Sistemi Operativi
File System (parte 1)

Docente: Claudio E. Palazzi

cpalazzi@math.unipd.it

Considerazioni generali – 1

- La maggior parte dell'informazione applicativa (i dati) ha **durata**, **ambito** e **dimensione** più ampi della vita delle applicazioni che la usano
  - Queste sono le 3 esigenze principali
    - Persistenza dei dati
    - Possibilità di condivisione dei dati tra applicazioni distinte
    - Nessun limite di dimensione fissato a priori
- Il *file system* è il servizio di S/O progettato per soddisfare questi bisogni

Considerazioni generali – 2

- Il termine *file* designa un insieme di dati correlati, residenti in **memoria secondaria** e trattati unitariamente
  - *File* = raccoglitore, *dossier*
- Il termine *file system* (FS) designa la parte di S/O che si occupa di *file* in termini di
  - Organizzazione
  - Gestione
  - Realizzazione
  - Accesso

Aspetti generali – 3

- La progettazione di FS affronta 2 problemi chiave
  - **Cosa** occorre offrire all'utente applicativo e secondo quali forme concrete
    - Modalità di **accesso** a *file*
    - Struttura **logica** e **fisica** di *file*
    - Operazioni ammissibili su *file*
  - **Come** ciò possa essere realizzato in modo pratico ed economico
    - Garantendo la massima indipendenza dall'architettura fisica di supporto

Il *file*

- Il *file* è un concetto logico realizzato tramite **meccanismi di astrazione**
  - Per salvare informazione su memoria secondaria e potendola ritrovare in seguito senza conoscerne né la struttura logica e fisica né il funzionamento
  - All'utente non interessa come ciò avviene
  - Interessa invece poter designare le proprie unità di informazione mediante **nomi logici** unici e distinti
  - L'utente vede e tratta solo nomi di *file*
  - Le caratteristiche distintive di un *file* sono
    - Attributi (tra cui il nome)
    - Struttura interna
    - Operazioni ammesse

Attributi di *file* – 1

- **Nome**
  - Stringa composta da 8 – 255 caratteri, inclusi numeri e caratteri speciali
  - Con ≥ 1 estensioni che possono designare il "tipo" di *file* come visto dall'utente
    - **MS-DOS** (base di Windows 95 e Windows 98)
      - Nomi da 1 – 8 caratteri, con ≤ 1 estensione da 1 – 3 caratteri, **designante**, senza distinzione tra maiuscolo e minuscolo (*case insensitive*)
    - **UNIX** (base di GNU/Linux)
      - Nomi fino a 14 (ora 255) caratteri, *case sensitive*, con estensioni, solo **informative**, senza limite di numero e di ampiezza
  - In generale, l'utente può configurare presso il S/O l'associazione tra l'**ultima** estensione del *file* ed il tipo applicativo corrispondente

Attributi di *file* – 2

- **Dimensione corrente**
- **Data di creazione**
  - Può non essere mostrata
- **Data di ultima modifica**
  - Indica la “freschezza” del contenuto
- **Creatore e possessore**
  - Possono essere distinti
    - P.es.: il compilatore crea *file* di proprietà dell’utente
- **Permessi di accesso**
  - Lettura, scrittura, esecuzione

Attributi di *file* – 3

Protezione	Permesso di accesso al *file*	
Password	Chiave di accesso al *file*	
Creatore	Identità del processo che ha creato il *file*	
Proprietario	Identità del processo utilizzatore del *file*	
Uso	0 – lettura/scrittura	1 – sola lettura (*read-only*)
Visibilità	0 – normale	1 – *file* non visibile (*hidden*)
Livello	0 – normale	1 – *file* di sistema
Archiviazione	0 – salvato (*backed up*)	1 – non salvato
Tipo di contenuto	0 – ASCII	1 – binario
Tipo di accesso	0 – sequenziale	1 – casuale (*random*)
Permanenza	0 – normale	1 – da eliminare dopo l'uso (*temporary*)
Accesso esclusivo	0 – libero	≠ 0 – bloccato (*locked*)

