

Sistemi Operativi, Secondo Modulo, Canale A–L
e Teledidattica
Riassunto della lezione del 02/03/2022

Igor Melatti

Il filesystem ed i file

- Altro comando importante: `cp [-r] [-i] [-a] [-u] {filesorgenti} filedestinazione`
 - permette di copiare file e directory
 - 2 modalità basilari:
 - * con 2 argomenti, `filedestinazione` può essere una directory od un file (in questo caso, ovviamente, il sorgente dev'essere a sua volta un file...)
 - * con 2 argomenti, la destinazione può non esistere, e verrà creata (un file se la sorgente è un file, una directory se la sorgente è una directory)
 - * con più di 2 argomenti, `filedestinazione` dev'essere una directory (esistente)
 - * diversamente dall'omologo comando MS-DOS, non è possibile avere un solo argomento: se si vuole copiare un file che si trova in un'altra directory nella cwd (mantenendone il nome), il secondo argomento sarà `.`
 - tra i `filesorgenti` ci possono essere file e/o directory
 - com'è ovvio, se la destinazione è una directory esistente, i sorgenti vengono copiati *dentro* la directory destinazione (anche se il sorgente è una directory...)
 - se ci sono directory tra i sorgenti, allora occorre dare l'opzione `-r`, altrimenti quelle directory non verranno copiate (ma i file sì)
 - se la copia avviene su file esistenti, verranno sovrascritti; con l'opzione `-i`, prima di sovrascrivere viene chiesta conferma
 - con l'opzione `-u`, la sovrascrittura avviene solo se l'mtime del sorgente è più recente di quello della destinazione (o quello di destinazione non esiste)

- * ma a quel punto tanto vale usare `rsync`, più completo
- i permessi del file sorgente potrebbero non venire preservati: sono soggetti alla dura legge dell'`umask`
- per forzare a mantenere i permessi, c'è l'opzione `-a` (questa opzione serve anche per altri motivi, che verranno discussi in seguito)
- **esercizio:** verificare il funzionamento di ciascuna delle opzioni mostrate. Per esempio, per l'opzione `-i`, provare a copiare un file sorgente in un file destinazione esistente e vedere che effettivamente viene chiesta conferma. Per l'opzione `-a`, è sufficiente creare un file ed aggiungere qualche permesso, poi fare la copia con e senza `-a`...
- **esercizio:** verificare il funzionamento del comando `cp` con diverse tipologie di argomenti: i) 2 file (tutti e 4 i casi tra esistenti e non); ii) 2 directory (tutti e 4 i casi tra esistenti e non); iii) 3 file (l'ultimo sia esistente che non); iv) 3 directory (idem); v) 2 file e 2 directory...
- Altro comando: `mv [-i] [-u] [-f] {filesorgenti} filedestinazione`
 - come `cp`, ma serve a *spostare* anziché *copiare*: quindi, i sorgenti risulteranno *cancellati* dopo l'esecuzione del comando, ed esisteranno solo nella destinazione
 - con 2 argomenti omologhi (2 file o 2 directory) effettua in pratica una ridenominazione
 - le opzioni `-i` e `-u` hanno lo stesso significato di `cp`; `-f` è il contrario di `-i` (ed è l'opzione di default)
 - `-r` e `-a` non servono: è come se fossero sempre abilitate
 - **esercizio:** rifare entrambi gli esercizi visti per `cp`
- Per cancellare e basta, c'è il comando `rm [-f] [-i] [-r] {file}`
 - cancella definitivamente i file e le directory indicati (non completamente vero nel caso di hard link, vedere più avanti)
 - le opzioni `-f` e `-i` sono come quelle della `mv` (ma stavolta il default è `-i`); l'opzione `-r` è come quella della `cp`
 - **esercizio:** creare una directory, poi crearci dentro un file, togliere il permesso di scrittura a quest'ultimo e cancellarlo. Lo lascia fare? Perché? Provare a fare la stessa dentro la directory predefinita `/tmp`
 - **esercizio:** creare un file, guardare il suo inode, cancellarlo e poi creare subito dopo un altro file: qual è l'inode del nuovo file (supponendo che nessun altro utente stia usando il computer...)?
- Comando `ln [-s] sorgente [destinazione]`
 - soft (o symbolic) ed hard link

