

Concetto di processo

Il processo è un programma in esecuzione

- È l'**unità di esecuzione** all'interno del SO
- Solitamente, esecuzione **sequenziale** (istruzioni vengono eseguite in sequenza, secondo l'ordine specificato nel testo del programma)
- SO multiprogrammato consente ***l'esecuzione concorrente di più processi***

D'ora in poi faremo implicitamente riferimento sempre al caso di SO multiprogrammati

Concetto di processo

Programma = entità passiva

Processo = entità attiva

Il processo è rappresentato da:

- ❑ **codice** (*text*) del programma eseguito
- ❑ **dati**: variabili globali
- ❑ **program counter**
- ❑ alcuni **registri** di CPU
- ❑ **stack**: parametri, variabili locali a funzioni/procedure

Concetto di processo

Processo = {PC, registri, stack, text, dati}

Inoltre, a un processo possono essere associate delle ***risorse di SO***. Ad esempio:

- ❑ file aperti
 - ❑ connessioni di rete
 - ❑ altri dispositivi di I/O in uso
 - ❑ ...
-

Stati di un processo

Un processo, durante la sua esistenza può trovarsi in vari **stati**:

- ❑ **Init**: *stato transitorio* durante il quale il processo viene caricato in memoria e SO inizializza i dati che lo rappresentano
 - ❑ **Ready**: processo è *pronto per acquisire la CPU*
 - ❑ **Running**: processo *sta utilizzando la CPU*
 - ❑ **Waiting**: processo è *sospeso in attesa di un evento*
 - ❑ **Terminated**: *stato transitorio* relativo alla fase di terminazione e deallocazione del processo dalla memoria
-

Stati di un processo

Transizioni di stato:



Stati di un processo

In un sistema *monoprocessore e multiprogrammato*:

- *un solo processo* (al massimo) si trova nello *stato running*
- più processi possono trovarsi negli *stati ready e waiting*

necessità di *strutture dati per mantenere in memoria le informazioni su processi in attesa*

- di acquisire la CPU (ready)
- di eventi (waiting)



Descrittore di processo

Rappresentazione dei processi

Come vengono rappresentati i processi in SO?

- Ad ogni processo viene associata una struttura dati (descrittore): **Process Control Block (PCB)**
 - **PCB** contiene tutte le *informazioni relative al processo*:
 - Stato del processo; - Program counter
 - Contenuto dei registri di CPU (SP, IR, accumulatori, ...)
 - Informazioni di scheduling (priorità, puntatori alle code, ...)
 - Informazioni per gestore di memoria (registri base, limite, ...)
 - Informazioni relative all'I/O (risorse allocate, file aperti, ...)
 - Informazioni di accounting (tempo di CPU utilizzato, ...)
 - ...
-

Process Control Block

stato del processo
identificatore del processo
PC
registri
limiti di memoria
file aperti
...

Il sistema operativo gestisce i PCB di tutti i processi, organizzandoli in opportune strutture dati (ad esempio *code* di processi)

Scheduling dei processi

È l'attività mediante la quale SO effettua delle scelte tra i processi, riguardo a:

- *caricamento in memoria centrale*
 - *assegnazione della CPU*
-

Scheduler

È quella parte del SO che si occupa della selezione dei processi a cui assegnare la CPU

Nei sistemi time sharing, allo scadere di ogni quanto di tempo, SO:

- ❑ decide **a quale processo** assegnare la CPU
(scheduling di CPU)
 - ❑ effettua il **cambio di contesto** (**context switch**)
-

