Processi – Aspetti avanzati

Terminazione

Segnali

Inizializzazione e terminazione di un programma

- **Dal punto di vista dell'utente, ogni programma "inizia" dalla funzione main()**
  - E' la prima funzione utente ad essere eseguita
  - L'uscita da tale funzione coincide con la terminazione del programma
- **In realtà la situazione è più articolata**
  - Il kernel del sistema operativo chiama una funzione di "startup"
  - Tale funzione invoca la funzione main()
  - La funzione main() termina in modo "normale" o "abnormale"
- **Terminazione normale**
  - Istruzione return nel corpo della funzione main()
  - Chiamata della funzione exit()
  - Chiamata della funzione _exit()
- **Terminazione abnormale**
  - Chiamata della funzione abort()
  - Terminazione causata da un segnale

Inizializzazione e terminazione di un programma

- **La funzione**

```
#include <unistd.h>
void _exit( int status );
```

  - Termina immediatamente l'esecuzione del programma
  - Ritorna il controllo al kernel

- **Mentre la funzione (già vista)**

```
#include <stdlib.h>
void exit( int status );
```

  - Esegue tutte le operazioni di housekeeping
    - Definite dall'utente
    - Definite dal sistema operativo
  - Invoca la funzione _exit() e quindi termina il processo

Inizializzazione e terminazione di un programma

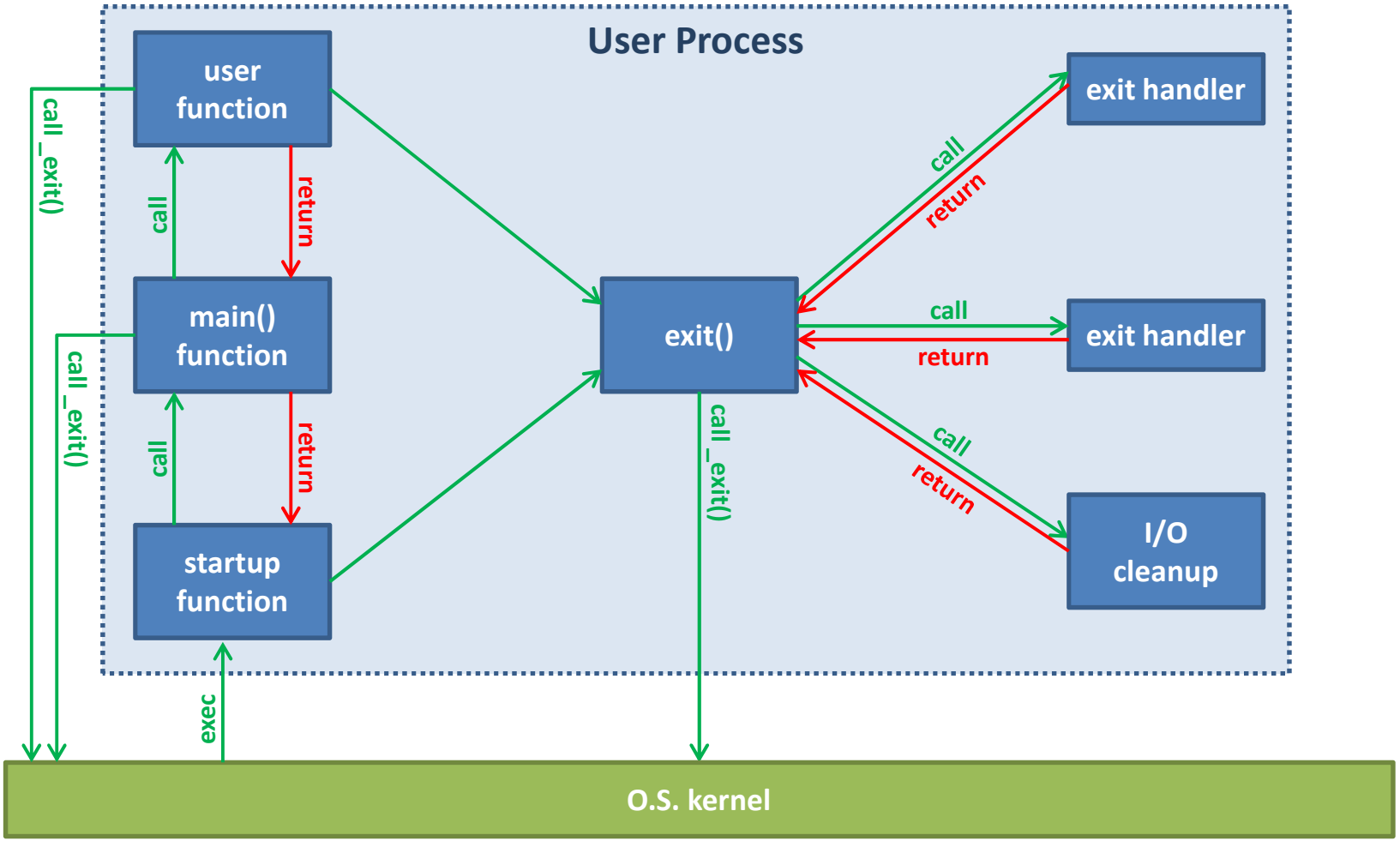
- **Le operazioni di housekeeping previste dal sistema operativo rigurdano sostanzialmente il rilascio delle risorse associate al processo**
  - Dispositivi di I/O, Memoria, ...
- **L'utente può specificare fino a 32 funzioni di housekeeping personalizzate**
  - Tali funzioni, dette "exit handler" devono essere "registrate"
  - Le funzioni saranno eseguite automaticamente dalla funzione exit()
    - Prima di invocare la funzione di terminazione _exit()
    - In ordine inverso rispetto a quello in cui sono state registrate
- **La funzione**

```
#include <stdlib.h>
int atexit( void (*f)(void) );
```

