστημα δεν τις επιβάλλει
 - Μπορεί να έχουμε πολλές ή και καμία
 - Στα Windows έχει ρυθμιζόμενη σημασία
 - Οι χρήστες/διεργασίες τις συνδέουν με εφαρμογές

Δομή των αρχείων (1 από 2)



- Έχουν προταθεί διάφορες δομές
 - Ακολουθία byte χωρίς εσωτερική δομή
 - Ακολουθία εγγραφών σταθερού μήκους
 - Δένδρα εγγραφών με κλειδιά

Δομή των αρχείων (2 από 2)

- Ακολουθία byte χωρίς εσωτερική δομή
 - Χρησιμοποιείται σε UNIX και Windows
 - Παρέχει μέγιστη ευελιξία στα προγράμματα
- Ακολουθία εγγραφών σταθερού μήκους
 - Εγγραφές εισόδου 80 χαρακτήρων (κάρτες)
 - Εγγραφές εξόδου 132 χαρακτήρων (εκτυπωτής)
- Δένδρα εγγραφών με κλειδιά
 - Αναζήτηση εγγραφών με συγκεκριμένο κλειδί
 - Τοποθέτηση εγγραφών στο «σωστό» σημείο

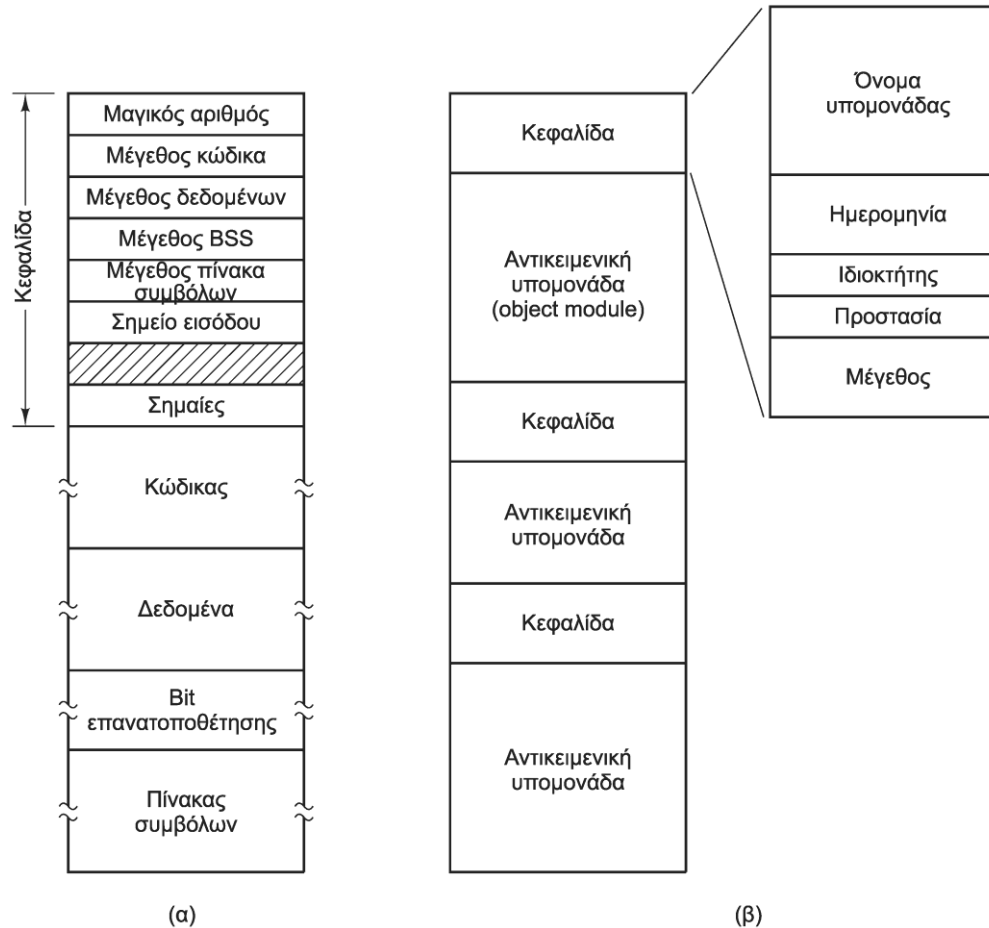
Τύποι αρχείων (1 από 4)

- Τύποι αρχείων
 - Κανονικά αρχεία: περιέχουν πληροφορίες χρηστών
 - Κατάλογοι: αρχεία ειδικής μορφής για οργάνωση
 - Ειδικά αρχεία χαρακτήρων: σειριακές συσκευές
 - Ειδικά αρχεία μπλοκ: συσκευές αποθήκευσης
- Αρχεία κειμένου
 - Αποτελούνται από γραμμές κειμένου (π.χ. ASCII)
 - Τερματισμός γραμμών με CR, LF ή CR+LF
 - Εμφανίζονται και εκτυπώνονται όπως είναι

Τύποι αρχείων (2 από 4)

- Δυαδικά αρχεία
 - Εσωτερική δομή ανάλογα με το πρόγραμμα
- Παράδειγμα: εκτελέσιμο αρχείο UNIX
 - Κεφαλίδα: βασικά στοιχεία του αρχείου
 - Κώδικας, δεδομένα, bit επανατοποθέτησης
 - Πίνακας συμβόλων για εκσφαλμάτωση
- Παράδειγμα: αρχαιοθήκη UNIX
 - Κεφαλίδα με βασικές πληροφορίες υπομονάδας
 - Κώδικας και δεδομένα υπομονάδας

Τύποι αρχείων (3 από 4)



Παραδείγματα δυαδικών αρχείων στο UNIX

Τύποι αρχείων (4 από 4)

- Πρέπει το ΛΣ να γνωρίζει τους τύπους;
 - Πρέπει να αναγνωρίζει τα εκτελέσιμα
 - Αλλιώς δεν μπορεί να τα φορτώσει / εκτελέσει
 - Η κεφαλίδα περιέχει απαραίτητες πληροφορίες
 - Η αναγνώριση άλλων τύπων είναι προβληματική
 - Μπορεί να είναι βολική για τους αρχάριους
 - Παράδειγμα: αυτόματο άνοιγμα με εφαρμογή
 - Δυσκολεύει όμως τους πιο έμπειρους χρήστες

Πρόσβαση στα αρχεία

- Σειριακή προσπέλαση: από αρχή ως τέλος
 - Μπορεί να γίνεται ανά byte ή ανά εγγραφή
 - Το αρχείο μπορεί να επαναφερθεί στην αρχή
- Τυχαία προσπέλαση: με οποιαδήποτε σειρά
 - Απαραίτητη για πολλές εφαρμογές
 - Εφικτή στους δίσκους, όχι στις ταινίες
 - Είτε κάθε εγγραφή/ανάγνωση δίνει τη θέση
 - Είτε χρησιμοποιεί κάποια λειτουργία seek

Χαρακτηριστικά αρχείων (1 από 3)

- Χαρακτηριστικά ή μεταδεδομένα αρχείων
 - Τυποποιημένες πληροφορίες για το αρχείο
 - Διαφέρουν από σύστημα σε σύστημα
 - Πληροφορίες προστασίας
 - Σημαίες κατάστασης
 - Στοιχεία εγγραφών (μόνο με εγγραφές)
 - Χρονικά πεδία
 - Μέγεθος αρχείου

Χαρακτηριστικά αρχείων (2 από 3)

Χαρακτηριστικό	Σημασία
Protection (Προστασία)	Ποιος μπορεί να προσπελάσει το αρχείο και με ποιον τρόπο
Password (Κωδικός πρόσβασης)	Χρειάζεται να δοθεί κωδικός πρόσβασης για να προσπελαστεί το αρχείο
Creator (Δημιουργός)	Ο κωδικός ταυτότητας (ID) του χρήστη που δημιούργησε το αρχείο
Owner (Ιδιοκτήτης)	Ο τρέχων ιδιοκτήτης
Read only flag (Σημαία μόνο ανάγνωσης)	0 για ανάγνωση/εγγραφή και 1 μόνο για ανάγνωση
Hidden flag (Σημαία κρυφού αρχείου)	0 για κανονικά αρχεία και 1 για τα αρχεία που δεν εμφανίζονται στις λίστες καταλόγων
System flag (Σημαία συστήματος)	0 για κανονικά αρχεία και 1 για αρχεία συστήματος
Archive flag (Σημαία αρχειοθέτησης)	0 για αρχεία των οποίων έχουν ληφθεί αντίγραφα ασφαλείας και 1 για όλα τα υπόλοιπα
ASCII/binary flag (Σημαία ASCII/δυναμικού)	0 για αρχεία ASCII και 1 για δυαδικά αρχεία
Random access flag (Σημαία τυχαίας προσπέλασης)	0 για αποκλειστικά σειριακή προσπέλαση και 1 για τυχαία προσπέλαση
Temporary flag (Σημαία προσωρινού)	0 για κανονικά αρχεία και 1 για αρχεία που πρέπει να διαγραφούν όταν τερματιστεί η διεργασία που τα δημιούργησε

Χαρακτηριστικά ή μεταδεδομένα αρχείων

Χαρακτηριστικά αρχείων (3 από 3)

Lock flag (Σημαία κλειδώματος)	0 για ξεκλειδωτα αρχεία και μη μηδενικές τιμές για τα κλειδωμένα
Record length (Μήκος εγγραφής)	Ο αριθμός των byte σε μια εγγραφή
Key position (Θέση κλειδιού)	Η σχετική απόσταση του κλειδιού από την αρχή κάθε εγγραφής
Key length (Μήκος κλειδιού)	Ο αριθμός των byte που χρησιμοποιούνται στο πεδίο του κλειδιού
Creation time (Χρόνος δημιουργίας)	Ημερομηνία και ώρα δημιουργίας του αρχείου
Time of last access (Χρόνος τελευταίας προσπέλασης)	Ημερομηνία και ώρα τελευταίας προσπέλασης του αρχείου
Time of last change (Χρόνος τελευταίας τροποποίησης)	Ημερομηνία και ώρα τελευταίας τροποποίησης του αρχείου
Current size (Τρέχον μέγεθος)	Ο αριθμός των byte που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση του αρχείου
Maximum size (Μέγιστο μέγεθος)	Ο αριθμός των byte στα οποία έχει δικαίωμα να επεκταθεί το αρχείο

Χαρακτηριστικά ή μεταδεδομένα αρχείων

Λειτουργίες αρχείων (1 από 3)

- Λειτουργίες διαχείρισης αρχείων
 - Create: δημιουργία κενού αρχείου
 - Delete: διαγραφή αρχείου, απελευθερώνει χώρο
 - Open: άνοιγμα αρχείου
 - Προσκόμιση χαρακτηριστικών αρχείου στη μνήμη
 - Ανάγνωση διευθύνσεων μπλοκ στο δίσκο
 - Close: κλείσιμο αρχείου
 - Απελευθέρωση χώρου στους εσωτερικούς πίνακες
 - Εγγραφή εκκρεμών μπλοκ (αν χρειάζεται)

Λειτουργίες αρχείων (2 από 3)

- Λειτουργίες τροποποίησης αρχείων
 - Read: ανάγνωση δεδομένων
 - Συνήθως από την τρέχουσα θέση προς μνήμη
 - Write: εγγραφή δεδομένων
 - Συνήθως από μνήμη προς την τρέχουσα θέση
 - Append: προσάρτηση στο τέλος
 - Όπως η write, αλλά στο τέλος του αρχείου
 - Δεν είναι απαραίτητη, καλύπτεται από τη write

Λειτουργίες αρχείων (3 από 3)

- Seek: αλλαγή θέσης ανάγνωσης/εγγραφής
 - Τοποθετεί το δείκτη αρχείου σε συγκεκριμένη θέση
- Get attributes: λήψη χαρακτηριστικών
 - Παράδειγμα: το `make` βλέπει χρόνους τροποποίησης
- Set attributes: καθορισμός χαρακτηριστικών
 - Μόνο για όσα έχει νόημα/επιτρέπεται να αλλάξουν
 - Παράδειγμα: το μέγεθος όχι, η προστασία ναι
- Rename: μετονομασία αρχείου
 - Μπορεί να αντικατασταθεί από αντιγραφή + διαγραφή

Παράδειγμα προγράμματος (1 από 4)

```
/* Πρόγραμμα αντιγραφής αρχείου. Ο έλεγχος και η αναφορά σφαλμάτων είναι στοιχειώδης. */

#include <sys/types.h>           /* περιέχει τα απαραίτητα αρχεία-κεφαλίδες */
#include <fcntl.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

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

#define BUF_SIZE 4096           /* ορίζει μέγεθος προσωρινής μνήμης 4096 byte */
#define OUTPUT_MODE 0700       /* bit προστασίας του αρχείου εξόδου */

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

    if (argc != 3) exit(1);      /* αν argc δεν είναι 3 προκύπτει συντακτικό λάθος */

    /* Άνοιγμα αρχείου εισόδου και δημιουργία αρχείου εξόδου */
    in_fd = open(argv[1], O_RDONLY); /* άνοιγμα αρχείου προέλευσης */
    if (in_fd < 0) exit(2);         /* αν δεν μπορεί να ανοίξει, τέλος της εκτέλεσης */
    out_fd = creat(argv[2], OUTPUT_MODE); /* προσπάθεια δημιουργίας προορισμού */
    if (out_fd < 0) exit(3);        /* αν το αρχείο δεν μπορεί να δημιουργηθεί, */
                                    /* τερματισμός εκτέλεσης */
}
```

