Bash Shell

Università di Modena e Reggio Emilia
Prof. Nicola Bicocchi (nicola.bicocchi@unimore.it)

ING

Utilità

Builtins

- Bash, come interprete dei comandi, carica in memoria il contenuto di file binari presenti nel filesystem (es. /bin/ls), e li rende disponibili per l'esecuzione attraverso la metafora di *processo*

```
$ ls
$ which ls
/bin/ls
$ which which
/usr/bin/which
```

Builtins

- Esistono particolari comandi, detti builtins, che non provengono dall'esecuzione di un file binario ma sono implementati all'interno della shell. Nel loro caso, *$ which comando* non ritorna un percorso perchè il file binario non esiste! Ad esempio:

```
$ cd
$ alias
$ history
$ logout
```

https://www.gnu.org/software/bash/manual/html_node/Bash-Builtins.html

alias

```
$ alias ll='ls -l'
$ ll
drwxr-xr-x+  51 nicola  staff   1632 Mar 14 11:09 .
drwxr-xr-x    6 root    admin    192 Nov 14  2018 ..
drwx------@   6 nicola  staff    192 Feb 24 16:09 Applications
drwx------+   6 nicola  staff    192 Mar 19 00:10 Desktop
drwx------+   7 nicola  staff    224 Feb 29 12:15 Documents
drwxr-xr-x+  28 nicola  staff    896 Mar 18 18:55 Downloads
drwx------@   9 nicola  staff    288 Mar 11 13:16 Dropbox
drwx------@  10 nicola  staff    320 Mar 14 11:10 Google Drive
drwx------@  75 nicola  staff   2400 Mar  3 19:07 Library
drwx------+   3 nicola  staff     96 Jul  6  2018 Movies
$ unalias ll
```

history

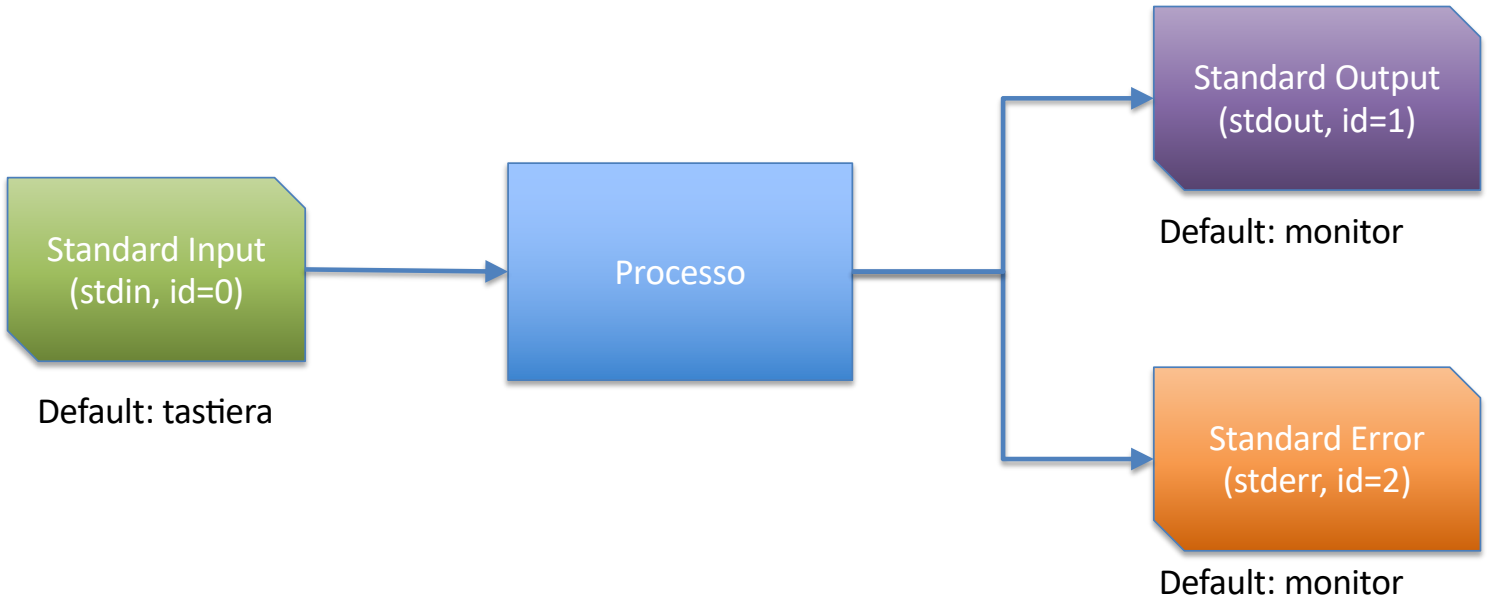
```
$ history
1 uname -a
2 clear
3 exit
4 ls

$ !!     (esegue ultimo comando)
$ !2     (esegue comando #2)
```