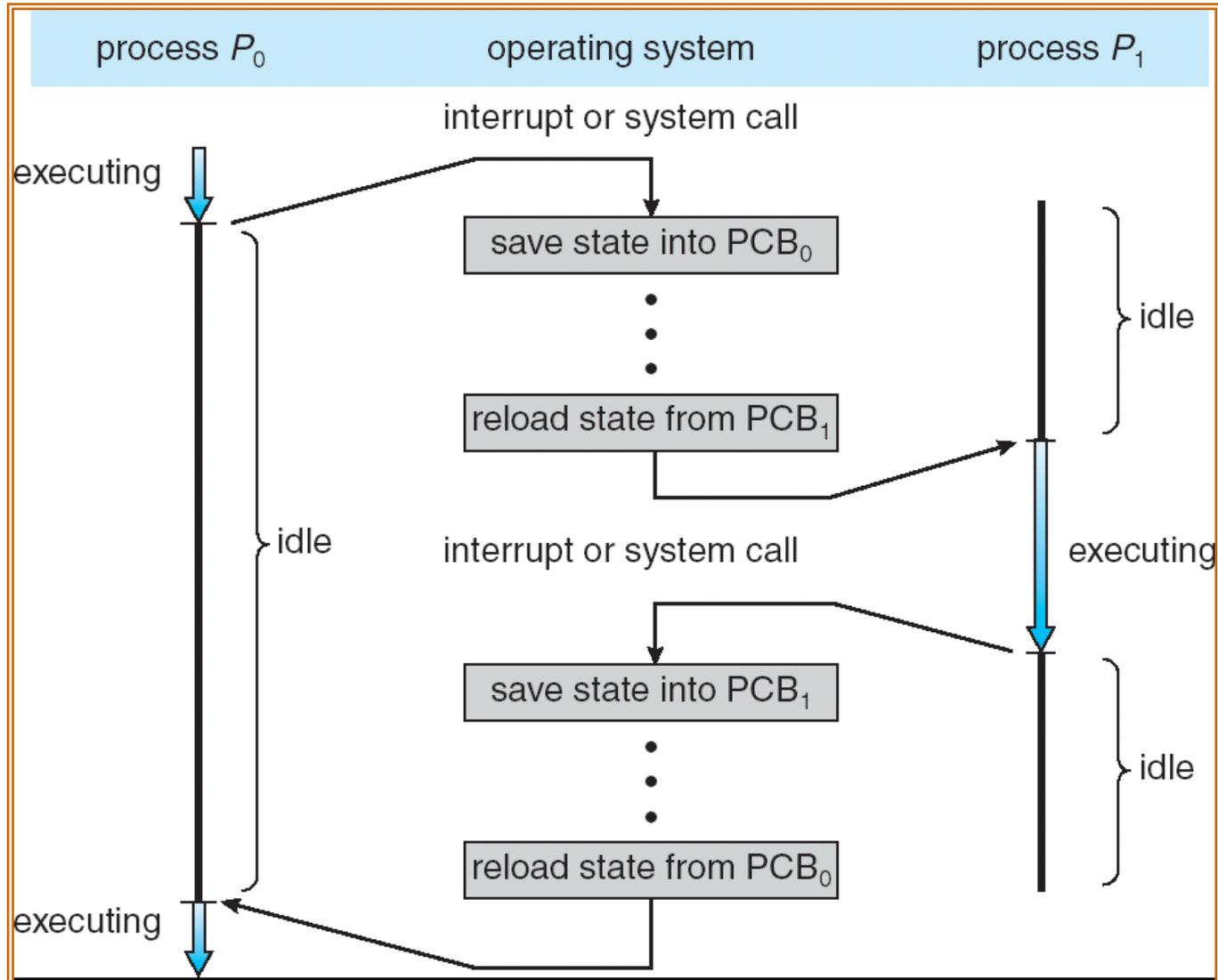
Cambio di contesto

È la fase in cui *l'uso della CPU viene commutato da un processo ad un altro*

Quando avviene un **cambio di contesto** tra un processo P_i ad un processo P_{i+1} (ovvero, P_i cede l'uso della CPU a P_{i+1}):

- **Salvataggio dello stato di P_i** : SO copia PC, registri, ... del processo *deschedulato* P_i nel suo PCB
 - **Ripristino dello stato di P_{i+1}** : SO trasferisce i dati del processo P_{i+1} dal suo PCB nei registri di CPU, che può così riprendere l'esecuzione
- Il passaggio da un processo al successivo può richiedere **onerosi trasferimenti da/verso la memoria secondaria**, per allocare/deallocare gli spazi di indirizzi dei processi (vedi gestione della memoria)
-

Cambio di contesto



Scheduler

Lo scheduler gestisce

- la **coda dei processi pronti**: contiene i PCB dei processi che si trovano in stato *Ready*