  - Registra la funzione void f(void) come exit handler
  - La funzione f() deve essere definita dall'utente
  - Una stessa funzione può essere registrata più volte

Inizializzazione e terminazione di un programma

- Questo scehma mostra il ciclo di vita di un progrmma, dalla sua inizializzazione alla sua terminazione naturale



Inizializzazione e terminazione di un programma

- **La terminazione abnormale di un processo avviene sempre mediante un segnale**
  - Generato da un'altro processo
  - Generato dal processo stesso mediante la funzione kill()
    - Tratteremo questa funzione più avanti nell'ambito dei segnali
  - Generato dal processo stesso mediante la funzione abort()

- **La funzione**

```
#include <stdlib.h>
void abort( void );
```

  - Termina immediatamente il proceso corrente
    - Gli eventuali exit handler registrati non vengono chiamati
    - I file aperti vengono chiusi
  - La funzione abort() invia al processo stesso il segnale SIGABRT
    - Il segnale causa la terminazione del processo

Segnali

- **Un segnale è un "software interrupt"**
  - Utilizzato per gestire eventi asincroni
  - Fornice una forma minima di sincronizzazione tra processi
- **I segnali sono identificati da numeri interi o nomi**
  - Da 1 a 15, oppure da 1 a 31 a seconda del sistema
  - Da nomi del tipo SIG<name>
  - Il valore 0 non corrispone ad alcun segnale
- **I segnali possono essere generati da**
  - Terminale
    - Mediante opportune combinazioni di tasti (CTRL-C, CTRL-Z, ...)
    - Mediante il comando kill
  - Eccezioni hardware
    - Intercettate dal kernel e notificate ai processi
  - Eventi/eccezioni software
    - Scrittura su una pipe chiusa, scadenza di un allarme
  - La funzione kill()