- in pratica: copiare un file, senza copiare l'intero file (che potrebbe essere grande)
- inoltre, successive modifiche al *contenuto* della sorgente si rifletteranno sulla destinazione, e viceversa
- il comando realizza un soft link (se c'è l'opzione `-s`) o un hard link (altrimenti)
- se c'è un solo argomento, allora la sorgente dev'essere un file in un'altra directory, e il link destinazione avrà lo stesso nome di questo file
- soft link: viene creato un nuovo file (destinazione), il contenuto del quale coincide con *sorgente* (lo si può intuire guardando la dimensione del file con `ls -l` o con `stat`); da notare che spesso questo contenuto è direttamente negli attributi del file
- se si cancella o si sposta il file sorgente, il link diventa “morto”, e provare a visualizzare il file porta ad un errore
 - * un link può diventare morto (*dead link*) anche in un'altro caso: se *sorgente* viene specificato come un path relativo, e viene spostata l'intera directory che contiene la destinazione
- hard link: si riusa lo stesso inode number, dove il link count viene incrementato di 1
 - * quindi, se do il comando `ln file1 file2`, nel file speciale che rappresenta la directory di `file2` viene aggiunta una nuova coppia `i1, file2`, dove `i1` è proprio l'inode number di `file1`
 - * questa è l'unico caso in cui 2 file diversi possono avere lo stesso inode number
- se si cancella la sorgente, il link count decresce, ma la destinazione continua a mantenere il contenuto del file
 - * non c'è più il problema dei link morti, neanche spostando la sorgente
 - * in effetti, una volta fatto il link, non c'è più distinzione tra sorgente e destinazione
- se si fa un hard link di un hard link, il link count cresce ancora (per tutti i file coinvolti)
 - * in realtà, l'incremento viene fatto sull'inode una volta sola, ma dato che tutti i link a questo file hanno questo inode number, l'incremento vale per tutti
- cancellare un file non vuol dire più automaticamente rimuovere il suo contenuto dal disco: potrebbero esserci hard links...
- per vedere a cosa “punta” un hard link, occorre visualizzare l'inode number; per vedere a cosa punta un soft link, basta `ls -l`

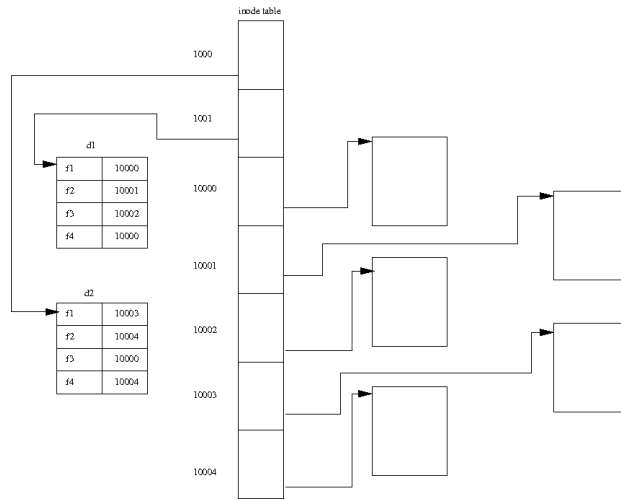


Figure 1: Hard links ed inodes

- mentre con i soft link c'è un “puntatore” ed un “puntato” (cancellare o spostare il puntatore non ha effetti sul puntato; cancellare o spostare il puntato ha effetti sul puntatore), negli hard link è come se fossero tutti puntatori al file su disco (o nell'area di memoria collegata al rispettivo filesystem)
- non si possono fare hard links a directory (tranne quelli predefiniti `..` e `.`); invece, si possono fare i soft links
- si immagini, da una directory, di dare i seguenti comandi:

```
mkdir d1 d2
dd if=/dev/urandom of=d1/f1 bs=1M count=10
dd if=/dev/urandom of=d1/f2 bs=1M count=10
dd if=/dev/urandom of=d1/f3 bs=1M count=10
dd if=/dev/urandom of=d2/f1 bs=1M count=10
dd if=/dev/urandom of=d2/f2 bs=1M count=10
ln d1/f1 d1/f4
ln d1/f1 d2/f3 #sarebbe stato lo stesso ln d1/f4 d2/f3
ln d2/f2 d2/f4
```

il risultato è in Figura 1

- invece, sostituendo ogni `ln` con `ln -s` nell'esempio di sopra, il risultato è in Figura 2
- da notare che ora è diverso fare il link a `d1/f4` o a `d1/f1`: cambia il contenuto del file...
- **esercizio:** verificare con esempi tutte le cose dette sopra; provare anche a fare l'hard link di un soft link e viceversa