Freccia su-giù, ctrl-r, tab

- Tasti freccia (su e giù) consentono di spostarsi all'interno della lista dei comandi precedenti (lo stesso elenco mostrato dal commando history)
- ctrl-r consente di inserire una stringa e selezionare tutti i comandi precedenti che la contengono. Ogni pressione successiva della combinazione ctrl-r accede agli altri comandi della stessa selezione
- tab auto-completa i nomi di file. Una doppia pressione (rapida) mostra l'elenco di tutte le possibilità disponibili

Ridirezione flussi dati

Flussi dati


Standard Input
(stdin, id=0)
Default: tastiera
Processo
Standard Output
(stdout, id=1)
Default: monitor
Standard Error
(stderr, id=2)
Default: monitor

Filtri Unix

- cat [opzione]… [file]…
  - legge da file o stdin, scrive su stdout
- grep [opzione]… testo [file]…
  - Legge da file o stdin, scrive su stdout le linee che contengono <testo>
- head [opzione]… [file]…
  - Legge da file o stdin, scrive su stdout un subset delle righe (prime n)
- tail [opzione]… [file]…
  - Legge da file o stdin, scrive su stdout un subset delle righe (ultime n)
- cut [opzione]… [file]…
  - Legge da file o stdin, scrive su stdout un subset delle colonne del file
- sort [opzione]… [file]…
  - Legge da file o stdin, scrive su stdout linee ordinate
- tee [opzione]… file
  - Legge da stdin, sdoppia il flusso in ingresso su stdout e <file>

Ridirezione

- E’ possibile ridirigere input e/o output di un comando facendo sì che stdin/stdout/stderr siano sostituiti da file in modo trasparente al comando
- Ridirezione dell’input
  - `comando < filein`
- Ridirezione dell’output
  - `comando > fileout  (sovrascrive fileout)`
  - `comando >> fileout (aggiunge alla fine di fileout)`

Esempi ridirezione

```
$ cat /etc/passwd
```

cat legge da /etc/passwd e stampa il contenuto su stdout

```
$ cat < /etc/passwd
```

cat legge da stdin, ma il flusso proviene da /etc/passwd

```
$ sort < fin > fout
```

sort legge da stdin, ma il flusso proviene da fin

sort scrive su stdout, ma il flusso è ridiretto su fout

```
$ head fin > fout
```

