Cosa è un sistema operativo?

- È un ***programma*** (o un insieme di programmi) che agisce come ***intermediario tra l'utente e l'hardware*** del computer:
  - fornisce un **ambiente di sviluppo e di esecuzione** per i programmi applicativi
  - fornisce una **visione astratta** dell'HW
  - **gestisce** efficientemente le risorse del sistema di calcolo

SO e Hardware

- SO interfaccia programmi applicativi o di sistema con le risorse HW:
  - **CPU**
  - **memoria** volatile e persistente
  - **dispositivi** di I/O
  - **connessione di rete**
  - **dispositivi di comunicazione - …**
- SO *mappa* le risorse HW in **risorse logiche**, accessibili attraverso interfacce ben definite:
  - ***processi*** (CPU)
  - ***file system*** (dischi)
  - ***memoria virtuale*** (memoria)…

Componenti principali SO

- Quali sono le ***componenti*** di un SO?
  - gestione dei ***processi***
  - gestione della ***memoria centrale***
  - gestione di ***memoria secondaria*** e ***file system***
  - gestione dell'***I/O***
  - interfaccia utente/programmatore

Processo

- **Processo = programma in esecuzione**
  - ***programma*** è ***un'entità passiva*** (un insieme di byte contenente le istruzioni che dovranno essere eseguite)
- • ***il processo è un'entità attiva:***
  - è ***l'unità di lavoro/esecuzione*** all'interno del sistema. ***Ogni attività all'interno del SO è rappresentata da un processo***

Processo = programma +
contesto di esecuzione (PC, registri, …)

Gestione dei processi

- **In un sistema multiprogrammato: più processi** possono essere ***simultaneamente presenti*** nel sistema

- **Compito cruciale del SO**
  - ***creazione/terminazione*** dei processi
  - ***sospensione/ripristino*** dei processi
  - ***sincronizzazione/comunicazione*** dei processi
  - ***gestione del blocco critico (deadlock)*** di processi

Gestione Memoria Centrale

- HW di sistema di elaborazione è equipaggiato con ***un unico spazio di memoria*** accessibile direttamente da CPU e dispositivi

- **Compito cruciale di SO**
  - ***separare gli spazi di indirizzi*** associati ai processi
  - ***allocare/deallocare memoria*** ai processi
  - ***memoria virtuale -*** gestire ***spazi logici di indirizzi*** di dimensioni complessivamente ***superiori allo spazio fisico***
  - realizzare i collegamenti (***binding***) tra memoria logica e fisica

Gestione I/O

- Gestione dell'I/O rappresenta una parte importante di SO:
  - ***interfaccia*** tra programmi e dispositivi
  - per ogni dispositivo: ***device driver***
  - ***routine per l'interazione con un particolare dispositivo***
  - contiene ***conoscenza specifica*** sul dispositivo (ad es., routine di gestione delle interruzioni)

Gestione file system

- Ogni sistema di elaborazione dispone di uno o più dispositivi per la memorizzazione persistente delle informazioni (***memoria secondaria***)

- **Compito di SO**
  - fornire una ***visione logica uniforme della memoria secondaria*** (indipendente dal tipo e dal numero dei dispositivi):
  - realizzare il ***concetto astratto di file***, come unità di memorizzazione logica
  - fornire una struttura astratta per ***l'organizzazione*** dei file (***direttorio***)
  - Effettuare operazioni su file e direttori

Interfaccia Utente

- Ogni sistema di elaborazione dispone di uno o più SO che presenta un'interfaccia che consente
- l'interazione con l'utente
  - **interprete comandi** (***shell***): l'interazione avviene mediante una linea di comando
  - **interfaccia grafica** (graphical user interface, ***GUI***): l'interazione avviene mediante ***interazione*** mouse-elementi grafici su desktop; di solito è organizzata a finestre

Shell

- Programma che permette di far ***interagire l'utente (interfaccia testuale) con SO tramite comandi***
  - resta in attesa di un comando…
  - … mandandolo in esecuzione alla pressione di <ENTER>

- In realtà ***shell è un interprete comandi evoluto***
  - potente ***linguaggio di scripting***
  - interpreta ed esegue comandi da ***standard input*** o da ***file comandi***

Differenti Shell

- La shell non è unica, un sistema può metterne a disposizione varie
  - ***Bourne shell*** (standard), C shell, Korn shell, …
  - L'implementazione della ***bourne shell in Linux*** è ***bash*** (**`/bin/bash`**)
  - Ogni utente può indicare la shell preferita
  - La scelta viene memorizzata in **`/etc/passwd`**, un file contenente le informazioni di tutti gli utenti del sistema

