

Università di Roma Tor Vergata
Corso di Laurea triennale in Informatica
Sistemi operativi e reti

A.A. 2019-2020

Pietro Frasca

Lezione 21

Martedì 17-12-2019

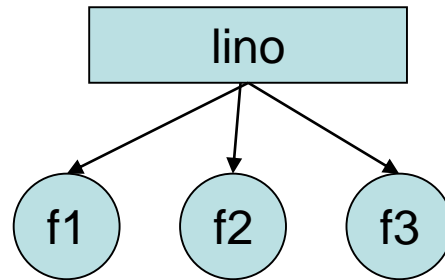
Il livello di accesso al file system

- Definisce e realizza le **funzioni e le tecniche** attraverso le quali è possibile accedere ai file.
- Le operazioni di lettura e scrittura sono due tipi di accesso.
- In questo livello, i file sono formati da un insieme di **record logici**.
- Il record logico costituisce l'**unità di trasferimento** tra file e processo ed è caratterizzato da un insieme di proprietà come ad esempio il formato e la dimensione.
- Esistono vari tipi di accesso ai file, i più comuni sono l'**accesso sequenziale** ed l'**accesso diretto (random)**.
- Inoltre, questo livello implementa, in un SO multiutente, le tecniche e le **politiche di protezione dei file** che stabiliscono i diritti di accesso dei file per gli utenti.

Strutture dati e operazioni di accesso ai file

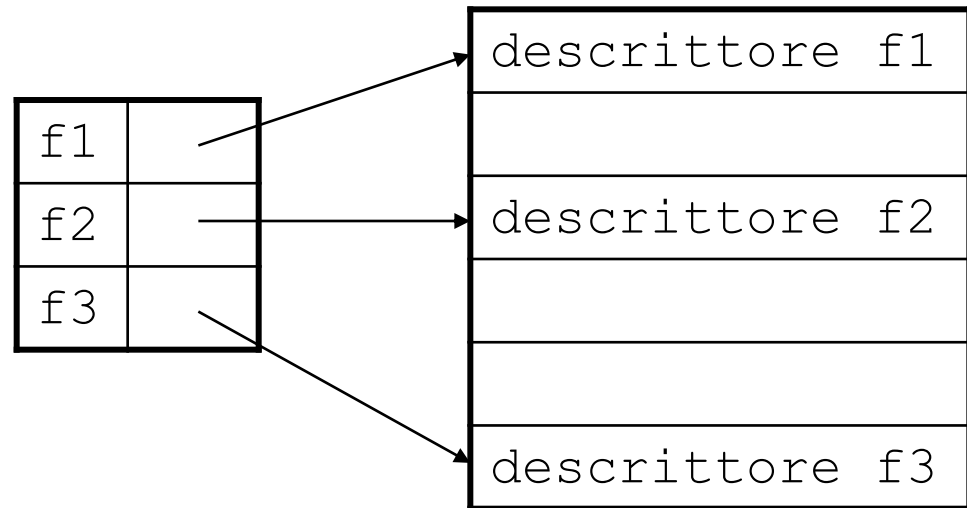
- Un file è descritto mediante una struttura dati, detta ***descrittore del file (FCB, File Control Box)***.
- Il descrittore deve avere caratteristiche di persistenza, ed è quindi memorizzato su dispositivo di memoria secondaria.
- Il descrittore del file contiene oltre le proprietà precedentemente descritte (nome, tipo, dimensione, proprietario, etc.) anche gli indirizzi dei blocchi su disco o dispositivo NVM che ne specificano l'allocazione fisica.
- Ogni directory è collegata ai descrittori di file in essa contenuti.
- i processi possono accedere ai file in vario modo:
 - Lettura
 - Scrittura
 - Scrittura accodata (append)
- Per eseguire un'operazione su un file è necessario leggere prima il suo descrittore.

- Per velocizzare le operazioni sui file, il SO mantiene in memoria una struttura dati detta **tabella dei file aperti** che contiene alcune informazioni associate ai file in uso.
- Generalmente, un elemento della tabella dei file aperti contiene:
 - Una copia del descrittore del file
 - Informazioni relative al processo che accede al file
 - Il puntatore al prossimo record logico da leggere o scrivere (nel caso di accesso sequenziale)
- L'operazione di **apertura (open)** di un file produce l'inserimento di un nuovo elemento nella tabella dei file aperti.
- E' quindi conveniente chiudere un file, quando non lo si deve più usare, in quanto comporta l'eliminazione del relativo elemento dalla tabella dei file aperti.



f1	descrittore
f2	descrittore
f3	descrittore

Struttura directory: il descrittore del file fa parte della directory (windows)



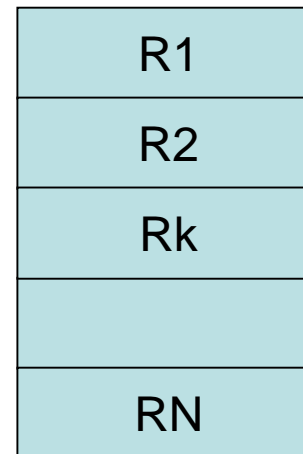
Struttura directory: i descrittori dei file sono nella tabella dei descrittori (unix)

- Per velocizzare le operazioni sui file, molti sistemi operativi utilizzano la tecnica **memory mapping** che consiste nel copiare il file aperto in memoria. In questo modo le operazioni si compiono sulla copia in memoria con notevole aumento di velocità.
- Quando si chiude il file, il SO salva automaticamente la **copia in memoria** del file su disco e elimina l'elemento corrispondente dalla tabella dei file aperti.

Metodi di accesso

- I metodi di accesso determinano le operazioni che i processi possono eseguire sui file. I metodi di accesso più diffusi sono:
 - Accesso sequenziale
 - Accesso diretto (random)
 - Accesso indicizzato
- Ogni metodo di accesso dipende dalla particolare struttura del file, che a questo livello è visto come un insieme di record logici.

