Gestione dei Processi

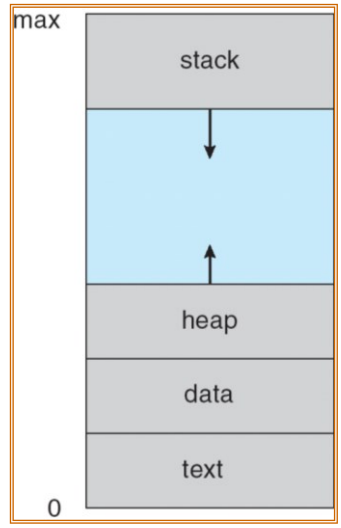
118

Processo

- Un sistema operativo esegue una varietà di programmi:
  - Sistemi batch – lavori o jobs
  - Sistemi in time-sharing – programmi utente o tasks
- I termini *job* e *process* sono usati quasi intercambiabilmente
- **Processo** – un programma in esecuzione; l'esecuzione del programma deve procedere in modo sequenziale
- Un processo include:
  - program counter
  - stack
  - sezione dati

119

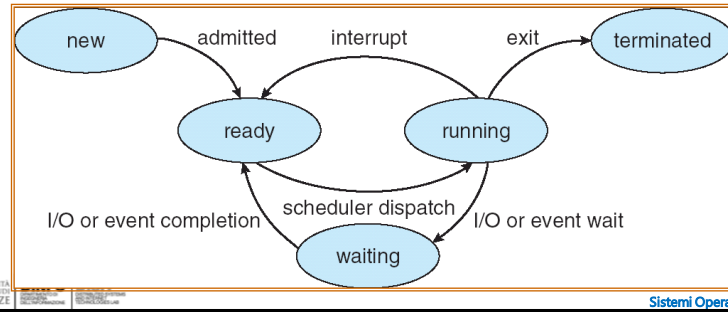
Un processo in memoria



120

Stato di un processo

- Quando un processo è in esecuzione cambia il proprio *stato*
  - **new**: il processo è stato creato
  - **ready**: il processo è in attesa di essere assegnato alla CPU
  - **running**: istruzioni del processo sono in esecuzione
  - **waiting**: il processo è in attesa di un evento
  - **terminated**: il processo ha finito l'esecuzione

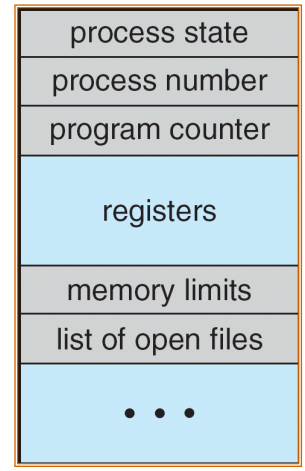


121

Process Control Block (PCB)

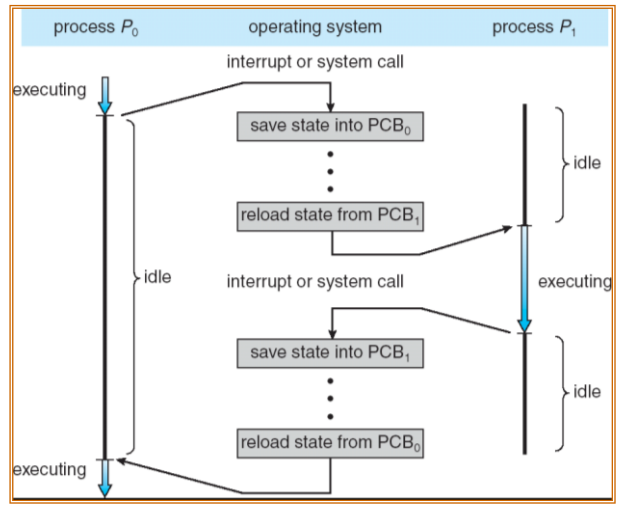
Informazioni associate al processo

- Stato del processo
- Program counter
- Contenuto registri CPU
- Informazioni per lo scheduling della CPU
- Informazioni per la gestione della memoria
- Informazioni di accounting
- Informazioni sullo stato dell'I/O