head legge da fin

head scrive su stdout, ma il flusso è ridiretto su fout

Esempi ridirezione

```
$ tr [:lower:] [:upper:] < fin > fout
```

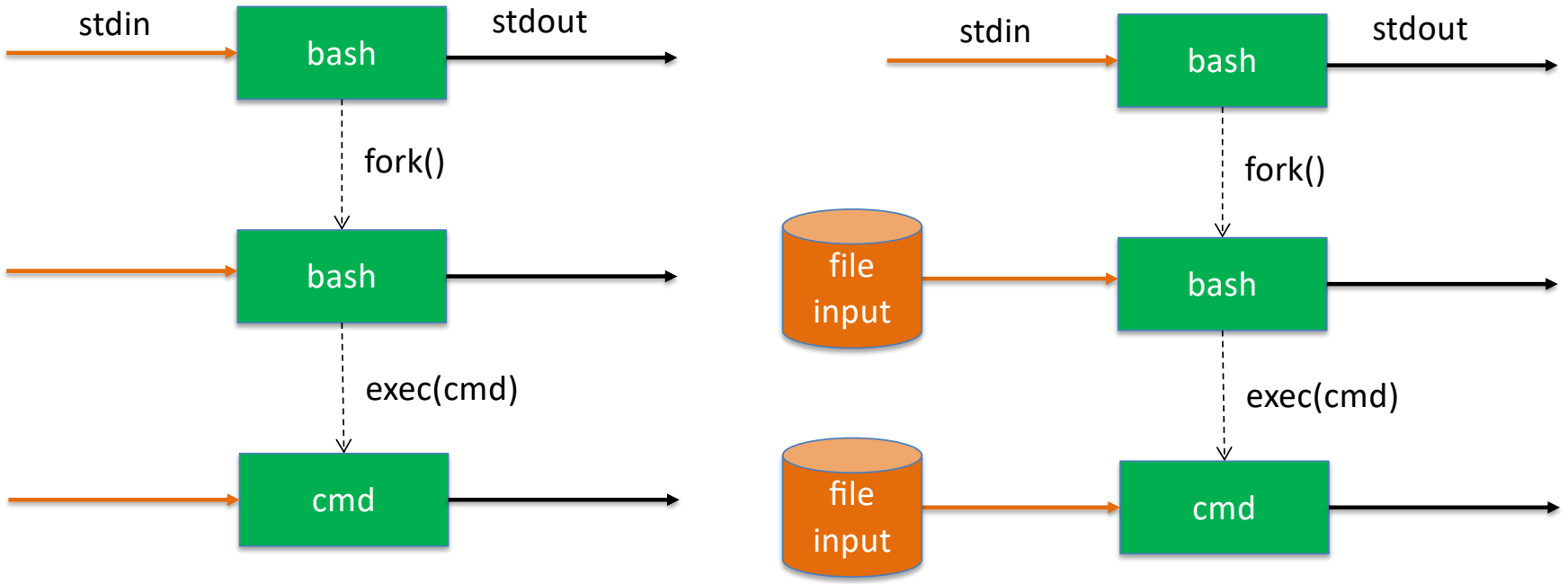
tr legge da stdin, ma il flusso proviene da fin

tr scrive su stdout, ma il flusso è ridiretto su fout

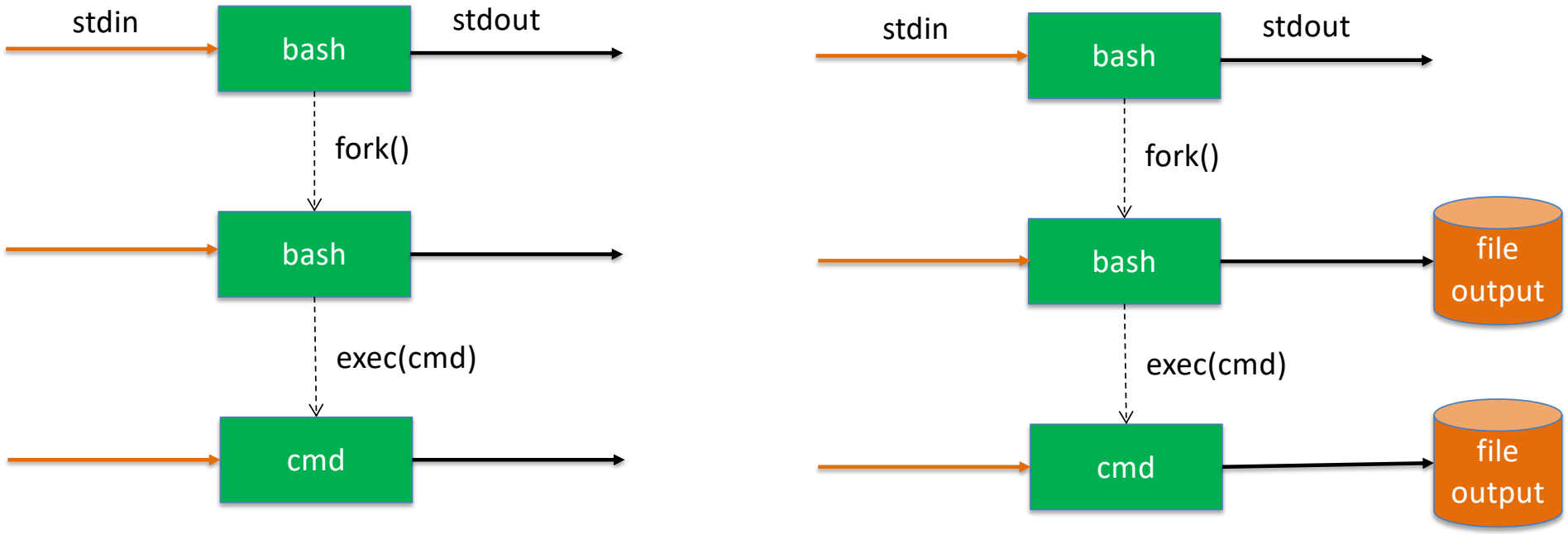
$ who >> users

who scrive su stdout, ma il flusso è ridiretto su users (append)