- La shell di login è quella che richiede inizialmente i dati di accesso all'utente
  - Per ***ogni utente connesso*** viene generato un ***processo dedicato*** (che esegue la shell)

Ciclo di esecuzione shell

```
loop forever
<LOGIN>
do
  <ricevi comando da file di input>
  <interpreta comando>
  <esegui comando>
while (! <EOF>)
<LOGOUT>
end loop
```

Accesso al sistema: login

- Per accedere al sistema bisogna possedere una coppia ***username e password***
  - NOTA: UNIX è case-sensitive

- Il SO verifica le credenziali dell'utente e manda in esecuzione la sua ***shell di preferenza***, posizionandolo in un ***direttorio di partenza***
  - Entrambe le informazioni si trovano in **`/etc/passwd`**

- **Comando `passwd`**
  - È possibile ***cambiare la propria password*** di utente, mediante il comando **`passwd`**
  - Se ci si dimentica della password, bisogna chiedere all'amministratore di sistema (utente *root*)

Uscita dal sistema: logout

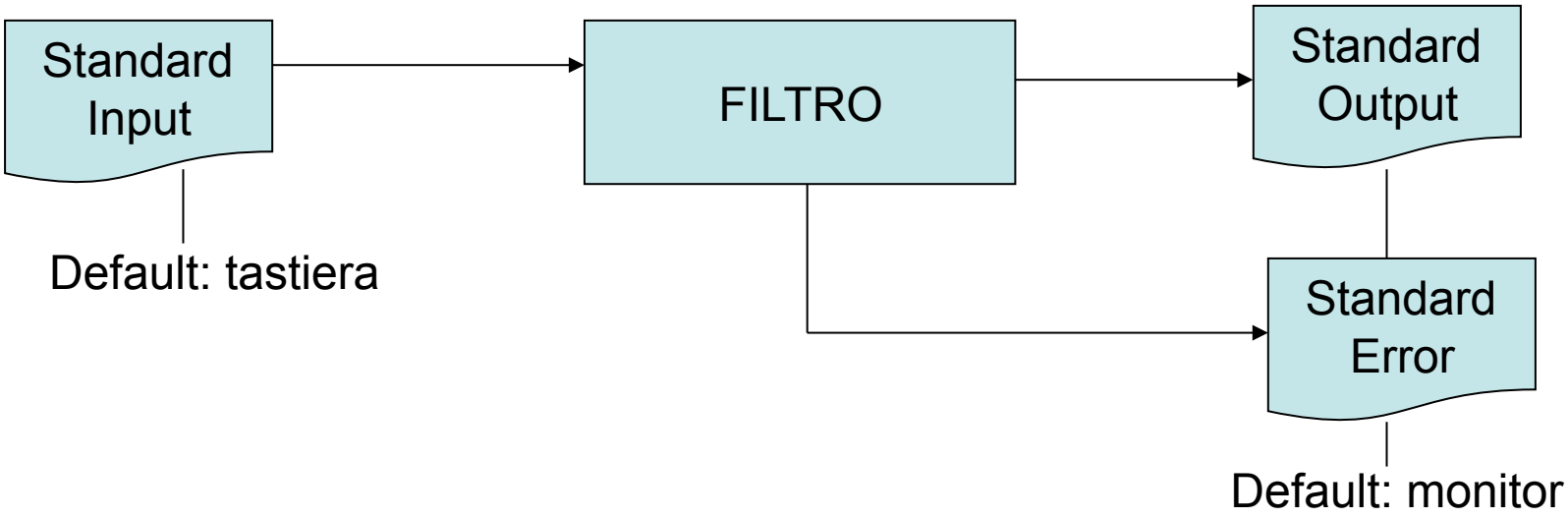
- Per uscire da una shell qualsiasi si può utilizzare il comando **`exit`**
- Per uscire dalla shell di login
  - **`logout`**
  - **`CTRL+D`** (che corrisponde al carattere <EOF>)
  - **`CTRL+C`**
- Per rientrare nel sistema bisogna effettuare un nuovo login

Comandi

- Ogni comando richiede al SO l'esecuzione di una particolare azione
- I ***comandi principali*** del sistema si trovano nella directory **`/bin`**
- Possibilità di ***realizzare nuovi comandi (scripting)***
- Per ogni comando, shell ***genera un processo dedicato alla sua esecuzione***