122

Passaggio CPU da Processo a Processo

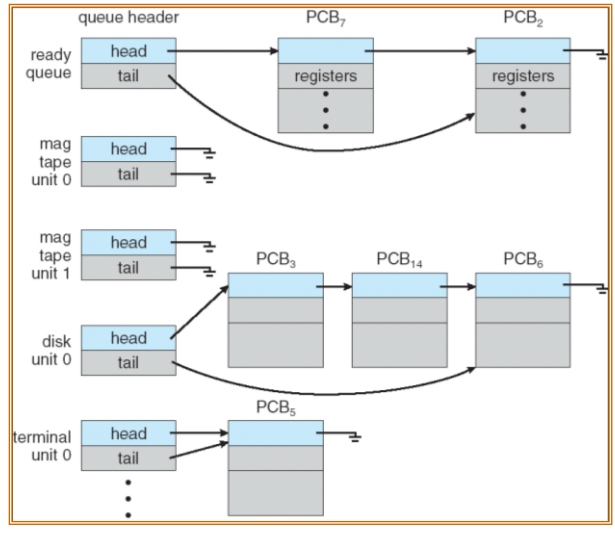


123

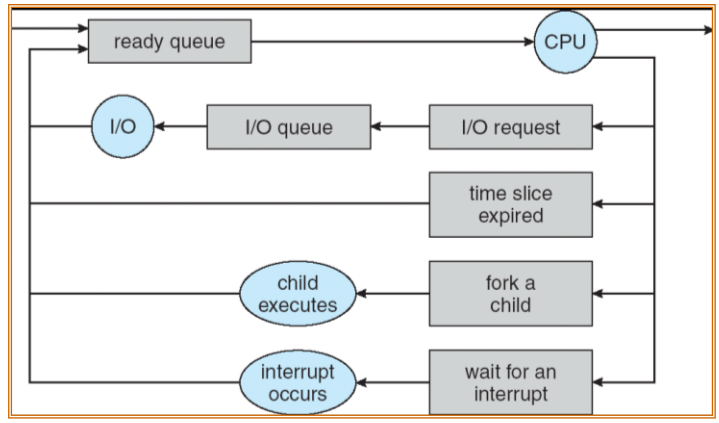
Code per lo scheduling dei processi

- **Job queue** – insieme di tutti i processi del sistema
- **Ready queue** – insieme di tutti i processi che risiedono in memoria pronti e in attesa di essere eseguiti
- **Device queues** – insieme di processi in attesa di un I/O su device
- Processi migrano tra le varie code

Ready Queue e varie I/O Device Queues



Rappresentazione dello scheduling dei processi



126

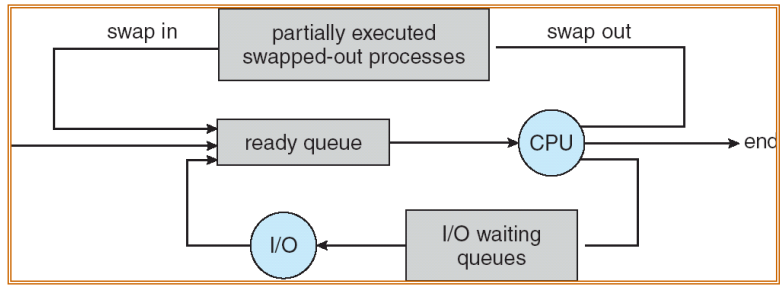
Schedulers

- **Scheduler a lungo termine** (o job scheduler) – in un sistema batch seleziona quali processi tra quelli in attesa devono essere portati nella ready queue
- **Scheduler a breve termine** (o CPU scheduler) – seleziona quale processo deve essere eseguito e allocato sulla CPU

127

Scheduling a medio termine

Serve ad eliminare dalla memoria processi parzialmente eseguiti riducendo il grado di multiprogrammazione



Schedulers (Continua)

- Scheduler a breve termine è invocato molto frequentemente (millisecondi) ⇒ (deve essere veloce)
- Scheduler a lungo termine è invocato di rado (secondi, minuti) ⇒ (può essere lento)
- Lo scheduler di lungo termine controlla il *grado di multiprogrammazione*
- I processi possono essere:
  - **A prevalenza di I/O (*I/O-bound*)** – passa più tempo a fare I/O che computazioni
  - **A prevalenza di CPU (*CPU-bound*)** – spende più tempo a fare computazioni