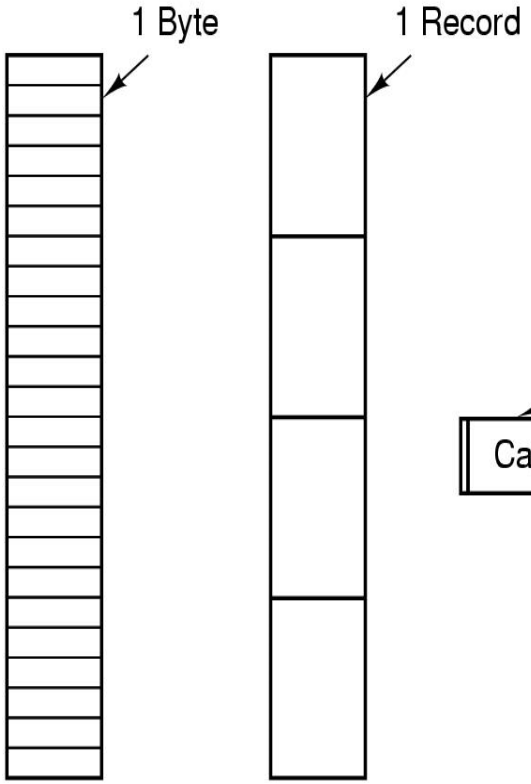
Flag

Vedi Fig. 4-4 del libro di testo

Strutture dati di *file* – 1

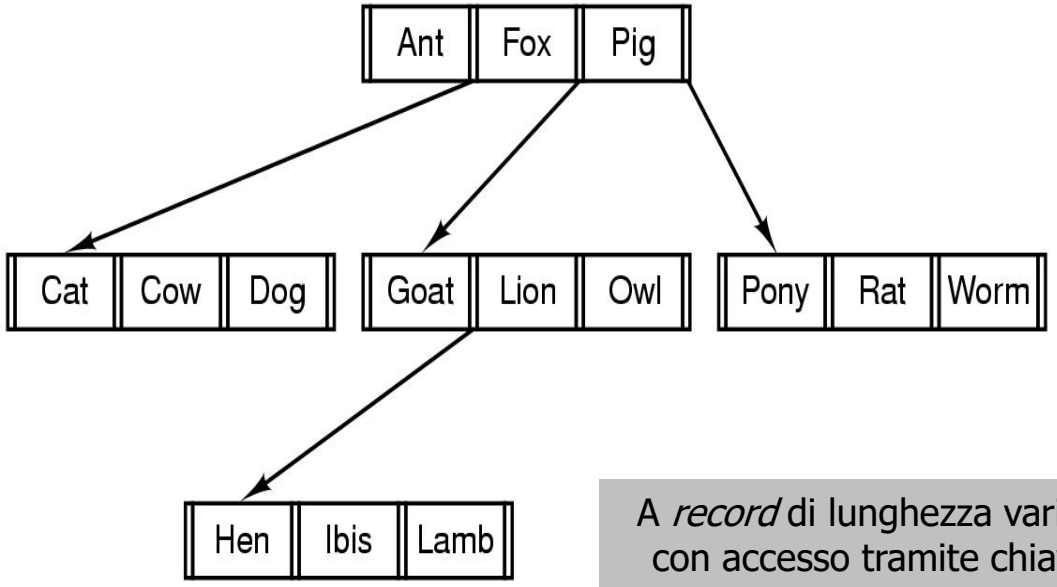
- La struttura dei dati all'interno di un *file* può essere considerata da 3 punti di vista distinti
  - Livello **utente**
    - Il programma applicativo associa **autonomamente** significato al contenuto grezzo del *file*
  - Livello di **struttura logica**
    - A monte dell'interpretazione dell'utente il S/O organizza i dati grezzi in strutture logiche per facilitarne il trattamento
  - Livello di **struttura fisica**
    - Il S/O mappa le strutture logiche sulle strutture fisiche della memoria secondaria disponibile (p.es.: settori o blocchi su disco)
- Le possibili strutture **logiche** di un *file* sono
  - A sequenza di *byte*
  - A *record* di lunghezza e struttura interna fissa
  - A *record* di lunghezza e struttura interna variabile

Struttura logica di *file* – 1



A sequenza di *byte*

A *record* di lunghezza fissa



(c)

A *record* di lunghezza variabile con accesso tramite chiave e struttura di scansione per ricerca

Struttura logica di *file* – 2

- **Sequenza di *byte*** (*byte stream*)
  - La strutturazione logica più rudimentale e flessibile
    - La scelta di UNIX (→ GNU/Linux) e MS Windows
  - Il programma applicativo sa come dare significato al contenuto informativo del *file*
    - Minimo sforzo per il S/O
  - L'accesso ai dati utilizza un puntatore relativo all'inizio del *file*
  - Lettura e scrittura operano a blocchi di *byte*

Struttura logica di *file* – 3

- ***Record* di lunghezza e struttura fissa**
  - Gli spazi non utilizzati sono riempiti da caratteri speciali (p.es.: `NULL` o `SPACE`)
  - Il S/O **deve** conoscere la struttura interna del *file*
    - Per muoversi al suo interno
  - L'accesso ai dati è sequenziale e utilizza un puntatore al *record* corrente
  - Lettura e scrittura operano su *record* singoli
  - Scelta ormai obsoleta e legata a specifiche limitazioni dell'architettura di sistema

Struttura logica di *file* – 4

- ***Record* di lunghezza e struttura variabile**
  - La struttura interna di ogni *record* viene descritta e identificata univocamente da una chiave (*key*) posta in posizione fissa e nota entro il *record*
  - Le chiavi vengono raccolte in una tabella a se stante, ordinata per chiave, contenente anche i puntatori all'inizio di ciascun *record*
  - L'accesso ai dati avviene per chiave
  - Uso abbastanza diffuso in sistemi *mainframe*

Modalità di accesso – 1

- **Accesso sequenziale**
  - Viene trattato un gruppo di *byte* (oppure un *record*) alla volta
  - Un puntatore indirizza il *record* (o gruppo) corrente e avanza a ogni lettura o scrittura
    - La lettura può avvenire in qualunque posizione del *file*, la quale però deve essere raggiunta sequenzialmente
      - Come su un nastro
    - La scrittura può avvenire solo in coda al *file* (*Append*)
      - Ovviamente!
  - Sul *file* si può operare solo sequenzialmente
    - Ogni nuova operazione fa ripartire il puntatore dall'inizio