Altre strutture dati necessarie

- **code di waiting** (una per ogni tipo di attesa: dispositivi I/O, timer, ...): **ognuna di esse contiene i PCB dei processi *waiting*** in attesa di un evento del tipo associato alla coda

Scheduling e cambio di contesto

Operazioni di scheduling determinano un costo computazionale aggiuntivo che dipende essenzialmente da:

- **frequenza** di cambio di contesto
 - **dimensione PCB**
 - **costo dei trasferimenti da/verso la memoria**
 - esistono SO che prevedono **processi leggeri** (*thread*) che hanno la proprietà di condividere codice e dati con altri processi:
 - ☒ **dimensione PCB ridotta**
 - ☒ **riduzione overhead**
-

Interazione tra processi

I processi, pesanti o leggeri, *possono* interagire

Classificazione

- **processi indipendenti**: due processi P1 e P2 sono indipendenti se l'esecuzione di P1 non è influenzata da P2, e viceversa
 - **processi interagenti**: P1 e P2 sono interagenti se l'esecuzione di P1 è influenzata dall'esecuzione di P2, e/o viceversa
-

Processi interagenti

Tipi di interazione

- **Cooperazione:** l'interazione consiste nello *scambio di informazioni* al fine di eseguire un'attività comune
 - **Competizione:** i processi interagiscono per *sincronizzarsi nell'accesso a risorse comuni*
 - **Interferenza:** *interazione* non desiderata e potenzialmente *deleteria* tra processi
-

Processi interagenti

Supporto all'interazione

L'interazione può avvenire mediante

- **memoria condivisa** (modello ad *ambiente globale*): SO consente ai processi (*thread*) di condividere variabili; l'interazione avviene tramite l'accesso a ***variabili condivise***
 - **scambio di messaggi** (modello ad *ambiente locale*): i processi non condividono variabili e interagiscono mediante meccanismi di trasmissione/ricezione di messaggi; SO prevede dei meccanismi a supporto dello ***scambio di messaggi***
-

Processi interagenti

Aspetti

- ❑ **concorrenza → velocità**
 - ❑ suddivisione dei compiti tra processi
→ **modularità**
 - ❑ **condivisione di informazioni**
 - assenza di replicazione: ogni processo accede alle stesse istanze di dati
 - necessità di **sincronizzare i processi** nell'accesso a dati condivisi
-

Processi UNIX

UNIX è un sistema operativo multiprogrammato a divisione di tempo:
unità di computazione è il **processo**

Caratteristiche del processo UNIX:

- ❑ **processo pesante con codice *rientrante***
 - ✓ *dati non condivisi*
 - ✓ **codice *condivisibile*** con altri processi
 - ❑ **funzionamento *dual mode***
 - ✓ processi di utente (**modo *user***)
 - ✓ processi di sistema (**modo *kernel***)
- ☞ diverse potenzialità e, in particolare, diversa visibilità della memoria
-

Scripting: realizzazione file comandi

File comandi

Shell è un **processore comandi** in grado di interpretare **file sorgenti in formato testo e contenenti comandi** → **file comandi (script)**

Linguaggio comandi (vero e proprio linguaggio programmazione)

- Un *file comandi* può comprendere
 - **statement per il controllo di flusso**
 - **variabili**
 - **passaggio dei parametri**

NB:

- **quali statement** sono disponibili dipende da **quale shell** si utilizza
 - file comandi viene **interpretato** (non esiste una fase di compilazione)
 - file **comandi deve essere eseguibile** (usare `chmod`)
-

Scelta della shell

La prima riga di un file comandi deve specificare *quale shell si vuole utilizzare*: `#! <shell voluta>`

- ❑ Es: `#!/bin/bash`

- ❑ `#` è visto dalla shell come un commento ma...