Comandi come filtri

- ***comandi UNIX si comportano come FILTRI***
  - un filtro è un programma che riceve un ingresso da un input e produce il risultato su uno o più output



Manuale

- esiste un ***manuale on-line*** (**`man`**), consultabile per informazioni su ogni comando Linux. Indica:
  - ***formato del comando (input) e risultato atteso (output)***
  - ***descrizione delle opzioni***
  - possibili restrizioni
  - file di sistema interessati dal comando
  - comandi correlati
  - eventuali bug
- ***per uscire dal manuale, digitare :q (sta per quit)***

Formato Comandi

- tipicamente: ***`nome -opzioni argomenti`***
- esempio: **`ls -l temp.txt`**

- convenzione nella rappresentazione della sintassi comandi:
  - se un'opzione o un argomento possono essere omessi, si indicano tra quadre **[opzione]**
  - se due opzioni/argomenti sono mutuamente esclusivi,vengono separati da **|** **arg1 | arg2**
  - quando un arg può essere ripetuto n volte, si aggiungono dei puntini **arg...**

File

- ***File*** come ***risorsa logica*** costituita da ***sequenza di bit***, a cui viene dato un nome

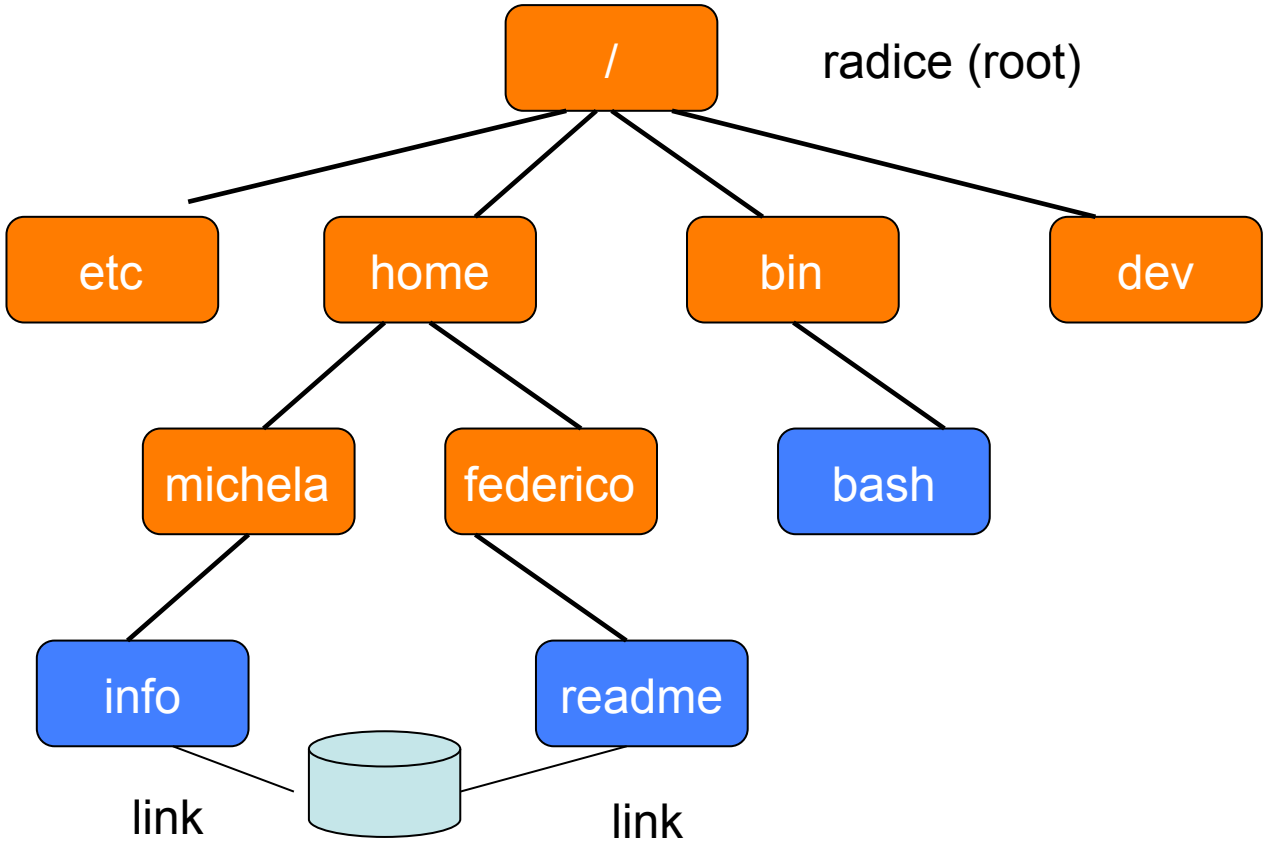
- ***Astrazione*** molto potente che consente di ***trattare allo stesso modo entità fisicamente diverse*** come file di testo, dischi rigidi, stampanti, direttori, tastiera, video, ...
  - ***Ordinari***
    - archivi di dati, comandi, programmi sorgente, eseguibili, …
  - ***Directory***
    - gestiti direttamente solo da SO, contengono riferimenti a file
  - ***Speciali***
    - dispositivi hardware, memoria centrale, hard disk, ...