Modalità di accesso – 2

- **Accesso diretto**
  - Opera su *record* di dati posti in posizione **arbitraria** nel *file*
    - Posizione determinata rispetto alla base (*offset* = 0)
- **Accesso indicizzato**
  - Per ogni *file* una tabella di chiavi ordinate contenenti gli *offset* dei rispettivi *record* nel *file*
    - Informazione di navigazione non più nei *record* ma in una struttura a parte ad accesso veloce (*hash*)
      - Principio delle base di dati
  - Ricerca binaria della chiave e poi accesso diretto
  - Denominato **ISAM** (*indexed sequential access method*) da IBM
    - Consente accesso sia indicizzato che sequenziale

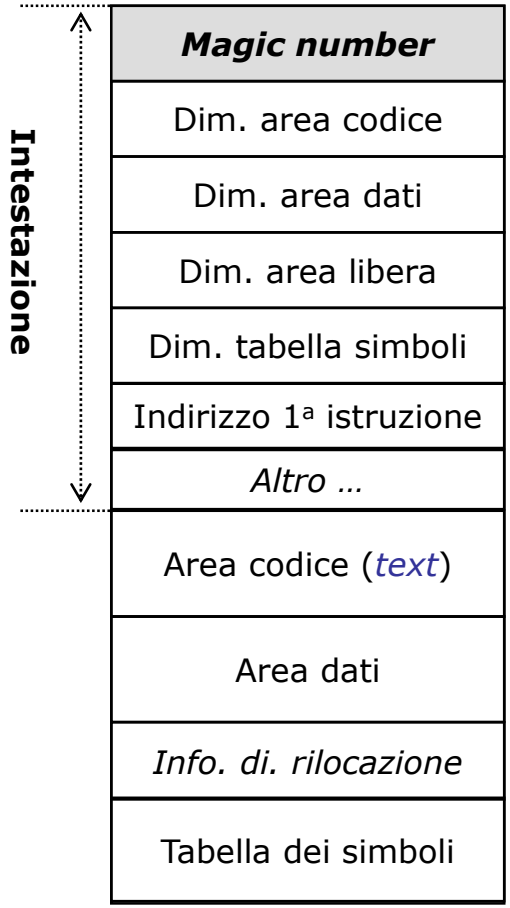
Classificazione

UNIX → GNU/Linux

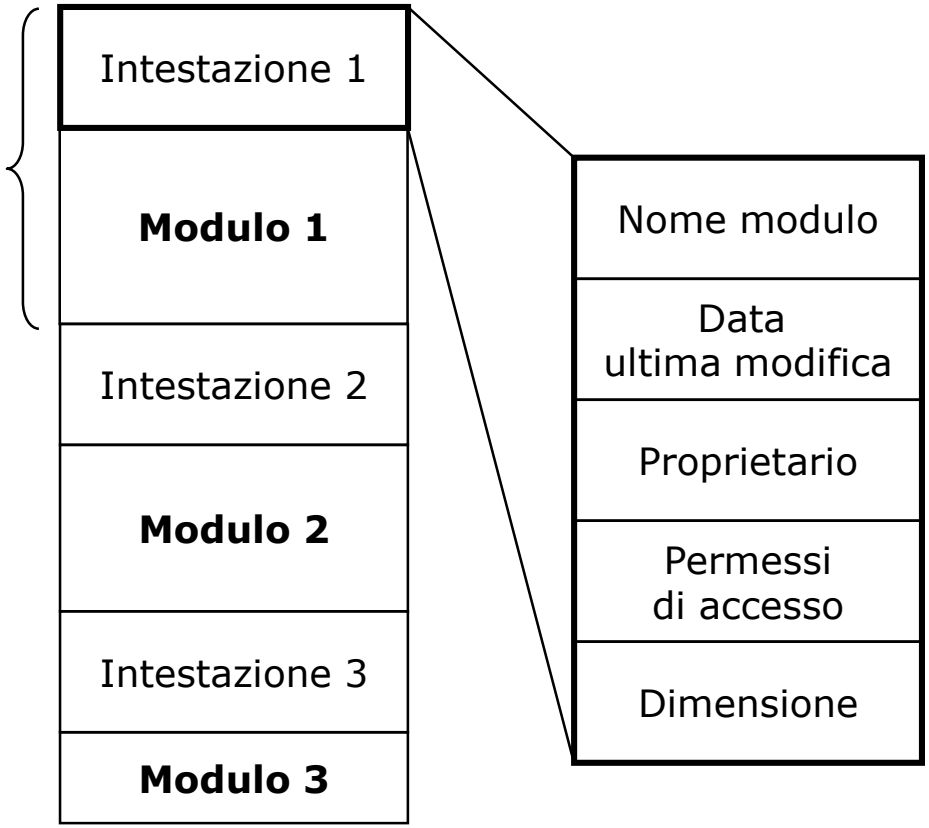
Windows

- Il FS può trattare diversi tipi di *file*
  - Classificazione distinta da quella dell'utente!
  - *File* **regolari** (*regular*)
    - Sui quali l'utente può operare normalmente
      - Contenuto ASCII (testo) o binario (eseguibile)
  - *File* **catalogo** (*directory*)
    - Tramite i quali il FS permette di descrivere l'organizzazione di gruppi di *file*
  - *File* **speciali**
    - Con i quali il FS rappresenta logicamente dispositivi orientati a carattere (p.es.: terminale) o a blocco (p.es.: disco)