Cambio di contesto

- Quando la CPU viene assegnata ad un altro processo, il sistema deve salvare lo stato del processo e caricare lo stato del nuovo processo (context-switch)
- Il cambio di contesto comporta un calo delle prestazioni; il sistema non fa nessun lavoro utile alla computazione mentre effettua il cambio di contesto
- Il tempo impiegato dipende dal supporto hardware

130

Creazione dei processi

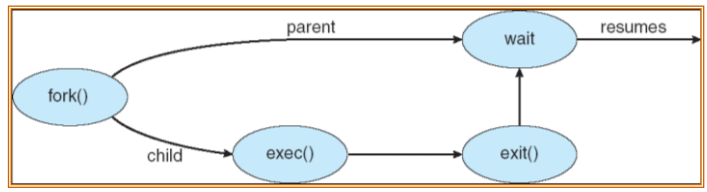
- *Processo genitore* (parent) crea *processi figli* (children), che a loro volta creano altri processi, formando un albero di processi (process tree)
- Condivisione delle risorse (es. file aperti), si hanno 3 possibilità:
  - Processo genitore e processi figli condividono tutte le risorse
  - I processi figli condividono con i genitori alcune risorse
  - Processi genitori e figli non condividono nessuna risorsa
- Esecuzione, si hanno 2 possibilità:
  - Processo genitore e figli sono eseguiti in concorrenza
  - Processo genitore aspetta fino alla terminazione dei processi figli

131

Creazione dei processi (Continua)

- Spazio indirizzi (memoria), due possibilità:
  - Processo figlio ha un duplicato del processo padre
  - Processo figlio creato con un programma caricato dentro
- UNIX:
  - La chiamata di sistema **fork** crea un nuovo processo duplicato del padre, l'unica cosa che cambia tra padre e figlio è il valore ritornato da fork: padre ritorna id del processo figlio nel figlio ritorna 0
  - La chiamata di sistema **exec** viene usata dopo una **fork** per sostituire lo spazio di memoria con quello di un nuovo programma

Creazione dei processi UNIX

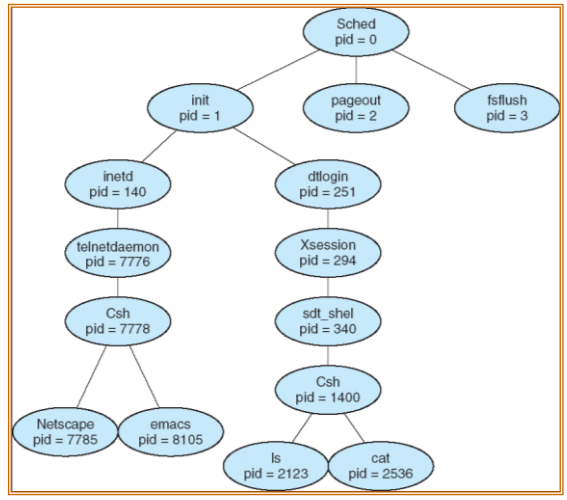


Programma C che crea un processo separato

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <wait.h>
int main()
{
   pid_t  pid; /* process id */
   /* fork another process */
   pid = fork();
   if (pid < 0) { /* error occurred */
        fprintf(stderr, "Fork Failed");
        exit(-1);
   }
   else if (pid == 0) { /* child process */
        execlp("/bin/ls", "ls", NULL);
   }
   else { /* parent process */
        /* parent will wait for the child to complete */
        wait (NULL);
        printf ("Child Complete");
        exit(0);
   }
}
```


134

Un albero di processi su Solaris



135

Terminazione dei processi

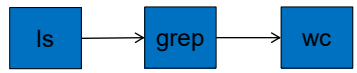
- Un processo esegue la sua ultima istruzione e chiede al sistema di terminarsi (**exit**)
  - Fornisce il valore risultato al processo padre che lo riceve dalla wait
  - Le risorse del processo sono rilasciate dal sistema operativo
- Un processo genitore può terminare l'esecuzione dei processi figli (**abort**)
  - Se il compito assegnato al figlio non è più richiesto
  - Se il processo padre termina:
    - Alcuni sistemi operativi non permettono ai figli di continuare se il processo padre termina
      - Tutti i figli sono terminati – *terminazione a cascata*
    - Altri sistemi operativi assegnano i figli al processo iniziale
- *Processo Zombie*: un processo figlio terminato ma che ha ancora pid e PCB per poter dare risultato al processo padre tramite wait()

Unix/Linux

- Altre funzioni disponibili:
  - **getpid**() – ritorna l'identificatore del processo attualmente in esecuzione
  - **getppid**() – ritorna l'dentificatore del processo padre
  - **execv**(char* path, char*[] args)
  - **execve**(char* path, char*[] args, char*[] env);

Input/Output dei processi

- In UNIX ma anche in Windows i processi eseguiti da riga di comando hanno associato:
  - **uno stream di input** (una sequenza indefinita di caratteri) – dal quale il processo legge i dati da processare
  - **uno stream di output** – dove il processo scrive i risultati
  - **uno stream di errori** - dove il processo scrive eventuali errori occorsi durante l'elaboarazione
- I processi si possono comporre connettendo lo stream di output di uno sullo stream di input di un altro, usado una **pipe** (tubo)
- **Es:**
  - ls **|** grep ^a **|** wc -l



Gestione processi in Java

- Il metodo *exec* della classe **RunTime** permette di eseguire un processo. Esempio (su Windows):

