

Il File System

Il file system

E' quella componente del SO che fornisce i *meccanismi di accesso e memorizzazione* delle informazioni (programmi e dati) *allocate in memoria di massa*

Realizza i concetti astratti

- di *file*: *unità logica* di memorizzazione
 - di *direttorio*: *insieme di file* (e direttori)
 - di *partizione*: insieme di file associato ad un *particolare dispositivo fisico* (o porzione di esso)
- Le *caratteristiche* di file, direttorio e partizione sono *del tutto indipendenti* da natura e tipo di dispositivo utilizzato

Organizzazione del File System

La struttura di un file system essere rappresentata da un insieme di componenti organizzate in vari livelli:



Organizzazione del file system

- **Struttura logica:** presenta alle applicazioni una visione astratta delle informazioni memorizzate, basata su **file**, **directory**, **partizioni**, ecc.. Realizza le operazioni di gestione di file e directory: **copia**, **cancellazione**, **spostamento**, ecc.
- **Accesso:** definisce e realizza i meccanismi per accedere al contenuto dei file; in particolare:
 - Definisce l'unità di trasferimento da/verso file: **record logico**
 - Realizza i metodi di accesso (**sequenziale**, **casuale**, **ad indice**)
 - Realizza i meccanismi di protezione
- **Organizzazione fisica:** rappresentazione di file e directory sul dispositivo:
 - Allocazione dei file sul dispositivo (unità di memorizzazione = blocco): mapping di record logici su blocchi. Vari metodi di allocazione.
 - Rappresentazione della struttura logica sul dispositivo.
- **Dispositivo Virtuale:** appoggiandosi direttamente sull'HW presenta una vista astratta del dispositivo, che appare come una sequenza di blocchi di dimensione costante.

File

È un insieme di informazioni; ad es.:

- programmi
 - dati (in rappresentazione binaria)
 - dati (in rappresentazione testuale)
 - ...
-
- Ogni file è *individuato da (almeno) un nome simbolico* mediante il quale può essere riferito (ad esempio, nell'invocazione di comandi o system call)
 - Ogni file è *caratterizzato da un insieme di attributi*

Attributi del file

A seconda del SO, i file possono avere attributi diversi.
Solitamente:

- **tipo**: stabilisce l'appartenenza a una classe (eseguibili, testo, musica, non modificabili, ...)
- **indirizzo**: puntatore/i a memoria secondaria
- **dimensione**: numero di byte contenuti nel file
- **data e ora** (di creazione e/o di modifica)

In SO multiutente anche:

- **utente proprietario**
- **protezione**: **diritti di accesso** al file per gli utenti del sistema

Attributi del file

Descrittore del file:

è la struttura dati che contiene gli attributi di un file

Ogni *descrittore* di file deve essere *memorizzato in modo persistente*:

- il SO mantiene *l'insieme dei descrittori di tutti i file presenti nel file system in apposite strutture* in memoria secondaria (ad es. UNIX: *i-list*)

Tipi di file: nomi ed estensioni

In alcuni SO,
l'estensione inclusa nel
nome di un file
rappresenta il suo tipo

NON è il caso di UNIX

file type	usual extension	function
executable	exe, com, bin or none	ready-to-run machine- language program
object	obj, o	compiled, machine language, not linked
source code	c, cc, java, pas, asm, a	source code in various languages
batch	bat, sh	commands to the command interpreter
text	txt, doc	textual data, documents
word processor	wp, tex, rtf, doc	various word-processor formats
library	lib, a, so, dll	libraries of routines for programmers
print or view	ps, pdf, jpg	ASCII or binary file in a format for printing or viewing
archive	arc, zip, tar	related files grouped into one file, sometimes com- pressed, for archiving or storage
multimedia	mpeg, mov, rm, mp3, avi	binary file containing audio or A/V information

Operazioni sui file

Compito del SO è consentire *l'accesso on-line ai file* (ogni volta che un processo *modifica un file*, tale cambiamento è *immediatamente visibile* per tutti gli altri processi)

Tipiche Operazioni

- **Creazione**: allocazione di un file in memoria secondaria e inizializzazione dei suoi attributi
 - **Lettura** di record logici dal file
 - **Scrittura**: inserimento di nuovi record logici all'interno di file
 - **Cancellazione**: eliminazione del file dal file system
- Ogni operazione richiederebbe la localizzazione di informazioni su disco, come:
- indirizzi dei record logici a cui accedere
 - altri attributi del file
 - record logici
- > costo elevato

Operazioni sui file

Per migliorare l'efficienza:

- SO mantiene *in memoria una struttura che registra i file attualmente in uso (file aperti) - tabella dei file aperti* per ogni file aperto {puntatore al file, posizione su disco, ...}
- viene fatto il *memory mapping dei file aperti*:
i file aperti (o porzioni di essi) vengono temporaneamente copiati in memoria centrale → accessi più veloci

Operazioni necessarie

- **Apertura**: introduzione di un *nuovo elemento nella tabella dei file aperti* e eventuale memory mapping del file
- **Chiusura**: *salvataggio* del file in memoria secondaria ed *eliminazione* dell'elemento corrispondente dalla *tabella dei file aperti*

Struttura interna dei file

Ogni dispositivo di memorizzazione secondaria viene *partizionato in blocchi (o record fisici)*:

Blocco: unità di *trasferimento fisico* nelle operazioni di I/O da/verso il dispositivo. Sempre di *dimensione fissa*

L'utente *vede* il file come un *insieme di record logici*:

Record logico: unità di *trasferimento logico* nelle operazioni di accesso al file (es. lettura, scrittura di blocchi). Di *dimensione variabile*

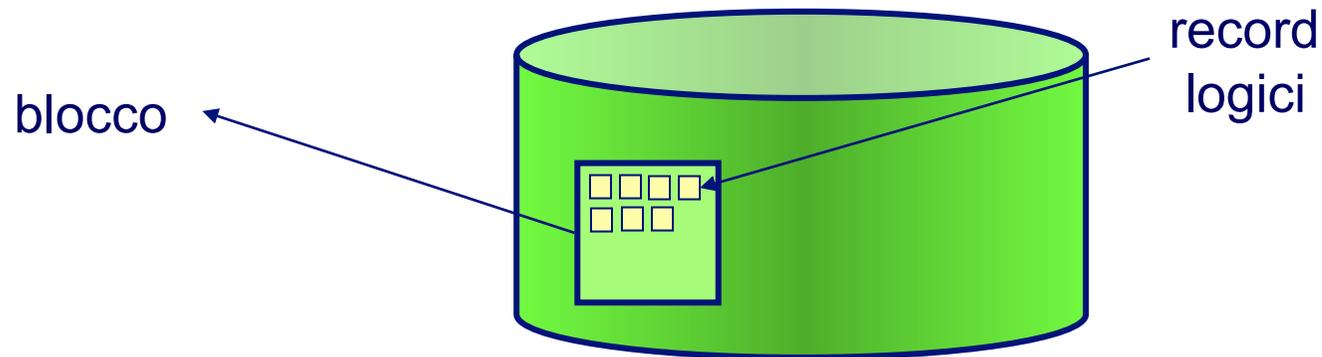
Blocchi & record logici

Uno dei compiti di SO (parte di gestione del file system) è stabilire una *corrispondenza tra record logici e blocchi*