Απλό πρόγραμμα αντιγραφής στο UNIX

Παράδειγμα προγράμματος (2 από 4)

- Απλό πρόγραμμα αντιγραφής στο UNIX
 - `#include`: ενσωμάτωση ορισμών στο πρόγραμμα
 - `#define`: ορισμός σταθερών
 - `main`: κύριο πρόγραμμα, παίρνει δύο ορίσματα
 - `argc`: πλήθος παραμέτρων (πρέπει να είναι 3)
 - `argv`: πίνακας δεικτών προς παραμέτρους
 - `in_fd`, `out_fd`: περιγραφείς αρχείων (ακέραιοι)
 - Επιστρέφονται μετά το άνοιγμα του αρχείου
 - Χρησιμοποιούνται για αναφορά στο αρχείο
 - Απελευθερώνονται όταν κλείσει το αρχείο

Παράδειγμα προγράμματος (3 από 4)

```
/* Βρόχος αντιγραφής */
while (TRUE) {
    rd_count = read(in_fd, buffer, BUF_SIZE);    /* ανάγνωση μπλοκ δεδομένων */
    if (rd_count <= 0) break;                    /* αν βρέθηκε το τέλος του αρχείου εισόδου ή */
                                                /* προέκυψε σφάλμα, έξοδος από το βρόχο */
    wt_count = write(out_fd, buffer, rd_count); /* εγγραφή δεδομένων */
    if (wt_count <= 0) exit(4);                  /* αν wt_count <= 0 τότε υπάρχει σφάλμα */
}

/* Κλείσιμο αρχείων */
close(in_fd);
close(out_fd);
if (rd_count <= 0) exit(0);    /* δε συνέβη σφάλμα κατά την τελευταία ανάγνωση */
else exit(5);                  /* συνέβη σφάλμα κατά την τελευταία ανάγνωση */
}
```

- Απλό πρόγραμμα αντιγραφής στο UNIX
 - Κλήσεις ανάγνωσης και εγγραφής
 - Περιγραφέας, πλήθος byte, περιοχή μνήμης
 - Η θέση του αρχείου μετακινείται αυτόματα

Παράδειγμα προγράμματος (4 από 4)

- Απλό πρόγραμμα αντιγραφής στο UNIX
 - read: διαβάζει δεδομένα, επιστρέφει πλήθος
 - Μπορεί να διαβάσει λιγότερα από όσα ζητήθηκαν
 - Όταν επιστρέψει 0, το αρχείο έχει τελειώσει
 - write: γράφει όσα δεδομένα διάβασε η read
 - Αρνητική/μηδενική τιμή δείχνει σφάλμα
 - Κλείσιμο αρχείων (close) και έξοδος (exit)
 - Η τιμή εξόδου δείχνει αν είχαμε σφάλμα

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Κατάλογοι

Μάθημα: Λειτουργικά Συστήματα, **Ενότητα # 4:** Συστήματα Αρχείων
Διδάσκων: Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



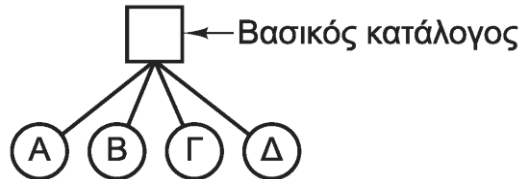
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



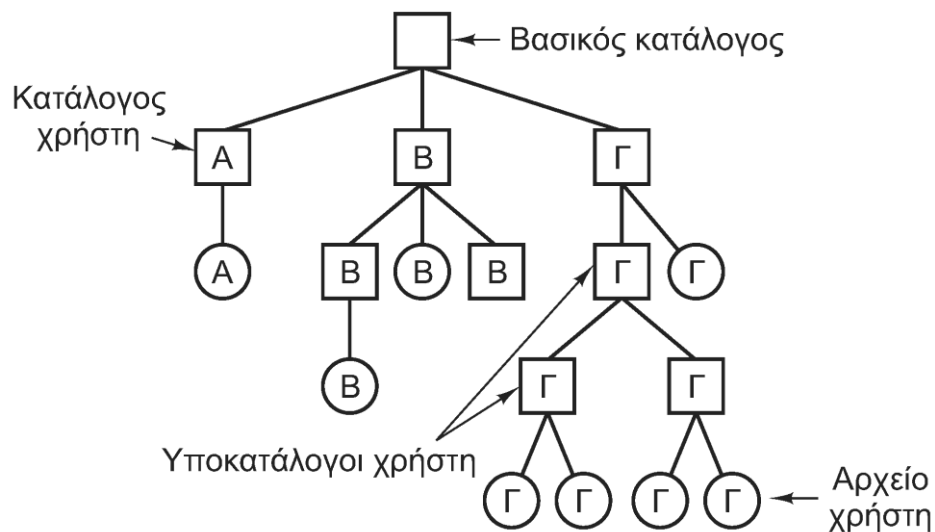
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Κατάλογοι ενός επιπέδου



- Κατάλογοι (directories) ή φάκελοι (folders)
 - Αρχεία ειδικής μορφής
 - Οργανώνουν τα αρχεία σε ομάδες
- Συστήματα καταλόγων ενός επιπέδου
 - Ο κατάλογος λέγεται και βασικός κατάλογος
 - Λογική λύση όταν υπάρχει ένας μόνο χρήστης
 - Χρησιμοποιείται σε ενσωματωμένες συσκευές

Ιεραρχικοί κατάλογοι



- Ιεραρχικά συστήματα καταλόγων
 - Κάθε χρήστης έχει τον δικό του βασικό κατάλογο
 - Πολλοί κατάλογοι κάτω από τον βασικό
 - Ουσιαστικά έχουμε ένα δένδρο καταλόγων

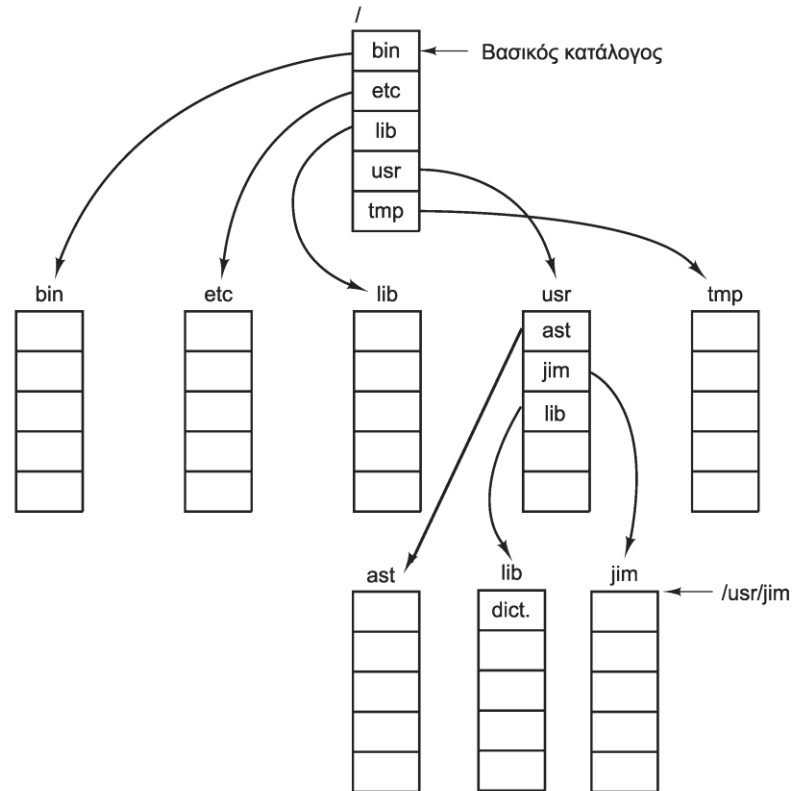
Ονόματα διαδρομών (1 από 3)

- Καθορισμός ονομάτων σε δένδρα καταλόγων
- Απόλυτο όνομα διαδρομής (absolute path name)
 - Διαδρομή από τον βασικό κατάλογο ως το αρχείο
 - Μοναδικό όνομα για κάθε αρχείο
 - UNIX: /usr/ast/mailbox, Windows: \usr\ast\mailbox
 - Ο πρώτος χαρακτήρας δείχνει απόλυτη διαδρομή
- Σχετικό όνομα διαδρομής (relative path name)
 - Συνδυάζεται με τον τρέχοντα κατάλογο εργασίας
 - Ο τρέχων κατάλογος ορίζεται ανά διεργασία

Ονόματα διαδρομών (2 από 3)

- Απόλυτα ή σχετικά ονόματα;
 - Τα απόλυτα ονόματα λειτουργούν παντού
 - Ανεξάρτητα από τον κατάλογο εργασίας
 - Οι βιβλιοθήκες χρησιμοποιούν απόλυτα ονόματα
 - Σχετικά ονόματα κυρίως για τοπικές εργασίες
 - Πολλές αναφορές σε ονόματα στην ίδια περιοχή
- Οι καταχωρίσεις . και ..
 - .: ο τρέχων κατάλογος
 - ..: ο γονικός κατάλογος

Ονόματα διαδρομών (3 από 3)



- Παράδειγμα δένδρου καταλόγων
 - Κοινοί και προσωπικοί κατάλογοι

Λειτουργίες καταλόγων (1 από 3)

- Create: δημιουργία κενού καταλόγου
- Delete: διαγραφή κενού καταλόγου
 - Μπορεί να περιέχει μόνο . και ..
- Opendir: άνοιγμα καταλόγου για ανάγνωση
- Closedir: κλείσιμο καταλόγου
 - Όπως στα κανονικά αρχεία
- Readdir: ανάγνωση επόμενης καταχώρισης
 - Κρύβει τις λεπτομέρειες από τον προγραμματιστή
 - Επιστρέφει τυποποιημένη δομή

Λειτουργίες καταλόγων (2 από 3)

- Rename: αλλαγή ονόματος καταλόγου
- Link: σύνδεση αρχείου με κατάλογο
 - Το αρχείο εμφανίζεται σε πολλούς καταλόγους
 - Όλα τα ονόματα δείχνουν στην ίδια δομή
- Unlink: αποσύνδεση αρχείου από κατάλογο
 - Αφαίρεση αρχείου από κατάλογο
 - Αν υπάρχει μόνο σε έναν διαγράφεται
 - Στο UNIX αυτή είναι η κλήση διαγραφής αρχείων

Λειτουργίες καταλόγων (3 από 3)

- Πραγματικοί σύνδεσμοι (hard links)
 - Από διάφορους καταλόγους στην ίδια δομή
- Συμβολικοί σύνδεσμοι (symbolic links)
 - Ονόματα που δείχνουν σε ένα ειδικό αντικείμενο
 - Το ειδικό αντικείμενο δείχνει σε άλλο αρχείο
 - Ανακατεύθυνση της αναζήτησης αρχείων
 - Λιγότερο αποδοτικό από πραγματικούς συνδέσμους
 - Πιο ευέλικτο όμως από αυτούς

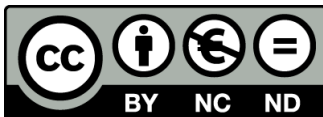
**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Υλοποίηση συστήματος αρχείων

Μάθημα: Λειτουργικά Συστήματα, **Ενότητα # 4:** Συστήματα Αρχείων
Διδάσκων: Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



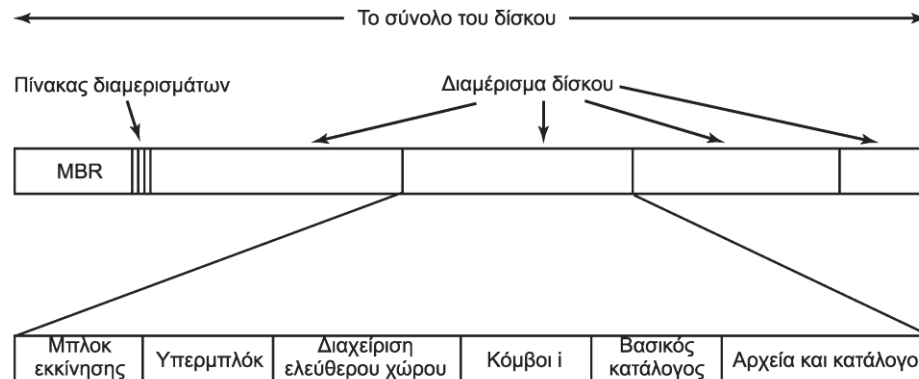
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Διάταξη συστήματος αρχείων (1 από 2)

