Sistema Operativo UNIX

1970 - sviluppato nei Bell Labs di AT&T da D. Richie e K. Thompson

1976 - v6 prima versione distribuita all'esterno di AT&T

1991 - UNIX SYSVR4 e Linux 0.01

Caratteristiche attuali

- SO multiutente e multitasking
- memoria virtuale

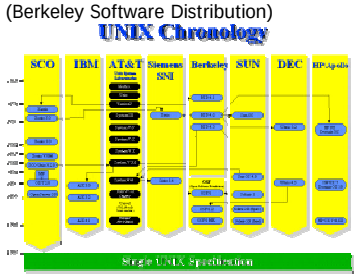
Elementi di base

- processore comandi (interprete o shell)
- nucleo (primitive di sistema)
- linguaggio di sistema (C)

Sistema Operativo UNIX

Due linee principali

- System V (AT&T)
- BSD 4.X (Berkeley Software Distribution)



www.unix-systems.org

- Ogni utente riceve una coppia *username* e *password*

Autenticazione per l'accesso al sistema (login):

```
Username: user123
Password:
```

- Ogni utente ha un direttorio di default (*home*) che è il direttorio corrente dopo il login
- L'uscita dal sistema va richiesta con `logout` (oppure `exit` oppure ^D)

Lo username root è riservato all'amministratore di sistema

File System (FS) : organizza l'informazione in *file/direttori*

Due aspetti del FS di UNIX:

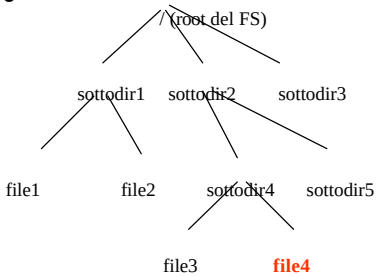
- omogeneità tra dispositivi e file
- i file sono stream di byte (nessuna organizzazione logica/record da parte del SO)

File System gerarchico: organizzazione ad albero

nodo interno = *sottodirettorio*

nodo foglia = *file*

Organizzazione del FS

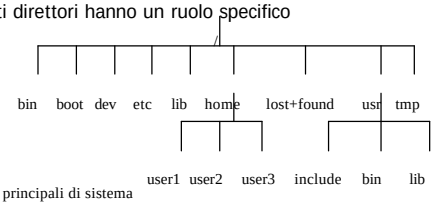


Nome assoluto: /sottodir2/sottodir4/file4

Nome relativo (dal direttorio corrente sottodir2): sottodir4/file4

Struttura di un tipico FS UNIX

- molti direttori hanno un ruolo specifico



bin comandi principali di sistema
dev file speciali associati ai dispositivi
etc file di configurazione del sistema
lib librerie di sistema
/usr/bin altri comandi
/usr/include header per linguaggio C
/home/user home degli utenti

Protezione del FS

- E`necessario regolare l'accesso alle informazioni
- Per ogni file/direttorio vengono definite tre classi di utenti
  - il proprietario (**user**)
  - il gruppo del proprietario (**group**)
  - tutti gli altri utenti (**others**)
- Per ogni tipo di utilizzatore vengono definiti tre modi di accesso:
  - lettura (**r**)
  - scrittura (**w**)
  - esecuzione (**x**) (*per i direttori regola l'accesso*)

Ogni utente ha un identificatore (user ID - codice numerico associato al suo username) e uno o più gruppi (group ID)

- Ogni file/direttorio è associato a:
  - user-id del proprietario
  - group-id del proprietario
  - insieme di 12 bit di protezione

12	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*
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			**G**roup			**O**thers		

- i primi 9 sono triple di permessi che abilitano (**r**, **w**, **x**) a ciascuna classe di utilizzatore (**U**, **G**, **O**)

12	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*
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			**G**roup			**O**thers		