Di solito:

Dimensione(blocco) >> Dimensione(record logico)

➤ *impaccamento* di record logici all'interno di blocchi



Metodi di accesso

L'accesso a file può avvenire secondo varie modalità:

- *accesso sequenziale*
- *accesso diretto*
- *accesso a indice*

Il metodo di accesso è indipendente:

- *dal tipo di dispositivo* utilizzato
- *dalla tecnica di allocazione* dei blocchi in memoria secondaria

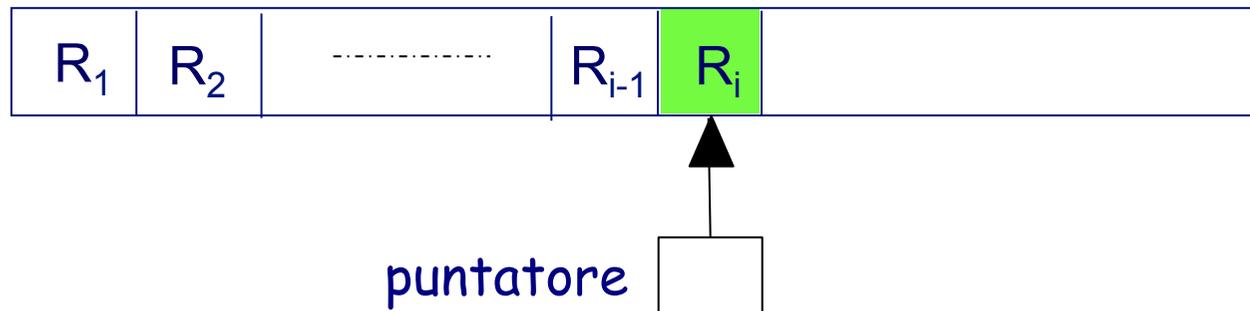
Accesso sequenziale

Il file è una sequenza $[R_1, R_2, \dots, R_N]$ di record logici:

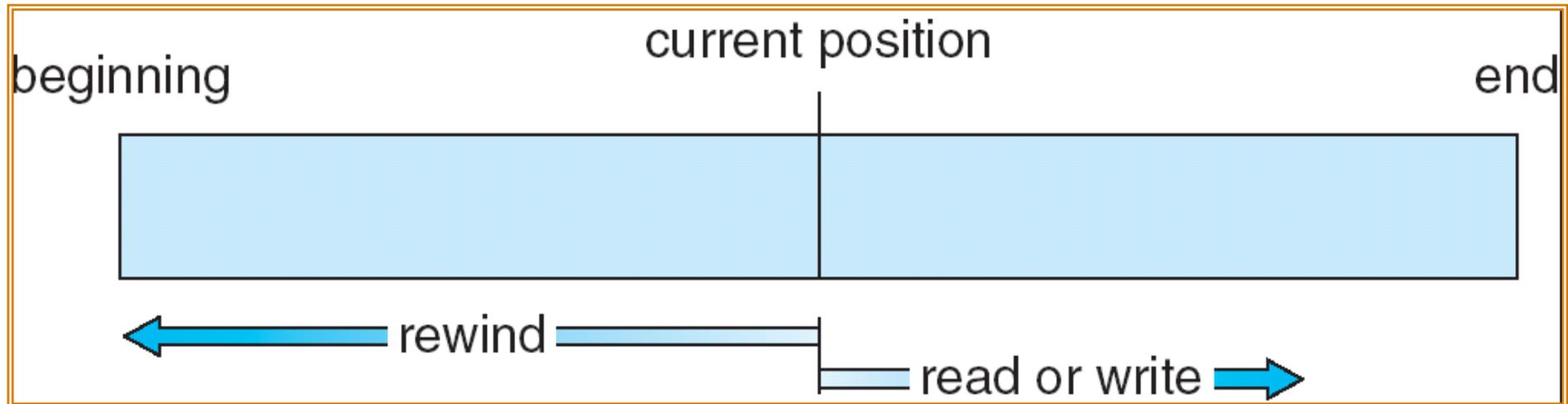
- per accedere ad un particolare record logico R_i , è necessario accedere *prima* agli $(i-1)$ record che lo precedono nella sequenza:



- le operazioni di accesso sono del tipo:
 - ✓ *readnext*: lettura del prossimo record logico della sequenza
 - ✓ *writenext*: scrittura del prossimo record logico
- È necessario registrare la posizione corrente: puntatore al file



Accesso sequenziale



- ogni operazione di accesso (lettura/scrittura) posiziona il puntatore al file sull'elemento successivo a quello letto/scritto

UNIX prevede questo tipo di accesso

Accesso diretto

Il file è un *insieme* $\{R_1, R_2, \dots, R_N\}$ di *record logici numerati*:

- si può accedere direttamente a un particolare record logico specificandone il numero