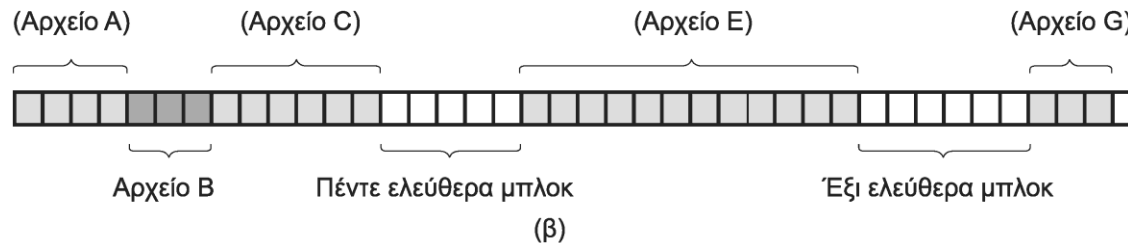
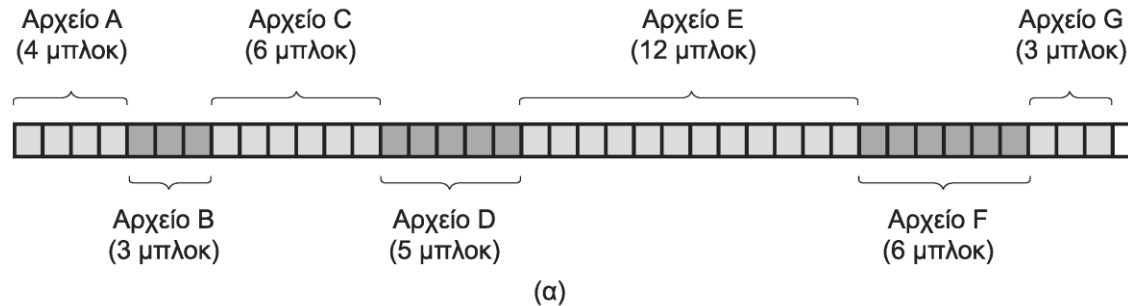


- Διάταξη συστήματος αρχείων
 - Ο δίσκος χωρίζεται σε διαμερίσματα (partitions)
 - Τομέας 0: βασική εγγραφή εκκίνησης (MBR)
 - Μετά το MBR βρίσκεται ο πίνακας διαμερισμάτων
 - Τομείς ανά διαμέρισμα και ενεργό διαμέρισμα
 - Κάθε διαμέρισμα έχει τη δική του οργάνωση

Διάταξη συστήματος αρχείων (2 από 2)

- Παράδειγμα: σύστημα αρχείων τύπου UNIX
 - Αρχικά έχουμε μπλοκ εκκίνησης (πιθανόν κενό)
 - Χρησιμοποιείται όταν περιέχεται ΛΣ
 - Το υπερμπλόκ περιέχει βασικές πληροφορίες
 - Τύπος συστήματος, πλήθος μπλοκ, κλπ
 - Πληροφορίες για τα ελεύθερα μπλοκ
 - Κόμβοι i: δομές δεδομένων, μία ανά αρχείο
 - Βασικός κατάλογος συστήματος αρχείων
 - Υπόλοιποι κατάλογοι και αρχεία

Υλοποίηση των αρχείων (1 από 5)

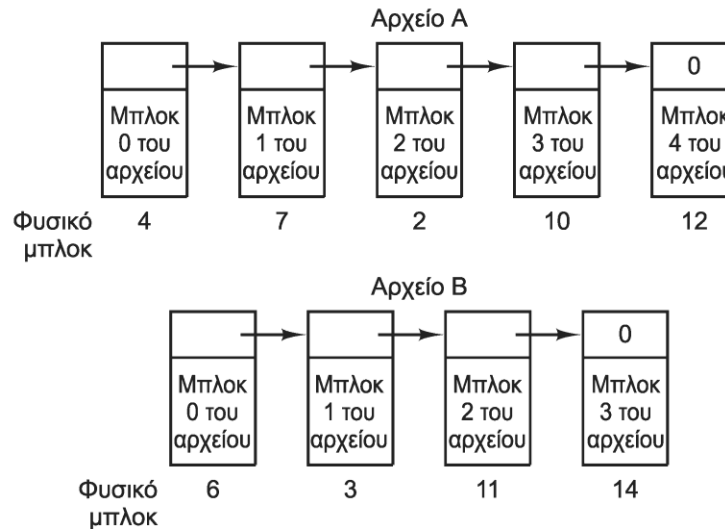


- Συνεχής κατανομή μπλοκ
 - Αρκεί να ξέρουμε αρχικό μπλοκ και μήκος
 - Το τελευταίο μπλοκ γενικά δεν είναι γεμάτο
 - Εύκολος υπολογισμός θέσης μπλοκ σε τυχαία προσπέλαση

Υλοποίηση των αρχείων (2 από 5)

- Συνεχής κατανομή μπλοκ
 - Διαχείριση κενών περιοχών με λίστα κενών
 - Σταδιακά οδηγεί σε κατάτμηση του ελεύθερου χώρου
 - Η συμπύκνωση των αρχείων απαιτεί πάρα πολύ χρόνο
 - Πρέπει να γνωρίζουμε μεγέθη αρχείων από την αρχή
 - Γενικά ανέφικτο σε συστήματα αρχείων για δίσκους
 - Χρήση στα CD-ROM και τα DVD-ROM
 - Γνωρίζουμε τα μεγέθη όλων των αρχείων από την αρχή
 - Το DVD περιπλέκει λίγο τα πράγματα
 - Τα αρχεία είναι μέχρι 1 GB άρα οι ταινίες σπάνε σε τμήματα

Υλοποίηση των αρχείων (3 από 5)



- Κατανομή μπλοκ με συνδεδεμένη λίστα
 - Ο κατάλογος δείχνει στο πρώτο μπλοκ του αρχείου
 - Δείκτες προς επόμενο μπλοκ στην αρχή κάθε μπλοκ
 - Δεν έχουμε προβλήματα κατάτμησης ελεύθερου χώρου
 - Η τυχαία προσπέλαση γίνεται διασχίζοντας τη λίστα

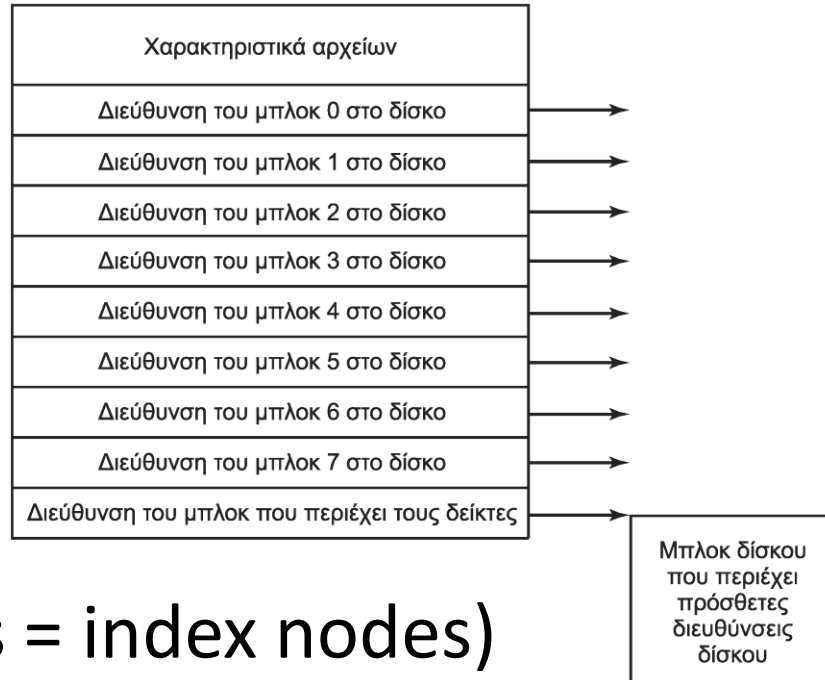
Υλοποίηση των αρχείων (4 από 5)

Φυσικό μπλοκ

0		
1		
2	10	
3	11	
4	7	← Το αρχείο A ξεκινά εδώ
5		
6	3	← Το αρχείο B ξεκινά εδώ
7	2	
8		
9		
10	12	
11	14	
12	-1	
13		
14	-1	
15		← Αχρησιμοποίητο μπλοκ

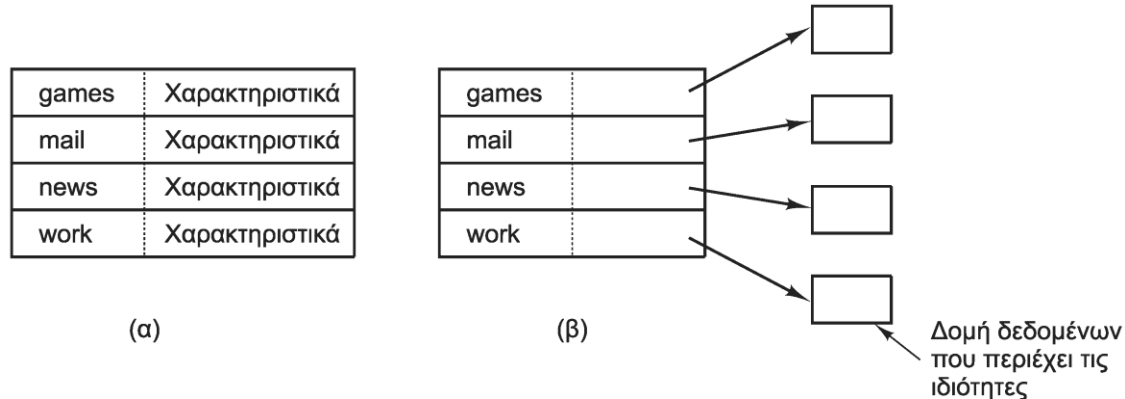
- Πίνακας κατανομής αρχείων (FAT): μία θέση ανά μπλοκ
 - Οι λίστες αποθηκεύονται στον πίνακα αντί στα μπλοκ
 - Πιο γρήγορη διάσχιση, όχι επιβάρυνση μέσα στα μπλοκ
 - Μέγεθος FAT ανάλογο με το πλήθος των μπλοκ του δίσκου

Υλοποίηση των αρχείων (5 από 5)



- Κόμβοι i (i nodes = index nodes)
 - Σε κάθε αρχείο αντιστοιχεί ένας κόμβος i
 - Στον κατάλογο έχουμε τον αριθμό του κόμβου i
 - Περιέχει χαρακτηριστικά και δείκτες προς τα μπλοκ
 - Χρήση πρόσθετων μπλοκ δεικτών για μεγάλα αρχεία

Υλοποίηση των καταλόγων (1 από 4)

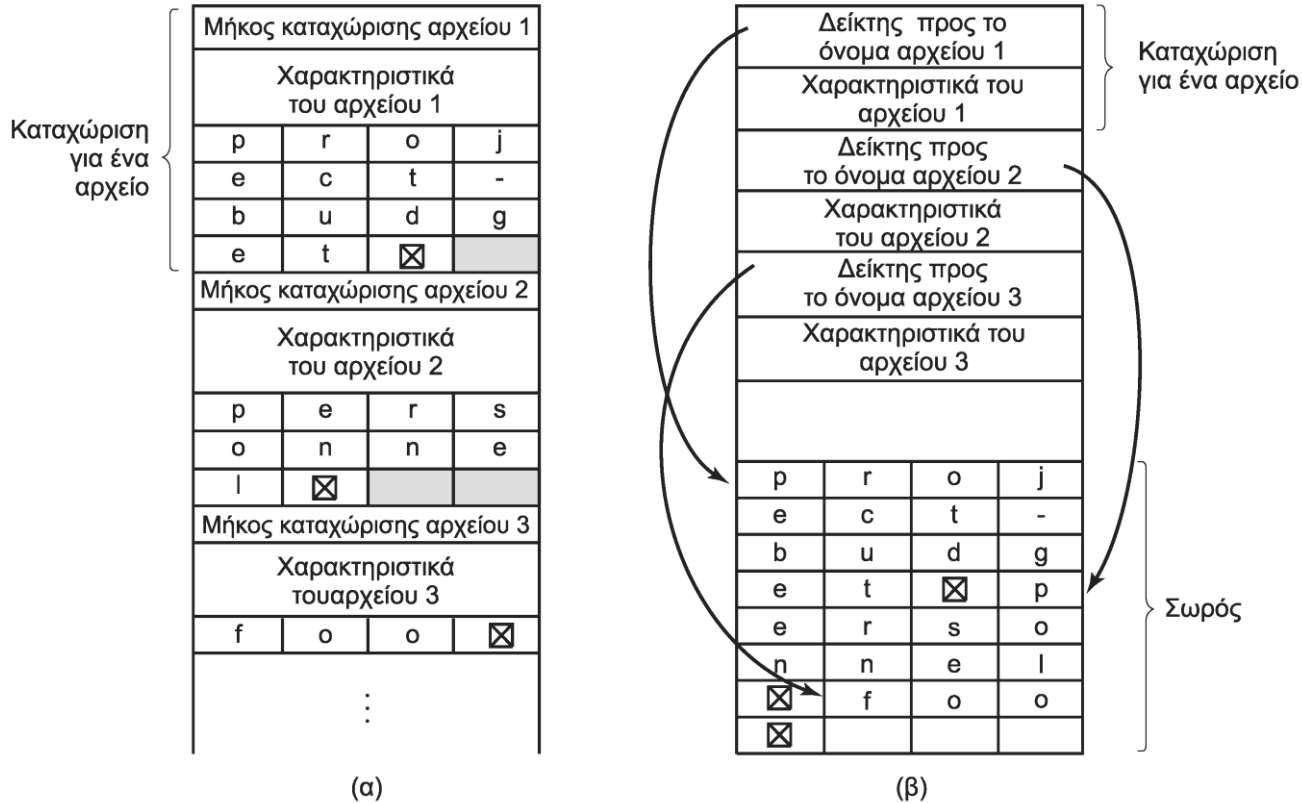


- Κατάλογος: από ονόματα σε στοιχεία αρχείων
 - Βασικά στοιχεία καταχωρίσεων
 - Αρχικό μπλοκ (MS-DOS) ή αριθμός κόμβου i (UNIX)
 - Αποθήκευση των χαρακτηριστικών του αρχείου
 - Στην ίδια την καταχώριση καταλόγου (MS-DOS)
 - Στον κόμβο i του αρχείου (UNIX)

