



LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

A.A. 2023/2024

Ing. Maurizio Palmieri

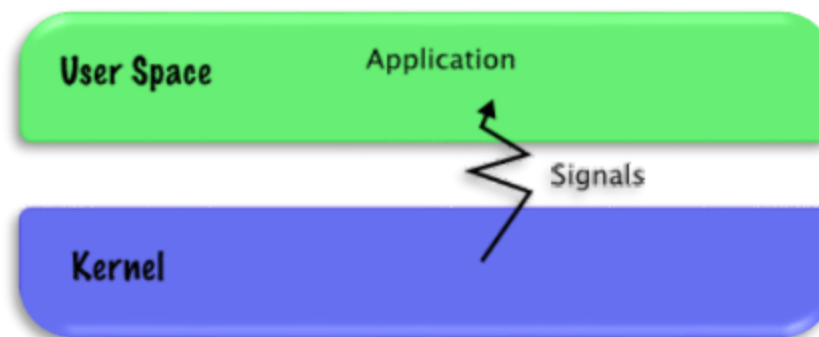


maurizio.palmieri@unipi.it

ESERCITAZIONE 6

Processi in Unix/Linux (parte II)

SINCRONIZZAZIONE BASATA SU SEGNALI

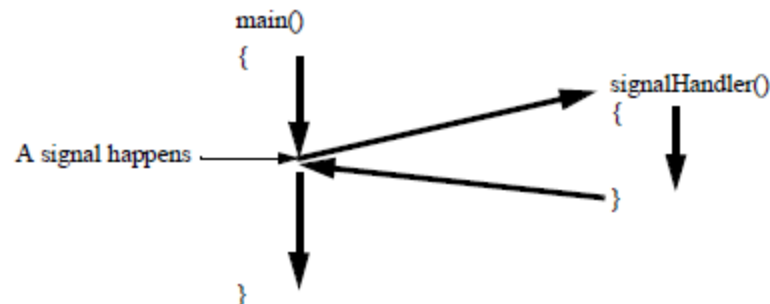


Interazione tra processi

- I processi Unix aderiscono al modello ad ambiente locale
 - Spazio di indirizzamento privato
 - Non c'è condivisione di variabili
- L'unica forma di interazione tra processi è la cooperazione
 - Sincronizzazione (imposizione di vincoli temporali)
 - Comunicazione (scambio di messaggi)
- Queste interazioni si basano su astrazioni realizzate dal kernel
 - I processi possono interagire mediante chiamate di sistema operativo (system calls)

Sincronizzazione mediante segnali

- I segnali sono il meccanismo messo a disposizione dai sistemi Unix/Linux per la sincronizzazione di processi
 - Permettono la notifica di eventi asincroni da parte di un processo a uno o più processi
 - Possono essere utilizzati dal sistema operativo per notificare il verificarsi di eccezioni a un processo utente
- I segnali sono "interrupt software"



Sincronizzazione mediante segnali

- La ricezione di un segnale ha tre possibili effetti sul processo:
 1. Viene eseguita una funzione di gestione (handler) definita dal programmatore
 2. Viene eseguita un'azione predefinita dal sistema operativo (default handler)
 3. Il segnale viene ignorato
- Nei casi 1 e 2 il processo si comporta in modo asincrono rispetto al segnale:
 - L'esecuzione viene interrotta per eseguire l'handler
 - Dopo, se non è terminato, il processo riprende dall'istruzione successiva all'ultima eseguita prima dell'interruzione

Sincronizzazione mediante segnali

- Versioni differenti di Unix possono definire segnali diversi
 - In Linux sono definiti 32 segnali
- La lista dei segnali è definita nel file di sistema `signal.h`
- Ciascun segnale è identificato da un intero e da un nome simbolico
- Pagina del manuale sui segnali:
`man 7 signal`

Segnali – esempi

Nome segnale	# segnale	Descrizione segnale
SIGHUP	1	Hang up (il terminale è stato chiuso)
SIGINT	2	Interruzione del processo. CTRL+C da terminale.
SIGQUIT	3	Interruzione del processo e core dump. CTRL+\ da terminale.
SIGKILL	9	Interruzione immediata. Questo segnale non può essere ignorato ed il processo che lo riceve non può eseguire operazioni di chiusura
SIGTERM	15	Terminazione del programma.
SIGUSR1	10	Definito dall'utente. Default: termina processo.
SIGUSR2	12	Definito dall'utente. Default: termina processo.
SIGSEGV	11	Errore di segmentazione

Segnali – esempi

Nome segnale	# segnale	Descrizione segnale
SIGALRM	14	Il timer è scaduto
SIGCHLD	17	Processo figlio terminato, fermato, o risvegliato. Ignorato di default.
SIGSTOP	19	Ferma temporaneamente l'esecuzione del processo: questo segnale non può essere ignorato
SIGTSTP	20	Sospende l'esecuzione del processo. CTRL+Z da terminale.
SIGCONT	18	Il processo può continuare, se era stato fermato da SIGSTOP o SIGTSTP.