Il dodicesimo bit è detto set-user-id-bit

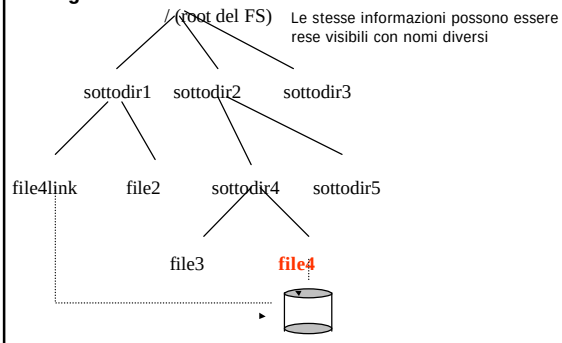
- Se è a 1 l'user-ID effettivo dell'utente diventa uguale a quello del proprietario del file per la durata dell'esecuzione del programma/script
- Necessario per comandi che accedono/modificano a risorse di root (ad es. `passwd`)
- Problemi di sicurezza

L'undicesimo bit è detto set-group-id-bit

- come SUID ma per il group-id

Il decimo bit è detto sticky bit (diversi significati)

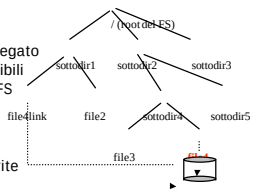
Linking



Linking

Due tipi di link

- **hard link**
  - un nuovo nome per l'oggetto collegato
  - il link e l'originale sono indistinguibili
  - condividono lo stesso i-node nel FS
  - limitazioni varie
- **symbolic link**
  - sono file speciali
  - le operazioni di I/O vengono riferite all'oggetto collegato
  - la cancellazione opera invece sul link
  - opzione -s per il comando ln




```
ln /sottodir2/sottodir4/file4 /sottodir1/file4link
```


Shell

- Lo shell mette in esecuzione i comandi forniti uno dopo l'altro (modalità interprete comandi - interattiva)

loop forever
<**accetta** comando da console>
<**esegui** comando>
end loop;

- Accetta comandi anche da un file comandi fino alla fine del file (modalità processore comandi - interprete script)

loop forever
<LOGIN>
repeat
<**accetta** comando da console/file>
<**esegui** comando>
until <fine file>
<LOGOUT>
end loop;

Vari shell disponibili

- bourne shell
- bash
- csh
- tcsh

Sintassi generale

comando [-opzioni] [argomenti] <CR>

Sulla stessa linea si possono separare più comandi con ; (esecuzione sequenziale)

comando1 ; comando2 ...

Comandi relativi al FS

Gestione direttori

```
mkdir <nomedir>
rmdir <nomedir>
cd <nomedir>
ls <nomedir>          (lista il contenuto direttorio)
```


Trattamento file

```
ln <nomefile>  <nomelink>
cp <filesorg>  <filedest>
mv <nomefile>  <nuovonomefile>
rm <nomefile>
cat <nomefileditesto>  (visualizza il contenuto)
file <nomefile>        (identifica il tipo di file)
```

Esempi

```
cd /tmp
cat .cshrc
ls /bin
rm *
```


Protezione nel FS

chmod [u g o] [+ -] [rwx] <nomefileodirettorio>

oppure

chmod nuovidiritti$_8$ <nomefileodirettorio>

- Il proprietario del file/direttorio può modificarne i diritti

Esempio

12	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*
0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
SUID	SGID	sticky	**R**	**W**	**X**	**R**	**W**	**X**	**R**	**W**	**X**
				User			**G**roup			**O**thers	

chmod ug+x miofile

12	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*
0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
SUID	SGID	sticky	**R**	**W**	**X**	**R**	**W**	**X**	**R**	**W**	**X**
				User			**G**roup			**O**thers	

chmod 554 miofile

Altre informazioni (ottenute con `ls -l`)

```
-rwxr-xr-x    1 root     root         2612 Mar  7  2000 arch
-rwxr-xr-x    1 root     root        60592 Feb  3  2000 ash
-rwxr-xr-x    1 root     root       263064 Feb  3  2000 ash.static
-rwxr-xr-x    1 root     root         9968 Feb  3  2000 aumix-minimal
lrwxrwxrwx    1 root     root            4 Sep 22  2000 awk -> gawk
-rwxr-xr-x    1 root     root         5756 Mar  7  2000 basename
```