Υλοποίηση των καταλόγων (2 από 4)

- Περιορισμένου μήκους ονόματα
 - Χρήση δομών σταθερού μήκους
 - 8+3 χαρακτήρες στο MS-DOS
 - 14 χαρακτήρες στο UNIX (Version 7)
- Μεγάλα ονόματα: δομές μεταβλητού μήκους
 - Στο σταθερό τμήμα έχουμε βασικές πληροφορίες
 - Στο μεταβλητό τμήμα έχουμε το όνομα
 - Τερματισμός ονομάτων με ειδικούς χαρακτήρες
 - Χαρακτήρες συμπλήρωσης για ευθυγράμμιση
 - Η διαγραφή απαιτεί αναδιοργάνωση του καταλόγου

Υλοποίηση των καταλόγων (3 από 4)



- Δομές σταθερού μήκους + σωρός
 - Αποθήκευση των σταθερών τμημάτων με τη σειρά
 - Αποθήκευση ονομάτων στο σωρό

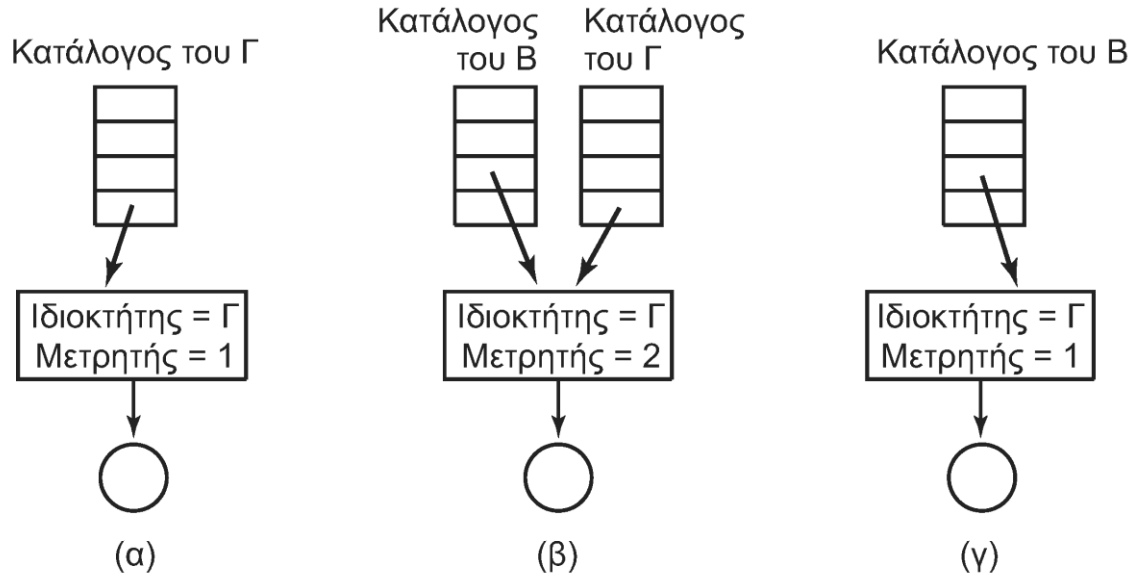
Υλοποίηση των καταλόγων (4 από 4)

- Αναζήτηση ονομάτων στους καταλόγους
 - Συνήθως οι κατάλογοι δεν είναι ταξινομημένοι
 - Γραμμική αναζήτηση
 - Πρέπει να διαβάζονται μέχρι το τέλος
 - Πολύ αργή σε μεγάλους καταλόγους
 - Κατακερματισμός: Πιο σύνθετη διαχείριση
 - Έχει νόημα σε πολύ μεγάλους καταλόγους
 - Κρυφή μνήμη για αποφυγή αναζητήσεων

Κοινόχρηστα αρχεία (1 από 4)

- Κοινόχρηστα αρχεία
 - Εμφανίζονται σε πολλούς καταλόγους χρηστών
 - Προσανατολισμένος ακυκλικός γράφος (DAG)
 - Υλοποίηση των κοινόχρηστων αρχείων
 - Πρόβλημα όταν οι δείκτες είναι στον κατάλογο
 - Κάθε αλλαγή επηρεάζει όλους τους καταλόγους
 - Συμβολικοί σύνδεσμοι (symbolic links)
 - Ειδικά αρχεία που περιέχουν ένα νέο όνομα
 - Μόνο ένας κατάλογος περιέχει το πραγματικό αρχείο

Κοινόχρηστα αρχεία (2 από 4)

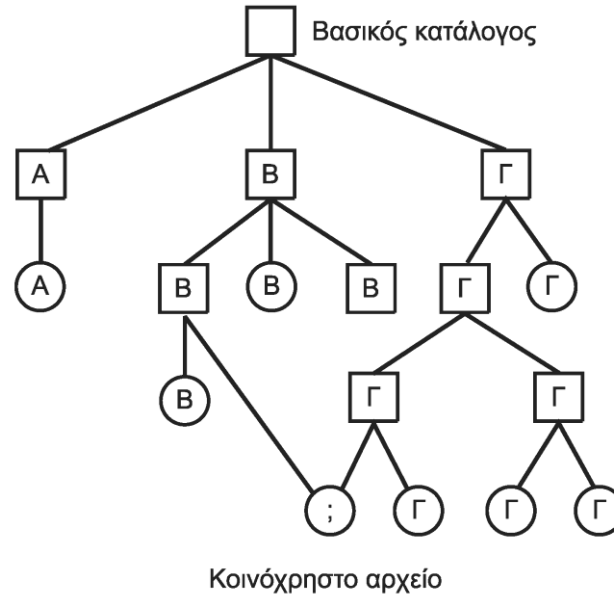


- (Απλοί) σύνδεσμοι
 - Απλή λύση όταν οι δείκτες βρίσκονται σε κόμβο i
 - Όλες οι καταχωρίσεις είναι ισοδύναμες
 - Ο κόμβος i καταγράφει πόσοι σύνδεσμοι υπάρχουν
 - Όταν μηδενιστούν, το αρχείο διαγράφεται

Κοινόχρηστα αρχεία (3 από 4)

- Απλοί ή συμβολικοί σύνδεσμοι;
 - Απλοί σύνδεσμοι: προβλήματα χρέωσης
 - Τι γίνεται αν διαγράψει το αρχείο ο ιδιοκτήτης;
 - Το αρχείο δεν διαγράφεται
 - Ο ιδιοκτήτης όμως το χρεώνεται
 - Οι συμβολικοί σύνδεσμοι απλά θα γίνουν άκυροι
 - Συμβολικοί σύνδεσμοι: επιβάρυνση
 - Δύο διασχίσεις καταλόγων για εντοπισμό αρχείου
 - Επιπλέον κόμβοι i και μπλοκ στο δίσκο

Κοινόχρηστα αρχεία (4 από 4)



- Οι σύνδεσμοι περιπλέκουν τα πράγματα
 - Αρχεία που εμφανίζονται σε πολλούς καταλόγους
 - Προσοχή στη δημιουργία εφεδρικών αντιγράφων
 - Προσοχή να μη δημιουργηθούν κύκλοι

Καταγραφικά συστήματα (1 από 4)

- Συστήματα αρχείων με καταγραφική δομή
 - Οι δίσκοι γίνονται φτηνότεροι αλλά όχι ταχύτεροι
 - Περιστροφική - χρόνος αναζήτησης αλλάζουν αργά
 - Οι κρυφές μνήμες μεγαλώνουν συνεχώς
 - Οι περισσότερες αναγνώσεις γίνονται από εκεί
 - Στο δίσκο καταφεύγουμε κυρίως για τις εγγραφές
 - Οι εγγραφές κοστίζουν περισσότερο από αναγνώσεις
 - Οι αναγνώσεις γίνονται ομαδικά (πολλά μπλοκ μαζί)
 - Οι εγγραφές γίνονται σε μικρά κομμάτια
 - Οι εγγραφές γίνονται άμεσα (μην χάσουμε δεδομένα)

Καταγραφικά συστήματα (2 από 4)

- Καταγραφικό σύστημα αρχείων (LFS)
 - Εγγραφή όλων των αλλαγών μαζί
 - Αρχεία, κατάλογοι, κόμβοι i
 - Όλες οι αλλαγές μαζεύονται σε μεγάλα μπλοκ
 - Όταν γεμίζει το μπλοκ γράφεται όλο στο δίσκο
 - Στην αρχή έχουμε περίληψη των περιεχομένων
 - Στη συνέχεια έχουμε όλες τις αλλαγές
 - Οι κόμβοι i είναι διάσπαρτοι στο δίσκο
 - Χρήση πίνακα στη μνήμη με δείκτες στους κόμβους i
 - Ο πίνακας περιοδικά γράφεται στο δίσκο

Καταγραφικά συστήματα (3 από 4)

- Τι γίνεται όταν γεμίσει ο δίσκος;
 - Νήμα καθαρισμού σαρώνει διαρκώς το αρχείο
 - Εξετάζονται τα παλιά μπλοκ
 - Διαβάζονται κόμβοι i και ενεργά δεδομένα
 - Προστίθενται στο τρέχον μπλοκ προς εγγραφή
 - Το παλιό μπλοκ απελευθερώνεται για χρήση
 - Ο δίσκος λειτουργεί σαν κυκλική ουρά μπλοκ
 - Περίπλοκη διαχείριση αλλά αύξηση της ταχύτητας

Καταγραφικά συστήματα (4 από 4)

- Ιδανικά για δίσκους flash
 - Εγγραφές μόνο σε μεγάλα μπλοκ
 - Αποφυγή εγγραφής πολλών διάσπαρτων μπλοκ
 - Απόσβεση του κόστους καθαρίσματος μπλοκ
 - Μείωση των εγγραφών – αύξηση ζωής δίσκου
 - Πιο οικονομική αναζήτηση
 - Δεν έχουμε μηχανικές καθυστερήσεις
 - Πολύ πιο εύκολο να ακολουθούμε αλυσίδες δεικτών

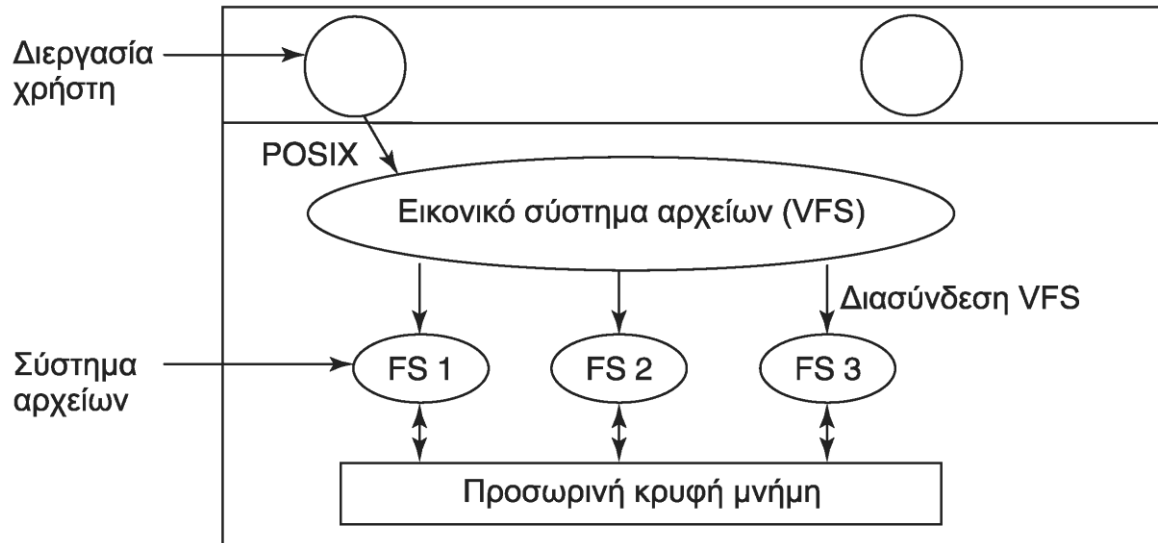
Ημερολογιακά συστήματα (1 από 2)

- Ημερολογιακά συστήματα αρχείων
 - Τήρηση ημερολογίου αλλαγών
 - Επιτρέπει ανάκαμψη από αποτυχίες
 - Χρησιμοποιείται στα NTFS, ext3/4 και ReiserFS
 - Παράδειγμα: διαγραφή αρχείου στο UNIX
 - Διαγραφή αρχείου από τον κατάλογο
 - Αποδέσμευση κόμβου i
 - Αποδέσμευση των μπλοκ του αρχείου
 - Αν το σύστημα αποτύχει σε κάποιο σημείο;
 - Κάποια μπλοκ μένουν στο αέρα!