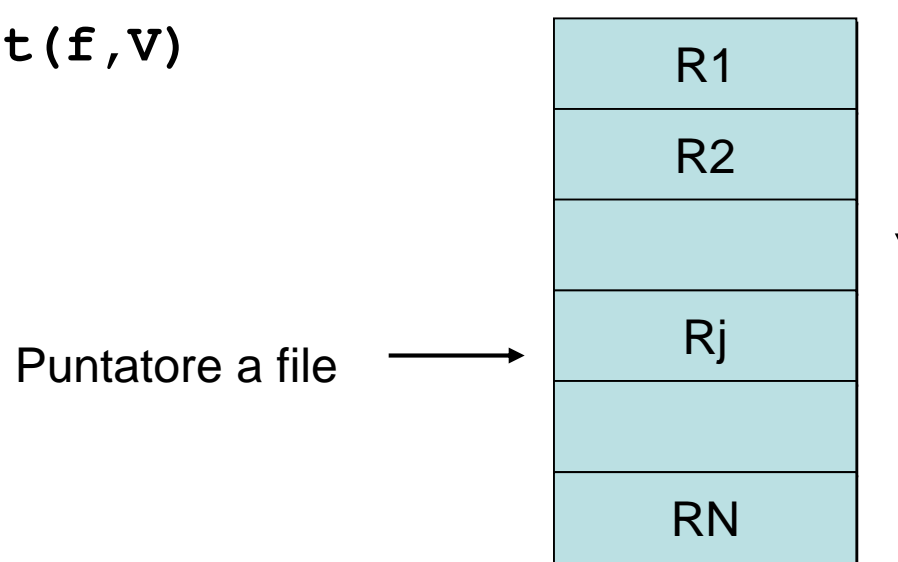
F: {R1, R2,...Rn}



- Il record logico è l'unità di lettura/scrittura sul file.

Accesso sequenziale

- Ogni file è formato da una sequenza di record logici.
- I record possono essere scritti e letti solo in sequenza, quindi, ad esempio, per leggere un record che si trova nella posizione j è necessario leggere tutti i $j-1$ precedenti.
- Il sistema utilizza un puntatore al file che indica il prossimo byte su cui leggere o scrivere.
- Le chiamate di sistema per l'accesso sequenziale sono del tipo:
 - `readnext (f, V)`
 - `writenext (f, V)`



- Per accedere al record j è necessario eseguire nel modo seguente:

```
for (i=1; i<j;i++)
```

```
    readnext(f, V); //lettura dei record precedenti
```

```
readnext(f ,V); //lettura del record j
```

Accesso diretto

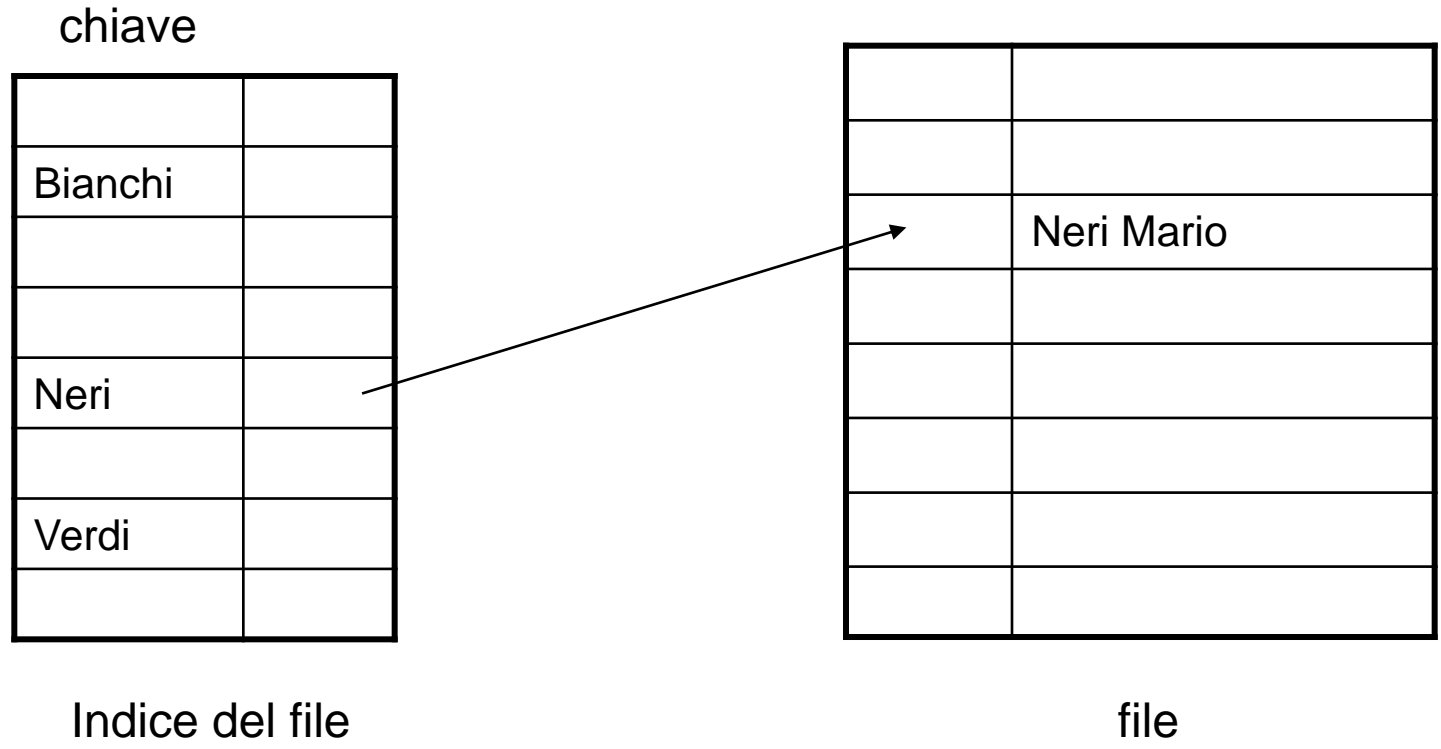
- L'accesso diretto permette di leggere/scrivere un qualunque record del file con operazioni del tipo:
 - **readd(f, j, V)**
 - **writed(f, j, V)**
- Si può accedere ad un determinato record specificandone l'indice **j**. Non è necessario quindi dover scorrere i record precedenti.

Accesso a indice

Con l'accesso a indice la struttura del record logico è composta di almeno due campi, uno dei quali, la **chiave**, identifica univocamente un determinato record. Inoltre ad ogni file viene associata una tabella, detta **indice**, nella quale è presente una riga per ogni chiave che contiene un campo di riferimento al record corrispondente nel file. In questo modo è possibile accedere a un particolare record del file specificandone la chiave, mediante le operazioni:

- **readk(f, key, V)**
- **wriek(f, key, V)**

La chiave consente di accedere direttamente al record cercato, previa ricerca associativa nell'indice del file.