Implementazione ridirezione input



Implementazione ridirezione output



Separazione stdout, stderr

```
$ grep nicola /etc/passwd
```

- Seleziona tutte le righe che contengono la stringa *nicola* all'interno del file */etc/passwd* e le stampa sul terminale
  - Se il file viene trovato, stampa il risultato su stdout
  - Se il file non viene trovato, stampa un errore su stderr
- E' possibile separare stdout e stderr menzionandoli in modo esplicito in forma numerica (0 = stdin, 1=stdout, 2=stderr)

```
$ grep nicola /etc/passwd 1>/dev/null
(scarta stdout, mostra stderr)

$ grep nicola /etc/passwd 2>/dev/null
(scarta stderr, mostra stdout)
```

Separazione stdout, stderr

```
$ vim test.py
#!/usr/bin/env python3
import sys
sys.stdout.write("Hello stdout!\n")
sys.stderr.write("Hello stderr!\n")
sys.exit(0)
$ chmod 755 test.py
$ ./test.py 1>/dev/null
Hello stderr!
$ ./test.py 2>/dev/null
Hello stdout!
```

/dev/null

- /dev/null File speciale (device) che scarta tutto ciò che gli viene scritto sopra. E' il buco nero di ogni sistema
- /dev/zero File speciale (device) che produce zeri all'infinito quando viene letto.
- /dev/urandom File speciale (device) che produce caratteri casuali all'infinito quando viene letto.

$ cat /dev/zero > fout (premere ctrl-c)

$ cat /dev/urandom > fout (premere ctrl-c)

$ cat /dev/zero > /dev/null (zeri diretti verso il nulla cosmico)

2>&1

- E’ possibile ridirigere un flusso all’interno di un altro flusso

```
$ grep nicola /etc/passwd 1>/dev/null 2>&1
$ grep nicola /etc/passwd >/dev/null 2>&1
(Stesso significato, scrittura meno chiara)
```

- Il flusso 2 viene ridiretto all’interno del flusso 1. Il carattere & chiarisce che non si tratta di un file di nome 1, ma del flusso numero 1 (stdout).

Composizione comandi

Combinare comandi (;)

- cmd1; cmd2 CONCATENAZIONE SEMPLICE
  - Esegue cmd2 a prescindere dal valore di ritorno di cmd1
  - In shell, 0 è interpretato come successo (vero), > 0 come fallimento (falso)

```
$ true; echo $?
$ false; echo $?
$ true; ls
$ false; ls
```

Combinare comandi (&&, ||)

- cmd1 && cmd2 (AND LOGICO)
  - Esegue cmd2 se cmd1 termina con successo (ritorna 0)

$ true && ls

$ false && ls

- cmd1 || cmd2 (OR LOGICO)
  - Esegue cmd2 se cmd1 fallisce (ritorna 1)

$ true || ls

$ false || ls

AND

INPUT		OUTPUT
A	B	
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

OR

INPUT		OUTPUT
A	B	
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Pipes

- E’ sempre possible combinare comandi utilizzando il filesystem come strumento di mediazione
- Approccio estremamente inefficiente. La memoria secondaria (HDD) è molto meno performante della memoria primaria (RAM). HDD SSD: ~0.2GB/S, DDR4: ~5GB/S

```
$ sort f > f2; head –n 10 f2
```