- ❑ `#!` è visto da SO come identificatore di un file di script

SO capisce così che l'interprete per questo script sarà `/bin/bash`

- Se questa riga è assente viene scelta la shell di preferenza dell'utente
-

File comandi

È possibile memorizzare *sequenze di comandi*
all'interno di file eseguibili:

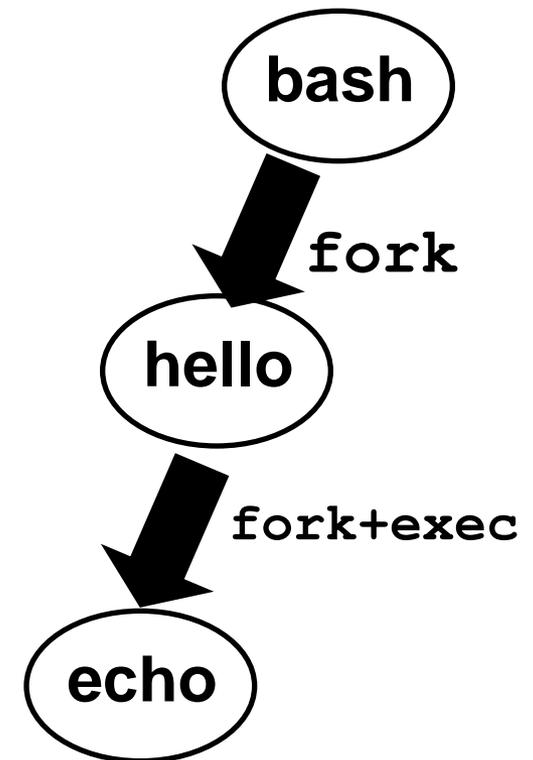
file comandi (script)

Ad esempio:

```
#!/bin/bash  
echo hello world!
```

file hello

```
bash-2.05$ hello  
hello world!
```



Passaggio parametri

`./nomefilecomandi arg1 arg2 ... argN`

Gli argomenti sono ***variabili posizionali*** nella linea di invocazione contenute nell'ambiente della shell

- **\$0** rappresenta il comando stesso
- **\$1** rappresenta il primo argomento ...
- è possibile far scorrere tutti gli argomenti verso sinistra

➔ **shift**

\$0 non va perso, solo gli altri sono spostati (\$1 perso)

	\$0	\$1	\$2
prima di shift	DIR	-w	/usr/bin
dopo shift	DIR	/usr/bin	

- è possibile riassegnare gli argomenti ➔ **set**
 - ❑ **set exp1 exp2 exp3 ...**
 - ❑ gli argomenti sono assegnati secondo la posizione

Altre informazioni utili

Oltre agli argomenti di invocazione del comando

- ❑ `$*` insieme di ***tutte le variabili posizionali***, che corrispondono arg del comando: `$1`, `$2`, ecc.
- ❑ `$#` ***numero di argomenti*** passati (***\$0 escluso***)
- ❑ `$?` valore (int) restituito dall'ultimo comando eseguito
- ❑ `$$` id numerico del processo in esecuzione (pid)

Semplici forme di input/output

- ❑ `read var1 var2 var3` `#input`
- ❑ `echo var1 vale $var1 e var2 $var2` `#output`

- **read** la stringa in ingresso viene attribuita alla/e variabile/i secondo corrispondenza posizionale
-

Strutture di controllo

Ogni comando in uscita restituisce un ***valore di stato***, che indica il suo ***completamento o fallimento***

Tale valore di uscita è posto nella variabile ?

- ❑ `$?` può essere riutilizzato in espressioni o per controllo di flusso successivo

Stato vale usualmente:

- ❑ zero: comando OK
- ❑ valore positivo: errore

Esempio

```
host203-31:~ paolo$ cp a.com b.com
```

```
cp: cannot access a.com
```

```
host203-31:~ paolo$ echo $?
```

```
2
```

test

Comando per la *valutazione di una espressione*

- ❑ `test -<opzioni> <nomefile>`

Restituisce uno stato uguale o diverso da zero

- ❑ valore **zero** → *true*

- ❑ valore **non-zero** → *false*

ATTENZIONE: convenzione opposta rispetto al linguaggio C!