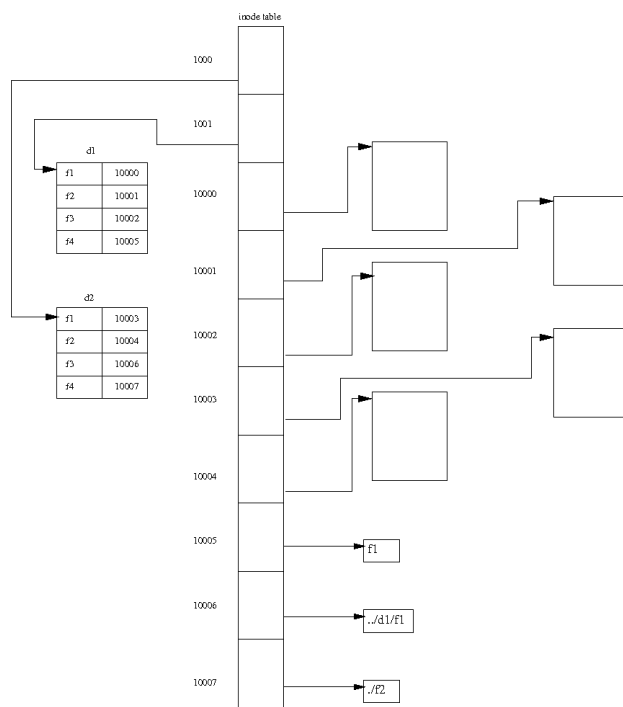


Figure 2: Symbolic links ed inodes

- Qualche dettaglio in più su `touch [-a] [-m] [-t timestamp] {file}`
 - il suo “vero” uso è quelli di cambiare i timestamps negli attributi dei file dati
 - li cambia normalmente tutti e 3, a meno che non si sia data l’opzione `-a` (solo atime) o `-m` (solo mtime)
 - come effetto collaterale, se un file dato non esiste lo crea
 - può essere usato anche su una directory (ma solo se esiste: come mai?)
 - con `-t timestamp` setta i timestamp del file al timestamp dato, anziché al timestamp del tempo attuale
 - **esercizio:** immaginare almeno due casi in cui `touch` non riesce a creare un file
- Comando `du [-c] [-s] [-a] [-h] [--exclude=PATTERN] [files...]`: fa il conto di tutte le dimensioni dei file e/o directories dati come argomento
 - se non ci sono argomenti, dà la dimensione della cwd
 - per le directory, considera tutti i file nel corrispondente sottoalbero
 - `-s` o `-a`: mostra solo il totale o tutti i files (di default, fa una cosa intermedia, mostrando tutte le eventuali sottodirectory)
 - `-c`, utile solo se c’è più di 1 argomento: fa la somma tra le dimensioni di tutti gli argomenti
 - `-h` (*human readable*), anziché stampare in bytes lo mostra arrotondato al kB, al MB, al GB
 - `--exclude=PATTERN`, toglie dal conto i file il cui nome soddisfa il pattern `PATTERN`: ci ritorneremo
 - **esercizio:** verificare le opzioni sopra riportate su alcune directory standard di Linux (ad es., `/etc`)
- Comando `df [-h] [-l] [-i] [file]`: mostra la dimensione e l’attuale uso dei filesystem
 - senza argomenti, li mostra tutti
 - altrimenti, mostra solo quello che contiene `file`
 - `-h`: human readable
 - `-l`: solo filesystem locali (ad es.: niente filesystem di rete)
 - `-i`: mostra quanti inode sono ancora disponibili prima che si riempia la inode table
 - **esercizio:** vedere le statistiche di uso di tutti i filesystem, e poi solo del filesystem contenente i seguenti files: `/etc/passwd` e `/proc`