File binari in UNIX e GNU/Linux



Struttura di un *file* eseguibile



Struttura di un *file* archivio
(**tar** : *tape archive*)

Operazioni ammesse – 1

- **Creazione**
  - *File* inizialmente vuoto; inizializzazione attributi
- **Apertura**
  - Deve precedere il 1° uso; predispone le informazioni utili all'accesso
- **Cerca posizione** (*seek*)
  - Solo per accesso casuale
- **Cambia nome**
  - *Rename* (può implicare spostamento nella struttura logica del FS)
- **Distruzione**
  - Rilascio della memoria occupata
- **Chiusura**
  - Rilascio delle strutture di controllo usate per l'accesso ed il salvataggio dei dati
- **Lettura**. **Scrittura**
  - *Read*, *write*, *append*
- **Trova attributi** (per *make*)
- **Modifica attributi** (permessi)

Azioni più complesse (p.es.: copia) si ottengono tramite combinazione delle operazioni di base

Operazioni ammesse – 2

- **Sessione d'uso di un *file***
  - Si può accedere in uso solo a un *file* già aperto
  - All'apertura del *file* il S/O ne predispone uno specifico strumento di accesso (*handle*)
  - Dopo l'uso il *file* dovrà essere chiuso
  - UNIX (→ GNU/Linux) mantiene una tabella dei *file* aperti a due livelli
    - **Livello I**: informazioni sul *file* comuni a "famiglie" di processi
    - **Livello II**: dati specifici del particolare processo

Esempio d'uso con "chiamate di sistema"

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(int argc,
         char *argv[]){

  FILE *fp;
  char dato;