Il livello organizzazione fisica

- In questo livello si implementano le tecniche per allocare i record logici nel dispositivo di memoria secondaria il quale è visto come insieme di **blocchi fisici (HDD) o pagine (SSD)**.
- Il blocco fisico (blocco) è l'unità minima di allocazione e di trasferimento dei dati. Nel caso dei dischi (SSD) ogni blocco (pagina) ha un suo indirizzo fisico.
- Non tutto lo spazio di un disco è usato per memorizzare i file. Alcune parti sono usate per mantenere la struttura logica del file system e per salvare le informazioni relative ai diritti di accesso dei file.

Tecniche di allocazione dei file

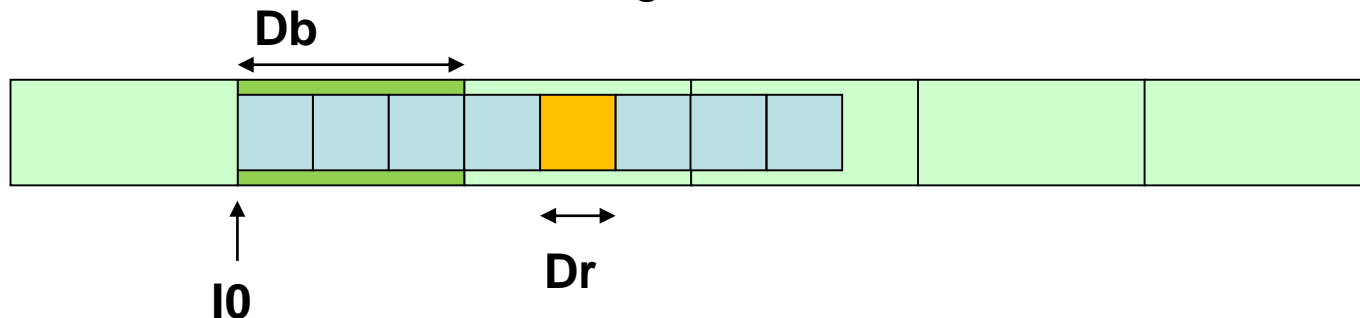
- Queste tecniche creano la corrispondenza tra i record logici contenuti in un file e l'insieme dei blocchi fisici in cui sono effettivamente memorizzati.
- I processi accedono ai file considerando il record logico come unità di accesso al file mentre l'unità di allocazione dei dati sul disco è il blocco (record fisico), la cui dimensione è fissa e tipicamente compresa tra 512 e 4096 byte.
- Ci sono varie tecniche con cui allocare i file, le più diffuse sono:
 - Allocazione contigua
 - Allocazione a lista
 - Allocazione a indice

Allocazione contigua

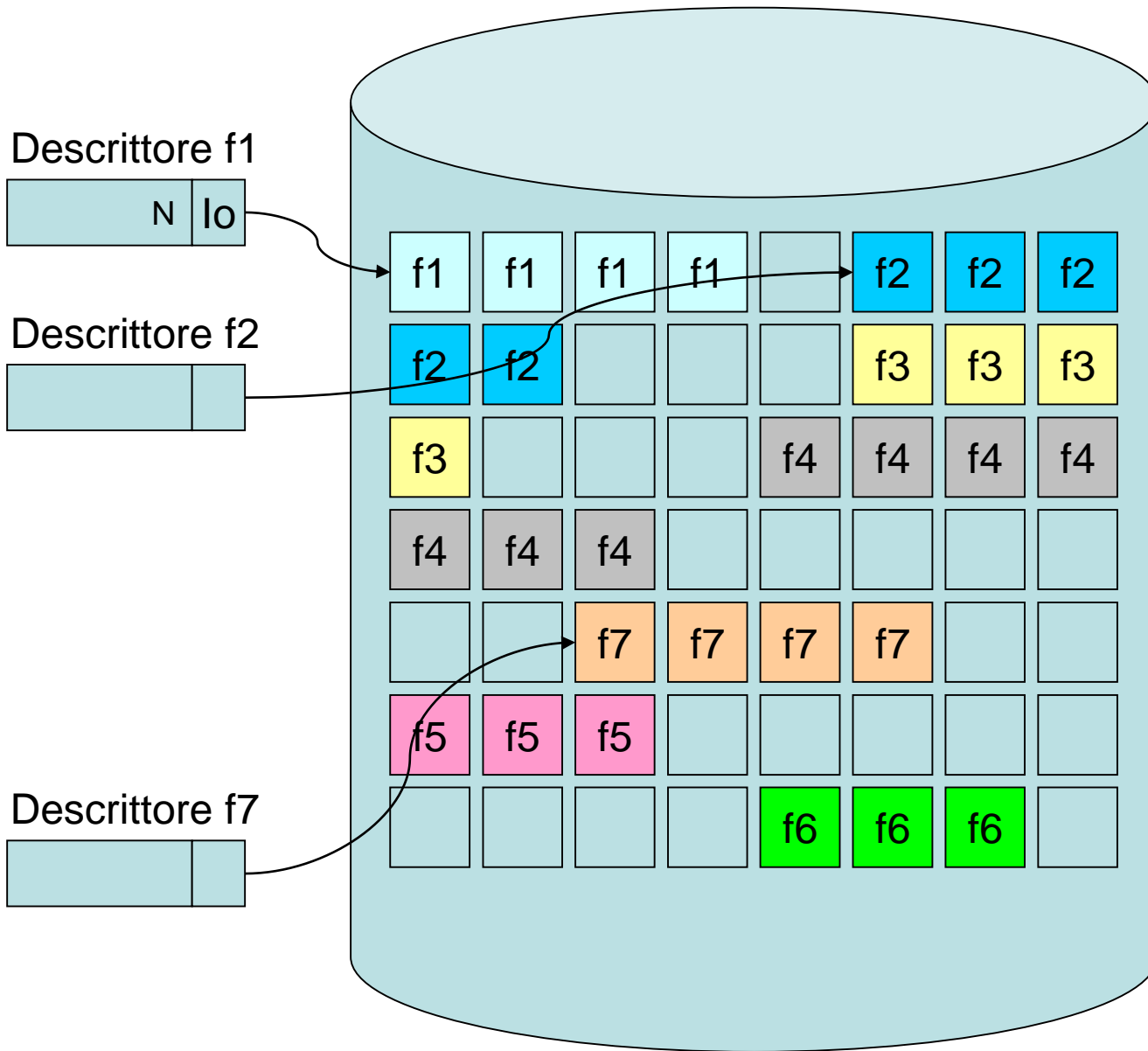
- Ogni file occupa un insieme di blocchi contigui. Con questa tecnica è semplice ed efficiente sia il metodo ad accesso sequenziale che il metodo ad accesso diretto.
- Il descrittore del file, contiene l'indirizzo I_0 del primo blocco in cui è allocato il file e il numero N di blocchi occupati. L'indirizzo del **blocco** in cui è allocato il record R_i è dato da:

$$I_i = I_0 + i/NB$$

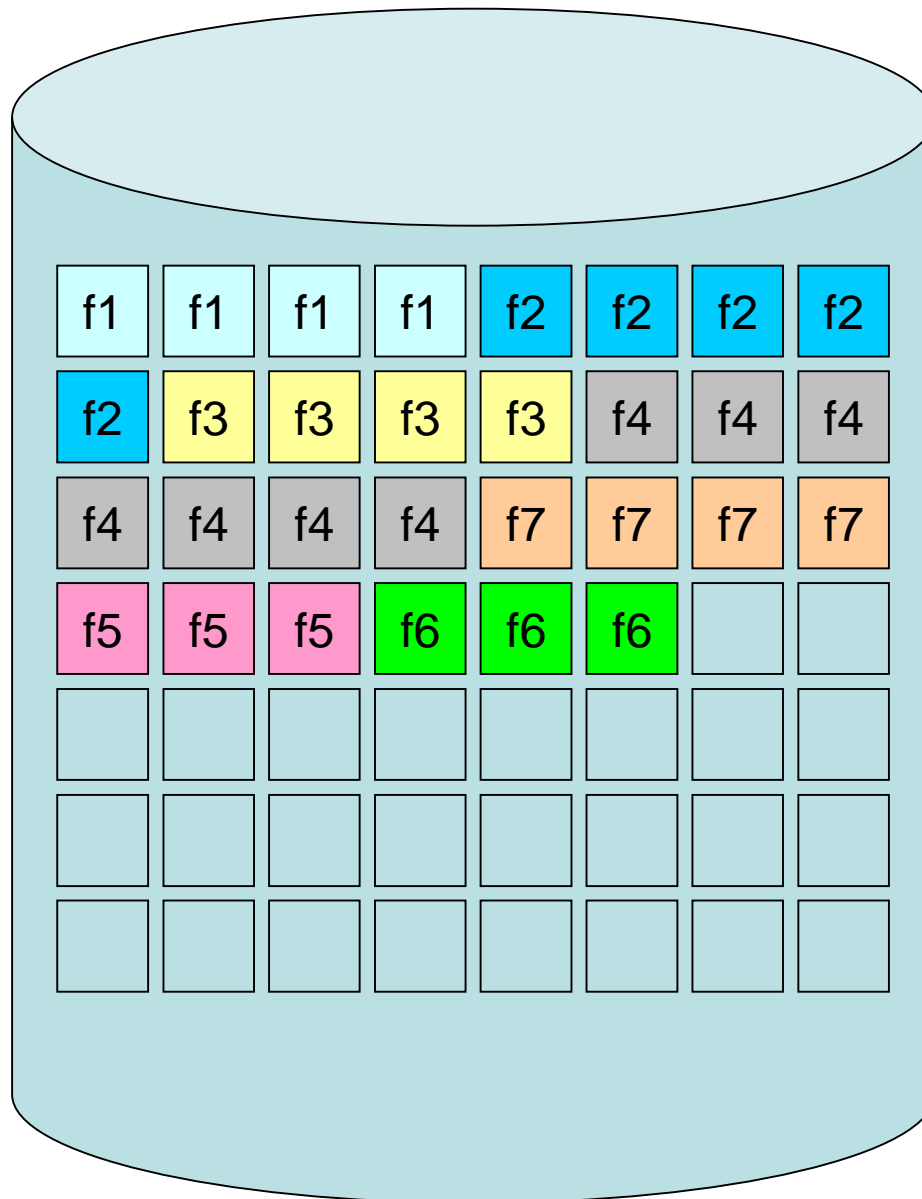
- Dove $NB = Db/Dr$ è il numero di record logici contenuti in ogni blocco, avendo indicato con Db la dimensione del blocco e con Dr la dimensione del record logico.



- Il metodo di allocazione contigua presenta i seguenti **svantaggi**:
 - Ricerca difficile per trovare un insieme di blocchi adiacenti la cui dimensione sia sufficiente per contenere il file da allocare.
Per la scelta dell'area contigua si ricorre a vari criteri, tra i quali:
 - **Best fit** – tende a minimizzare il numero di blocchi non utilizzati nell'area prescelta per allocare il file, scegliendo quindi l'area di dimensione più vicina (in eccesso) a quella del file.
 - **First fit** – viene scelta l'area di indirizzo (su disco) inferiore.
 - **Worst fit** – viene scelta la zona di estensione massima, favorendo in questo modo la possibilità di ulteriori allocazioni nella stessa zona.
 - Un altro svantaggio dell'allocazione contigua è che porta alla frammentazione del disco. Per risolvere questo problema si ricorre all'operazione di deframmentazione del disco che consiste nello spostare i file riallocandoli in modo contiguo eliminando così i numerosi buchi e ottenendo una zona libera contigua.