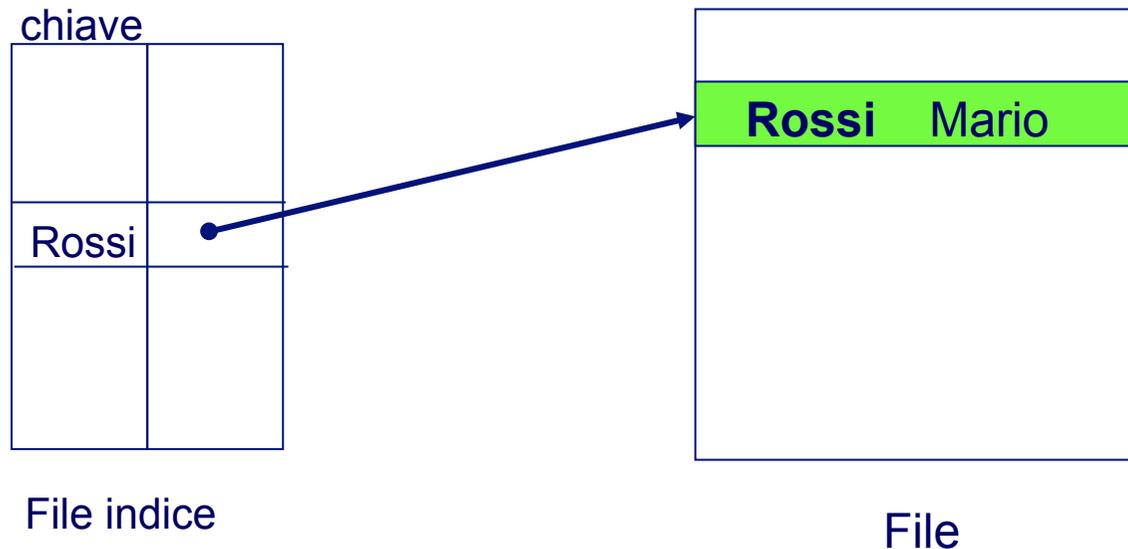
- operazioni di accesso sono del tipo
 - ✓ *read* *i*: lettura del record logico *i*
 - ✓ *write* *i*: scrittura del record logico *i*

- Utile quando si vuole accedere a grossi file per estrarre/aggiornare poche informazioni (ad esempio nell'accesso a database)

Accesso a indice

Ad ogni file viene associata una *struttura dati* contenente l'*indice* delle informazioni contenute

- per accedere a un record logico, si esegue *una ricerca nell'indice (utilizzando una chiave)*



Directory (o direttorio)

Strumento per *organizzare i file all'interno del file system*:

- una directory può contenere più file
- è realizzata mediante una *struttura dati* che associa al nome di ogni file come e/o dove esso è allocato in memoria di massa

Operazioni sui direttori:

- **Creazione/cancellazione** di directory
- **Aggiunta/cancellazione** di file
- **Listing**: elenco di tutti i file contenuti nella directory
- **Attraversamento** della directory
- **Ricerca** di file in directory

Tipi di directory

La struttura logica delle directory può variare a seconda del SO

Schemi più comuni:

- *a un livello*
- *a due livelli*
- *ad albero*
- *a grafo aciclico*

Tipi di directory

Struttura a un livello: una sola directory per ogni file system



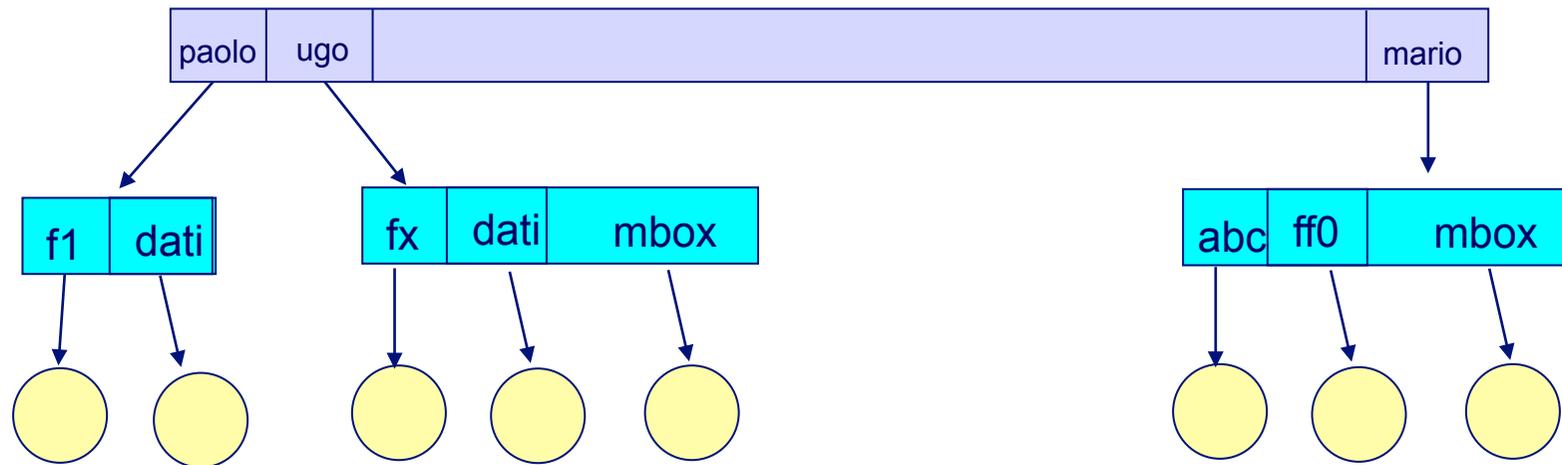
Problemi

- *unicità dei nomi*
- *multiutenza*: come separare i file dei diversi utenti?