  if (argc != 2) {
    printf("Nome del file?");
    exit(1);
  }

  // continua …
```

1/2

```
  if ((fp = fopen(argv[1],"w"))
      == NULL){
   printf("File non aperto.\n");
   exit(1);
  }
   do {
    dato = getchar();
    if (EOF == putc(dato, fp)) {
     printf("Errore di lettura.\n");
    break;
    };
  } while (dato != 'c');
 fclose(fp);
}
```

2/2

File mappati in memoria

- Il S/O può mappare un *file* in memoria virtuale
  - Il *file* continua a risiedere in memoria secondaria
  - All'indirizzo di ogni suo dato corrisponde un indirizzo di memoria virtuale (base + *offset*)
    - Con segmentazione si **potrebbe** avere {*file* = segmento} potendo così usare lo stesso *offset* per entrambi
  - Le operazioni su *file* avvengono in memoria principale
    - Chiamata di indirizzo → *page fault* → caricamento → operazione → rimpiazzo di pagina → salvataggio in memoria secondaria
  - A fine sessione **tutte** le modifiche effettuate in memoria primaria devono essere riportate in memoria secondaria
- Riduce gli accessi a disco ma comporta problemi con la condivisione e con i *file* di enorme dimensione
  - Dove trovare la versione corrente dei dati: RAM o disco?

Struttura di *directory* – 1

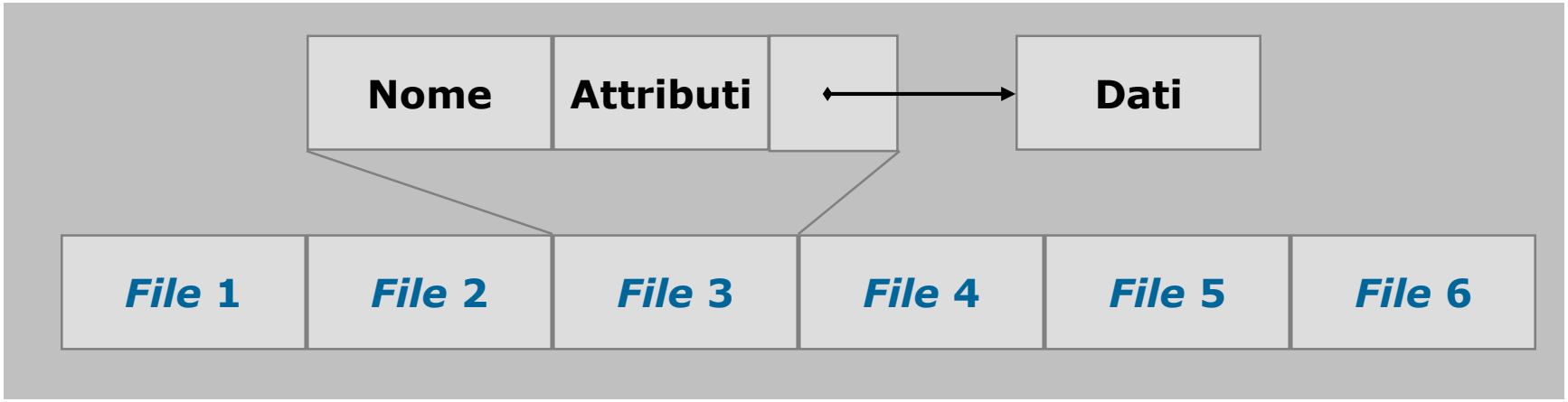
- Ogni FS usa *directory* (catalogo) o *folder* (cartella) per tener traccia dei suoi *file* regolari
- Le *directory* possono essere classificate rispetto all'organizzazione di *file* che esse consentono
  - A livello singolo
  - A due livelli
  - Ad albero
  - A grafo aperto
  - A grafo generalizzato (con cicli)

Struttura di *directory* – 2