Ημερολογιακά συστήματα (2 από 2)

- Ημερολογιακά συστήματα αρχείων
 - Καταγραφή λειτουργιών που θα γίνουν
 - Εκτέλεση των λειτουργιών
 - Διαγραφή της ημερολογιακής εγγραφής
 - Απαιτεί αδύναμες (idempotent) λειτουργίες
 - Η επανάληψή τους δεν δημιουργεί προβλήματα
 - Η εγγραφή σε συγκεκριμένη θέση στο δίσκο είναι αδύναμη
 - Η εγγραφή στο τέλος μιας λίστας δεν είναι αδύναμη
 - Το σύστημα οργανώνεται με τέτοιες λειτουργίες
 - Όλες οι δομές πρέπει να λειτουργούν με αυτό τον τρόπο

Εικονικά συστήματα (1 από 4)



- Εικονικά συστήματα αρχείων
 - Ενοποίηση διαφορετικών συστημάτων
 - Προέρχεται από τη δουλειά της SUN για το NFS
 - Συνύπαρξη FAT, UFS, ext3 στο ίδιο δένδρο

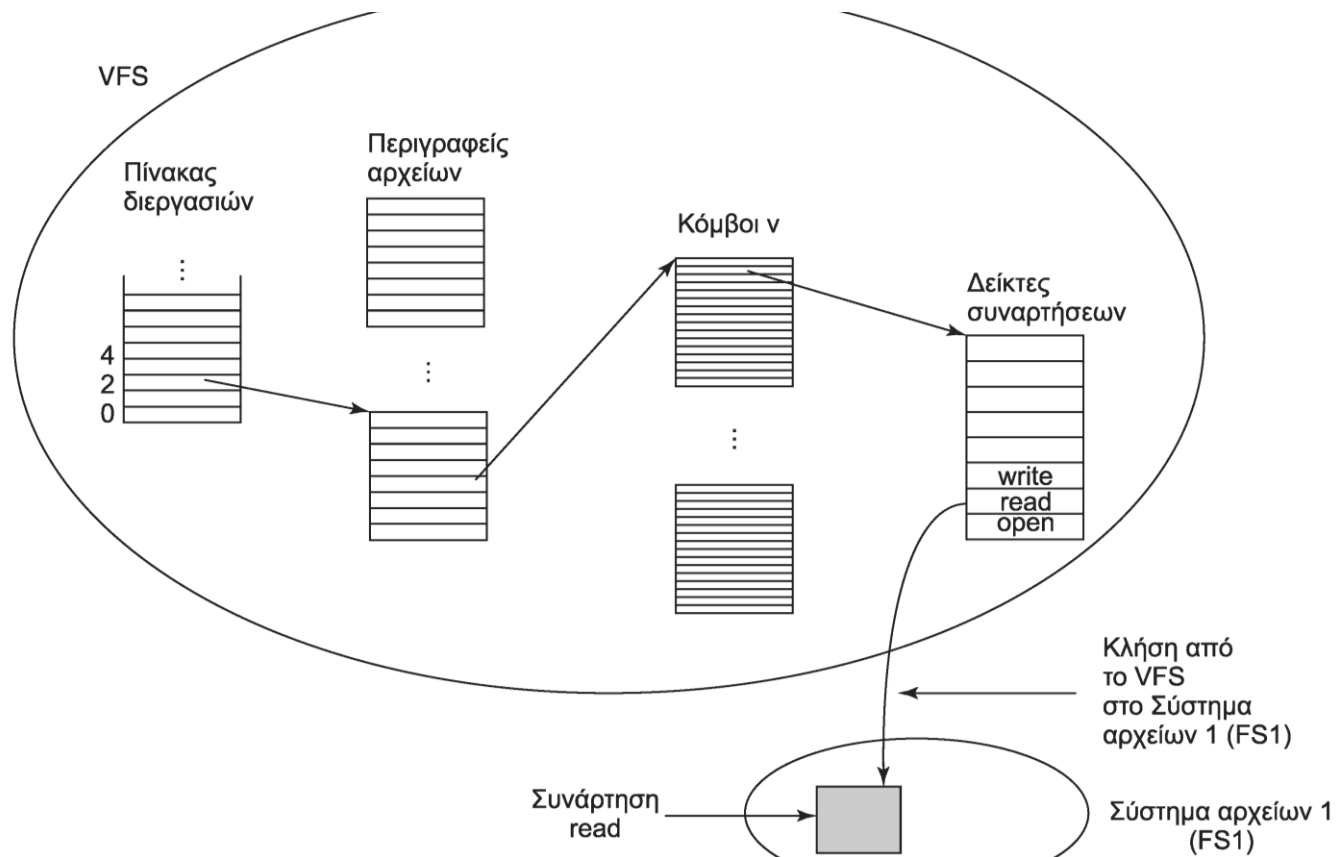
Εικονικά συστήματα (2 από 4)

- Διάκριση υλοποίησης σε δύο μέρη
 - Κοινό μέρος σε όλα τα συστήματα (διεπαφή)
 - Μέρος που εξαρτάται από το σύστημα (υλοποίηση)
- Το εικονικό σύστημα λαμβάνει όλες τις κλήσεις χρήστη
- Οι κλήσεις μεταβιβάζονται στα διάφορα συστήματα
 - Υλοποιούνται κατάλληλα από κάθε σύστημα αρχείων
- Αντικειμενοστρεφής υλοποίηση (ακόμη και σε C)
 - Αντικείμενα όπως υπερμπλόκ, κόμβος v , κατάλογος
 - Λειτουργίες (μέθοδοι) για κάθε τύπο αντικειμένου

Εικονικά συστήματα (3 από 4)

- Λειτουργία κλήσεων σε εικονικό σύστημα
 - Αρχικοποίηση εικονικού συστήματος αρχείων
 - Καταχώριση βασικού συστήματος αρχείων στο VFS
 - Καταχώριση αναρτώμενων συστημάτων αρχείων στο VFS
 - Σύνδεση του VFS με τις μεθόδους κάθε συστήματος
 - Κατά το άνοιγμα αρχείου δημιουργούνται κόμβοι v
 - Κάθε κόμβος v αντιστοιχεί σε έναν κόμβο i
 - Ο κόμβος v δείχνει στις μεθόδους και στα μπλοκ
 - Κατά την ανάγνωση/εγγραφή χρήση κόμβου v
 - Χρήση δεικτών και μεθόδων για υλοποίηση λειτουργιών

Εικονικά συστήματα (4 από 4)



Λειτουργία κλήσεων σε εικονικό σύστημα

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Διαχείριση και βελτιστοποίηση

Μάθημα: Λειτουργικά Συστήματα, **Ενότητα # 4:** Συστήματα Αρχείων
Διδάσκων: Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Διαχείριση χώρου δίσκου (1 από 7)

- Συνεχόμενη κατανομή ή κατανομή σε μπλοκ;
 - Παρόμοια επιλογή με τεμαχισμό και σελιδοποίηση
 - Σχεδόν όλα τα συστήματα έχουν κατανομή σε μπλοκ
- Μέγεθος μπλοκ
 - Προφανείς επιλογές: τομέας, τροχιά, κύλινδρος, σελίδα
 - Μεγάλο μπλοκ: ταχύτερες λειτουργίες
 - Μικρό μπλοκ: μικρότερη σπατάλη χώρου
- Μελέτη μεγεθών αρχείου
 - Πανεπιστήμιο Vrije το 1984 / 2005 και εξυπηρετητής ιστού
 - Αθροιστική κατανομή πιθανότητας μεγέθους

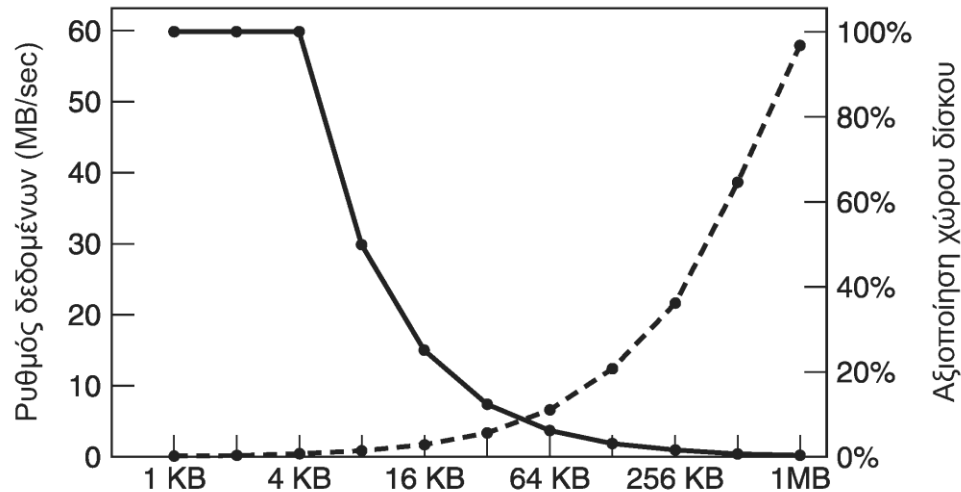
Διαχείριση χώρου δίσκου (2 από 7)

Μήκος	VU 1984	VU 2005	Ιστός
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

Μήκος	VU 1984	VU 2005	Ιστός
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

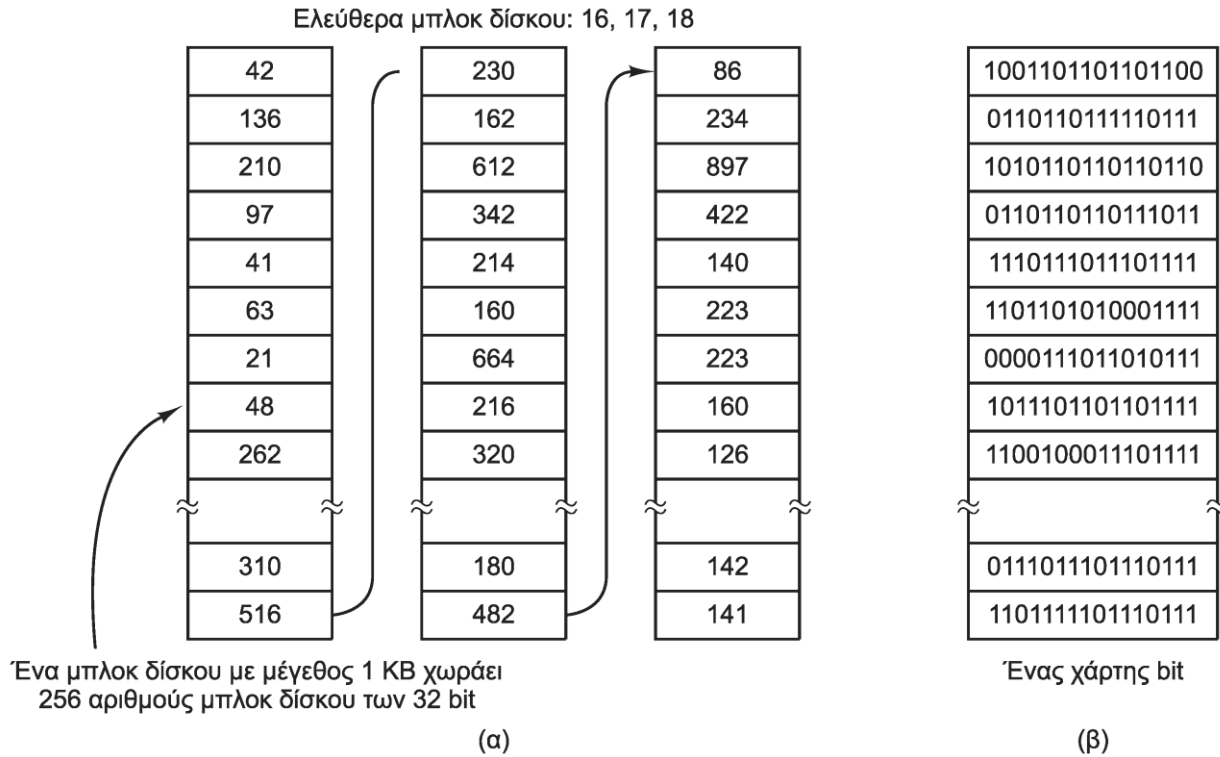
- Διαχείριση χώρου δίσκου
 - Μπλοκ 1 KB: 30-50% των αρχείων χωράνε σε ένα μπλοκ
 - Μπλοκ 4 KB: το 93% των μπλοκ ανήκει στο 10% των αρχείων
 - Η σπατάλη χώρου στα μικρά αρχεία δεν έχει σημασία!

Διαχείριση χώρου δίσκου (3 από 7)



- Θεωρητική μελέτη της απόδοσης
 - 1 MB/τροχιά, 8.33 ms περιστροφή, 5 ms αναζήτηση
 - Ο χρόνος ανάγνωσης k byte είναι $5 + 4.165 + (k/10^6) \times 8.33$
 - Συνεχής καμπύλη: αξιοποίηση χώρου με αρχεία 4 KB
 - Διακεκομμένη καμπύλη: ρυθμός μεταφοράς δεδομένων
 - Στα 64 KB έχουμε μόλις 6.6 MB/sec και 7% αξιοποίηση!

