



LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

A.A. 2023/2024

Ing. Maurizio Palmieri



maurizio.palmieri@unipi.it

ESERCITAZIONE 5

Processi in Unix/Linux
System call per i processi

PROCESSI IN UNIX

Caratteristiche dei processi in Unix

- Unix è una famiglia di sistemi operativi multiprogrammati basati su processi
- Il processo Unix mantiene spazi di indirizzamento separati per dati e codice
 - Spazio di indirizzamento dei dati privato
 - Comunicazione fra processi basata su scambio di messaggi
 - Spazio di indirizzamento del codice condivisibile
 - Più processi possono eseguire lo stesso codice
- Unix adotta una politica di assegnamento della CPU ai processi basata sulla divisione di tempo
 - I processi attraversano vari stati

Stati di un processo

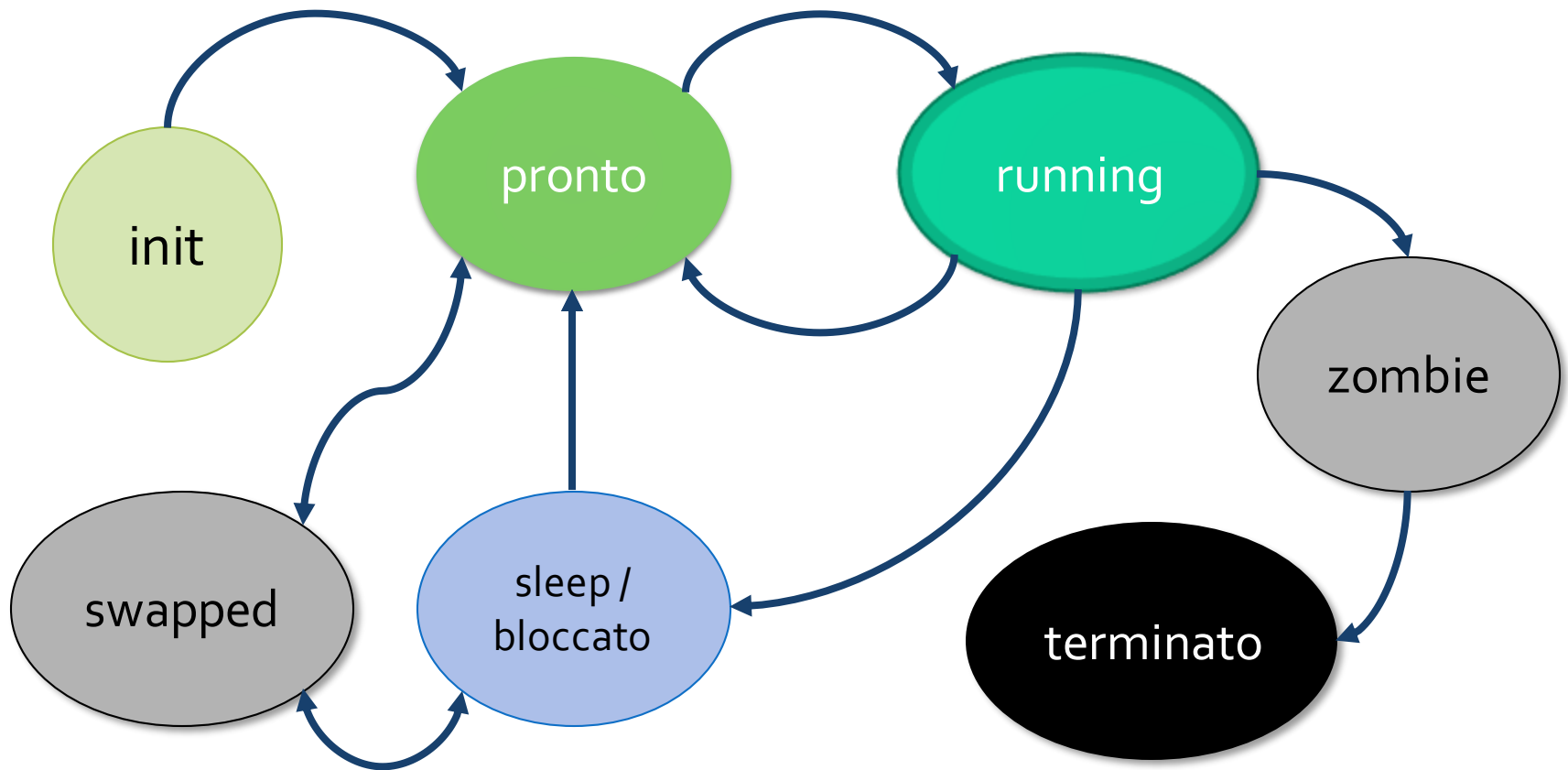


Immagine di un processo Unix

- Il descrittore di un processo (PCB – process control block) è suddiviso in due strutture dati distinte:
 - Process Structure
 - Informazioni indispensabili, sempre in memoria
 - User Structure
 - Informazioni utili solo quando il processo è residente in memoria (soggetta a swap-out)