- Requisiti fondamentali a livello utente
  - **Efficienza**
    - Realizzare un *file* deve essere semplice
    - Trovare un *file* deve essere facile e veloce
  - **Libertà di denominazione**
    - Più utenti devono poter ciascuno usare lo stesso nome per un *file* loro proprio
    - Lo stesso *file* deve poter essere "chiamato" con nomi diversi da utenti diversi
  - **Libertà di raggruppamento**
    - Creare gruppi logici di *file* sulla base di proprietà significative per l'utente

Struttura di *directory* – 3

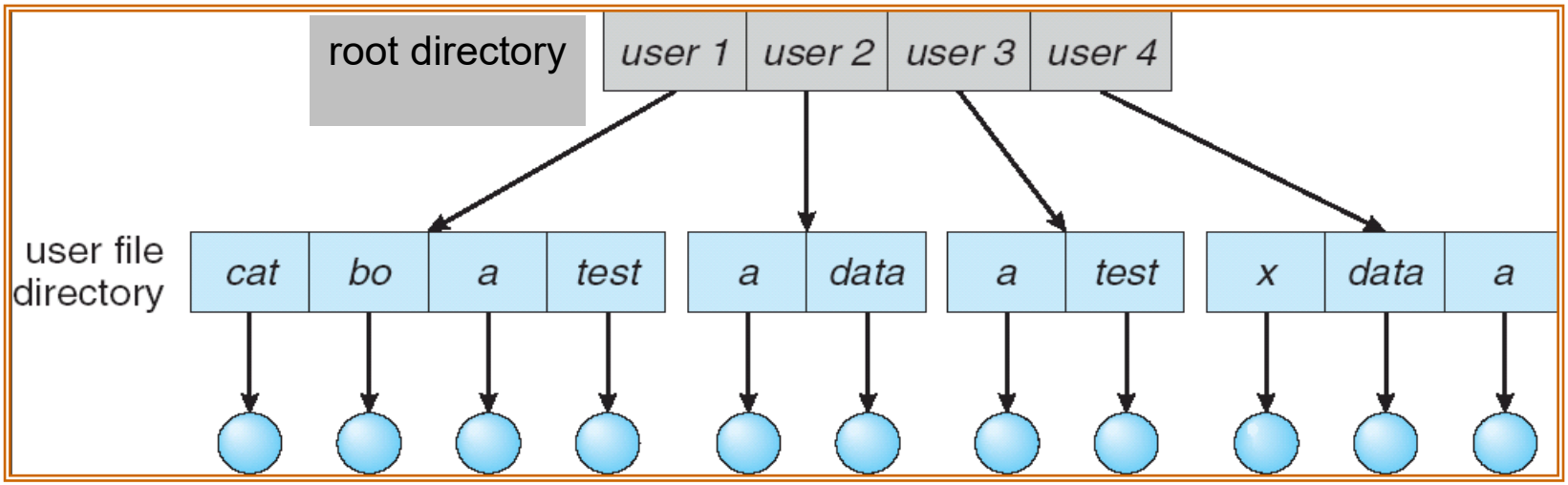
- ***Directory* a livello singolo**
  - Tutti i *file* sono elencati su un'unica lista lineare ("*root directory*" ?), ciascuno con il proprio nome
    - I nomi dei *file* devono pertanto essere **unici**
  - Semplice da capire e da realizzare
  - File facili da trovare
  - Gestione onerosa all'aumentare dei *file*



Struttura di *directory* – 4

- ***Directory* a due livelli**
  - Una *Root Directory* contiene una *User File Directory* (UFD) per ciascun utente di sistema
  - L'utente registrato può vedere **solo** la propria UFD
    - Le UFD di altri solo se esplicitamente autorizzato
    - Buona soluzione per isolare utenti in sistemi multiprogrammati
  - I *file* sono localizzati tramite percorso (*path name*)
  - I programmi di sistema possono essere copiati su tutte le UFD, oppure (meglio) posti in una *directory* di sistema condivisa e lì localizzati mediante cammini di ricerca predefiniti (*search path*)

Struttura di *directory* – 5



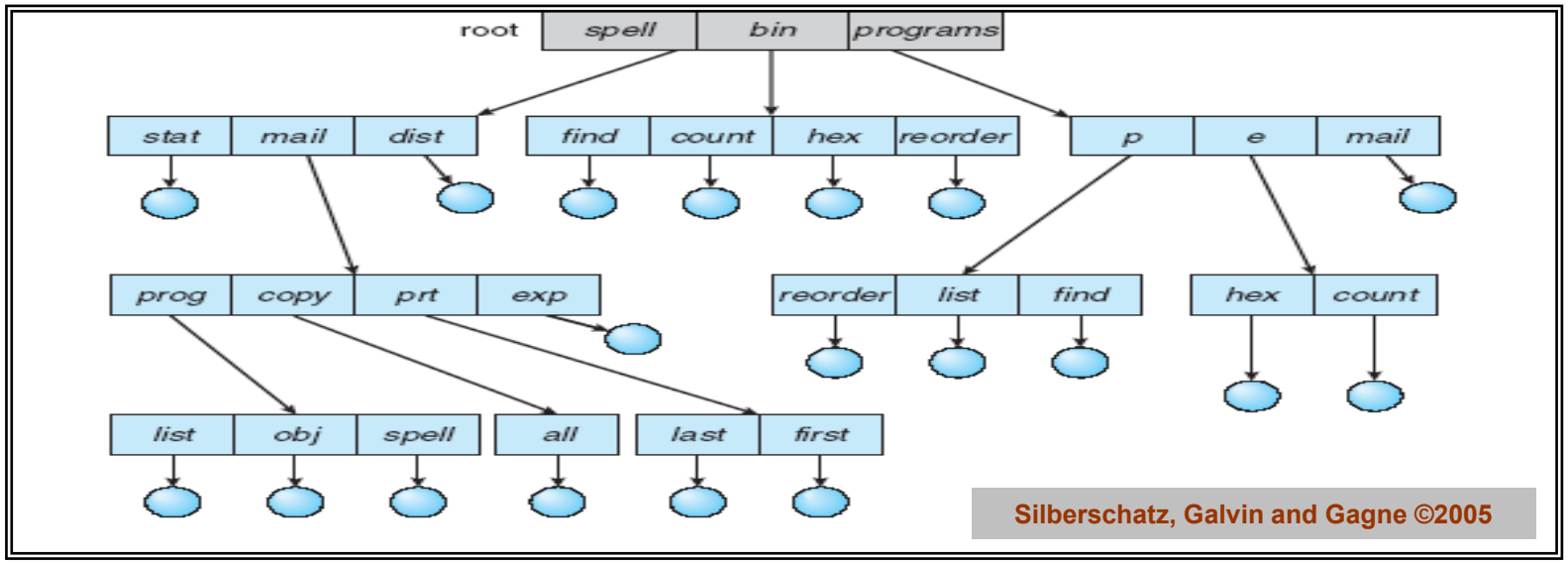
Silberschatz, Galvin and Gagne ©2005