Διαχείριση χώρου δίσκου (4 από 7)

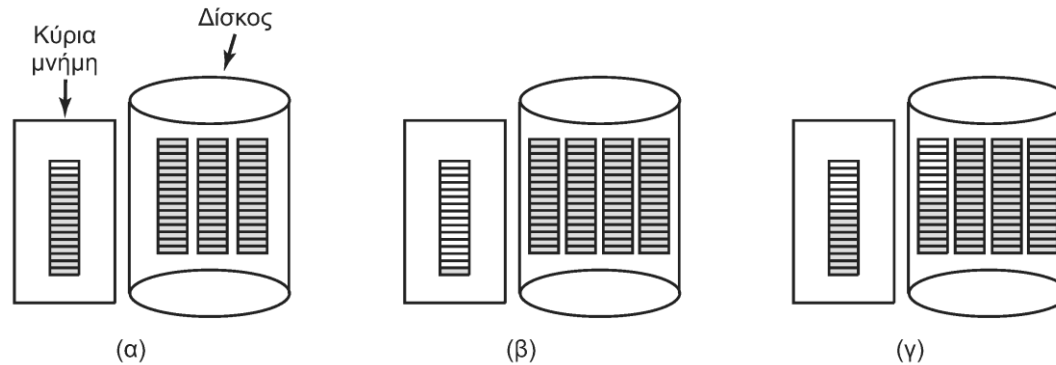


- Παρακολούθηση ελεύθερων μπλοκ
 - Συνδεδεμένη λίστα ελεύθερων μπλοκ
 - Χάρτης bit ελεύθερων και δεσμευμένων μπλοκ

Διαχείριση χώρου δίσκου (5 από 7)

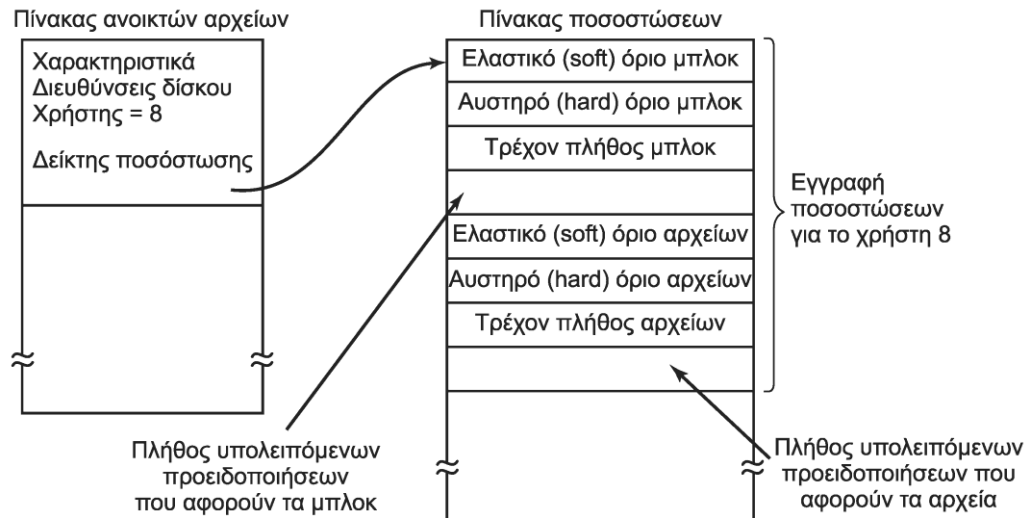
- Συνδεδεμένη λίστα ελεύθερων μπλοκ
 - Χρησιμοποιούνται μερικά ελεύθερα μπλοκ
 - Σε κάθε μπλοκ έχουμε πολλές διευθύνσεις
 - Δεν χρησιμοποιούμε τα ίδια τα μπλοκ (αργό!)
- Χάρτης bit
 - Σταθερό μέγεθος ανεξάρτητα της χρήσης
 - Πολύ μεγάλο σε μεγάλους δίσκους
- Συνδεδεμένη λίστα ελεύθερων περιοχών
 - Αποθηκεύουμε πρώτο μπλοκ και μετρητή μπλοκ

Διαχείριση χώρου δίσκου (6 από 7)



- Μόνο ένα μπλοκ της λίστας είναι στη μνήμη
 - Έστω ότι έχουμε χώρο για δύο ακόμη μπλοκ
 - Αν απελευθερωθούν τρία μπλοκ γράφουμε το μπλοκ στο δίσκο
 - Αν σε λίγο δεσμευτούν τρία μπλοκ πρέπει να ξαναγράψουμε
 - Εναλλακτικά σπάμε το γεμάτο μπλοκ σε δύο μισοάδεια
 - Αποφεύγουμε παλινδρόμηση ανάμεσα στις καταστάσεις
- Παρόμοια τεχνική με χάρτη bit: ένα μπλοκ στη μνήμη

Διαχείριση χώρου δίσκου (7 από 7)



- Ποσόστωση χρήσης δίσκου (quota)
 - Κάθε χρήστης έχει περιορισμένο πλήθος αρχείων/μπλοκ
 - Ο πίνακας ανοικτών αρχείων δείχνει στον πίνακα quota
 - Ο χρήστης μπορεί να ξεπεράσει το ελαστικό όριο
 - Δεν μπορεί όμως να ξεπεράσει το αυστηρό όριο
 - Η προειδοποίηση δίνεται με τη σύνδεση στο σύστημα

Αντίγραφα ασφαλείας (1 από 7)

- Το σύστημα αρχείων είναι πολύ κρίσιμο
 - Ο υπολογιστής αντικαθίσταται με μικρό κόστος
 - Τα αρχεία στο δίσκο όμως δεν αντικαθίστανται
 - Μπορεί να γλυτώσει ο δίσκος αν καεί ο υπολογιστής;
- Αντίγραφα ασφαλείας (backups)
 - Αντιγραφή αρχείων σε ταινία ή άλλο μέσο
 - Ανάκαμψη από καταστροφές
 - Ανάκαμψη από σφάλματα του χρήστη

Αντίγραφα ασφαλείας (2 από 7)

- Ποια αρχεία χρειάζονται εφεδρικά αντίγραφα;
 - Τα προγράμματα μπορεί να υπάρχουν σε CD/DVD
 - Τα προσωρινά αρχεία γενικά δεν χρειάζονται
 - Τα ειδικά αρχεία συσκευών δεν αντιγράφονται
 - Μόνο συγκεκριμένοι κατάλογοι του χρήστη
- Πότε πρέπει να αντιγράφονται τα αρχεία;
 - Αυξητικά αντίγραφα: αντιγραφή αλλαγμένων αρχείων
 - Περιοδικά παίρνουμε ένα πλήρες αντίγραφο
 - Στο μεσοδιάστημα αντιγράφουμε αλλαγμένα αρχεία

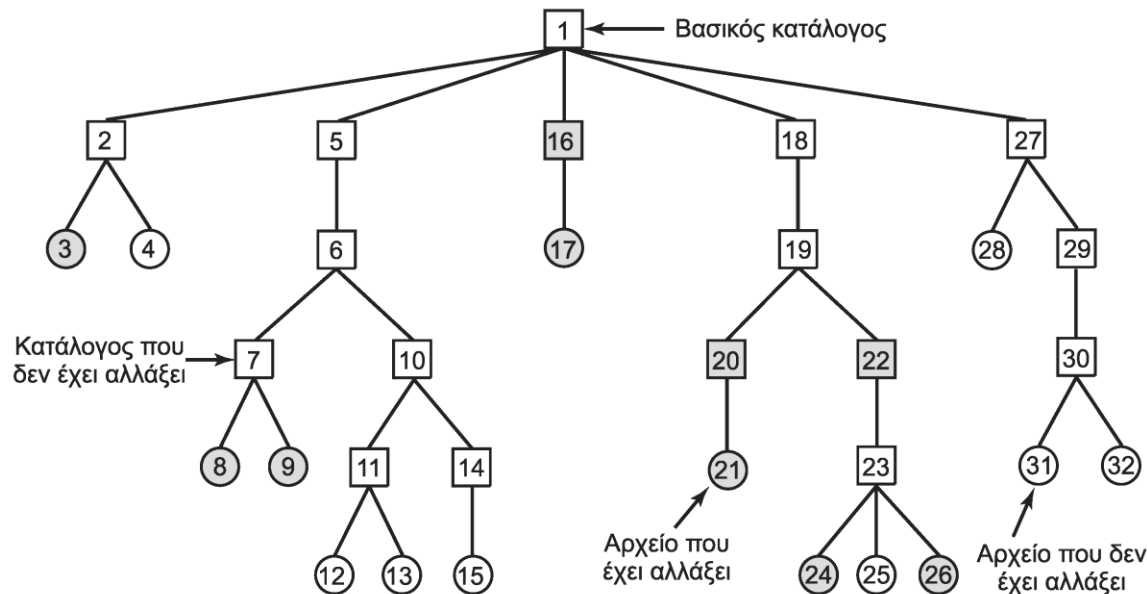
Αντίγραφα ασφαλείας (3 από 7)

- Πρέπει να συμπιέζονται τα αρχεία;
 - Μεγάλη οικονομία σε χώρο αποθήκευσης
 - Κίνδυνος απώλειας αν αλλοιωθεί μέρος του αντιγράφου
- Πώς αντιγράφονται τα ενεργά συστήματα αρχείων;
 - Συνήθως το σύστημα λειτουργεί κατά την αντιγραφή
 - Κίνδυνος να καταλήξουμε σε ασυνεπή αντίγραφα
 - Αλγόριθμοι για γρήγορη δημιουργία στιγμιότυπων
- Πού πρέπει να διατηρούνται τα αντίγραφα;
 - Αν είναι δίπλα στον υπολογιστή, θα καούν μαζί του!
 - Πρέπει να έχουμε αντίγραφα σε διαφορετικούς χώρους

Αντίγραφα ασφαλείας (4 από 7)

- Φυσική αντιγραφή δίσκου
 - Γράφονται όλα τα μπλοκ με τη σειρά σε ταινία
 - Μπορούμε να παραλείψουμε τα ελεύθερα μπλοκ
 - Πρέπει να σημειώνουμε όμως ότι υπάρχουν!
 - Πρέπει να αποφεύγουμε τα χαλασμένα μπλοκ
 - Είτε μέσω επαναχαρτογράφησης στο υλικό
 - Είτε μέσω παράκαμψης του αρχείου χαλασμένων μπλοκ
 - Πολύ γρήγορη και απλή διαδικασία
 - Δεν μπορεί να αντιγράψει επιλεκτικά καταλόγους
 - Κατάλληλη για διαμερίσματα με δεδομένα χρήστη

Αντίγραφα ασφαλείας (5 από 7)



- Λογική αντιγραφή δίσκου
 - Αναδρομική αντιγραφή από ορισμένα σημεία
 - Μόνο όσα έχουν τροποποιηθεί πρόσφατα (σκιασμένα)
 - Αλλά και οι κατάλογοι που οδηγούν σε τροποποιημένα
 - Επιτρέπει επαναφορά αρχείων σε διαγραφές καταλόγων

Αντίγραφα ασφαλείας (6 από 7)

(α)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

(β)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

(γ)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

(δ)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- Χρήση ενός χάρτη bit για τους κόμβους i
 - Σημειώνονται οι κόμβοι i που πρέπει να αντιγραφούν
 - 1η φάση: τροποποιημένα αρχεία και όλοι οι κατάλογοι
 - 2η φάση: φεύγουν οι κατάλογοι που δεν οδηγούν σε αλλαγές
 - 3η φάση: αντιγράφονται όλοι οι σημειωμένοι κατάλογοι
 - 4η φάση: αντιγράφονται όλα τα σημειωμένα αρχεία

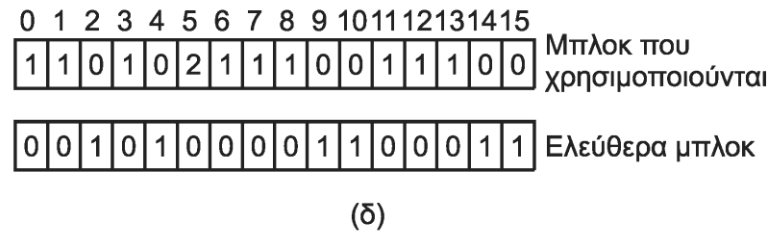
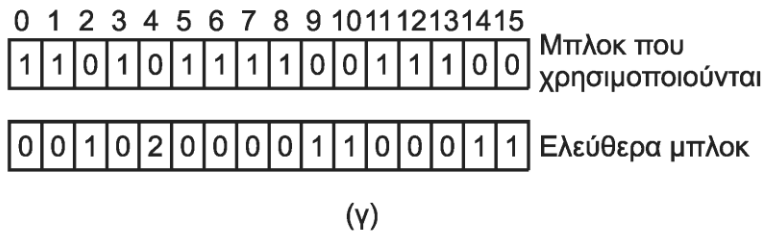
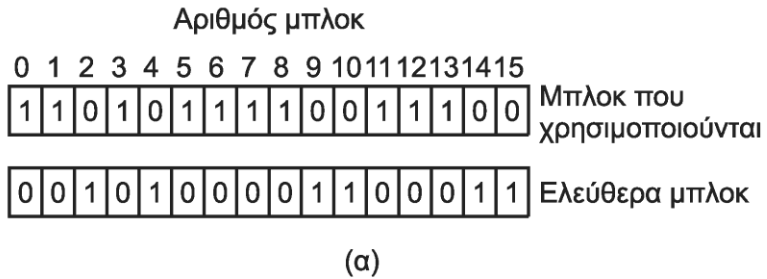
Αντίγραφα ασφαλείας (7 από 7)

- Επαναφορά αρχείων
 - Ξεκινάμε από το τελευταίο πλήρες αντίγραφο
 - Συνεχίζουμε με ένα ή περισσότερα αυξητικά αντίγραφα
- Ιδιαιτερότητες της λογικής αντιγραφής
 - Η λίστα των ελεύθερων μπλοκ κατασκευάζεται χωριστά
 - Τα συνδεδεμένα αρχεία αντιγράφονται μία μόνο φορά
 - Τα ειδικά αρχεία δεν πρέπει να αντιγράφονται ποτέ
- Πού πάνε τα αντίγραφα ασφαλείας;
 - Παραδοσιακά σε ταινίες
 - Τελευταία όλο και περισσότερο σε εφεδρικούς δίσκους