Allocazione contigua



Deframmentazione del disco

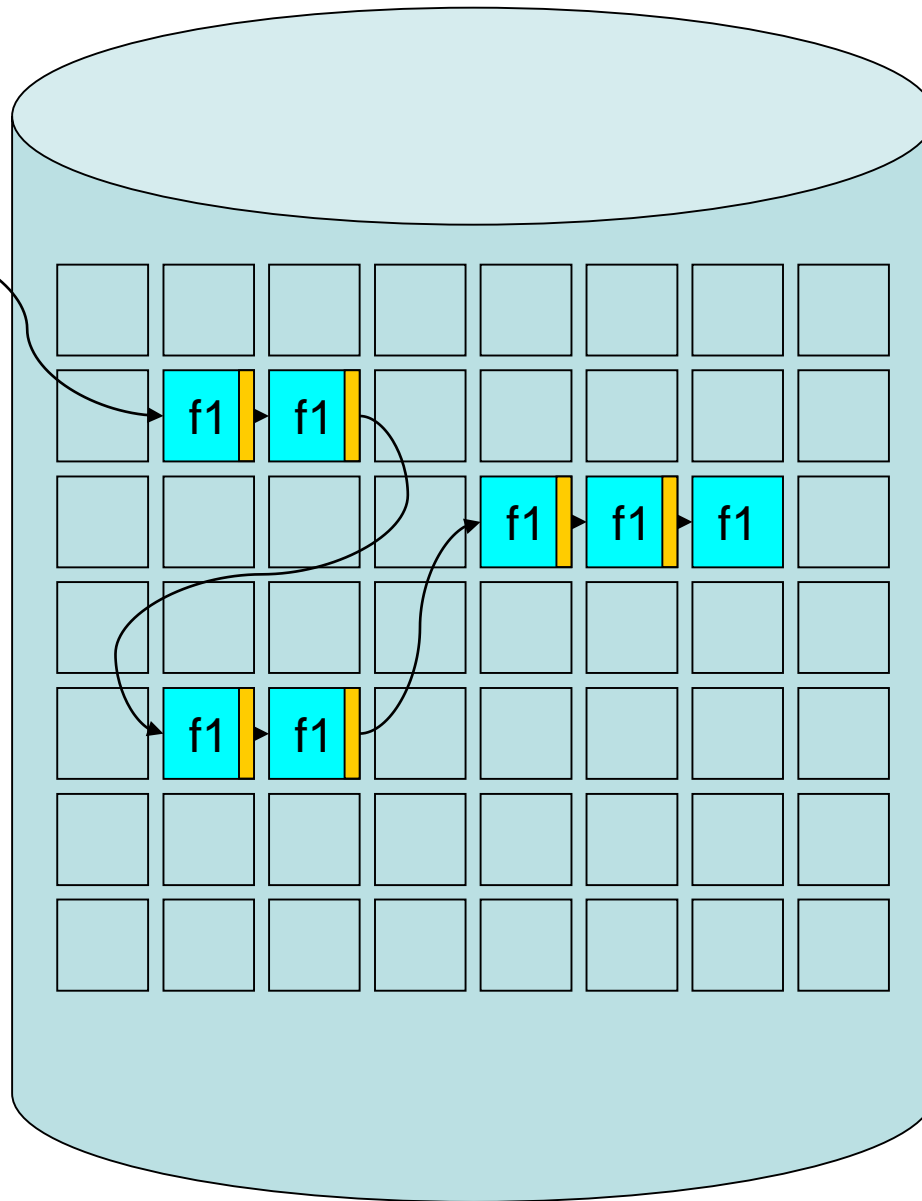
Allocazione a lista concatenata

- Con questa tecnica il file è memorizzato in un insieme di blocchi non necessariamente adiacenti, organizzati in una lista concatenata.
- Il descrittore del file contiene il puntatore al primo blocco utilizzato. In ogni blocco è memorizzato, oltre ai dati, il puntatore al blocco successivo.
- Il metodo di accesso sequenziale è efficiente, mentre l'accesso diretto è invece lento, in quanto per accedere al blocco nel quale è allocato il record R_i sono necessari i/Nb ($Nb = Db/Dr$) accessi prima di arrivare al blocco desiderato.
- Questa tecnica ha il vantaggio di eliminare la frammentazione del disco eliminando il problema della ricerca dei blocchi liberi come nel caso dell'allocazione contigua. D'altra parte, le operazioni di accesso sono più lente, perché i blocchi sono sparsi sul disco.
- Il file system è **poco affidabile** poiché il guasto di un blocco implica la perdita del puntatore al blocco successivo, rendendo impossibile accedere all'intero file.