Nomi File

- È possibile nominare un file con una ***qualsiasi sequenza di caratteri (max 255)***, a eccezione di ‘.’ e ‘..’
- È sconsigliabile utilizzare per il nome di file dei caratteri speciali, ad es. ***metacaratteri e segni di punteggiatura***
- Ad ogni file possono essere associati ***uno o più nomi simbolici (link)*** ma ad ogni file è associato ***uno e un solo descrittore (i-node)*** identificato da un intero (i-number)

Directory

- File system Linux è organizzato come un grafo diretto aciclico (DAG)



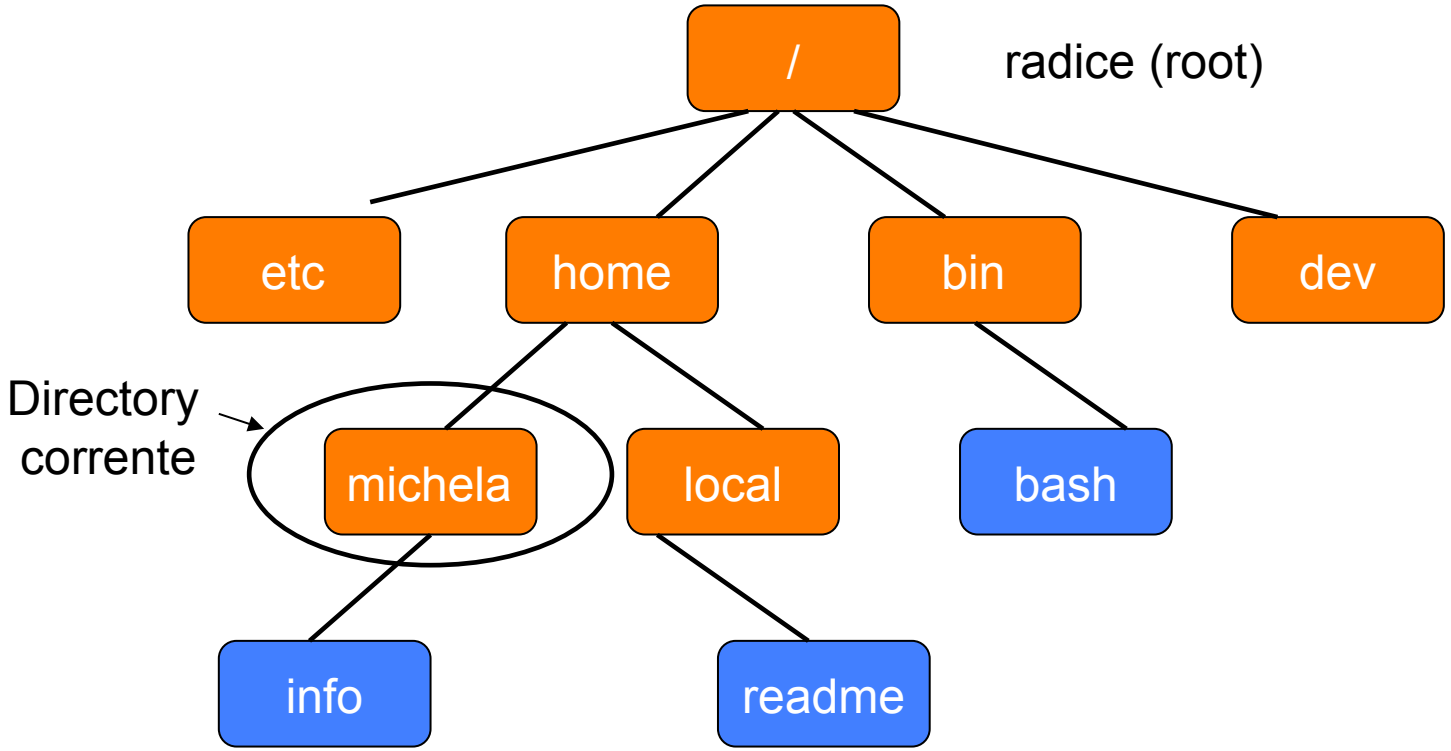
Gerarchie di Directory

- All'atto del login, l'utente può cominciare a operare all'interno di una specifica directory (***home***). In seguito è possibile cambiare directory
  - È possibile visualizzare il percorso completo attraverso il ***comando*** **`pwd`** (print working directory)
- Essendo i file organizzati in ***gerarchie di directory***, SO mette a disposizione dei comandi per muoversi all'interno di essi

Nomi relativi e assoluti

- Ogni utente può specificare un file attraverso
  - ***nome relativo***: è riferito alla posizione dell'utente nel file system (direttorio corrente)
  - ***nome assoluto***: è riferito alla radice della gerarchia */*
- Nomi particolari
  - **.** è il direttorio corrente (visualizzato da **`pwd`**)
  - **..** è il direttorio 'padre'
  - **~** è la propria home utente
- Il comando ***`cd` permette di spostarsi all'interno del file system***, utilizzando sia nomi relativi che assoluti
  - **`cd`** senza parametri porta alla home dell'utente

Nomi relativi e assoluti



`/home/local/readme` Percorso assoluto
`../local/readme` Percorso relativo

Link

- Le informazioni contenute in uno ***stesso file*** possono essere ***visibili come file diversi***, tramite "riferimenti" (link) allo stesso file fisico
- SO considera e gestisce la molteplicità possibile di riferimenti:
  - se un file viene cancellato, le ***informazioni sono veramente eliminate solo se non ci sono altri link a esso***