Συνέπεια συστήματος αρχείων (1 από 3)

- Έστω ότι αποτυγχάνουμε στη μέση μιας λειτουργίας
 - Μπορεί να παραμορφωθούν δεδομένα
 - Μπορεί να παραμορφωθεί η δομή του συστήματος
- Χρήση ειδικών προγραμμάτων ελέγχου συνέπειας
- Έλεγχος συνέπειας των μπλοκ
 - Κατασκευή δύο πινάκων μπλοκ με μετρητές, αρχικά 0
 - Πόσες φορές εμφανίζεται κάθε μπλοκ σε αρχεία;
 - Πόσες φορές εμφανίζεται κάθε μπλοκ σε λίστες ελευθέρων;
 - Διάβασμα όλων των κόμβων i για χρησιμοποιημένα μπλοκ
 - Διάβασμα της λίστας ελευθέρων για τα ελεύθερα μπλοκ

Συνέπεια συστήματος αρχείων (2 από 3)

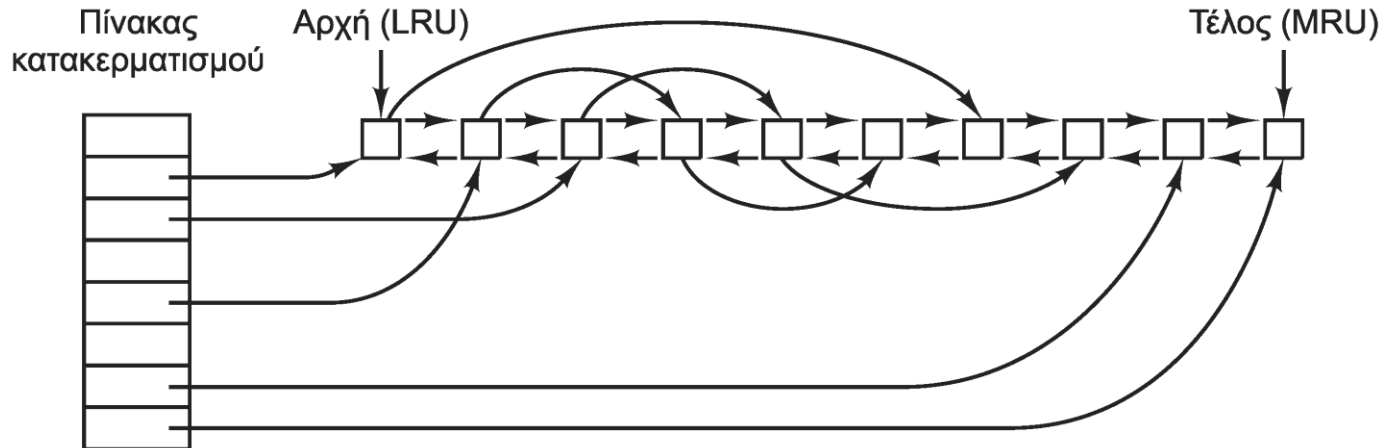


- Συνέπεια συστημάτων αρχείων
 - Παντού 0: προστίθενται στα ελεύθερα
 - >1 στα ελεύθερα: διόρθωση λίστας ελεύθερων
 - >1 στα χρησιμοποιημένα: αντιγραφή όσες φορές χρειάζεται
 - Κάθε κόμβος i πρέπει να δείχνει σε διαφορετικό αντίγραφο

Συνέπεια συστήματος αρχείων (3 από 3)

- Έλεγχος συνέπειας των καταλόγων
 - Αναδρομική διάσχιση του συστήματος αρχείων
 - Μέτρηση των φορών που εμφανίζεται κάθε αρχείο
 - Πρέπει να ταυτίζεται με πλήθος συνδέσμων σε κόμβους i
 - Αν δεν ταυτίζονται, τροποποιείται το πλήθος στον κόμβο i
- Άλλοι έλεγχοι συνέπειας
 - Άκυροι δείκτες σε μπλοκ ή κόμβους i (εκτός ορίων)
 - Παράξενες καταστάσεις αρχείων
- Προστασία χρήστη από λάθη
 - Τα διαγραμμένα αρχεία πηγαίνουν σε κάδο ανακύκλωσης

Επιδόσεις συστημάτων αρχείων (1 από 4)



- Κρυφή μνήμη μπλοκ (block cache)
 - Χώρος μνήμης για προσωρινή αποθήκευση μπλοκ του δίσκου
 - Αν το ζητούμενο μπλοκ υπάρχει εκεί, δεν διαβάζεται
 - Αλλιώς διαβάζεται από δίσκο και προστίθεται σε κρυφή μνήμη
 - Χρήση πίνακα κατακερματισμού για εντοπισμό των μπλοκ
 - Αλυσίδες για διαχείριση των συγκρούσεων και διπλή λίστα LRU

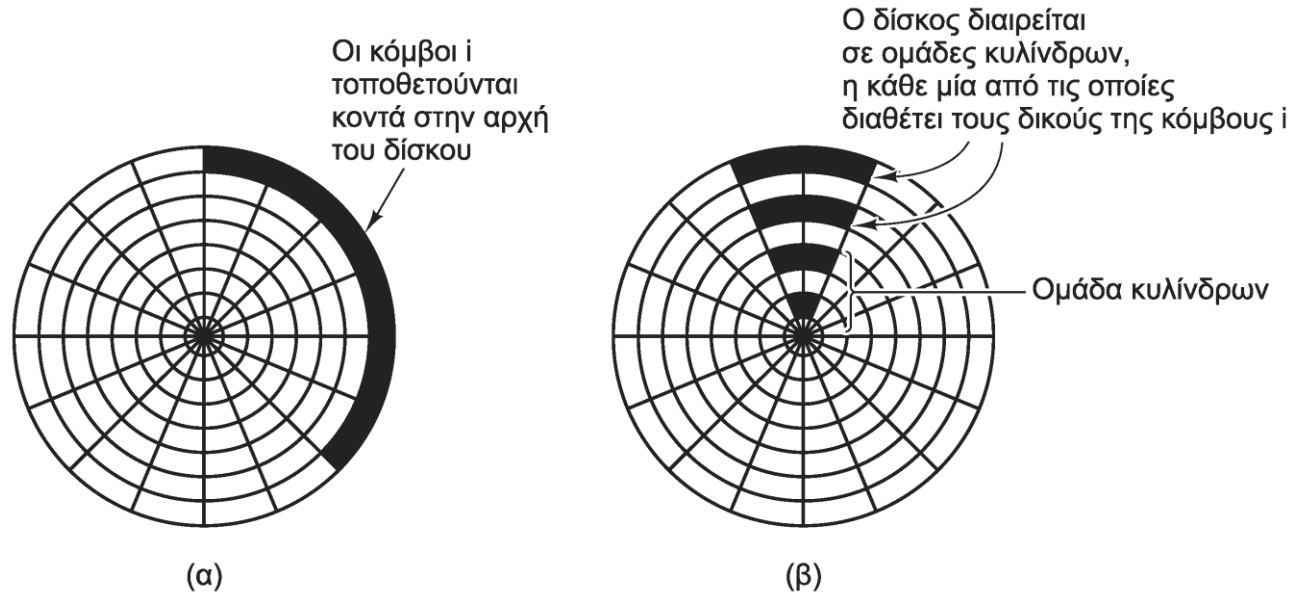
Επιδόσεις συστημάτων αρχείων (2 από 4)

- Επιλογή μπλοκ που θα αντικατασταθούν
 - Δεν θέλουμε καθαρό LRU (αν και είναι εφικτό)
 - Κατάλογοι και μπλοκ ελέγχου πρέπει να γράφονται πιο γρήγορα
 - Εκτιμούμε αν θα χρειαστεί ξανά ένα μπλοκ
 - Τα μπλοκ που θα χρειαστούν ξανά μπαίνουν στο τέλος
- Περιοδική εγγραφή όλων των μπλοκ στο δίσκο
 - Στο UNIX κάθε 30 sec γράφονται όλα τα μπλοκ στο δίσκο
 - Ομαδοποίηση μικρών εγγραφών στο ίδιο μπλοκ
 - Στα Windows τα τροποποιημένα μπλοκ γράφονταν άμεσα
 - Η πολιτική άλλαξε στις πιο πρόσφατες εκδόσεις

Επιδόσεις συστημάτων αρχείων (3 από 4)

- Γιατί διαφορετικές προσεγγίσεις;
 - Τα Windows προέρχονται από συστήματα με δισκέτες
 - Όταν αφαιρείται η δισκέτα δεν πρέπει να χάνονται δεδομένα
 - Στο UNIX χάνονται οι αλλαγές μετά το τελευταίο sync
- Ενοποίηση κρυφής μνήμης μπλοκ και σελίδων
 - Θα πρέπει τα μεγέθη μπλοκ και σελίδας να είναι ίδια
 - Όλα τα αρχεία χαρτογραφούνται στη μνήμη
- Προανάγνωση των μπλοκ
 - Σε κάθε ανάγνωση διαβάζουμε και μερικά επόμενα μπλοκ
 - Αν δούμε seek, τότε απενεργοποιείται η προανάγνωση

Επιδόσεις συστημάτων αρχείων (4 από 4)



- Μείωση κίνησης του βραχίονα του δίσκου (όχι για SSD)
 - Προσπαθούμε να βάζουμε τα μπλοκ του αρχείου συνεχόμενα
 - Ή τουλάχιστον σε κοντινές θέσεις
 - Μπορούμε να βάζουμε και τους κόμβους i κοντά στα αρχεία
 - Διαίρεση του δίσκου σε περιοχές με κόμβους i ανά ομάδα

Ανασυγκρότηση δίσκων

- Σταδιακά τα αρχεία διασπείρονται στο δίσκο
- Η ανασυγκρότηση ομαδοποιεί τα μπλοκ
 - Απαιτείται συνεχόμενη ελεύθερη περιοχή στο δίσκο
 - Τα αρχεία ανασυγκροτούνται απελευθερώνοντας χώρο
 - Στον κενό χώρο ανασυγκροτούνται και άλλα αρχεία
- Ορισμένα αρχεία δεν πρέπει να μετακινούνται
 - Αρχεία σελιδοποίησης, αδρανοποίησης και ημερολογίου
 - Συνήθως σταθερού μεγέθους, δεν μετακινούνται ποτέ!
- Σε SSD δεν κάνουμε ανασυγκρότηση
 - Δεν χρειάζεται, και «φθείρει» το δίσκο

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Παραδείγματα συστημάτων αρχείων

Μάθημα: Λειτουργικά Συστήματα, **Ενότητα # 4:** Συστήματα Αρχείων

Διδάσκων: Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



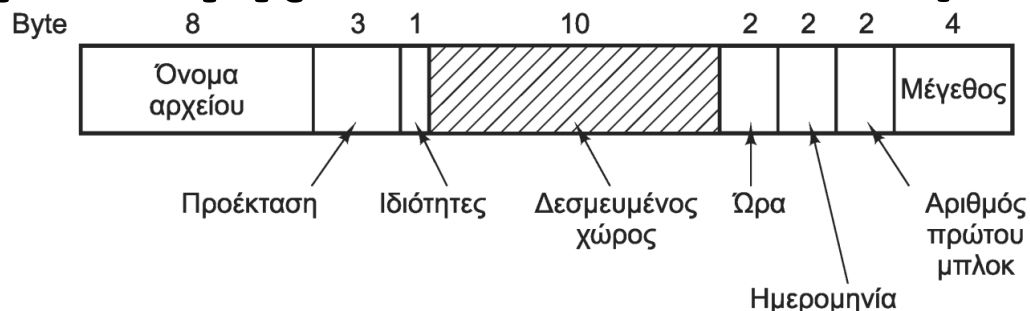
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Σύστημα αρχείων MS-DOS (1 από 3)



- Οι επεκτάσεις του χρησιμοποιούνται ευρέως
- Μεταβλητό πλήθος καταχωρίσεων ανά κατάλογο
 - Καταχωρίσεις σταθερού μεγέθους (32 byte)
 - Όνομα και προέκταση αρχείου (8+3)
 - Χαρακτηριστικά: μόνο ανάγνωση, κρυφό, σύστημα, αρχειοθέτηση
 - Ημερομηνία/ώρα τελευταίας τροποποίησης (από το 1980)
 - Πεδία για ώρα/λεπτά/δευτερόλεπτα και μέρα/μήνα χρόνο
 - Πρώτο μπλοκ του αρχείου
 - Μέγεθος σε byte (έως 2^{32} , πρακτικά μικρότερο)

Σύστημα αρχείων MS-DOS (2 από 3)