```
Process p =
Runtime.getRuntime().exec("notepad.exe");
System.out.println("attendo che finisca...");
p.waitFor(); // attende che il processo generato finisca
System.out.println("finito!");
```

- *In java l'esecuzione diretta di nuovi processi limita la portabilità della applicazione (se possibile meglio usare i thread)*

Gestione processi in Java

- Tramite l'oggetto Process si può accedere agli stream di input/output del processo in esecuzione
  - *p.getInputStream()*
    //stream per accedere all'**output** del processo
  - *p.getOutputStream()*
    //stream per fornire **input** al processo
  - *p.getErrorStream()*
    //stream per accedere all'stderror del processo
- Inoltre si può terminare il processo tramite metodo destroy
  - *p.destroy()*

Esempio

```
class TestProcess1 {
 static public void main(String[] args) {
   try {
     Process p = Runtime.getRuntime().exec("notepad.exe");
     System.out.println("attendo 5 sec...");
     Thread.sleep(5*1000); //aspetta 5 secondi
     p.destroy();
   } catch(IOException e) {
     e.printStackTrace();
   } catch(InterruptedException e) {
     e.printStackTrace();
   }
 }
}
```

Esempio

```
class TestProcess2 {
 static public void main(String[] args) {
   try {
     Process p = Runtime.getRuntime().exec("cmd /c dir");
     InputStream is = p.getInputStream(); //stream per prendere output comando dir
     BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(is,"Cp850"));
     String line;
     while((line = br.readLine()) != null)
         System.out.println(":> "+line);
     p.waitFor();
    } catch (IOException | InterruptedException ex) { ex.printStackTrace(); }
 }
}
```

Esegue comado **dir** da riga di comando (cmd.exe)

Codifica caratteri accentati usata da windows

Stampa le righe prodotte in uscita dal comado **dir**

Processi Cooperativi

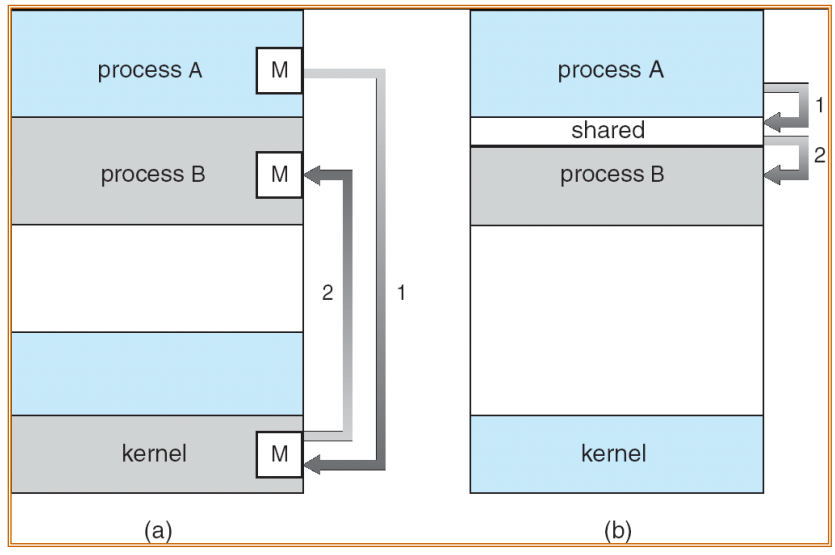
- **Processo indipendente** un processo che non viene influenzato e non influenza l'esecuzione di altri processi
- **Processo cooperativo** un processo che può influenzare e può essere influenzato da altri processi
- Vantaggi di processi cooperativi
  - Condivisione di informazioni
  - Velocizzazione delle elaborazioni
  - Modularità
  - Convenienza

InterProcess Communication (IPC)

- Meccanismi usati dai processi per comunicare e sincronizzare le loro azioni
- Due modelli principali per lo scambio di informazioni tra processi:
  - **Memoria condivisa** – viene creata una zona di memoria condivisa tra due o più processi
  - **Scambio di messaggi**
- I moderni sistemi operativi spesso forniscono entrambe le modalità.
  - Memoria condivisa, più efficiente, usata per scambiare grandi quantità di dati
  - Scambio di messaggi, meno efficienti, utili per sincronizzare processi

144

Modelli di comunicazione



145

InterProcess Communication (IPC)

- IPC fornisce due operazioni di base:
  - **send**(*messaggio*) – messaggio a grandezza fissa o variabile
  - **receive**(*messaggio*)