Tipi di directory

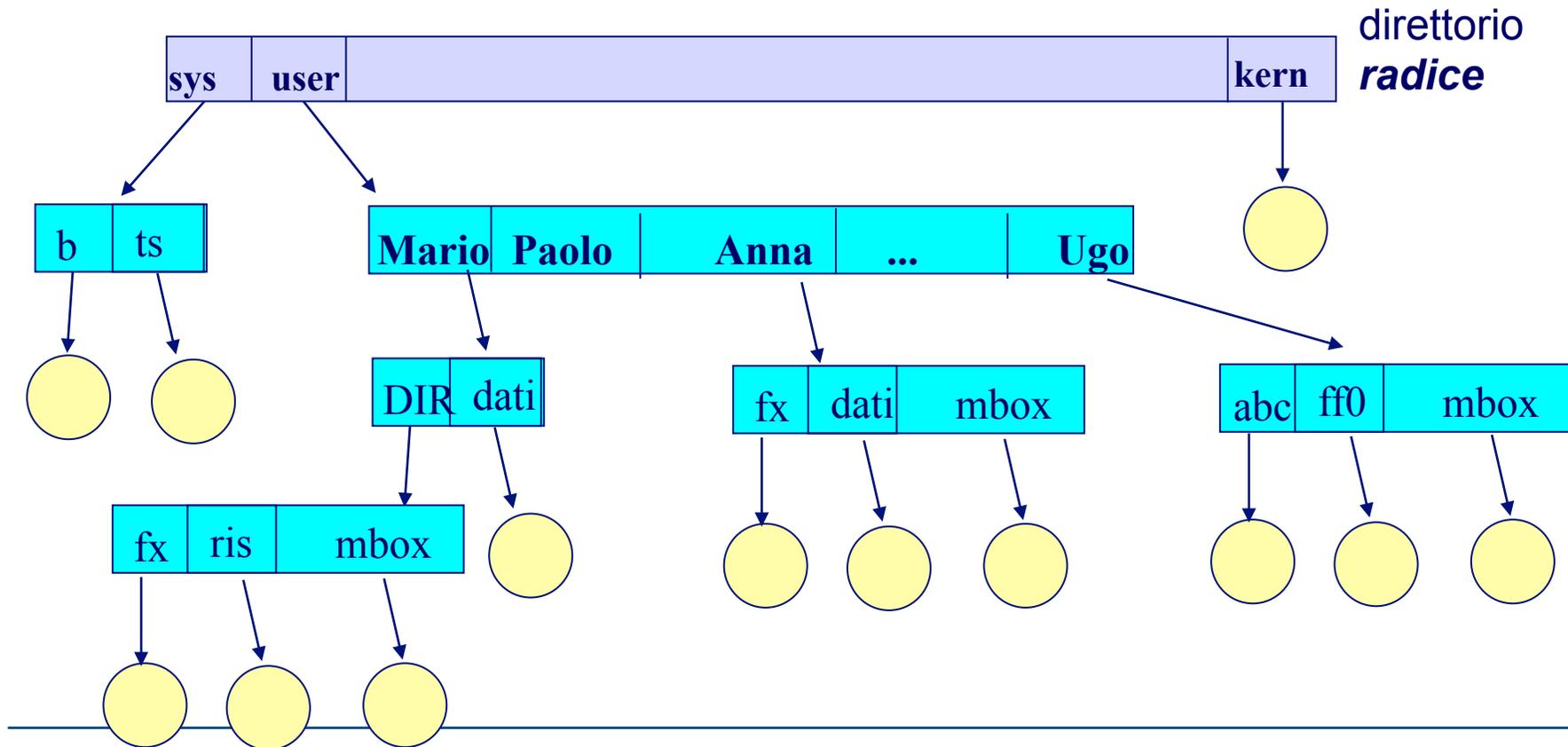
Struttura a due livelli

- primo livello (*directory principale*): contiene una directory per ogni utente del sistema
- secondo livello: *directory utenti* (a un livello)



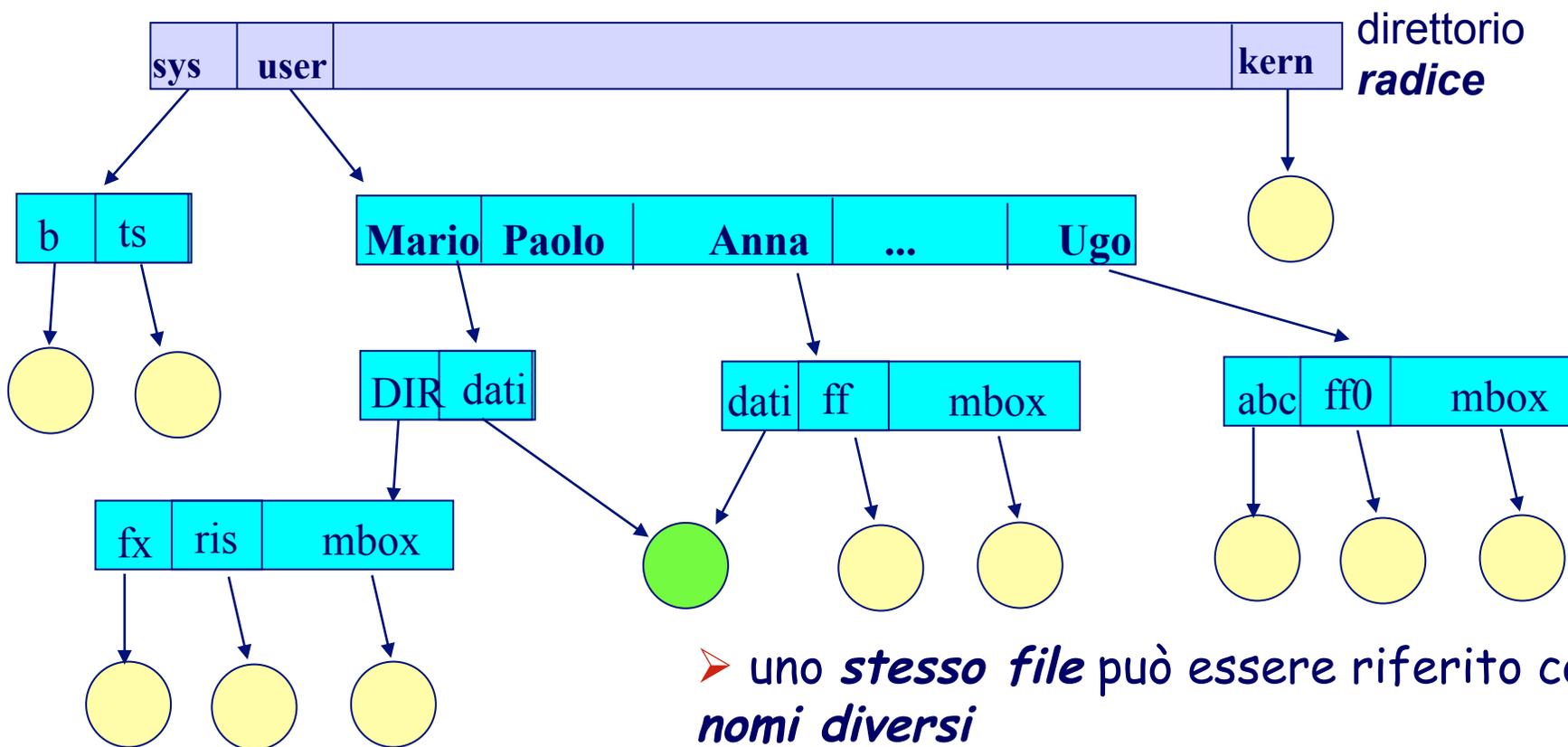
Tipi di directory

Struttura ad albero: *organizzazione gerarchica a N livelli.* Ogni direttorio può contenere file e altri direttori



