

## Introduzione

### 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)

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

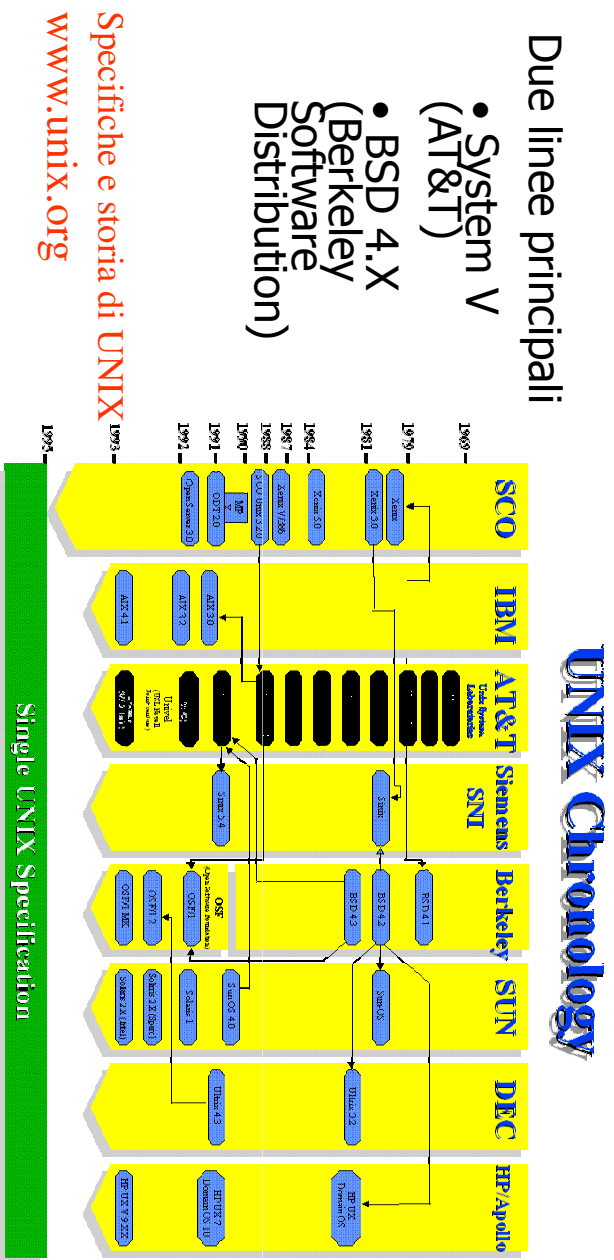
1

## Introduzione

### Sistema Operativo UNIX

Due linee principali

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



Specifiche e storia di UNIX  
[www.unix.org](http://www.unix.org)

2001 Single UNIX Specification, Version 3 - Version 3 of the Single UNIX Specification unites IEEE

POSIX, The Open Group and the industry efforts. Linux 2.4 kernel released.

2002 2003 ISO/IEC 9945:2003 - The core volumes of Version 3 of the Single UNIX Specification are approved as an international standard. The "Westwood" test suite ship for the UNIX 03 brand.

Solaris 9.0 E ships. Linux 2.6 kernel released.

2003 standard ISO/IEC 9945-2003

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

2

## Login/logout

- Ogni utente riceve dall'amministratore di sistema una coppia *username* e *password* (credenziali di accesso) per autenticarsi all'accesso al sistema (session login) :

Username : user123

Password : .....

- Ogni utente ha un directorio di default (*home*) che è il directorio 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