- Se i processi *P* e *Q* vogliono comunicare, devono:
  - Stabilire un *canale di comunicazione* tra loro
  - Scambiare messaggi tramite send/receive
- Implementazione del canale di comunicazione:
  - Livello fisico (es. memoria condivisa, hardware bus)
  - Livello logico (es. proprietà logiche)

Comunicazione diretta

- I processi devono nominarsi esplicitamente:
  - **send** (*P, message*) – invia messaggio al processo *P*
  - **receive**(*Q, message*) – riceve un messaggio dal processo *Q*
- Proprietà logiche del canale di comunicazione
  - Canale stabilito automaticamente
  - Un collegamento viene stabilito tra due processi comunicanti
  - Tra due coppie di processi esiste esattamente un collegamento
  - Il collegamento può essere unidirezionale, ma di solito è bidirezionale

Comunicazione indiretta

- Messaggi sono diretti e ricevuti da una porta o mailbox
  - Una porta ha un id univoco
  - I processi possono comunicare solo se condividono una porta
- Proprietà del collegamento
  - Collegamento stabilito solo se i processi condividono una porta in comune
  - Un collegamento può essere associato a più processi
  - Ogni coppia di processi può condividere molti collegamenti
  - Collegamento può essere unidirezionale o bidirezionale

148

Comunicazione indiretta

- Operazioni
  - Creare una nuova porta
  - Inviare e ricevere messaggi tramite una porta
  - Distruggere una porta
- Le primitive definite sono del tipo:

  send(*A, message*) – invia un messaggio alla porta A

  receive(*A, message*) – riceve un messaggio dalla porta A

149

Comunicazione indiretta

- Condivisione di una porta
  - P_1, P_2, e P_3 condividono la porta A
  - P_1, invia; P_2 e P_3 ricevono
  - Chi prende il messaggio?
- Possibili soluzioni
  - Permettere che una porta possa essere associata al più a due processi
  - Permettere che solo un processo alla volta possa eseguire la receive su una porta
  - Permettere al sistema di decidere arbitrariamente a quale processo inviare il dato, al processo inviante viene notificato quale processo ha ricevuto il messaggio.

150

Sincronizzazione

- L'invio/ricezione di messaggi può essere bloccante o non bloccante
- **Bloccante** è considerato **sincrono**
  - **Invio bloccante:** il processo viene bloccato fino a che il messaggio non viene ricevuto
  - **Ricezione bloccante:** il processo viene bloccato fino a che un messaggio è disponibile
- **Non bloccante** è considerato **asincrono**
  - **Invio non bloccante:** il processo invia il messaggio e continua
  - **Ricezione non bloccante:** il processo riceve un messaggio valido o un messaggio nullo

151

Code di messaggi

- Coda di messaggi associata al collegamento:
  1. **Capacità zero** – 0 messaggi
     Processo inviante deve aspettare il ricevente (rendezvous)
  2. **Capacità limitata** – lunghezza finita di *n* messaggi
     Processo inviante deve aspettare se la coda è piena
  3. **Capacità illimitata** – lunghezza infinita
     Processo inviante non aspetta mai