- Requisiti parzialmente soddisfatti
  - Efficienza di ricerca
  - Libertà di denominazione
    - Ma non di riferimenti multipli allo stesso *file*
- Requisiti **non** soddisfatti
  - Libertà di raggruppamento

Struttura di *directory* – 6

- ***Directory* ad albero**
  - Numero arbitrario di livelli
  - Il livello superiore viene detto radice (*root*)
  - Ogni *directory* può contenere *file* regolari o *directory* di livello inferiore
  - Ogni utente ha la sua *directory* corrente che può cambiare con comandi di sistema
  - Se non si specifica il cammino (*path*) si assume come riferimento la directory corrente
  - Il cammino può essere **assoluto**
    - Espresso rispetto alla radice del FS
  - Oppure **relativo**
    - Rispetto alla posizione corrente

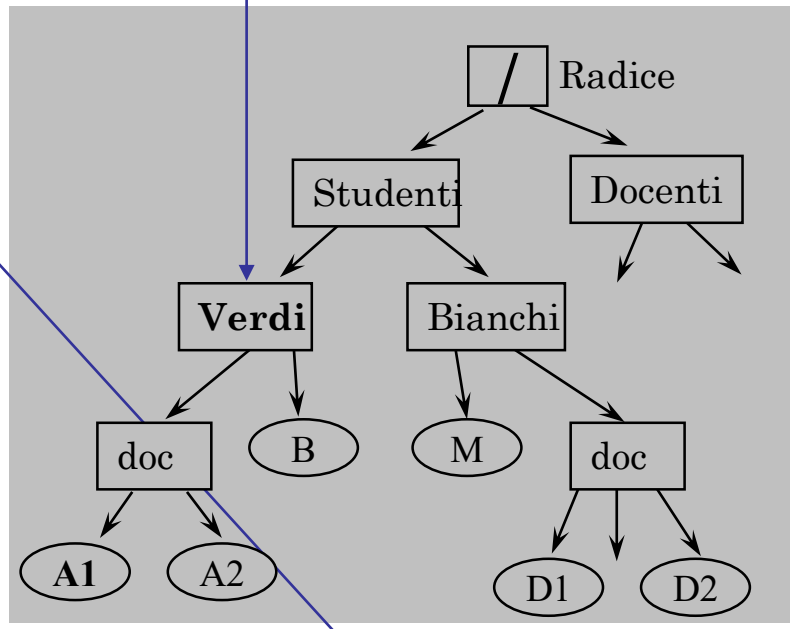
Struttura di *directory* – 7



- Requisiti **parzialmente** soddisfatti
  - Ricerca efficiente
  - Libertà di denominazione
    - Ma non di riferimenti multipli allo stesso *file*
  - Libertà di raggruppamento

Esempio di *directory* ad albero
(/ per UNIX/GNU/Linux, \ per MS Windows)

Livello corrente*:*
directory **`Verdi`** = . (*dot*)
Livello superiore
(*directory* padre) = ..
Livello inferiore
(*directory* figlio) = ./ (*slash*)

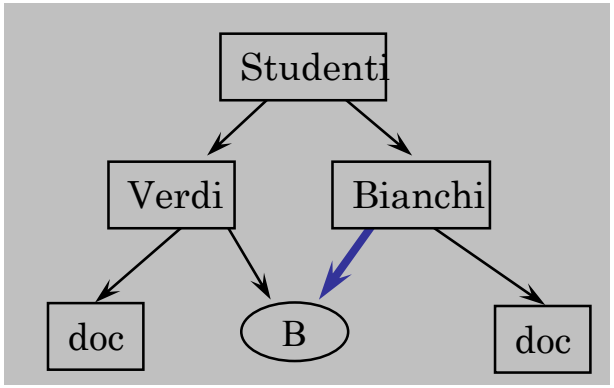


Contenuto iniziale di `cd`

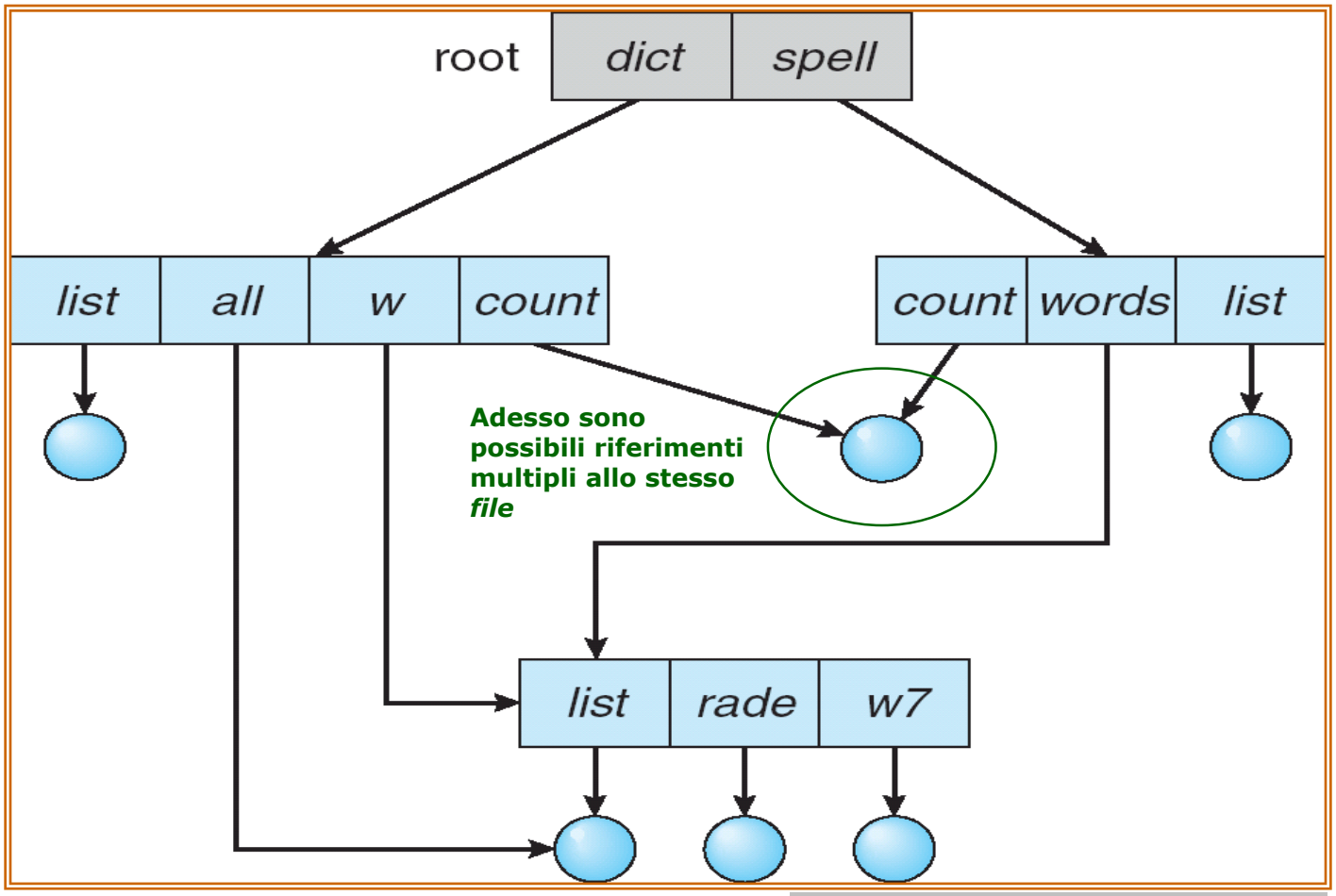
Il *file* **A1** identificato come
`[./]doc/A1` (cammino **relativo**)
`/studenti/Verdi/doc/A1` (cammino **assoluto**)
Il *file* **D1** di un altro ramo (purché condiviso)
`../Bianchi/doc/D1` (relativo)
`/studenti/Bianchi/doc/D1` (assoluto)