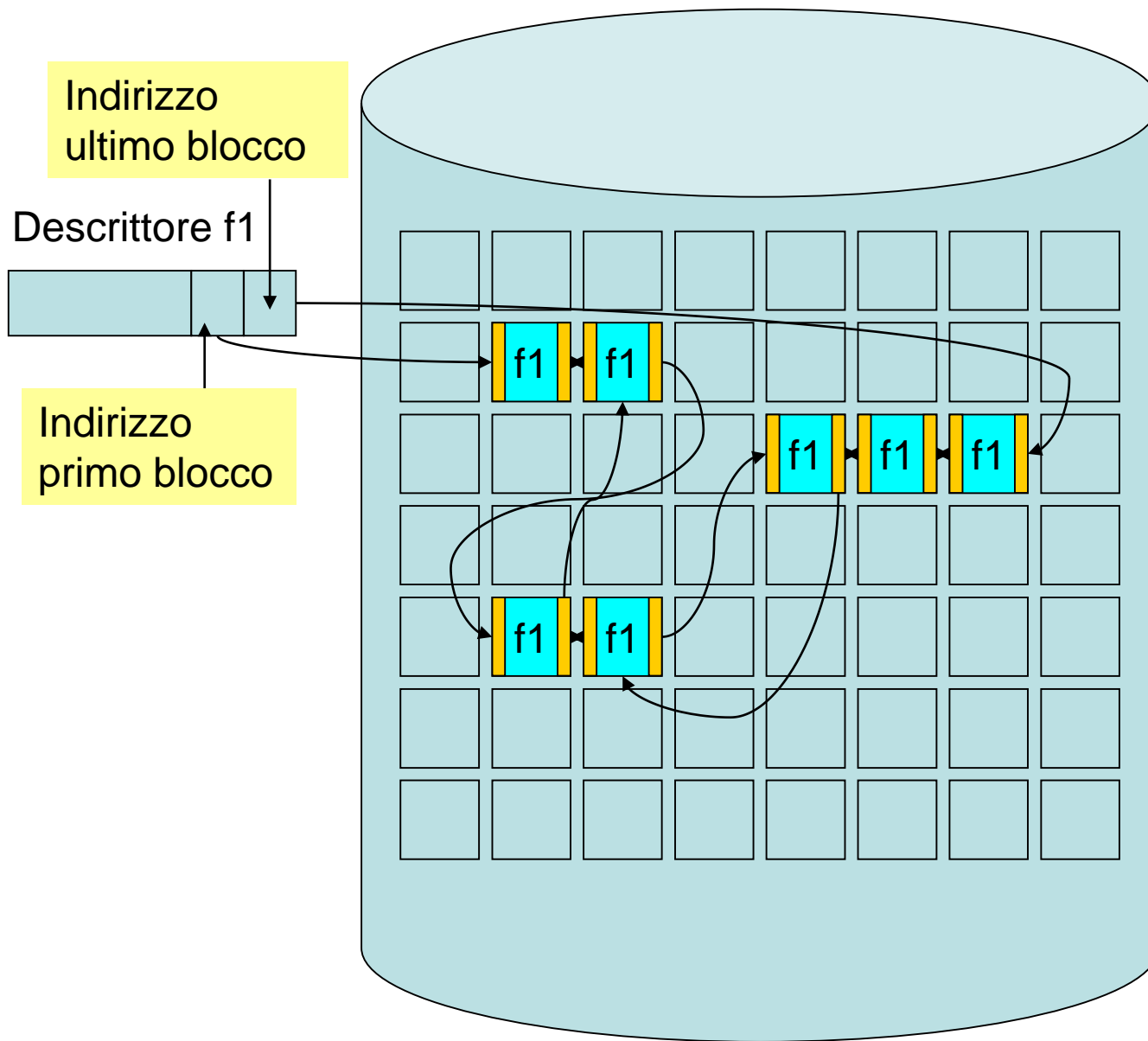
Descrittore f1



Indirizzo
primo blocco

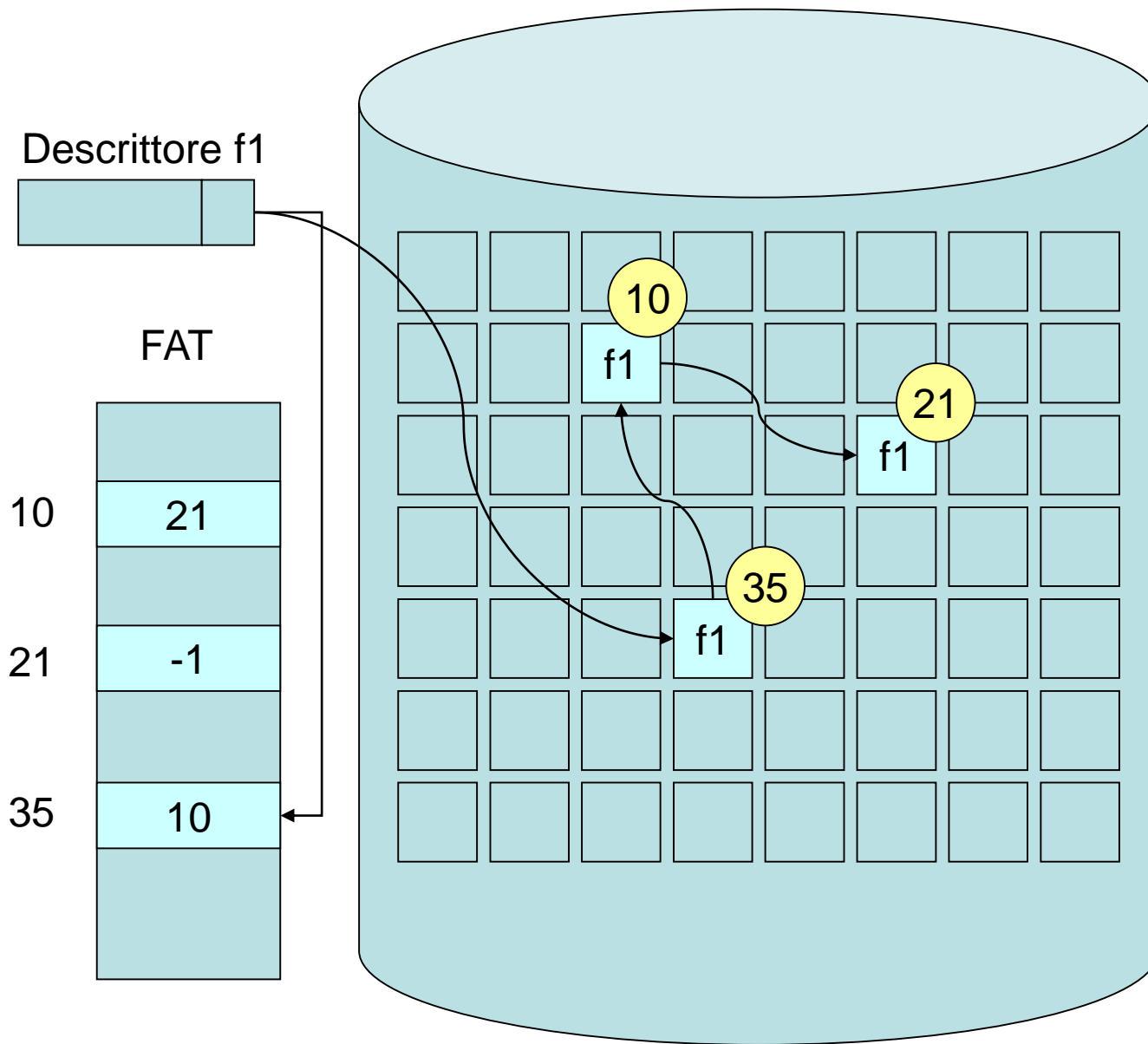


Allocazione a lista concatenata



Allocazione a lista con doppio collegamento

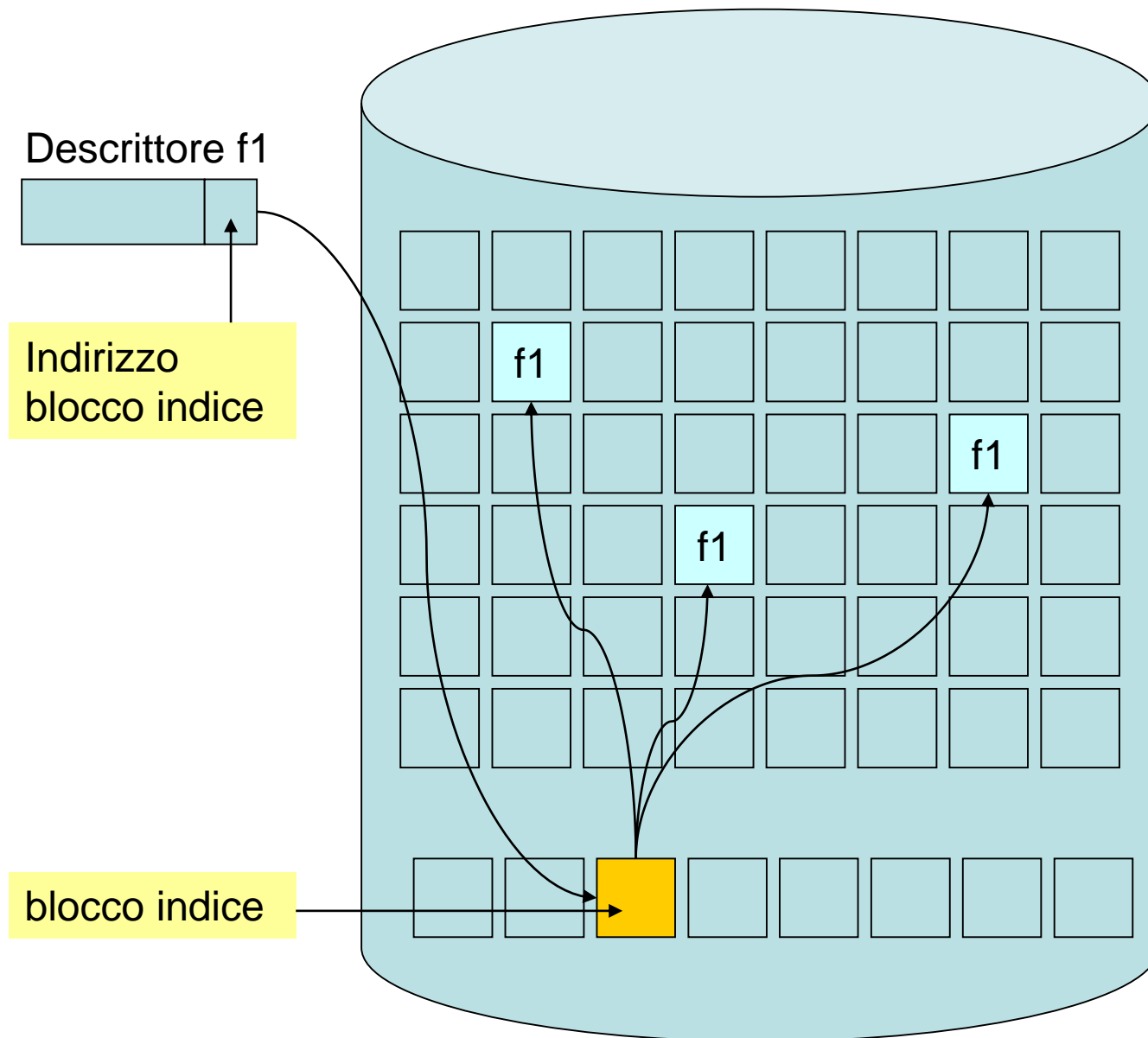
- Un miglioramento della tecnica a lista concatenata si ha utilizzando una struttura dati nella quale è descritta la mappa di allocazione di tutti i blocchi (**Tabella di allocazione dei file – File Allocation Table – FAT**).
La FAT è memorizzata in una posizione fissa su disco (spesso è replicata su due zone del disco).
- La FAT contiene un elemento per ogni blocco del disco, il cui valore indica se il blocco è libero oppure contiene l'indice dell'elemento della tabella che rappresenta il blocco successivo nella lista.
- Se un puntatore si perde, si può ripristinare la concatenazione mediante la FAT. Copiando la FAT in memoria o in una cache si **velocizza notevolmente l'accesso diretto**, poiché l'indirizzo del blocco cui accedere può essere recuperato dalla RAM evitando continui accessi al disco.