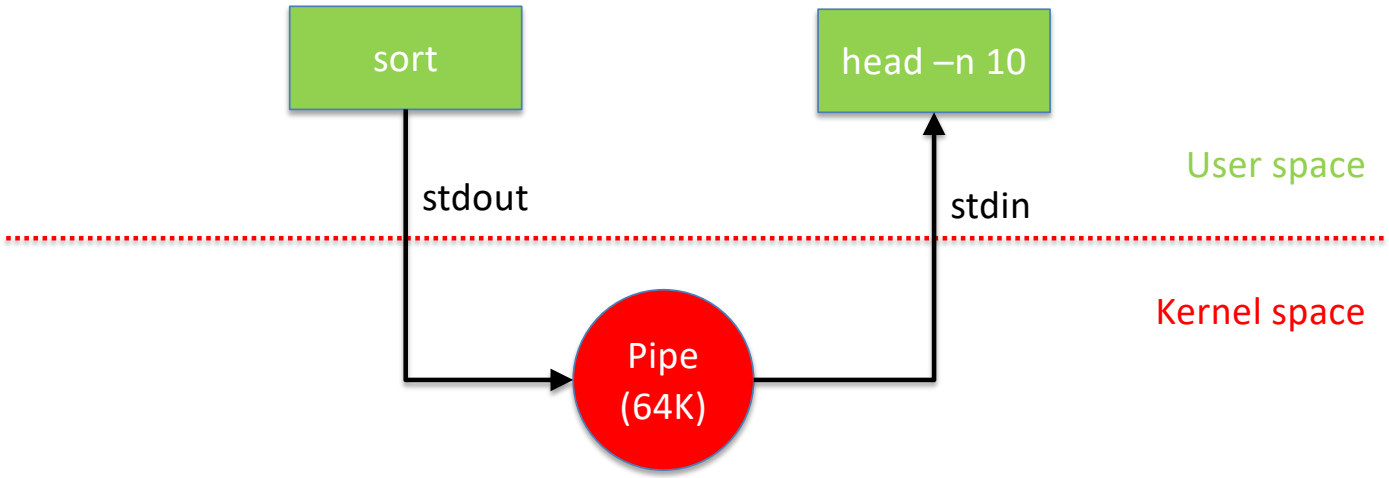
- sort legge f, lo ordina, stampa su stdout (ridiretto su file f2). head legge le prime 10 linee di f2. Il carattere ; è utilizzato per combinare comandi sulla stessa linea. Il secondo commando viene eseguito solo al termine del primo (esecuzione seriale)

Pipes

- L'output di un comando può esser diretto vero l'input di un altro comando usando il costrutto pipe '|'
- L'output del primo comando viene reso disponibile al secondo e consumato appena possibile, in assenza di file temporanei (esecuzione parallela)

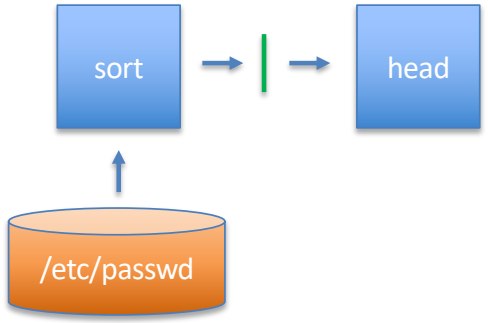
```
$ sort /etc/passwd | head
$ sort /etc/passwd | tail –n 5
$ sort /etc/passwd | tail –n 10 | head –n 5
$ cat /dev/urandom | wc –c (osservare con top)
```

Implementazione pipes

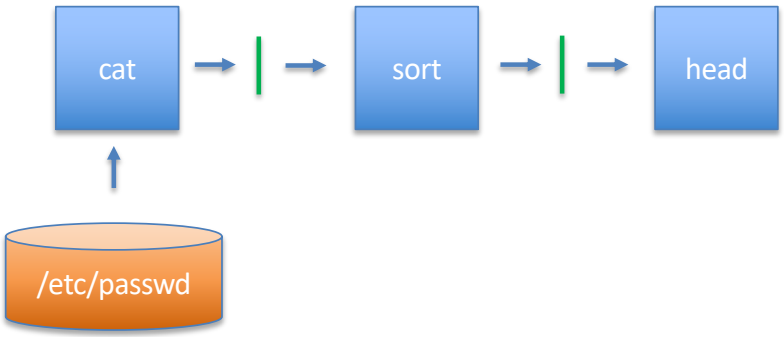


Esempi

```
$ sort /etc/passwd | head
```




```
$ cat /etc/passwd | sort | head
```