Struttura di *directory* – 8

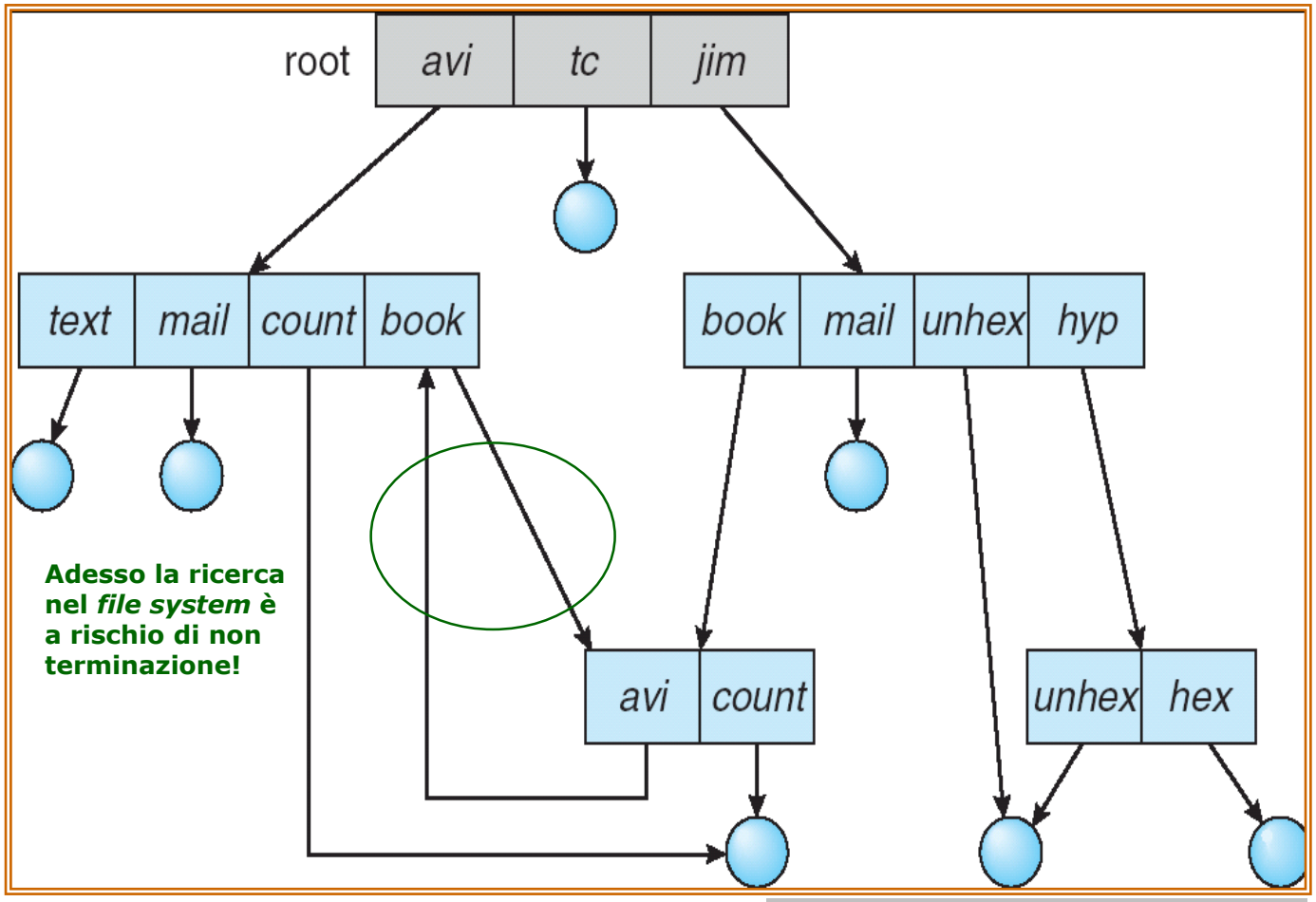
- ***Directory* a grafo**
  - Aciclico oppure ciclico (generalizzato)
  - L'albero diventa grafo consentendo allo stesso *file* di appartenere simultaneamente a più *directory*
  - UNIX e GNU/Linux utilizzano collegamenti simbolici (***link***) tra il nome reale del *file* e la sua presenza virtuale
  - La forma generalizzata consente collegamenti ciclici e dunque riferimenti circolari
  - Un S/O potrebbe duplicare gli identificatori di accesso al *file* (*handle*) → nomi distinti
    - Questo però rende più difficile assicurare la coerenza del *file*



Struttura a grafo aciclico



Struttura a grafo generalizzato



Struttura di *directory* – 9

- ***Hard link***
  - Un puntatore diretto a un *file* **regolare** viene inserito in una *directory* a esso remota
    - Che deve risiedere nello **stesso** FS del *file*
  - Questo crea **2 vie d'accesso distinte** dirette a uno stesso *file*
- ***Symbolic (soft) link***
  - Viene creato un *file* **speciale** il cui contenuto è il cammino del *file* originario
    - Il *file* originario può avere qualunque tipo e risiedere anche in un FS remoto
  - Questo riferimento mantiene **1 sola via d'accesso** al *file* originario

Operazioni su *directory* GNU/Linux

Azione	Nome comando	Chiamata di sistema
Crea *directory*	`mkdir`	Create
Cancella *directory*	`rmdir`	Delete
Cambia nome a *directory*	`mv`	Rename
Apri, chiudi, leggi *directory*		Opendir, Closedir, Readdir
Crea collegamento a *file*	`ln`	Link
Rimuovi collegamento a *file*	`rm`	Unlink