  - Il link ***cambia i diritti***? ***Meglio di no***
- Due tipi di link:
  - ***link fisici*** (si collegano le strutture del file system)
  - ***link simbolici*** (si collegano solo i nomi)
- comando: **`ln [-s]`**

Gestione file: comando ls

- consente di ***visualizzare nomi di file***
  - varie opzioni: esempio **`ls -l`** per avere più informazioni (non solo il nome del file)
  - possibilità di usare ***metacaratteri (wildcard)***
  - Per es. se esistono i file **`f1, f2, f3, f4`** ci si può riferire a essi scrivendo: **`f*`**
  - o più precisamente **`f[1-4]`**

Gestione file: comando ls

- Alcune opzioni
  - **l** (long format): per ogni file una linea che contiene ***diritti***, ***numero di link***, ***proprietario*** del file, ***gruppo*** del proprietario, ***occupazione di disco*** (blocchi), ***data e ora*** dell'ultima modifica o dell'ultimo accesso e ***nome***
  - **t** (time): la lista è ***ordinata per data*** dell'ultima modifica
  - **u**: la lista è ordinata per data dell'ultimo accesso
  - **r** (reverse order): inverte l'ordine
  - **a** (all files): fornisce una ***lista completa*** (normalmente i file il cui nome comincia con il punto non vengono visualizzati)

Comandi gestione file system

- **Creazione/gestione di directory**
  - **mkdir** <nomedir> *creazione di un nuovo direttorio*
  - **rmdir** <nomedir> *cancellazione di un direttorio*
  - **cd** <nomedir> *cambio di direttorio*
  - **pwd** *stampa il direttorio corrente*
  - **ls** [<nomedir>] *visualizz. contenuto del direttorio*
- **Trattamento file**
  - **ln** <vecchionome> <nuovonome> *link*
  - **cp** <filesorgente> <filedestinazione> *copia*
  - **mv** <vecchionome> <nuovonome> *rinom. / spost.*
  - **rm** <nomefile> *cancellazione*
  - **cat** <nomefile> *visualizzazione*

Gestione processi

- Un processo utente in genere viene attivato a partire da un comando (da cui prende il nome). Ad es., dopo aver mandato in esecuzione il comando hw, verrà visualizzato un processo dal nome hw.