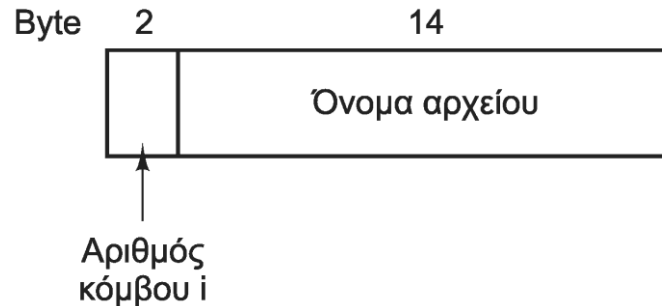
- Πίνακας κατανομής αρχείων στη μνήμη (FAT)
 - Ο κατάλογος δείχνει στην πρώτη θέση
 - Οι υπόλοιπες θέσεις είναι δείκτες μέσα στον πίνακα
 - Συστοιχίες: πολλαπλάσια του 512 (ένας τομέας)
- FAT-12 με συστοιχίες των 512 byte
 - Μέγεθος συστήματος αρχείων έως 2 MB
 - FAT με 4 K καταχωρίσεις των 2 byte (16 bit για ταχύτητα)
- FAT-16 με συστοιχίες έως 32 KB
 - FAT με 64 K καταχωρίσεις των 2 byte
 - Έως 2 GB ανά διαμέρισμα δίσκου

Σύστημα αρχείων MS-DOS (3 από 3)

Μέγεθος μπλοκ	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

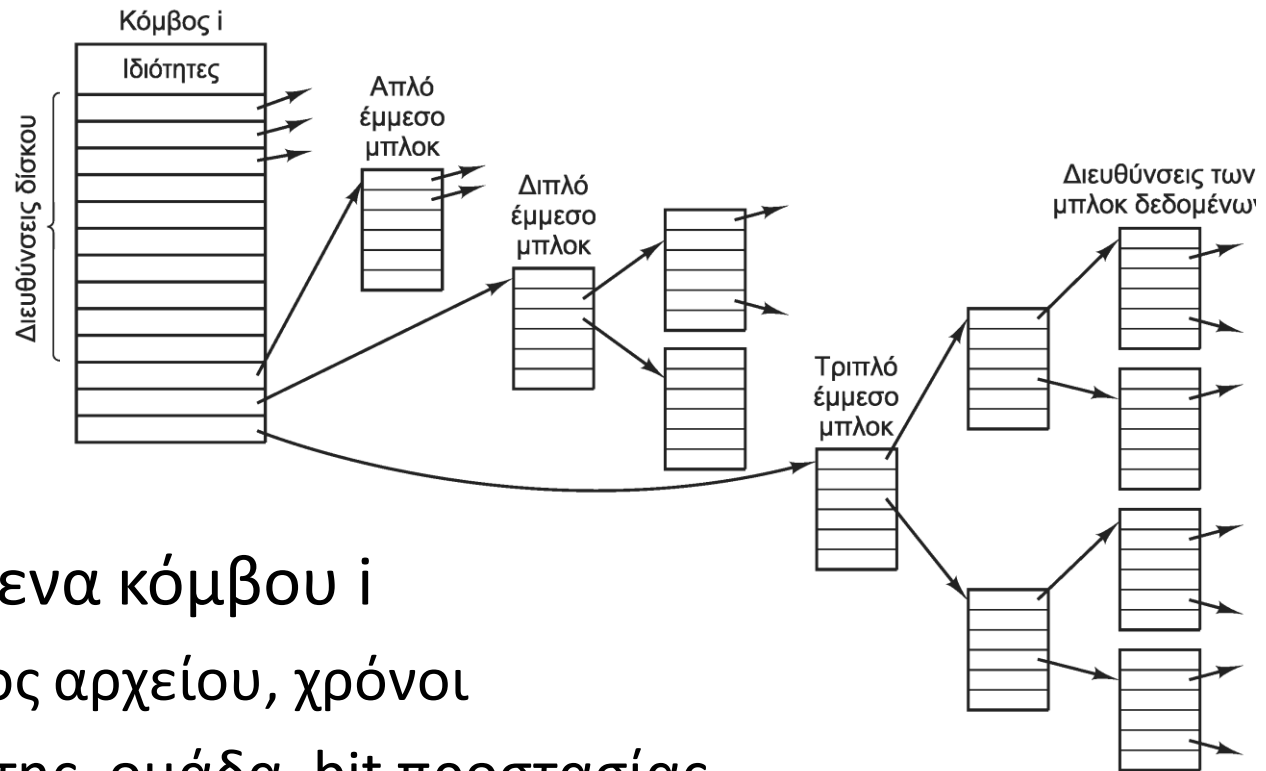
- FAT-32 με συστοιχίες έως 32 KB
 - Στην πραγματικότητα δείκτες των 28 bit
 - Θεωρητικά υποστηρίζει διαμερίσματα μέχρι 8 TB
 - Στην πράξη μέχρι 2 TB γιατί το μέγεθος είναι σε τομείς 512 B!
- Παρακολούθηση ελεύθερων συστοιχιών μέσω του FAT
 - Ειδικός κωδικός για τις ελεύθερες συστοιχίες

Σύστημα αρχείων UNIX V7 (1 από 3)



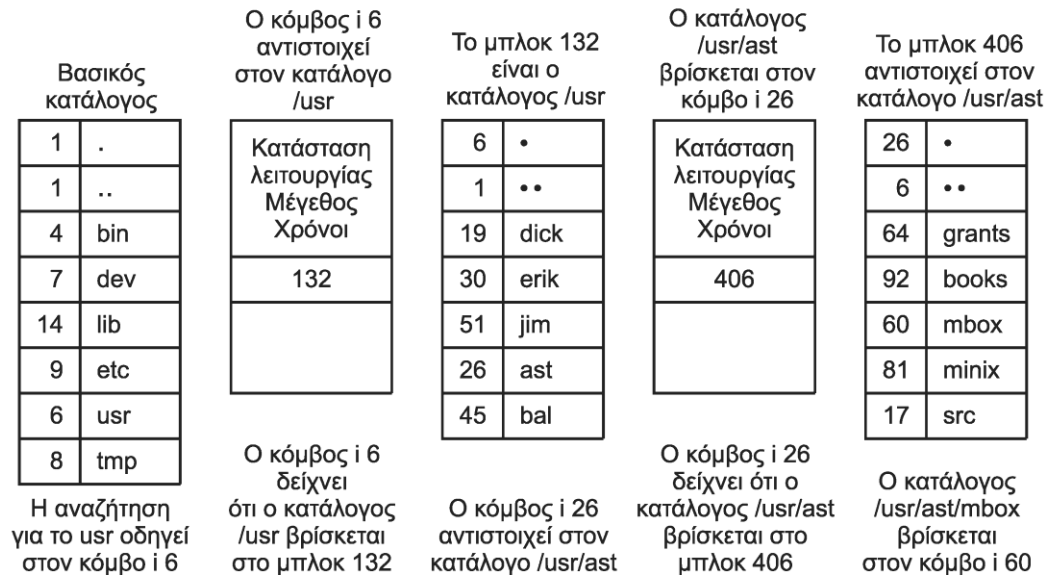
- Βασική μορφή δένδρου
 - Μετατρέπεται σε ακυκλικό γράφο με τους συνδέσμους
- Ονόματα αρχείων έως 14 χαρακτήρες
 - Επιτρέπεται το σύνολο ASCII εκτός από το / και το NUL
- Ο κατάλογος περιέχει καταχωρίσεις 16 byte
 - Αριθμός κόμβου i και όνομα αρχείου
 - Μέχρι 2^{16} αρχεία ανά διαμέρισμα

Σύστημα αρχείων UNIX V7 (2 από 3)



- Περιεχόμενα κόμβου i
 - Μέγεθος αρχείου, χρόνοι
 - Ιδιοκτήτης, ομάδα, bit προστασίας
 - Μετρητής συνδέσμων προς τον κόμβο
 - Οι πρώτες 10 διευθύνσεις αποθηκεύονται στον κόμβο
 - Τρεις δείκτες σε μπλοκ πρόσθετων δεικτών

Σύστημα αρχείων UNIX V7 (3 από 3)

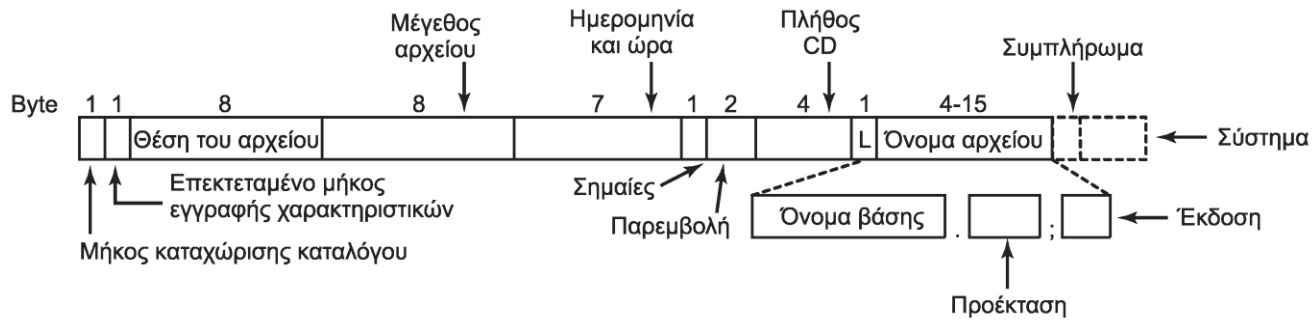


- Αναζήτηση αρχείου /usr/ast/mbox
 - Ξεκινάμε από τον κόμβο i του βασικού καταλόγου
 - Από εκεί διαβάζουμε τα δεδομένα του καταλόγου
 - Σε κάθε στάδιο διαβάζουμε κόμβο i και μετά τα δεδομένα
 - Οι κατάλογοι περιέχουν και καταχωρίσεις «.» και «..»

Συστήματα αρχείων CD-ROM (1 από 5)

- Χρησιμοποιούνται για μέσα μίας εγγραφή
 - Δεν χρειάζεται να παρακολουθούν τον ελεύθερο χώρο
 - Ακόμη και όταν προστίθενται αρχεία, πάνε στο τέλος
- Το σύστημα ISO 9660
 - Τα CD-ROM έχουν μία μόνο σπειροειδή τροχιά
 - Στην τροχιά γράφεται ακολουθία μπλοκ των 2352 byte
 - Το καθαρό μέγεθος είναι 2048 byte
 - Αρχικά έχουμε 16 μπλοκ εκτός προτύπου
 - Ακολουθεί μπλοκ με κύριο περιγραφέα μονάδας
 - Πλήθος μπλοκ, μπλοκ βασικού καταλόγου

Συστήματα αρχείων CD-ROM (2 από 5)



- Κατάλογοι στα CD-ROM

- Καταχωρίσεις καταλόγου μεταβλητού μήκους
 - Η τελευταία περιέχει ένα bit τερματισμού
- Δυαδικά πεδία και σε little και σε big endian
- Το πρώτο πεδίο δείχνει το μήκος της καταχώρισης
- Πρώτο μπλοκ αρχείου και πλήθος μπλοκ αρχείου
- Ώρα και ημερομηνία εγγραφής αρχείου
 - Από το 1900, με ζώνη ώρας

Συστήματα αρχείων CD-ROM (3 από 5)

- Κατάλογοι στα CD-ROM
 - Σημαίες: κρυφό αρχείο, αρχείο ή κατάλογος
 - CD που ανήκει το αρχείο (σε ένα σύνολο CD)
 - Μήκος ονόματος αρχείου
 - Όνομα, τελεία, προέκταση, ερωτηματικό, έκδοση
 - Επιτρέπονται κεφαλαία γράμματα, αριθμοί και _
 - Κανόνας 8+3 για όνομα και προέκταση (MS-DOS)
 - Συμπλήρωμα ώστε η καταχώριση να έχει άρτιο μήκος
 - Προαιρετικό πεδίο για χρήση από κάθε σύστημα
 - Αλφαβητική ταξινόμηση εκτός από «.» και «..»

Συστήματα αρχείων CD-ROM (4 από 5)

- Επίπεδα συμβατότητας ISO 9660
 - Μέχρι 8 επίπεδα καταλόγων σε όλα τα επίπεδα
 - Επίπεδο 1: ονόματα 8+3, κατάλογοι 8+0
 - Επίπεδο 2: ονόματα μέχρι 31 χαρακτήρες
 - Επίπεδο 3: Επιτρέπει μη συνεχή αρχεία
 - Χρήση κοινών τμημάτων για εξοικονόμηση χώρου
- Επεκτάσεις Joliet
 - Χρήση πεδίου συστήματος για επεκτάσεις Windows
 - Μεγάλα ονόματα αρχείων (64 χαρακτήρες) σε Unicode
 - Πάνω από 8 επίπεδα καταλόγων, ονόματα με προεκτάσεις

Συστήματα αρχείων CD-ROM (5 από 5)

- Επεκτάσεις Rock Ridge
 - Χρήση πεδίου συστήματος για επεκτάσεις του UNIX
 - Υπάρχουν 8 πεδία επεκτάσεων
 - PX: bit δικαιωμάτων rwx και κατάστασης του UNIX
 - PN: αριθμοί αρχείων συσκευών (major και minor)
 - SL: συμβολικός σύνδεσμος
 - NM: μεγαλύτερο όνομα αρχείου (τύπου UNIX)
 - CL/PL/RE: παράκαμψη 8 επιπέδων στους καταλόγους
 - TF: χρονοσφραγίδες αρχείου
 - Δημιουργίας, τροποποίησης, προσπέλασης

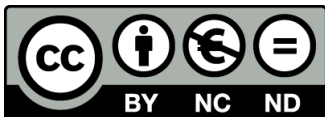
**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Τέλος Ενότητας #4

Μάθημα: Λειτουργικά Συστήματα, **Ενότητα # 4:** Συστήματα Αρχείων
Διδάσκων: Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