Numero (hard) link — ownerID — groupID

chown nomeutente <nomefileodirettorio>
chgrp nomegruppo <nomefileodirettorio>

Solo l'amministratore (root) può modificare la proprietà di file altrui

ls -a [nomedirettorio] (per visualizzare file il cui nome inizia con "." che sono normalmente nascosti)

ls -a .cshrc

Comandi di stato

```
date
time <nomecomando>   (visualizza il tempo di esecuzione)
who                  (visualizza gli utenti correnti)
ps                   (visualizza i processi correnti)
top                  (visualizza e ordina i processi correnti e stato del sistema)
free                 (visualizza lo stato di occupazione della memoria del sistema )
```

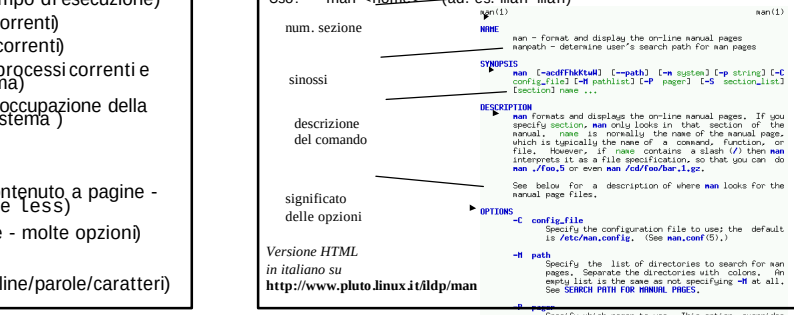
Altri comandi che operano su file di testo

```
more <nomefile>    (visualizza il contenuto a pagine - meglio usare less)
sort <nomefile>    (ordina le righe - molte opzioni)
diff <nomefile1> <nomefile2>
wc [-lwc] [<nomefile>] (conta line/parole/caratteri)
```


Manuale on-line

documenta i comandi (sez. 1) , le system call (sez. 2) e altro (...)

Uso: man <nome> (ad. es. man man)



num. sezione

sinossi

descrizione del comando

significato delle opzioni

Versione HTML in italiano su
http://www.pluto.linux.it/ildp/man

Comandi

Manuale on-line

`man -s 2 read` (per ricercare solo in una certa sezione - utile se vi sono omonimie tra comandi e system call)

Per conoscere in quali direttori vengono cercate le pagine di manuale:

manpath (oppure visualizzare la var. di ambiente MANPATH)

Altri comandi

apropos <stringa> (ricerca la presenza della stringa nel DB della descrizione dei comandi

whatis <parola> (ricerca la presenza della parola intera nel DB della descrizione dei comandi

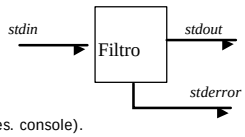
Comandi

Redirezione dell' I/O

Molti comandi di UNIX sono **filtri**

- possono leggere i dati di ingresso da file o dallo *standard input*
- producono risultati sullo *standard output*
- si possono combinare tra loro per ottenere comandi più complessi

Tutti i processi UNIX (non solo i filtri) dispongono dei tre canali logici di ingresso, uscita ed errore



Normalmente questi canali sono associati al terminale in uso (ad. es. console).
La redirezione permette di modificare questa associazione senza cambiare il comando:

`ls` (visualizza a schermo)
`ls >listadeimieifile` (l'output di ls viene rediretto sul file)

Comandi

Redirezione dell' input

<comando> < <fileinput>

Redirezione dell' output

<comando> > <fileoutput>

<comando> >> <fileoutput> (output concatenato)

Redirezione dell' output e di error

<comando> >& <fileinput>

Osservazioni
- E' lo shell che riconosce la redirezione e la applica prima di eseguire il comando (vedremo più avanti come)
- si può ridirigere l'I/O sui file speciali associati ai dispositivi (/dev/printer)

Comandi

Alcuni filtri UNIX

`(more, sort, wc)`
`grep "stringa" [nomefile]` (ricerca l'occorrenza della stringa nello stdin o nel file)
`tee <nomefile>` (copia lo stdin in stdout ma anche nel file)
`head [-numerolinee] [nomefile]`
`tail [-numerolinee] [nomefile]`
`awk [-opzioni] [nomefile]` (ling. di programmazione orientato all'elaborazione di testi basato su pattern/rule)

Osservazione:
Gli innumerevoli filtri UNIX possono essere utilizzati come blocchi elementari per costruire elaborazioni più complesse mediante il costrutto di **piping** di comandi