Immagine di un processo Unix

PROCESS STRUCTURE

- PID
- Stato
- Riferimento ad aree dati e stack
- Riferimento (indiretto) al codice
- PID padre
- Priorità
- Riferimento al prossimo processo
- Puntatore alla User Structure
-

USER STRUCTURE

- Copia registri CPU
- Info su risorse allocate
- Info su gestione eventi asincroni (segnali)
- Directory corrente
- Utente proprietario
- Gruppo proprietario
- Argc, argv, path, ...
- ...

SYSTEM CALL PER I PROCESSI

System call per i processi

- Creazione di processi:

`fork`

- Terminazione:

`exit`

- Sospensione in attesa della terminazione dei figli:

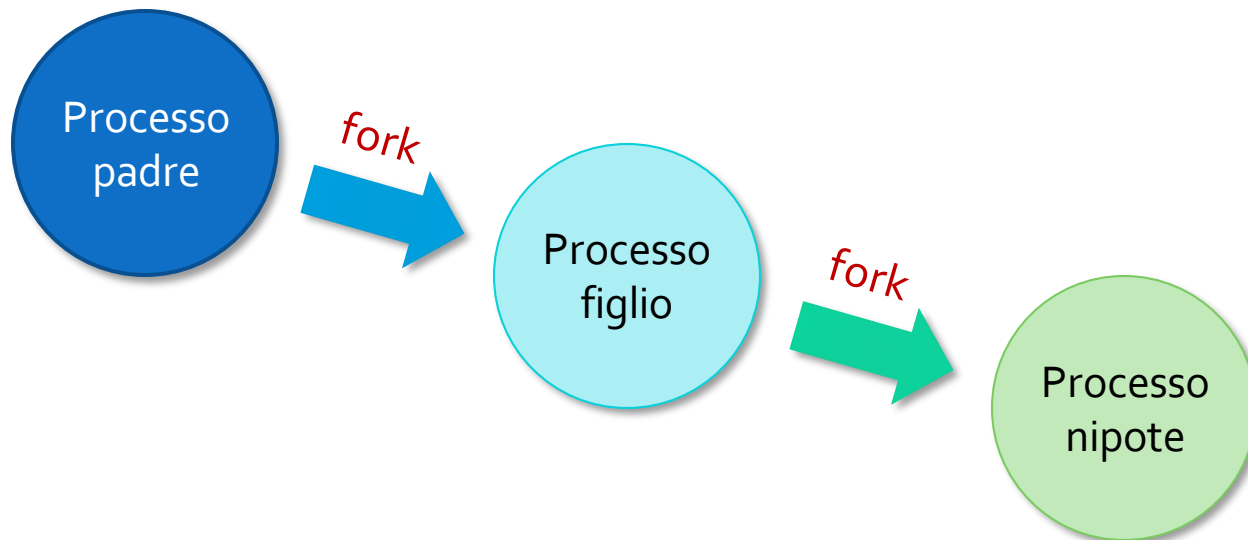
`wait`

- Sostituzione di codice (e dati):

`exec . .`

Creazione di processi – fork

- Ogni processo è in grado di creare dinamicamente processi
 - Lo strumento per la creazione è la chiamata di sistema **fork**
 - Il processo creato (**figlio**) ha uno spazio dati separato, ma condivide con il **processo padre** il codice
 - Ogni processo figlio può a sua volta generare altri processi



Creazione di processi – fork

`pid_t fork(void)`

- Non richiede parametri
- Restituisce un risultato (intero) diverso a padre e figlio
 - Al padre: PID figlio, valore negativo se fallisce
 - Al figlio: zero
- Il processo figlio:
 - Condivide il codice con il padre
 - Eredita una copia delle aree dati globali, stack, heap, User Structure
 - Ogni variabile è inizializzata con il valore assegnatole dal padre
 - Stesso valore di Program Counter del padre

Creazione di processi – fork

- Dopo la fork, padre e figlio partono dalla stessa istruzione: quella che segue la fork
 - Il loro comportamento può essere differenziato sfruttando il valore di ritorno della fork