- ***Tramite ps si può vedere la lista dei processi attivi***

```
pbellavis@lab3-linux:~$ ps
PID TTY STAT TIME COMMAND
4837 p2 S 0:00 -bash
6945 p2 S 0:00 sleep 5s
6948 p2 R 0:00 ps
```

Terminazione forzata processi

- È' possibile 'terminare forzatamente' un processo tramite il comando **`kill c`**he invia un segnale ad un processo

- Ad esempio:
- **`kill –9 <PID>`** provoca l'invio di un segnale
  - Esempio: **kill –9 6944**

- per conoscere il PID di un determinato processo, si può utilizzare il comando **ps**

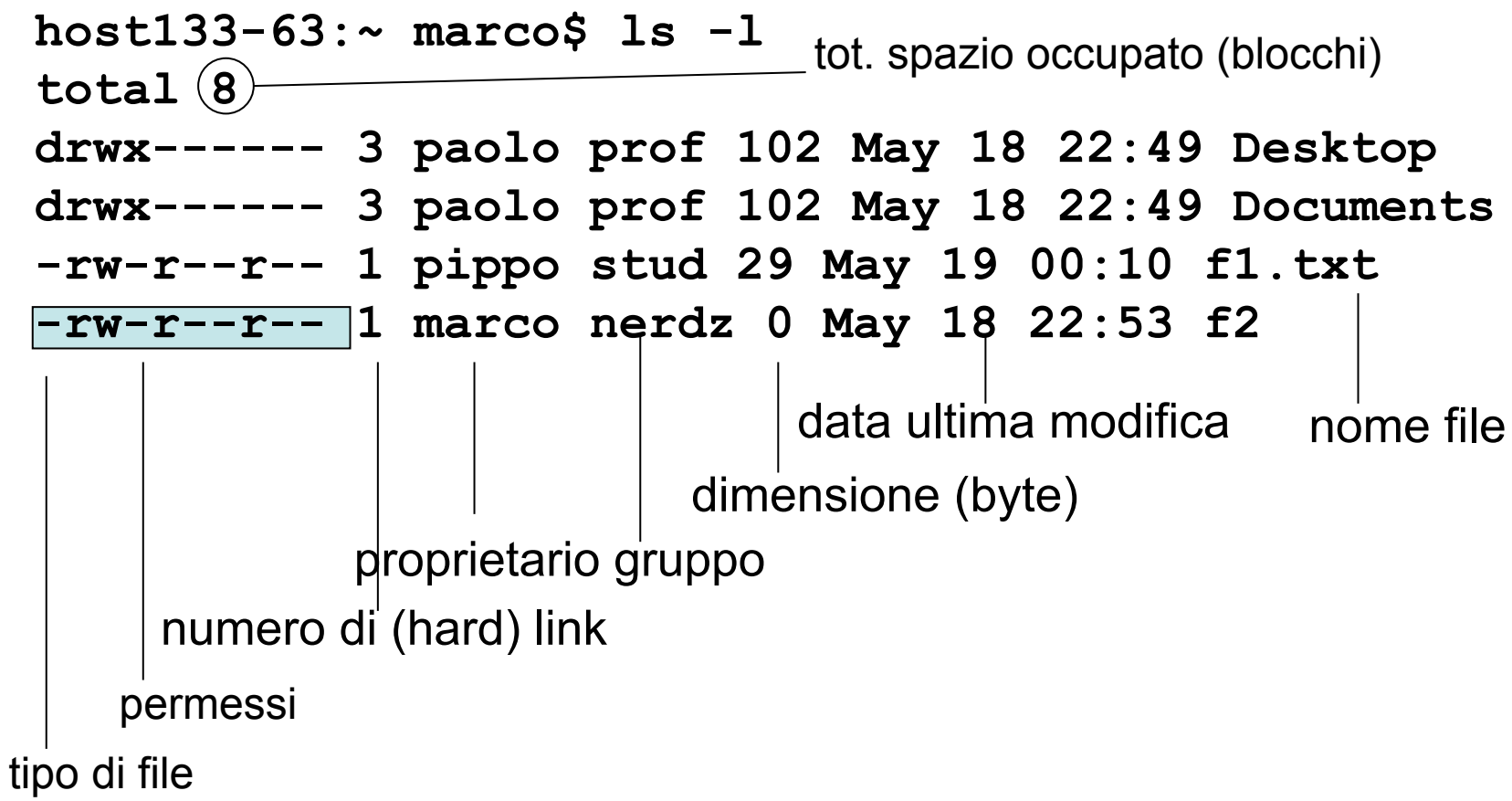
Utenti e Gruppi

- ***Sistema multiutente*** ⇒ problemi di privacy e di possibili interferenze: necessità di ***proteggere/nascondere informazione***

- Concetto di gruppo (es. staff, utenti, studenti, ...): possibilità di lavorare sugli stessi documenti