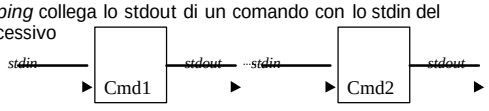
Comandi

Piping di comandi

Costrutto UNIX per il collegamento automatico di comandi

`<comando1> | <comando2> | … | <comandoN>`

il *piping* collega lo stdout di un comando con lo stdin del successivo



In UNIX il piping è un costrutto parallelo: ogni comando è mappato su un processo che procede concorrentemente agli altri

In DOS il piping è implementato mediante file temporanei
`<comando1> > filetemp ; <comando2> < filetemp`

Comandi

Esempi di piping di comandi

ls /bin | wc -l

ps -elf | grep mionomeutente

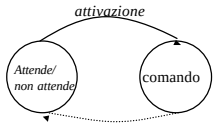
who | awk '{print $1}' | uniq | wc -l

Esecuzione di un comando in shell

Se il comando non è interno (*built-in*) viene eseguito da un nuovo shell attivato dallo shell corrente

Il nuovo shell effettua nell'ordine:

1) le sostituzioni nella linea di comando
   - Variabili d'ambiente
   - Sostituzione dei comandi
   - Metacaratteri
2) la ricerca del comando
3) l' esecuzione del comando



Shell corrente (padre) — nuovo shell (figlio)

Due modalità di esecuzione dei comandi

- *Foreground*

lo shell padre **attende** il completamento dell' esecuzione del comando (default)

- *Background*

lo shell padre **non attende** il completamento dell' esecuzione del comando (& alla fine della linea)

```
bash$ ls -lR >mieifile &
[1] 23486
bash$
bash$ date
Thu Mar 14 11:38:27 CET 2002
bash$
[1]+  Done                    ls -lR >mieifile
bash$
```

La redirezione (soprattutto dell'input) è necessaria

identificatore del nuovo processo

Lo shell padre è immediatamente disponibile

Lo shell padre è informato del completamento del comando

Variabili di shell

Ogni shell mantiene un insieme di variabili che ne modificano il funzionamento:

- le variabili interne sono private a ciascun shell
- le variabili d'ambiente (*environment*) sono rese disponibili (copiate) ai processi figli

Le variabili hanno un nome ed un valore (stringa) :

- i riferimenti ai valori si esprimono con `$nomevariabile`
- la sintassi di assegnamento dipende dal tipo di shell
  - setenv X pippo (tcsh - variabile d' ambiente)
  - set X=pippo (tcsh - variabile interna)
  - Y=$X (bourne/bash - variabile interna)
  - export Y (bourne/bash - inserita nell'ambiente)

Esempi di variabili di shell

- variabili d'ambiente
  - PATH indica i direttori in cui ricercare i comandi
  - SHELL indica il tipo di shell di default dell' utente
  - HOME indica il direttorio di accesso dell'utente (~ equivale a $HOME per bash/tcsh)

  Sono assegnate in fase di login
- variabili interne
  - prompt (tcsh - configura la stringa di prompt dello shell)
  - status (tcsh - contiene il valore di uscita dell'ultimo comando)

Per visualizzare tutte le variabili `printenv` (per var. ambiente) e `set` (per var. interne)

Sostituzione comandi

```
set mieifileC=`ls *.c`
```

i comandi compresi tra i backquote vengono eseguiti e viene prodotto il risultato

Metacaratteri

Molti caratteri hanno un significato speciale nella linea di comando (alcuni già visti: > < | & **$** `)

- **#** : commento (la linea non viene eseguita)
- **!** : accede al meccanismo di storia dei comandi (`history`)
  - !! (ultimo comando eseguito)
  - !abc (ultimo comando che inizia con abc)
- *** ?** e altri : pattern-matching con i nomi dei file

Metacaratteri

- ***** : una qualunque stringa di zero o più caratteri in un nome di file/direttorio
- **?** : un qualunque carattere in un nome di file/direttorio
- $[c_1c_2...c_n]$ o $[c_1, c_2..., c_n]$: un qualunque carattere in un nome di file/direttorio incluso in quell'insieme
- $[c_1\text{-}c_n]$: un qualunque carattere in un nome di file/direttorio compreso nell'intervallo indicato

Esempi

ls [ab]*.c

ls file[0-9].?