- ❑ Motivo: i codici di errore possono essere più di uno e avere significati diversi

Alcuni tipi di test

test

- ❑ `-f <nomefile>` esistenza di file
- ❑ `-d <nomefile>` esistenza di direttori
- ❑ `-r <nomefile>` diritto di lettura sul file (`-w` e `-x`)
- ❑ `test <stringa1> = <stringa2>` uguaglianza stringhe
- ❑ `test <stringa1> != <stringa2>` diversità stringhe

ATTENZIONE:

- gli **spazi intorno a** `=` (o a `!=`) sono ***necessari***
 - `stringa1` e `stringa2` possono contenere metacaratteri (attenzione alle espansioni)
 - ❑ `test -z <stringa>` vero se ***stringa nulla***
 - ❑ `test <stringa>` vero se ***stringa non nulla***
-

Strutture di controllo: alternativa

```
if <lista-comandi>  
  then  
    <comandi>  
  [elif <lista_comandi>  
    then <comandi>]  
  [else <comandi>]  
fi
```

ATTENZIONE:

- ❑ le parole chiave (do, then, fi, ...) devono essere o **a capo o dopo il separatore ;**
 - ❑ if controlla il valore in uscita **dall'ultimo comando di <lista-comandi>**
-

Esempio

```
# fileinutile
# risponde "sì" se invocato con "sì" e un numero
  < 24
if test $1 = sì -a $2 -le 24
  then echo sì
  else echo no
fi
```

```
#test su argomenti
if test $1; then echo OK
  else echo Almeno un argomento
fi
```

Alternativa multipla

```
# alternativa multipla sul valore di var
case <var> in
    <pattern-1>)
        <comandi>;
    ...
    <pattern-i> | <pattern-j> | <pattern-k>)
        <comandi>;
    ...
    <pattern-n>)
        <comandi> ;;
esac
```

Importante: nell'alternativa multipla si possono usare metacaratteri per fare pattern-matching (non sono i "soliti" metacaratteri su nome di file)

Esempi

```
read  risposta
case  $risposta in
    S* | s* | Y* | y* ) <OK>;
    * ) <problema>;
esac
```

```
# append: invocazione append [dadove] adove
case $# in
    1) cat >> $1;;
    2) cat < $1 >> $2;;
    *) echo uso: append [dadove] adove;
       exit 1;;
esac
```

Cicli enumerativi

```
for <var> [in <list>] # list=lista di stringhe
do
    <comandi>
done
```

- scansione della lista <list> e *ripetizione del ciclo per ogni stringa presente nella lista*
 - scrivendo solo **for i** si itera con valori di **i in \$***
-

Esempi

- `for i in *`
 - esegue per tutti i file nel direttorio corrente
 - `for i in `ls s*``
`do <comandi>`
`done`
 - `for i in `cat file1``
`do <comandi per ogni parola del file file1>`
`done`
 - `for i in 0 1 2 3 4 5 6`
`do`
`echo $i`
`done`
-

Ripetizioni non enumerative

```
while <lista-comandi>  
do  
    <comandi>  
done
```

Si ripete per tutto il tempo che il valore di stato dell'ultimo comando della lista è zero (successo)

```
until <lista-comandi>  
do  
    <comandi>  
done
```

Come while, ma inverte la condizione

Uscite anomale

- ❑ vedi C: **continue**, **break** e **return**
 - ❑ **exit [status]**: system call di UNIX, anche comando di shell
-

Esempi di file comandi

Esercizio da svolgere in lab (o a casa):

- scrivere un file comandi che ogni 5 secondi controlli se sono stati **creati o eliminati file in una directory**. In caso di cambiamento, si deve visualizzare un messaggio su stdout (quanti file sono presenti nella directory)
- il file comandi deve poter essere invocato con **uno e un solo parametro**, la directory da porre sotto osservazione (→ fare opportuno controllo dei parametri)

Suggerimento: uso di un file temporaneo, in cui tenere traccia del numero di file presenti al controllo precedente

Esempi di file comandi: soluzione

```
echo 1 > loop.$$tmp
```

```
while :
```

```
do
```

```
    sleep 5s
```

```
    if [ `ls $1 | wc -w` -ne `cat loop.$$tmp` ]
```

```
    then
```

```
        ls $1 | wc -w > loop.$$tmp
```

```
        echo in $1 sono presenti `cat
```

```
            loop.$$tmp` file
```

```
    fi
```

```
done
```