ESEMPIO

Program Counter



```
pid_t pid;  
pid = fork();  
printf(“%d\n”, pid);
```

1509

OUTPUT PROCESSO PADRE

0

OUTPUT PROCESSO FIGLIO

PID e PPID

`pid_t getpid()`

- Restituisce il PID del processo

`pid_t getppid()`

- Restituisce il PID del processo padre

Terminazione processi

- Involontaria
 - Azioni illegali (es. accesso a locazioni esterne al proprio spazio di indirizzamento)
 - Interruzioni causate dalla ricezione di segnali
- Volontaria
 - Esecuzione dell'ultima istruzione
 - Chiamata della system call `exit()`

Terminazione processi – exit e wait

```
void exit(int status)
```

- I processi che terminano volontariamente possono utilizzare la system call **exit**
- È una chiamata senza ritorno (l'esecuzione termina)
- Permette di comunicare al padre lo stato di terminazione

Terminazione processi – wait

```
pid_t wait(int *status)
```

- Il padre può ottenere lo stato di terminazione del figlio mediante la system call **wait**
 - wait ritorna il PID del figlio che è terminato
 - status è l'indirizzo della variabile dove verrà salvato lo stato di terminazione del figlio
-
- Effetto della wait sul processo padre
 - Sospensione del padre se tutti i figli sono ancora in esecuzione
 - Ritorno immediato con informazioni di terminazione se almeno un figlio è terminato (zombie)
 - Ritorno con valore negativo (errore) se non ci sono processi figli

Terminazione processi – wait

```
pid_t wait(int *status)
```

- **Codifica della variabile status**
 - Contiene informazioni su come il figlio è terminato, oltre allo stato di terminazione eventualmente fornito dal figlio stesso
 - Se il byte meno significativo di *status è zero, allora la terminazione è stata volontaria
 - In questo caso il byte più significativo contiene lo stato di terminazione
- **Macro per gestire status (in modo astratto rispetto alla reale implementazione) definite in `<sys/wait.h>`**
 - `WIFEXITED(status)` – ritorna vero se terminata volontariamente
 - `WEXITSTATUS(status)` – ritorna lo stato di terminazione

Sostituzione di codice – exec..()

- Un processo può sostituire il programma (codice e dati) che sta eseguendo utilizzando una syscall della "famiglia" `exec()`:
 - `execl()`, `execle()`, `execclp()`, `execv()`, `execve()`, `execvp()`

execl

```
int execl(char* path, char* arg0, ..., char* argN, (char*)0)
```

- Lista di parametri di lunghezza variabile
 - Terminata dal puntatore nullo
 - path percorso del comando
 - arg0 rappresenta il nome del programma da eseguire (es. "/bin/ls")
 - arg1 ... argN rappresentano gli argomenti del comando
-
- Una chiamata `exec()` è senza ritorno se ha successo
 - Solo in caso di fallimento vengono eseguite le parti di codice che seguono

ESERCIZI

Esercizio 1 – fork

- Scrivere un programma C in cui
 - Viene creato un processo figlio
 - Il processo figlio stampa un messaggio del tipo
 - "Sono X, figlio del processo Y", dove al posto di X viene stampato l'id del processo figlio (PID) e al posto di Y viene stampato il PID del padre (PPID)
 - Il padre stampa il messaggio "Sono il padre. Il PID di mio figlio è: X".
 - Cosa succede se il padre termina prima del figlio o viceversa? Fare degli esperimenti utilizzando la funzione `sleep(interval)`

Esercizio 2 – wait

- Scrivere un programma C in cui
 - Viene creato un processo figlio
 - Il processo figlio stampa un messaggio (es. "Sono il figlio Y") e poi termina fornendo come stato di terminazione il valore 1
 - Il padre attende con wait la terminazione del figlio, poi stampa a video se la terminazione è stata volontaria, ed eventualmente il valore di terminazione ottenuto
 - Provare a fare in modo che il figlio termini in modo involontario e verificare che il padre è in grado di rilevarlo
 - Modificare il programma in modo che il padre generi N figli, e poi provveda ad attendere con la wait ciascuno dei figli generati

Esercizio 3 – execl

- Scrivere un programma C in cui
 - Viene creato un processo figlio
 - Il figlio utilizza execl per sostituire il proprio codice con "ls -l argv[1]", dove argv[1] indica un argomento passato dalla linea di comando
 - In caso di errore nell'esecuzione di execl, il figlio stampa un messaggio di errore e chiama la exit con stato di terminazione 1
 - Il padre attende la terminazione del figlio ed interpreta correttamente la sua terminazione, stampando a video un messaggio informativo