- ***Ogni utente appartiene a un gruppo*** ma può far parte anche di altri a seconda delle esigenze e configurazioni
- • Comandi relativi all'identità dell'utente
  - **`whoami`**
  - **id**

Informazioni legate ai file



Protezione dei file

- Molti utenti
  - Necessità di ***regolare gli accessi*** alle informazioni
- Per un file, esistono 3 tipi di utilizzatori:
  - proprietario, ***user***
  - gruppo del proprietario, ***group***
  - tutti gli altri utenti, ***others***
- Per ogni tipo di utilizzatore, si distinguono tre modi di accesso al file:
  - ***lettura (r)***
  - ***scrittura (w)***
  - ***esecuzione (x)*** (per una directory significa list del contenuto)

- Ogni file è marcato con
  - ***User-ID e Group-ID del proprietario***
  - ***12 bit di protezione***

Bit di Protezione dei file

0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
SUID	SGID	Sticky	R	W	X	R	W	X	R	W	X
			User			Group			Others		
			PERMESSI								

- Sticky bit
  - il sistema cerca di ***mantenere in memoria l'immagine del programma***, anche se non è in esecuzione

SUID e SGID

- SUID (Set User ID) (identificatore di utente effettivo)
  Si applica a un file di ***programma eseguibile solamente***
  Se vale 1, fa sì che ***l'utente*** che sta eseguendo quel programma ***venga considerato il proprietario di quel file (solo per la durata della esecuzione)***

  – È necessario per consentire operazioni di ***lettura/scrittura su file di sistema***, che l'utente non avrebbe il diritto di leggere/ modificare.

  – Esempio: **`mkdir`** crea un direttorio, ma per farlo deve anche ***modificare alcune aree di sistema*** (file di proprietà di root), che non potrebbero essere modificate da un utente. Solo SUID lo rende possibile

- SGID bit: come SUID bit, per il gruppo

Protezioni e diritti sui file

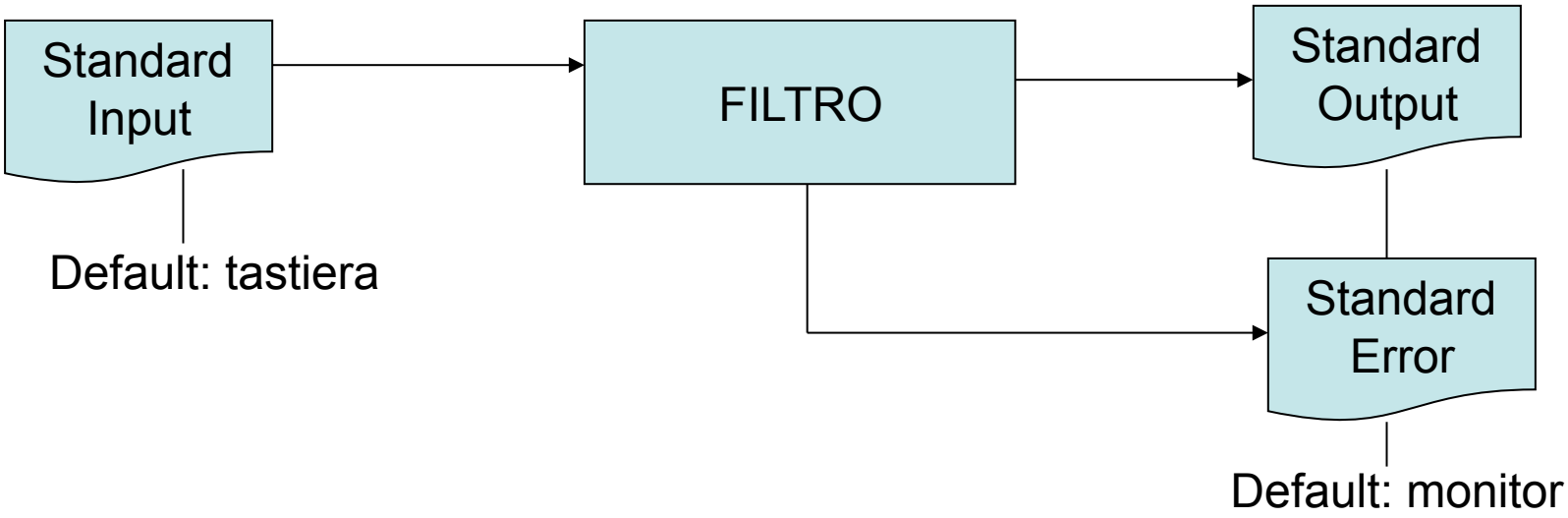
- Per variare i bit di protezione:
  - **`chmod [u g o] [+ -] [rwx] <nomefile>`**
- I permessi possono essere concessi o negati dal solo ***proprietario del file***
- Esempi di variazione dei bit di protezione:
  - **`chmod 0755 /usr/dir/file`**