Esempi

```
$ who | wc -l
```

Conta gli utenti collegati al sistema

```
$ ls -l | grep ^d | sort
```

Stampa il contenuto della cartella corrente, seleziona le righe che iniziano per d (directory), ed ordina il risultato

```
$ cat /etc/passwd | cut -d ":" -f 7 | uniq -u
```

Mostra shell usate nel sistema senza ripetizioni

```
$ sort /etc/passwd | tail -n 10 | head -n 5
```

Mostra penultimi 5 utenti in ordine alfabetico

Foreground e Background

&

- E’ possible eseguire comandi *in background* istruendo la shell di ritornare immediatamente al prompt utilizzando il carattere &

```
$ cat /dev/zero > /dev/null &
$
```

- E’ inoltre possible riportare in foreground (primo piano) un processo in background con il commando builtin fg

```
$ fg
```

kill

- E’ possibile comunicare con i processi inviando loro dei segnali (man 7 signal). Il comando da utilizzare per inviare segnali ai processi è kill (man kill)

```
$ ps
 PID TTY          TIME CMD
 19260 pts/1    00:00:00 bash
 19268 pts/1    00:00:00 ps

$ kill -9 19260     # oppure
$ kill -s 9 19260   # oppure
$ kill -s SIGKILL 19260
```

$ man 7 signal

SIGHUP	1	Term	Hangup detected on controlling terminal or death of controlling process
SIGINT	2	Term	Interrupt from keyboard
SIGQUIT	3	Core	Quit from keyboard
SIGILL	4	Core	Illegal Instruction
SIGABRT	6	Core	Abort signal from abort(3)
SIGFPE	8	Core	Floating-point exception
SIGKILL	9	Term	Kill signal
SIGSEGV	11	Core	Invalid memory reference
SIGPIPE	13	Term	Broken pipe: write to pipe with no readers; see pipe(7)
SIGALRM	14	Term	Timer signal from alarm(2)
SIGTERM	15	Term	Termination signal
SIGUSR1	30,10,16	Term	User-defined signal 1
SIGUSR2	31,12,17	Term	User-defined signal 2
SIGCHLD	20,17,18	Ign	Child stopped or terminated
SIGCONT	19,18,25	Cont	Continue if stopped
SIGSTOP	17,19,23	Stop	Stop process
SIGTSTP	18,20,24	Stop	Stop typed at terminal
SIGTTIN	21,21,26	Stop	Terminal input for background process
SIGTTOU	22,22,27	Stop	Terminal output for background process

ctrl-c, ctrl-z

- ctrl-c invia al processo in foreground il segnale SIGINT
- ctrl-z invia al processo in foreground il segnale SIGSTOP
- I processi Unix tipicamente (esistono eccezioni):
  - quando ricevono SIGINT interrompono l'esecuzione e terminano
  - quando ricevono SIGSTOP interrompono l'esecuzione ma NON terminano

- Il comando fg riprende l'esecuzione di un comando interrotto riportandolo in foreground
- Il comando bg riprende l'esecuzione di un comando interrotto mantenendolo in background

fg, bg

```
$ cat /dev/zero > /dev/null
^C
$

$ cat /dev/zero > /dev/null
^Z
[1]+  Stopped                 cat /dev/zero > /dev/null
$ fg
cat /dev/zero > /dev/null

$ cat /dev/zero > /dev/null
^Z
[1]+  Stopped                 cat /dev/zero > /dev/null
$ bg
[1]+ cat /dev/zero > /dev/null &
$
```

Variabili

Variabili shell

- E’ possibile definire variabili (trattate come stringhe) ed assegnare loro un valore con operatore =

$ VAR=3

- Si accede ai valori delle variabili con il carattere speciale $

$ echo $VAR

```
$ A=1; B=nicola
$ echo $A
1
$ echo $B
nicola
```

Visibilità variabili

- La visibilità delle variabili definite all'interno di una shell è limitata alla shell stessa.
- Eventuali sotto-shell non ereditano le variabili.

```
$ A=1
$ echo $A
1
$ bash (sotto-shell)
$ echo $A

$
```

Variabili d’ambiente

- Per propagare variabili anche alle sotto shell si utilizzano particolari variabili chiamate d’ambiente.
- Ogni processo esegue nell'ambiente associato al processo che l’ha messo in esecuzione. Di conseguenza, ogni shell eredita l'ambiente dalla shell che l’ha messa in esecuzione
- La prima shell ad eseguire dopo il login o dopo l’apertura di un terminale legge un file (e.g., .profile/.bashrc) che contiene fra le altre cose variabili di configurazione che vengono cosi propogate a tutte le shell successive (figlie).