Tipi di directory

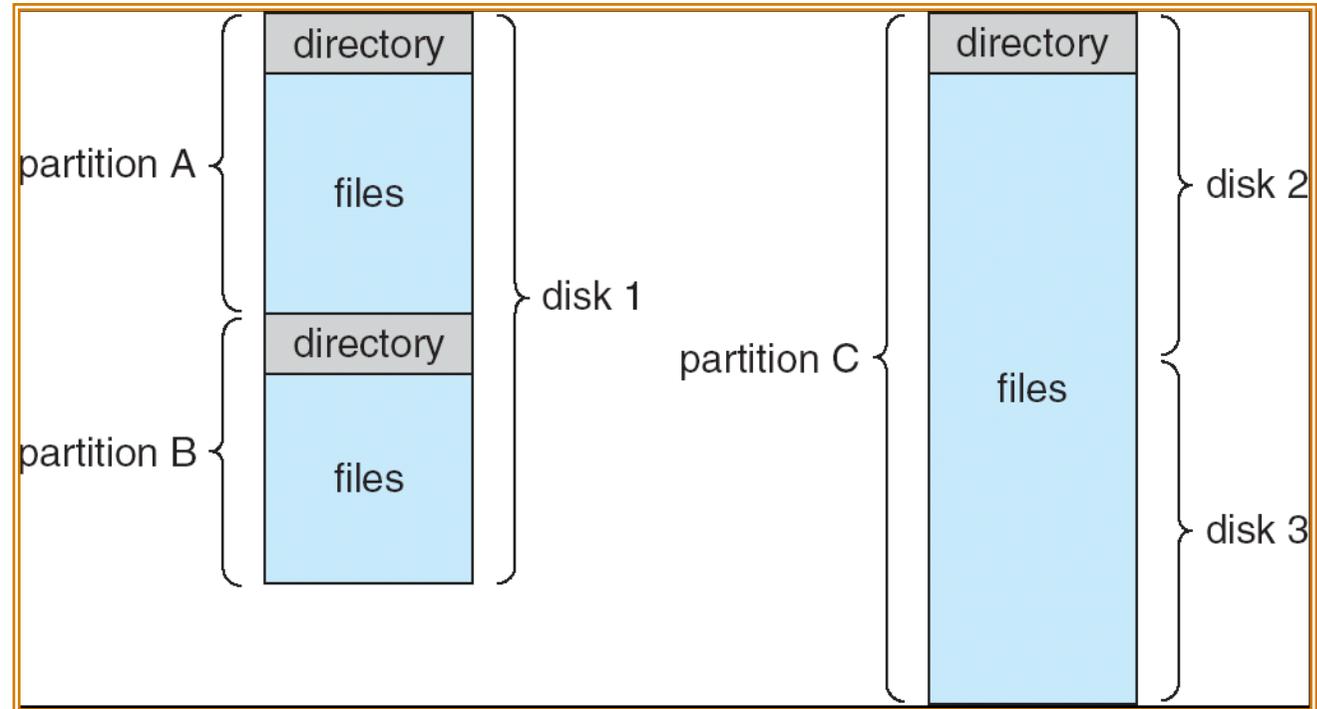
Struttura a grafo aciclico (es. UNIX): estende la struttura ad albero con la possibilità di *inserire link differenti allo stesso file*



Directory e partizioni

Una singola unità disco può contenere più partizioni

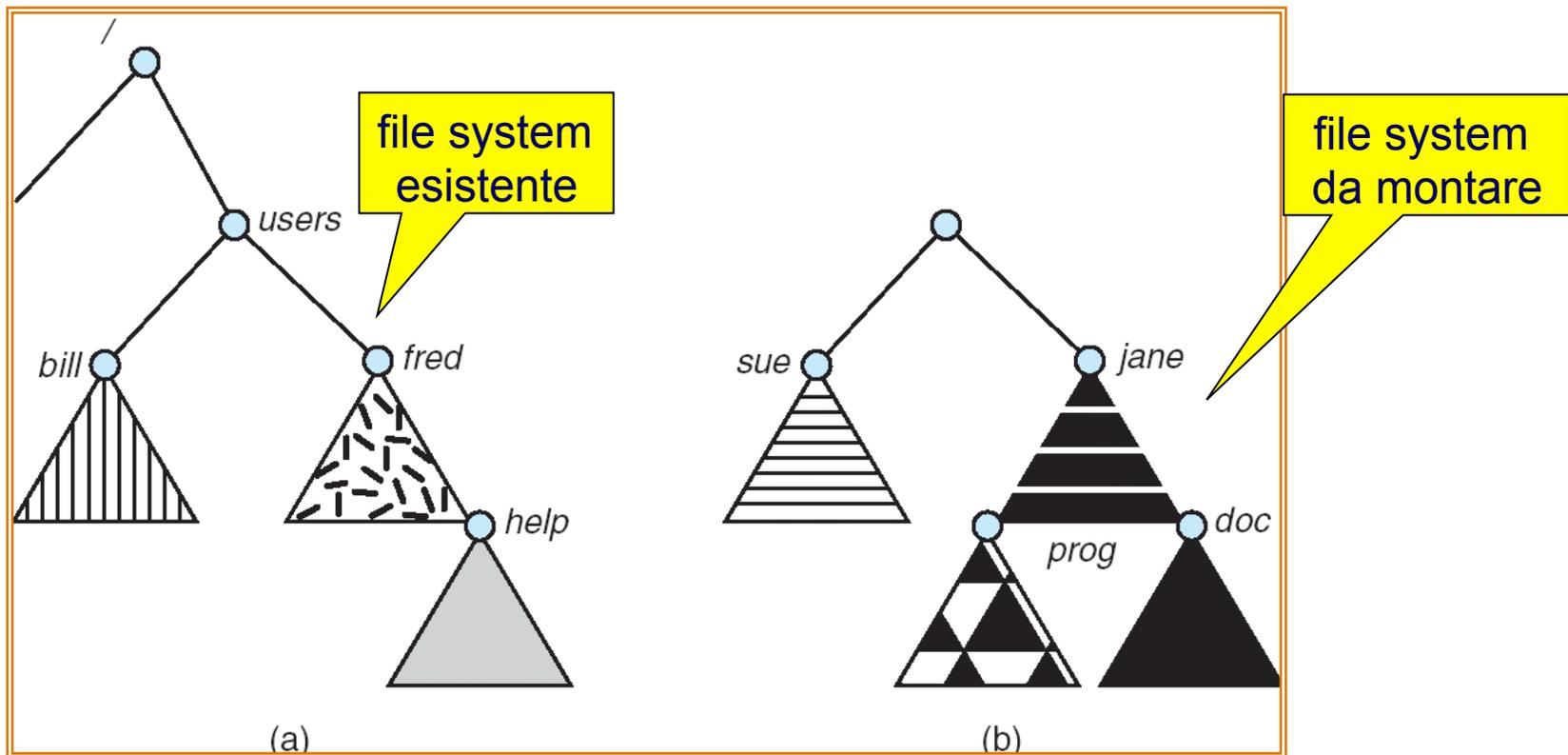
Una singola partizione può utilizzare più di una unità disco