**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)

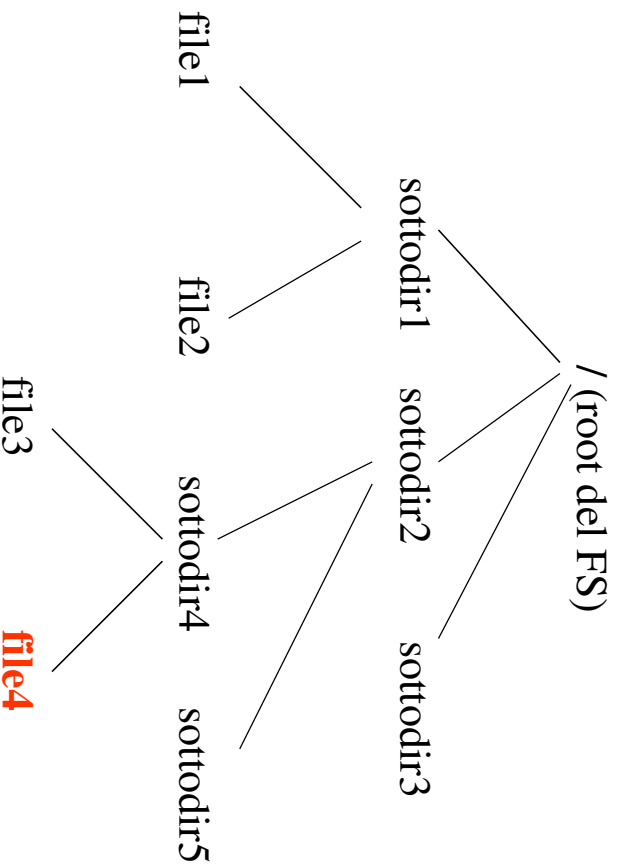
**File System gerarchico**: organizzazione ad albero

nodo interno = *sottodirettorio*

nodo foglia = *file (o sottodirettorio vuoto)*

## File system

### Organizzazione del FS



Nome assoluto: **/sottodir2/sottodir4/file4**

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

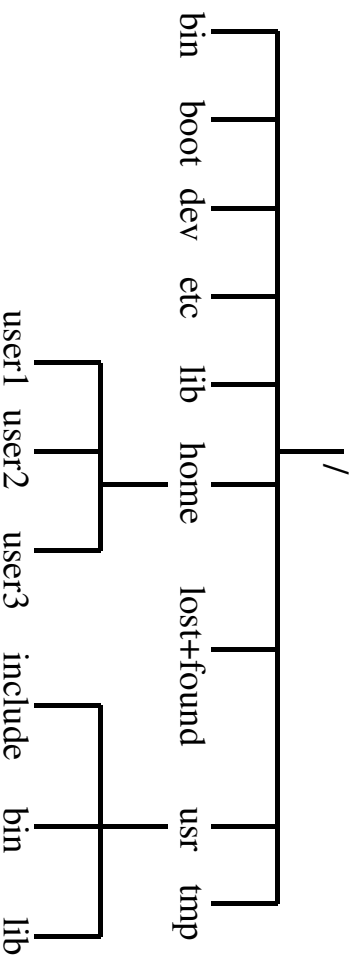
Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

5

## File system

### 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

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

6

## File system

### 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*)

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

7

## File system

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		<b>R</b>	<b>w</b>	<b>x</b>		<b>R</b>	<b>w</b>	<b>x</b>		<b>R</b>	<b>w</b>	<b>x</b>
				<b>User</b>				<b>Group</b>				<b>Others</b>		

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

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

8

## File system

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			Group			others		

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

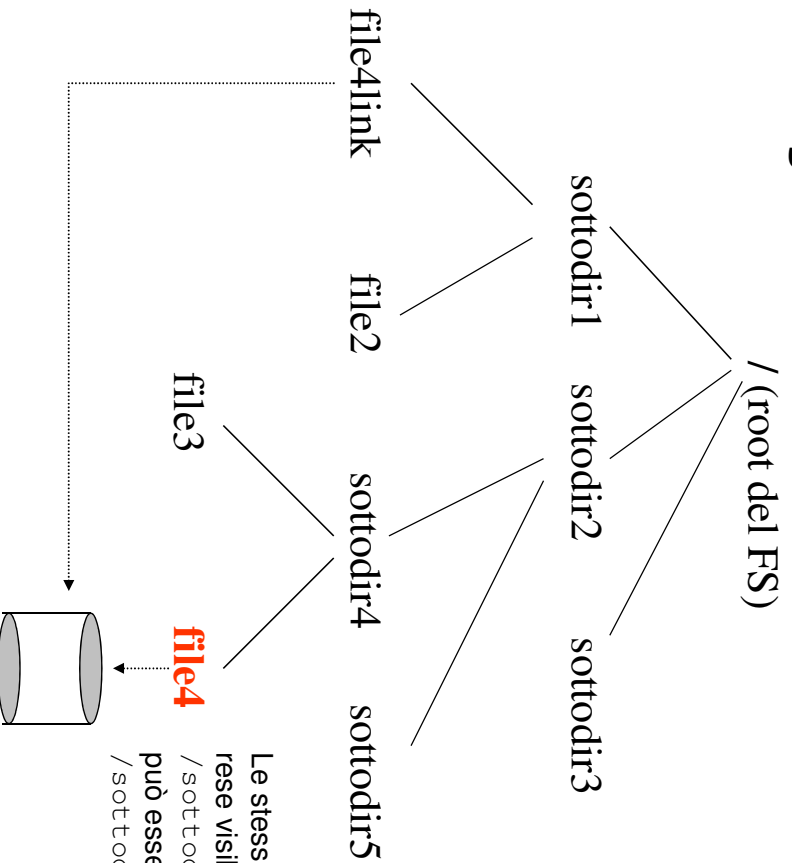
L'undicesimo bit è detto set-group-id-bit