0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
SUID	SGID	Sticky	R	W	X	R	W	X	R	W	X
			User			Group			Others		

  - **`chmod u-w fileimportante`**
- Altri comandi:
  - **`chown <nomeutente> <nomefile>`**
  - **`chgrp <nomegruppo> <nomefile>`**

Comandi e input/output

- ***comandi UNIX si comportano come FILTRI***
  - un filtro è un programma che riceve un ingresso da un input e produce il risultato su uno o più output



Comandi shell linux: filtri

- **`grep <testo> [<file>...]`**
  Ricerca di testo. Input: (lista di) file. Output: video
- **`tee <file>`**
  Scrive l'input sia su file, sia sul canale di output
- **`sort [<file>...]`**
  Ordina alfabeticamente le linee. Input: (lista di) file. Output: video
- **`rev <file>`**
  Inverte l'ordine delle linee di file. Output: video
- **`cut [-options] <file>`**
  Seleziona colonne da file. Output: video

Ridirezione

- Possibile ridirigere input e/o output di un comando facendo sì che non si legga da stdin (e/o non si scriva su stdout) ***ma da/su file***
  - ***senza cambiare il comando***
  - ***completa omogeneità tra dispositivi e file***
- Ridirezione dell'input
  - **`comando < file_input`**
- Ridirezione dell'output
  - **`comando > file_output`**
  - **`comando >> file_output`**

Aperto in lettura

Aperto in Scrittura
Nuovo o sovrascritto

Aperto in Scrittura
Append

Esempi

- **`ls -l > file`**

  File conterrà il risultato di **`ls -l`**
- **`sort < file > file2`**
- Ordina il contenuto di **`file`** scrivendo il risultato su **`file2`**
- Cosa succede con **`>file`** ?

Piping

- ***L'output di un comando può esser diretto a diventare l'input di un altro comando (piping)***
  - In DOS: ***realizzazione con file temporanei*** (primo comando scrive sul file temporaneo, secondo legge da questo)
  - In UNIX: ***pipe come costrutto parallelo*** (l'output del primo comando viene reso disponibile al secondo e consumato appena possibile, non ci sono file temporanei)
- Si realizza con il carattere speciale '|'

Esempi

- **`who | wc -l`**
  Conta gli utenti collegati
- **`ls -l | grep ^d | rev | cut -d' ' -f1 | rev`**
  Che cosa fa? Semplicemente mostra i nomi dei sottodirettori della directory corrente
- **`ls -l`** lista i file del direttorio corrente
- **`grep`** filtra le righe che cominciano con la lettera d (pattern **^d**,
- vedere il **man**) ovvero le directory (il primo carattere rappresenta il tipo di file)
- **`rev`** rovescia l'output di **`grep`**
- **`cut`** taglia la prima colonna dell'output passato da **`rev`**, considerando lo spazio come delimitatore (vedi **man**)
  quindi, poiché **`rev`** ha rovesciato righe prodotte da **`ls -l`**, estrae ilnome dei direttori 'al contrario'
- **`rev`** raddrizza i nomi dei direttori
- **Suggerimento**: aggiungere i comandi uno alla volta (per vedere cosa

Metacaratteri

- Shell riconosce ***caratteri speciali (wild card)***
  - ***** una qualunque stringa di zero o più caratteri in un nome di file
  - **?** un qualunque carattere in un nome di file
  - **[zf*c*]** un qualunque carattere, in un nome di file, compreso tra quelli nell'insieme. Anche **range** di valori: **[*a*-*d*]**

- Per esempio **`ls [q-s]*`** lista i file con nomi che iniziano con un carattere compreso tra q e s
  - **#** commento fino alla fine della linea
  - \ escape (segnala di ***non interpretare*** il carattere successivo come speciale

Metacaratteri: esempi

- `ls [a-p,1-7]*[c,f,d]?`
  - elenca i file i cui nomi hanno come iniziale un carattere compreso tra 'a e 'p' oppure tra 1 e 7, e il cui penultimo carattere sia 'c', 'f', o 'd‘

- `ls *\**`
  - Elenca i file che contengono, in qualunque posizione, il carattere *