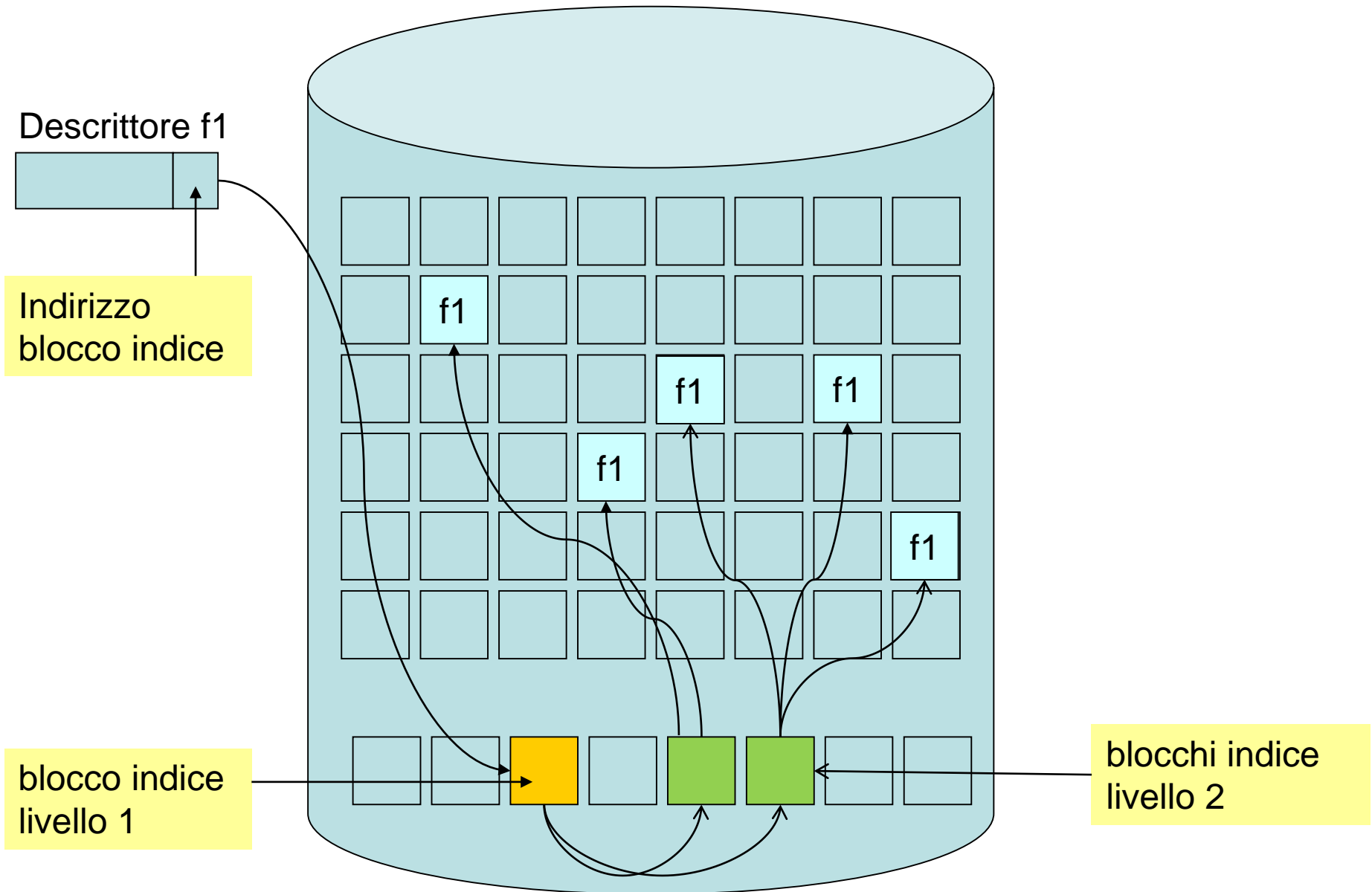
Allocazione a lista con FAT

Allocazione a indice

- Ad ogni file si associa un blocco indice che contiene gli indirizzi dei blocchi utilizzati per l'allocazione del contenuto del file.
- Il descrittore del file contiene l'indirizzo del blocco indice, accedendo al quale si ottengono gli indirizzi degli altri blocchi utilizzati per l'allocazione del file.
- Questo metodo è efficiente sia per l'accesso sequenziale che diretto.
- Uno svantaggio evidente è dato dalla limitata dimensione del blocco indice. Per eliminare questo limite si utilizzano vari livelli di indice. Ad esempio nel caso di indici a 2 livelli, ad ogni file è associato un indice di primo livello che contiene indirizzi di altri blocchi indice (di secondo livello), i quali contengono gli indirizzi dei blocchi utilizzati per l'allocazione dei file.
- Unix, ad esempio, utilizza un metodo a tre livelli di indice.