- Comando `dd` [opzioni]
 - crea file in modo elaborato
 - parte da un file e ne crea un altro tramite “conversioni”
 - modo diverso di dare le opzioni per questo (e qualche altro) comando
 - si tratta di una sequenza di assegnamenti `variabile=valore`
 - le variabili più importanti sono:
 - * `bs` dimensione di un singolo blocco in lettura/scrittura
 - * `count` numero di blocchi da copiare
 - * `convert`, in questo caso, il valore specifica una conversione, per esempio di codifica (da minuscolo a maiuscolo e viceversa, più svariate altre cose; vedere il man)
 - * `if` file di input (se non dato, legge da tastiera)
 - * `of` file di output (se non dato, scrive su schermo)
 - a parte che per le conversioni, si usa soprattutto nei casi in cui la copia tramite `cp` non funzionerebbe
 - * `/dev/zero`: se si prova a farsi stampare questo file, vengono fuori un numero infinito di zeri
 - * è un file *speciale*, o meglio *character special file*, e non si trova su un disco, ma è connesso direttamente al kernel, che risponde appunto con un numero infinito di zeri quando si cerca di leggerlo; altro file simile: `/dev/urandom`, che risponde con un numero infinito di numeri pseudo-casuali
 - * grazie a `dd` e alle sue opzioni, si può creare un file con un certo numero di zeri in modo semplice e veloce; ad es.: `dd if=/dev/zero of=test_file.zeri bs=1M count=10` crea un file da 10MB, tutto fatto di zeri
 - * **esercizio:** provare ad aprire il file appena creato con `geany`: contiene quello che ci si aspetta? se no, perché?
 - * perché uno dovrebbe fare una cosa del genere, apparentemente stupida?
 - * ad esempio, per cancellare completamente dati da un supporto di memoria
 - * o per preparare un supporto di memoria (o meglio ancora un file) ad essere *formattato*
 - * altro uso: copiare solo una parte di un file, grazie a `skip=n`, che salta n blocchi (quanti bytes ci sono in un blocco è dato dalla variabile `bs`)
 - * analogamente, `seek=m` permette di non modificare i primi m blocchi del file destinazione (nel caso il file destinazione non sia vuoto e abbia almeno quel numero di blocchi)

* **esercizio:** creare un file di testo usando **geany**, con il seguente contenuto:

```
ciao1
addio2
via3
ehila4
dove vai5
```

e poi copiarlo in un altro file in modo tale che quest'ultimo contenga solo i bytes che vanno dal decimo al ventesimo; usare sia 1 che 10 come valori per **bs**; rifare nuovamente la copiatura sullo stesso file destinazione, ma questa volta fare in modo che il contenuto del file destinazione sia duplicato (ovvero, contenga per 2 volte consecutive i bytes che vanno dal decimo al ventesimo)

- Comando **mkfs [-t type fsoptions] device**

- crea un filesystem su un device
- spesso si parla di questa operazione come di “formattazione”, perché implica preparare il device a memorizzare files secondo il particolare formato
- **type** può essere ext2, ext3, ext4, vfat, ntfs, ... (vedere Tabella 1 nella lezione 2)
- **fsoptions**: si può specificare se si vuole che sia in sola lettura (**ro**) e anche in scrittura (**rw**)
- device può essere o un file speciale chiamato appunto *device file* (uno di quelli contenuti nella directory **/dev**) oppure anche un file regolare
 - * se si tratta di un file regolare, spesso è creato con **dd** come descritto sopra
 - * se si tratta di un device, allora non dev'essere stato già montato (vedere più avanti)
 - * device tipici: **/dev/hda** è spesso l'hard disk primario; **/dev/hda2** una partizione dell'hard disk primario; **/dev/sdb1** una penna USB, ...
- spesso **mkfs** non è facilmente disponibile per tutti gli utenti (di solito, viene usato solo dall'amministratore); in caso, si può usare **/sbin/mkfs**
 - * è esattamente il caso della macchina virtuale che viene usata in questo corso
- in realtà, sulla macchina virtuale data c'è un problema di configurazione: per far funzionare il comando, occorre o modificare il **PATH** o usare direttamente il sottoprogramma invocato in questo caso da **mkfs**, ovvero **mke2fs**
- per ora, scegliamo questa seconda strada

- per esempio, volendo creare un filesystem ext3 di 100 MB su un file, si può fare così:

```
dd if=/dev/zero bs=1M count=100 of=fs-virtuale
ls -l fs-virtuale
/sbin/mke2fs -t ext3 fs-virtuale
```

- Per poter usare un filesystem formattato occorre “ancorarlo” ad una qualche directory: comandi `mount [-t fstype] [-o opzioni] device mountpoint` e `umount [-a] mountpoint|device`

- * per il device, vale la stessa cosa detta per `mkfs`
- * `mountpoint` è una directory del filesystem
- * bisogna sempre anteporre `sudo` ai comandi di `mount` ed `umount`
- * la pipe `|` sta per “oppure”

- provare uno alla volta i seguenti comandi, stando ad esempio nella home:

```
dd if=/dev/zero bs=1M count=100 of=fs-virtuale
ls -l fs-virtuale
/sbin/mke2fs -t ext3 fs-virtuale
mkdir dir
sudo mount -t ext3 fs-virtuale dir
cd dir
ls -l
dd if=/dev/zero bs=1M count=2 of=file1
cd ..
ls -l
rm -rf dir
cd dir
dd if=/dev/zero bs=1M count=98 of=file2
cd ..
umount dir
ls -l dir
rm -rf dir
sudo mount -t ext3 fs-virtuale dir
cd dir
ls -l
umount .
cd ..
umount dir
```