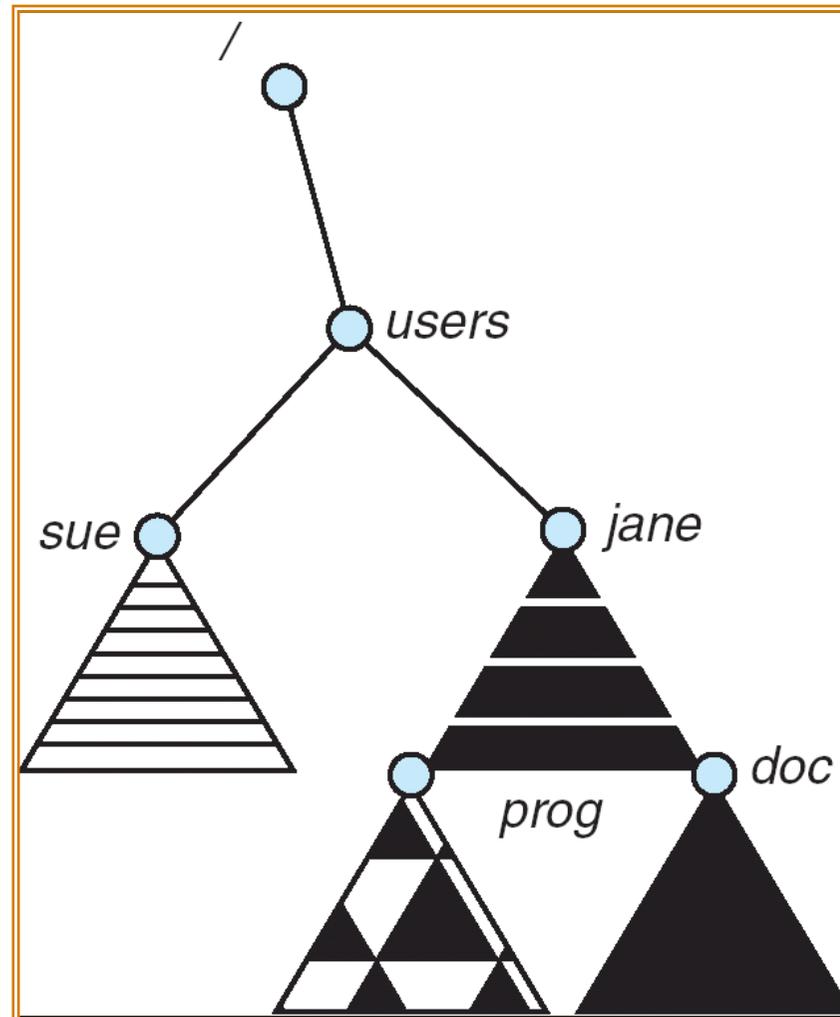
Unità disco e organizzazione/posizione di directory all'interno del file system devono essere correlati?

File System Mounting

Molti SO richiedono il *mounting esplicito* all'interno del file system prima di poter usare una (nuova) *unità disco* o una *partizione*



Dopo il mounting ad un determinato mount point



File system e protezione

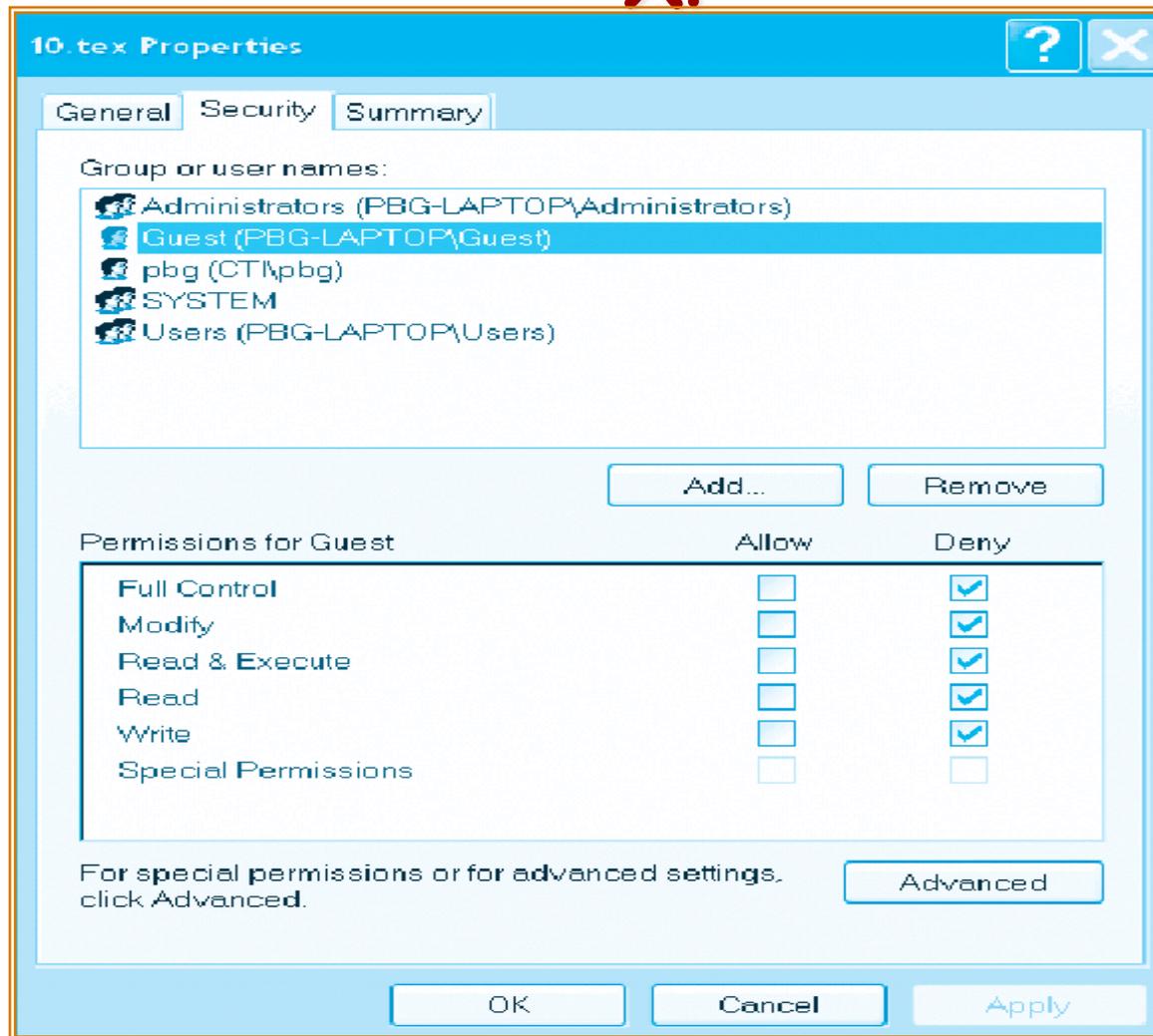
Il *proprietario/creatore* di un file dovrebbe avere la possibilità di *controllare*:

- quali azioni sono consentite sul file
- da parte di chi

Possibili tipologie di accesso

- Read
- Execute
- Delete
- Write
- Append
- List

Gestione access control list in MS Windows XP



Un esempio di directory listing in UNIX

-rw-rw-r--	1	pbg	staff	31200	Sep 3 08:30	intro.ps
drwx-----	5	pbg	staff	512	Jul 8 09:33	private/
drwxrwxr-x	2	pbg	staff	512	Jul 8 09:35	doc/
drwxrwx---	2	pbg	student	512	Aug 3 14:13	student-proj/
-rw-r--r--	1	pbg	staff	9423	Feb 24 2003	program.c
-rwxr-xr-x	1	pbg	staff	20471	Feb 24 2003	program
drwx--x--x	4	pbg	faculty	512	Jul 31 10:31	lib/
drwx-----	3	pbg	staff	1024	Aug 29 06:52	mail/
drwxrwxrwx	3	pbg	staff	512	Jul 8 09:35	test/

Organizzazione fisica del file system

SO si occupa anche della *realizzazione del file system sui dispositivi di memorizzazione secondaria*:

- *realizzazione dei descrittori e loro organizzazione*
- *allocazione dei blocchi fisici*
- *gestione dello spazio libero*

Come può essere realizzato il file system sui dispositivi di memorizzazione secondaria?

Metodi di allocazione

Ogni *blocco* contiene un insieme di *record logici contigui*

Quali sono le tecniche più comuni per *l'allocazione dei blocchi sul disco?*

- ❑ allocazione *contigua*
- ❑ allocazione *a lista*
- ❑ allocazione *a indice*

Allocazione contigua

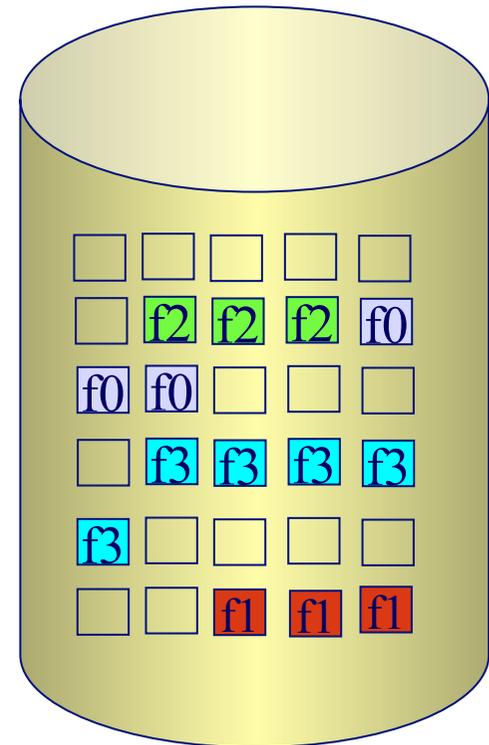
Ogni file è mappato su un insieme di *blocchi fisicamente contigui*

Vantaggi

- *costo* della ricerca di un blocco
- possibilità di *accesso sequenziale e diretto*

Svantaggi

- individuazione dello *spazio libero* per l'allocazione di un nuovo file
- *frammentazione esterna*: man mano che si riempie il disco, rimangono zone contigue sempre più piccole, a volte inutilizzabili
 - *Necessità di azioni di compattazione*
- *aumento dinamico delle dimensioni* di file



Allocazione a lista (concatenata)

I blocchi sui quali viene mappato ogni file sono *organizzati in una lista concatenata*

Vantaggi

- non c'è *frammentazione esterna*
- minor costo di allocazione

Svantaggi:

- possibilità di errore se link danneggiato
- *maggior occupazione* (spazio occupato dai puntatori)
- difficoltà di realizzazione dell'accesso diretto
- *costo della ricerca* di un blocco