Allocazione a indice



Allocazione a 2 livelli di indice

Il livello dispositivo virtuale

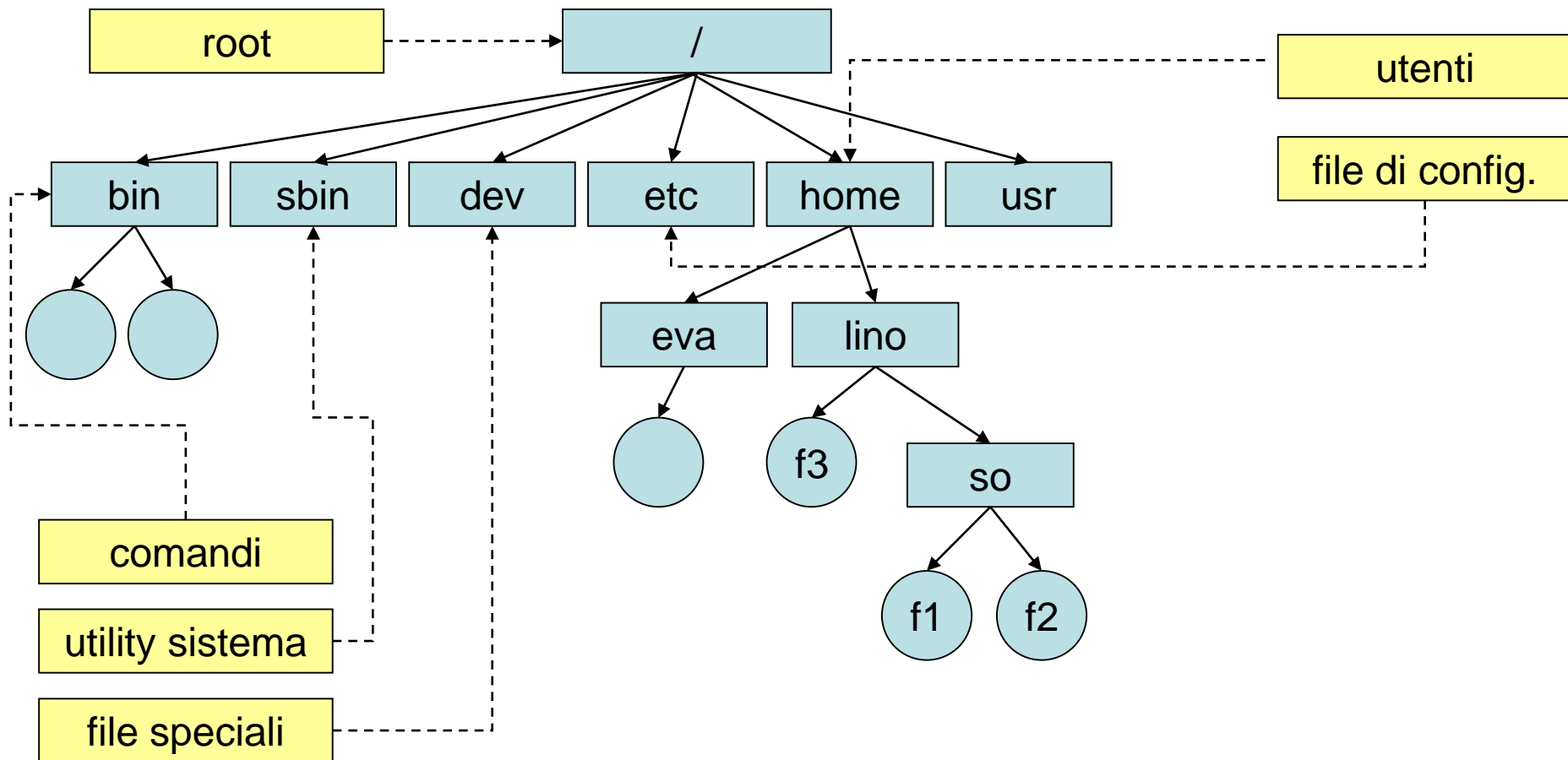
- Interagisce direttamente con l'hardware e ha il compito di **partizionare il disco** in un insieme di blocchi fisici di dimensione fissa, facendo vedere al livello soprastante il dispositivo come fosse costituito da un vettore lineare di blocchi fisici.

Il file system nei sistemi Unix-like

- Il file system si basa sulle astrazioni di file e directory. Il file è l'unità logica di memorizzazione dei dati, mentre la directory è la struttura che consente di raggruppare file e anche altre directory.
- Il file system di Unix considera nello stesso modo sia risorse hardware che software. In particolare esistono tre tipi di file:
 - **Ordinario**
 - **Directory**
 - **Speciale**
- Il file speciale rappresenta un dispositivo fisico, come ad esempio un disco, una stampante, una porta seriale, etc.
- In unix tutti i file speciali sono memorizzati nella directory **/dev**

Struttura logica del file system

- una tipica organizzazione logica del file system di unix è mostrata nella figura seguente.
- La directory radice è indicata con il carattere / (barretta o slash).
- La navigazione nel file system, cioè l'operazione per passare da una directory corrente ad un'altra si ottiene mediante il comando **cd (change directory)**.
- A ogni shell in uso è associata una directory corrente che specifica la locazione corrente nel file system.
- I nomi dei file possono essere espressi in **formato assoluto** e in **formato relativo**. Il nome assoluto del file individua il percorso che è necessario compiere per giungere ad esso a partire dalla root. Il nome relativo indica il percorso che è necessario compiere a partire dalla directory corrente per arrivare al file.



Tipica organizzazione del file system di unix