- come SUID ma per il group-id

Il decimo bit è detto sticky bit (diversi significati)

## File system

### Linking



Le stesse informazioni possono essere rese visibili con nomi diversi:  
/sottodir2/sottodir4/file4  
può essere anche referenziato come /sottodir1/file4link

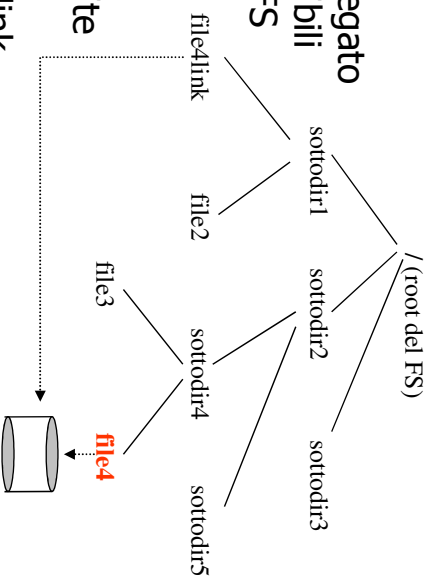
## File system

---

### 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
```

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

11

## Comandi

---

### 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** (default Linux)
- csh
- tcsh

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

12

## Comandi

### **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>	crea un direttorio
rmdir <nomedir>	rimuove un direttorio
cd <nomedir>	cambia il direttorio corrente
ls <nomedir>	(lista il contenuto direttorio)

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

13

## Comandi

#### Trattamento file

ln <nomefile>	<nomelink>	crea un link
cp <filesorg>	<filedest>	copia file
mv <nomefile>	<nuovonomefile>	sposta o rinomina file
rm <nomefile>	<b>cancella file</b>	
cat <nomefilleditesto>		(visualizza il contenuto)
file <nomefile>		(identifica il tipo di file)

#### Esempi

```
cd /tmp
cat .cshrc
ls /bin
rm * (attenzione : il recupero dei file cancellati è complesso
in Linux !)
```

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

14

## Comandi

### Protezione nel FS

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

oppure

```
chmod nuovidiritti <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          Group  others
chmod ug+X miofile
chmod 554 miofile
12 11 10 | 9 8 7 | 6 5 4 | 3 2 1
0 0 0 | 1 1 1 | 1 0 1 | 1 0 0
SUID SGID sticky | R W X | R W X | R W X
User          Group  others
```

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

15

## Comandi

### 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
```

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

16



## Comandi

---

### 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 linee/parole/caratteri)

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

17

## Comandi

---

### Manuale on-line

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

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

The screenshot shows the output of the `man man` command. Arrows point from labels on the left to corresponding sections in the terminal output:

- numn. sezione** points to the `man(1)` header.
- sinossi** points to the **SYNOPSIS** section.
- descrizione del comando** points to the **DESCRIPTION** section.
- significato delle opzioni** points to the **OPTIONS** section.

```
man(1)
NAME
    man - format and display the on-line manual pages
    manpath - determine user's search path for man pages

SYNOPSIS
    man [-acdfFhkkKlM] [--path] [-n system] [-p string] [-C
    config_file] [-H pathlist] [-P pager] [-S section_list]
    [section] name ...

DESCRIPTION
    man formats and displays the on-line manual pages.  If you
    specify section, man only looks in that section of the
    manual; name is normally the name of the manual page,
    which is typically the name of a command, function, or
    file.  However, if name contains a slash (/) then man
    interprets it as a file specification, so that you can do
    man ./foo.5 or even man /cd/foo/bar-1.gz.

See below for a description of where man looks for the
manual page files.

OPTIONS
  -C config_file
    Specify the configuration file to use; the default
    is /etc/man.config. (See man.conf(5).)

  -H path
    Specify the list of directories to search for man
    pages.  Separate the directories with colons.  An
    empty list is the same as not specifying -H at all.
    See SEARCH PATH FOR MANUAL PAGES.

  -P pager
    Specify which pager to use.  This option overrides
```

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

18

## 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)

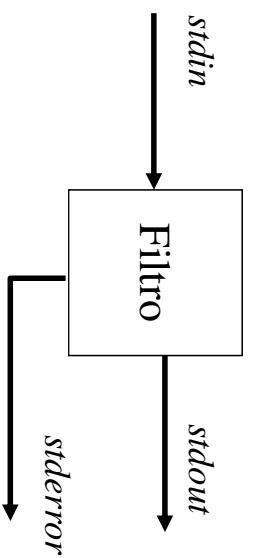
## Comandi

### 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 redirectione permette di modificare questa associazione senza cambiare il comando:

```
ls  
ls > listadeimieifile (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> >& <fileoutput>

### 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

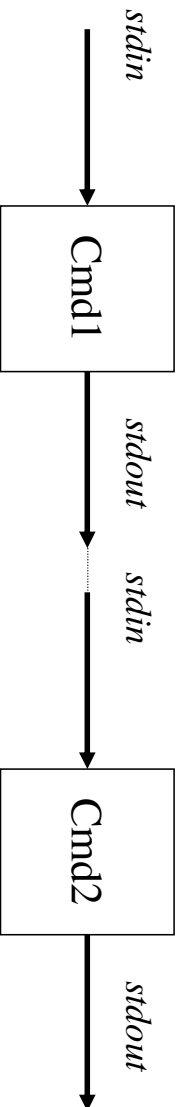
## Comandi

### Piping di comandi

Costruito 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 costruito 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
```

## Shell

---

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
- 
- ```
graph LR; A((Attende/ non attende)) -- attivazione --> B((comando)); B -.-> A;
```
- Shell  
corrente  
(padre)
- nuovo  
shell  
(figlio)

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

25

## Shell

---

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

La redirection (soprattutto dell'input) è necessaria  
identificatore del nuovo processo

Lo shell padre è immediatamente disponibile

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

26

## Shell

### 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 `$nomevariabile`
- **la sintassi di assegnamento dipende dal tipo di shell:**
  - `Y=$X` (bourne/bash - variabile interna)
  - `export Y` (bourne/bash - inserita nell'ambiente)
  - `setenv X pippo` (tcsh - variabile d' ambiente)
  - `set X=pippo` (tcsh - variabile interna)

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

27

## Shell

### 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 *Sono assegnate in fase di login*
  - HOME indica il direttorio di accesso dell'utente (~ equivale a \$HOME per bash/tcsh)

- **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)

Sis.Op. A - UNIX - Interazione utente

28

## Shell

### 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

## Shell

### 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<sub>1</sub>c<sub>2</sub>...c<sub>n</sub>] o [c<sub>1</sub>,c<sub>2</sub>...,c<sub>n</sub>] : un qualunque carattere in un nome di file/direttorio incluso in quell'insieme
- [c<sub>1</sub>-c<sub>n</sub>] : 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 metacarattere del suo significato
```

## Shell

### 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

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

## Shell

### 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`) : ad es. `lt()` { `ls -lat $* | head ;` }
- consentono la rapida prototipazione di applicazioni (in alternativa al C o agli interpreti `perl/python/...`)

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



## **Shell**

---

### **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 invocato nello script)
```

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

## **Shell**

---

### **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`

## Shell

### 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)
```

## Shell

### 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
sposta estensione parola direttorio
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
```