ls *\?* *Il carattere \ (backslash) priva un metacaratteri del suo significato*

Controllo sulla espansione della linea di comando

Lo shell esegue di norma le seguenti sostituzioni

1) Variabili d'ambiente
2) Sostituzione dei comandi
3) Metacaratteri

' (quote) non permette alcuna espansione (nessuna sostituzione - né 1 né 2 né 3)

" (double quote) permette le sole sostituzioni 1 e 2 (non la 3)

Esempio

```
set y=3
echo '* e $y' # produce * e $y
echo "* e $y" # produce * e 3
```


Programmazione nello shell

Gli shell UNIX sono processori di comandi:

- interpreti del proprio linguaggio comandi (sintassi) simile ad un normale linguaggio di programmazione :
  - istruzioni per il controllo di flusso (`if/case/for/while/...`)
  - variabili (bash/tcsh anche variabili numeriche)
  - passaggio dei parametri
  - funzioni (sh/bash)
- consentono la rapida prototipazione di applicazioni (in alternativa al C o agli interpreti perl/python/...)

I file comandi sono generalmente detti ***script***

Esecuzione di uno script

Due possibilità

- rendere eseguibile lo script e lanciarlo in esecuzione:

  `chmod +x mioscript ; mioscript` (viene messo automaticamente in esecuzione uno shell)

- invocare uno shell per eseguirlo:

  `sh mioscript` (l'opzione -x mostra l'esecuzione di ciascun comando)

E' bene esplicitare nel file comandi l'interprete richiesto per l'esecuzione inserendo un commento speciale all'inizio del file:

```
#! /bin/tcsh
echo Script running
...
```

In assenza del commento UNIX mette in esecuzione sh

Passaggio dei parametri

Gli argomenti di invocazione dello script sono disponibili in variabili posizionali:

`mioscript argomento1 argomento2 … argomentoN`

variabile $0 : il comando
variabile $1 : il primo argomento
variabile $2 : il secondo argomento
...

Esempio

lo script DIR1 contiene `ls ~/$1`
invocato con `DIR1 bin`: $0 vale DIR1
$1 vale bin

Altre variabili

$*	l'insieme di tutte le variabili posizionali (tutti gli argomenti)
$#	il numero di argomenti di attivazione ($0 escluso)
$$	l' identificatore del processo in esecuzione (PID)
$?	lo stato (valore di uscita) dell'ultimo comando eseguito

L' esecuzione di un comando produce un valore di uscita (anche in $status) che può essere resa parte di una espressione (istruzioni per il controllo di flusso) :

valore zero ⇒ esecuzione riuscita
valore positivo ⇒ errore

Esempio

`cp miofile $DIR ; echo $status` (0 ⇒ OK ; >0 ⇒ è fallito (esistenza del file/diritti/spazio nel FS/...)

`grep stringa fileditesto` (0 ⇒ OK il file contiene la stringa)

Alcuni comandi e istruzioni per script Bourne/bash

- **test** -opzioni condizione : comando per valutare varie condizioni (espressioni e condizioni sui file -f -d -r)
- **if (** <comandi> **)** : istruzione condizionale
  then <comandi> **[else** <comandi> **] fi**
- **for** <var> **[in** <list> **] do** <comandi> **done :** istruzione per ripetizione enumerativa
- **while** <comandi> **do** <comandi> **done :** istruzione per ripetizione non enumerativa
- **case** <var> **in** <pattern-1> <comandi> ... **esac** : istruzione per alternativa multipla
- **read** <var> : comando per l'input di una variabile da stdin
- **echo** <stringa> : comando per visualizzare stringhe (echo $newvar)
- **exit** [status] : istruzione per la terminazione dello script (con eventuale valore di uscita)

Shell

Un semplice esempio di script per spostare in un direttorio tutti i file di una certa estensione che contengono una certa parola:

Invocazione

```
sposta estensione parola direttorio
```

```
#! /bin/sh

if (test $# -ne 3) then
        echo "Uso: $0 estensione parola direttorio"
        exit -1
fi

if (test ! -d $3) then
        echo "Il direttorio $3 non esiste"
        exit -2
fi

for i in *.$1
do
echo "Esamino il file $i"
if (grep $2 $i ) then
        echo "Sposto $i in $3"
        mv $i $3
        fi
done
```