System call per i segnali

signal

- Permette di definire la funzione che dovrà gestire il segnale

kill

- Invio di segnali

pause

- Il processo va in stato "sleep" in attesa di un segnale

alarm e sleep

- Invio implicito di segnali

System call per i segnali – signal

```
typedef void (*sighandler_t) (int);
```

```
sighandler_t signal(int sig, sighandler_t handler)
```

- Permette di definire la funzione ("handler") che dovrà gestire il segnale "sig"
 - La funzione handler deve prevedere un parametro intero, che al momento della ricezione del segnale conterrà il codice del segnale
 - handler può valere anche `SIG_IGN` (ignora il segnale) o `SIG_DFL` (ripristina azione di default)
- Restituisce un puntatore al precedente handler del segnale, `SIG_ERR` in caso di errore
- Pagina del manuale:
`man 2 signal`

System call per i segnali – signal

- Il figlio eredita dal padre le informazioni relative alla gestione dei segnali
- Eventuali signal eseguite dal figlio non hanno effetto sul padre
- Le syscall exec non mantengono le associazioni segnale-handler
 - I segnali ignorati, però, continuano ad essere ignorati

System call per i segnali – kill

```
int kill(pid_t pid, int sig)
```

- Invia il segnale "sig" al processo "pid"
 - `pid > 0` → il segnale viene inviato a pid
 - `pid == 0` → il segnale viene inviato a tutti i processi nello stesso process group del chiamante
 - `pid == -1` → il segnale viene inviato a tutti i processi a cui il chiamante può inviare segnali
 - `pid < -1` → il segnale viene inviato ai processi il cui process group è -pid
- Ritorna zero in caso di successo
- Pagina del manuale:
`man 2 kill`

System call per i segnali – pause

```
int pause(void)
```

- Il processo va in stato "sleeping" fino alla ricezione di un segnale
 - Ritorna -1 se il gestore non termina l'esecuzione del processo

- Pagina del manuale:

```
man pause
```

System call per i segnali – sleep

`unsigned int sleep(unsigned int seconds)`

- Il processo chiamante va nello stato sleep fino a che
 - Sono passati "seconds" secondi
 - Arriva un segnale che non viene ignorato
- Quando è passato il tempo indicato, il processo viene svegliato dal segnale `SIGALARM`
- Ritorna zero se è passato il tempo previsto ("seconds"), altrimenti il tempo rimasto dopo l'arrivo di un segnale
- Pagina del manuale:
`man 3 sleep`

System call per i segnali – alarm

`unsigned int alarm(unsigned int seconds)`

- Provoca la ricezione di un segnale `SIGALARM` dopo "seconds" secondi
 - Un eventuale "allarme" invocato precedentemente viene cancellato
 - Se "seconds" è zero, viene eliminato un eventuale "allarme" invocato precedentemente
 - Ritorna zero se non c'era un allarme programmato, altrimenti ritorna il numero di secondi mancanti all'ultimo allarme programmato
- Pagina del manuale:
`man alarm`

GESTIONE DEI PROCESSI DA TERMINALE



Invio di segnali da terminale – kill

- Il comando `kill` permette l'invio di segnali a processi da terminale

```
kill [options] pid [pid2...]
```

- Il segnale di default è `SIGTERM`
 - `kill -l` mostra l'elenco dei segnali disponibili
 - `kill -SEGNALE pid` invia il segnale `SEGNALE` al processo `pid`
- Un utente "normale" può inviare segnali solo ai processi di cui è proprietario
 - Root può inviare segnali a tutti i processi

Visualizzazione dei processi – ps

- Il comando ps permette di visualizzare i processi in esecuzione (snapshot, informazione statica)
 - Opzioni principali in Linux
 - `-u utente` visualizza i processi dell'utente specificato
 - `u` formato output utile all'analisi dell'utilizzo delle risorse
 - `a` processi di tutti gli utenti
 - `x` anche processi che non sono stati generati da terminali
 - `o` mostra solo i campi specificati di seguito
 - `-O` mostra i campi specificati di seguito, oltre ad alcuni campi di default

Visualizzazione dei processi – ps

- Esempio:

```
studenti@studenti:~$ ps u
```

USER	PID	%CPU	%MEM	VSZ	RSS	TTY	STAT	START	TIME	COMMAND
studenti	1511	0.0	0.6	24288	6168	pts/0	Ss+	21:58	0:00	bash
studenti	1783	2.0	0.5	24284	6056	pts/1	Ss	23:58	0:00	bash
studenti	1788	0.0	0.2	19104	2412	pts/1	R+	23:58	0:00	ps u

- Stati principali
 - S sleep
 - T bloccato
 - R running
 - Z zombie

ESERCIZI

Esercizio 1

- Realizzare un programma in C che stampa un messaggio dentro un ciclo infinito
- Eseguire il programma e, da terminale, lanciare il segnale SIGINT (CTRL+C) per terminarlo
- Modificare il programma in modo da gestire SIGINT
 - Quando riceve il segnale, il processo stampa un messaggio "Ricevuto segnale <codice segnale>".
 - Fare in modo che questo messaggio sia visibile per qualche secondo
- Adesso il processo non può più essere terminato con CTRL+C
 - Aprire un nuovo terminale e utilizzare ps per trovare il PID del processo e poi kill per terminarlo

Esercizio 2

- Partire dall'esercizio es2.c dell'esercitazione precedente (creazione di processi figli e system call wait)
- Modificare il codice come segue:
 - Il padre genera 3 processi figli
 - Il primo processo figlio creato stampa lo stesso messaggio e poi termina con `exit(0)`.
 - Gli altri 2 processi figli entrano in un loop infinito prima di terminare
 - Il padre, dopo aver creato i processi figli
 - Si sospende per tre secondi
 - Utilizza la primitiva `kill` per inviare a tutti i figli il segnale `SIGUSR1`
 - Scrivere un gestore per il segnale `SIGUSR1` che stampa il messaggio "Ho ricevuto il segnale <sig>, il mio PID è <pid>" e poi termina il processo con `exit(1)`
 - Fare in modo che solo i figli vengano terminati in questo modo (il padre ignora il gestore). Dopo aver inviato il segnale, il padre deve continuare regolarmente la sua esecuzione, effettuando le chiamate `wait()` previste