env

```
$ env
SHELL=/bin/bash
TERM=xterm-256color
USER=nicola
HOME=/home/nicola
LOGNAME=nicola
PATH=/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bi
n:/usr/games:/usr/local/games:/snap/bin
```

set

- Il comando builtin set è un'alternativa al comando env.
- Differenze principali:
  - set è un comando builtin: vede sia variabili d'ambiente che variabili locali della shell corrente
  - env è un comando esterno: vede, per ovvi motivi, solo variabili d'ambiente
- Il comando builtin unset rimuove una variabile dalla memoria

```
$ A=1
$ unset A
$ echo $A

$
```

export

- E’ possibile aggiungere variabili all’ambiente utilizzando il comando export. Le variabili esportate si comportano come variabili locali ma sono visibili anche dalle sotto-shell

```
$ export A=1
$ echo $A
1
$ bash (sotto-shell)
$ echo $A
1
$
```

Variabile PATH

- I binari di sistema sono posizionati all'interno di varie directory. Le principali sono /bin, /usr/bin ma possono esisterne altre.
- La variabile d'ambiente PATH tiene traccia dell'elenco delle cartelle che contengono binari all'interno del sistema

```
$ echo $PATH
/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin:/usr/games:/usr/local/games:/snap/bin
```

Variabile PATH

- E’ possibile aggiungere un nuovo percorso alla variabile PATH

```
$ export PATH="$PATH":/opt/mybin  (alla fine)

$ export PATH=/opt/mybin:"$PATH" (all’inizio)

$ export PATH=""  (svuota PATH)
$ ls
ls: No such file or directory
```

Espansione ed inibizione

Metacaratteri

- La shell riconosce caratteri speciali (wild cards)

  * una qualunque stringa di zero o più caratteri in un nome di file

  ? un qualunque carattere in un nome di file

  [abc] un qualunque carattere, in un nome di file, compreso tra quelli nell'insieme. Anche range di valori: [a-g]. Per esempio ls [q-s]* stampa tutti i file con nomi che iniziano con un carattere compreso tra q e s

  \ segnala di non interpretare il carattere successivo come speciale

Metacaratteri

```
$ ls .*
```

Elenca tutti i file che iniziano con il carattere .

```
$ 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 ‘*’

Esecuzione in-line

- E' possibile eseguire un comando ed utilizzarne l'output all'interno di un altro comando

```
$ echo $(pwd)
/home/nicola
$ echo `pwd`
/home/nicola
$ echo $(expr 2 + 3)
5
```

Espansione

- Comandi contenuti tra $() o ` ` (backquote) sono eseguiti e sostituiti col il risultato prodotto
- Nomi delle variabili ($A) sono espansi nei valori corrispondenti
- Metacaratteri * ? [ ] sono espansi nei nomi di file secondo un meccanismo di pattern matching

Inibizione espansione

- In alcuni casi è necessario privare i caratteri speciali del loro significato, considerandoli come caratteri normali
  - \ carattere successivo è considerato come un normale carattere
  - ‘ ‘ (singoli apici): proteggono da qualsiasi tipo di espansione
  - " "(doppi apici) proteggono dalle espansioni con l’eccezione di
    - $
    - \
    - ` `(backquote)

Inibizione espansione

```
$ rm '*$var'*
```

Rimuove i file che cominciano con *$var

```
$ rm "*$var"*
```

Rimuove i file che cominciano con *<contenuto della variabile var>

```
$ echo "$(pwd)"
/home/nicola
$ echo '<$(pwd)>'
<$(pwd)>
$ A=1+2; B=$(expr 1 + 2)
```

In A viene memorizzata la stringa 1+2, in B la stringa 3

Riassumendo

```
$ cp -r $(pwd)/ss* "$HOME"/config/ > /tmp/service.log
```

- Ridirezione dell'input/output
- Esecuzione e sostituzione dei comandi $()

$(pwd) → /etc

- Sostituzione di variabili e parametri

$HOME → /home/nicola

- Sostituzione di metacaratteri

ss* → /ssh/