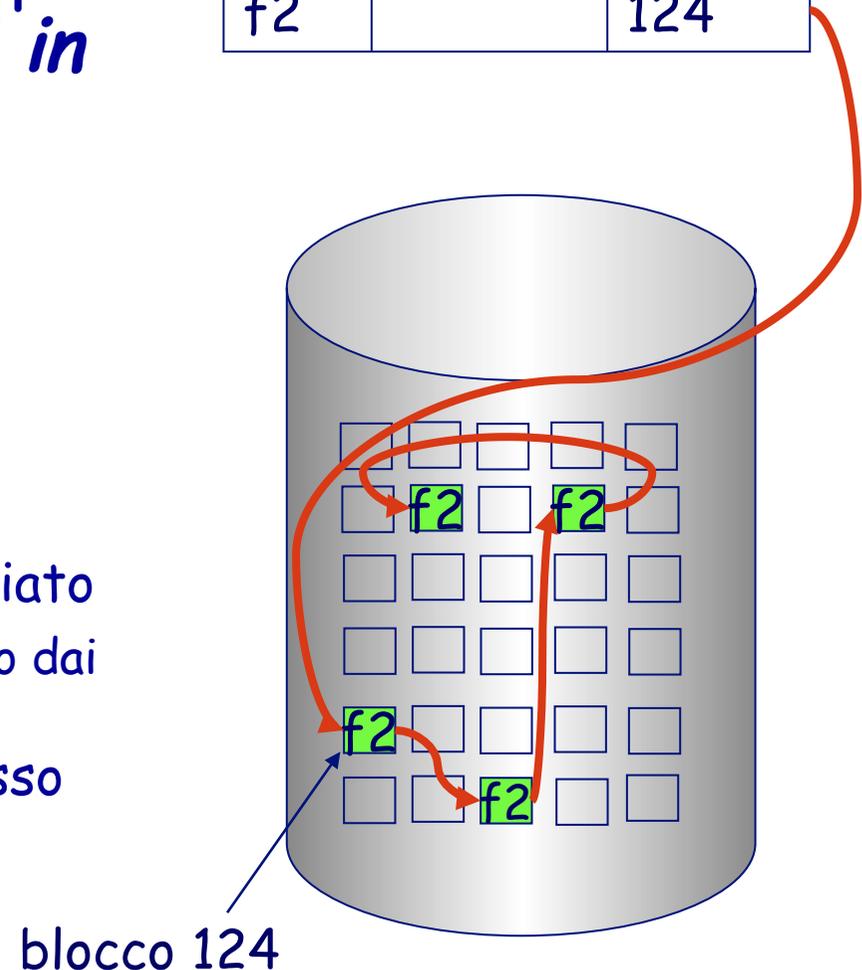
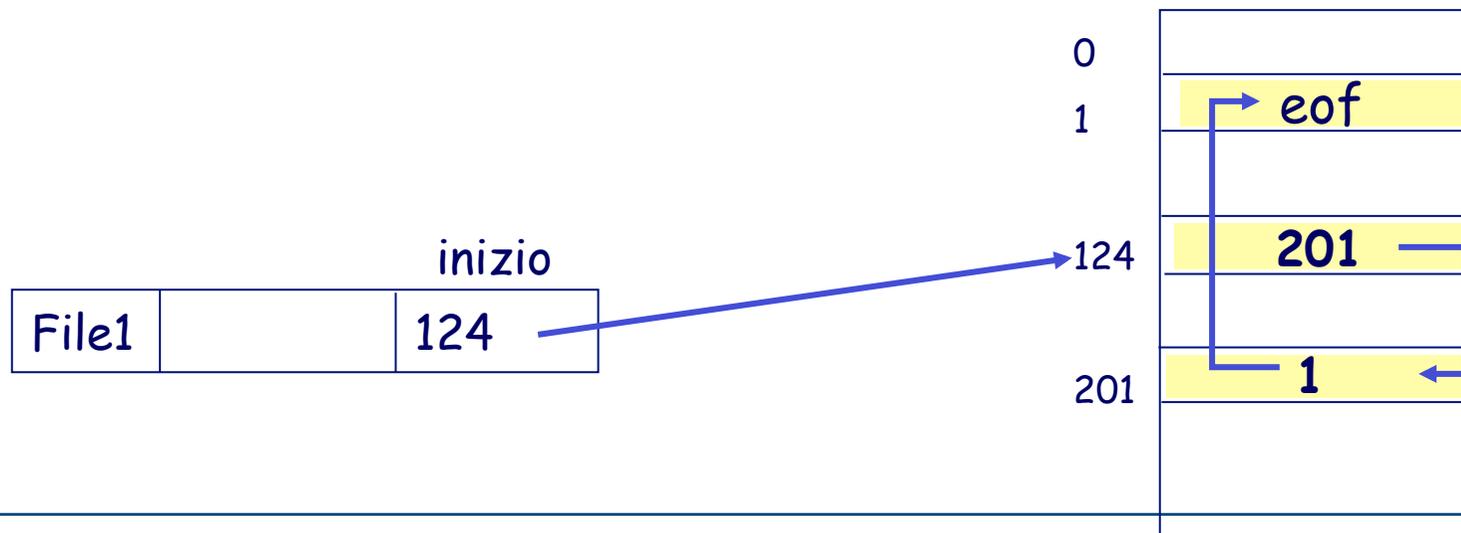


Tabella di allocazione dei file (FAT)

Alcuni SO (ad es. DOS e OS/2) realizzano *l'allocazione a lista* in modo più efficiente e robusto:

- per ogni partizione, viene mantenuta una tabella (FAT) in cui ogni elemento rappresenta un blocco fisico
- concatenamento dei blocchi sui quali è allocato un file è rappresentato nella FAT



Allocazione a indice

Allocazione a lista: i puntatori ai blocchi sono *distribuiti sul disco*

- elevato tempo medio di accesso a un blocco
- complessità della realizzazione del metodo di accesso diretto

Allocazione a indice: tutti i *puntatori ai blocchi* utilizzati per l'allocazione di un determinato file sono *concentrati in un unico blocco per quel file (blocco indice)*

Allocazione a indice

A ogni file è associato un *blocco (indice)* in cui sono contenuti *tutti gli indirizzi dei blocchi* su cui è allocato il file

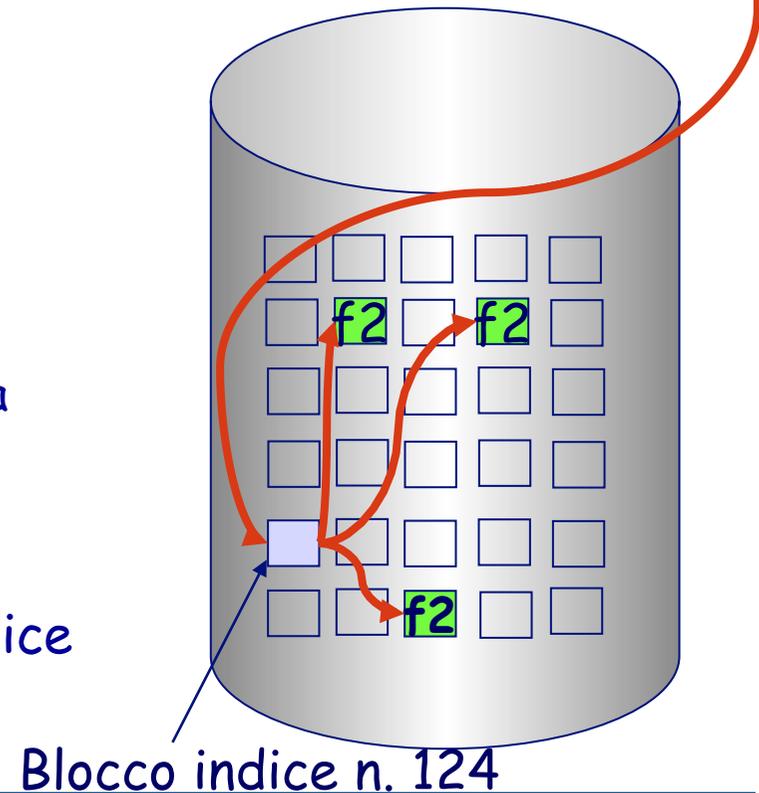
f2		indice 124
----	--	---------------

Vantaggi

- stessi dell'allocazione a lista, più
 - possibilità di accesso diretto
 - maggiore velocità di accesso (rispetto a liste)

Svantaggi

- possibile scarso utilizzo dei blocchi indice



Metodi di allocazione

Riassumendo, gli aspetti caratterizzanti sono:

- grado di *utilizzo della memoria*
- *tempo di accesso medio* al blocco
- realizzazione dei *metodi di accesso*

Esistono SO che adottano *più di un metodo di allocazione*; spesso:

- file **piccoli** ➔ allocazione contigua
- file **grandi** ➔ allocazione a indice