Segnali

Signal Name	Number [1]	POSIX.1 1990	POSIX.1-2001	Other[2]	Description	Default Action
SIGHUP	1	•	•	•	Hangup	Terminate
SIGINT	2	•	•	•	Terminal interrupt character	Terminate
SIGQUIT	3	•	•	•	Terminal quit character	Terminate with core dump
SIGILL	4	•	•	•	Illegal instruction	Terminate with core dump
SIGTRAP	5		•	•	Hardware fault	Terminate with core dump
SIGABRT	6	•	•	•	Abnormal termination	Terminate with core dump
SIGIOT	6			•	Hardware fault, I/O	Terminate with core dump
SIGBUS	7		•	•	Hardware fault, Bus	Terminate with core dump
SIGFPE	8	•	•	•	Floating-point exception	Terminate with core dump
SIGKILL	9	•	•	•	Termination	Terminate
SIGUSR1	10 (30,16)	•	•	•	User-defined	Terminate
SIGSEGV	11	•	•	•	Invalid memory referece	Terminate with core dump
SIGUSR2	12 (31,17)	•	•	•	User-defined	Terminate
SIGPIPE	13	•	•	•	Broken pipe	Terminate
SIGALRM	14	•	•	•	Alarm clock	Terminate
SIGTERM	15	•	•	•	Termination	Terminate
SIGSTKFLT	16			•		Stack fault
SIGCHLD	17 (20,18)	•	•	•	Chile process status change	Ignore
SIGCONT	18 (19,25)	•	•	•	Continue	Continue / Ignore
SIGSTOP	19 (17,23)	•	•	•	Stop	Stop
SIGTSTP	20 (18,24)	•	•	•	Terminal stop character	Stop
SIGTTIN	21 (21,16)	•	•	•	Background read from terminal	Stop
SIGTTOU	22 (22,27)	•	•	•	Background write to terminal	Stop
SIGURG	23 (16,21)		•	•	Urgent condition	Ignore
SIGXCPU	24 (24,30)		•	•	CPU limit exceeded	Terminate with core dump
SIGXFSZ	25 (25,31)		•	•	File size limit exceeded	Terminate with core dump
SIGVTALRM	26 (26,28)		•	•	Virtual timer alarm	Terminate
SIGPROF	27 (27,29)		•	•	Profiling timer alarm	Terminate
SIGWINCH	28			•	Terminal window size change	Ignore
SIGIO	29		•	•	Asynchronous I/O	Terminate / Ignore
SIGPOLL	29		•	•	Pollable event	Terminate
SIGPWR	30			•	Power failure restart	Ignore
SIGSYS	31 (12,12)		•	•	Bad system call	Terminate with core dump

(1) La forma x (y,z) indica un valore dipendente dall'architettura, in cui x = (x86, ia64, ppc, arm), y = (alpha, sparc) e z = (mips).
(2) Altri stadard, tra cui SVR4, BSD, Linux, eccetera.

Segnali

- **La funzione**

```
#include <signal.h>
#include <sys/types.h>
int kill( pid_t pid, int signal );
```

- **Invia il segnale siganl specificato al processo pid**
  - Se pid è maggiore di zero, il segnale è inviato al processo indicato dal pid
  - Se pid è minore o uguale a zero, il comportamento della funzione kill() è più complesso ed esula da questa trattazione
  - Se il segnale signal è uguale a 0, la funzione kill () non invia alcun segnale
- **Questa funzione è definita dallo standard POSIX**
- **La funzione**

```
#include <signal.h>
int raise( int signal );
```

- **Invia il segnale specificato al processo stesso**
- **Questa funzione è definita dallo standard ANSI C**

Segnali

- **Quando un processo riceve un segnale può reagire in tre modi diversi**

- **Ignorare il segnale**
  - L'esecuzione del programma continua normalmente
  - I due segnali SIGKILL e SIGSTOP non possono essere mai ignorati

- **Gestire il segnale**
  - L'utente specifica una funzione ad hoc per la gestione del segnale
  - Tale funzione prende il nome di "signal handler"
  - Tale funzione deve essere registrata medinate la funzione signal()

- **Compiere l'azione di default**
  - Ad ogni segnale è associata un'azione di default
  - Per la maggioranza dei segnali l'azione di defualt consiste nel terminare il processo

Segnali

- **La funzione**

```
#include <signal.h>
typedef void (*sighandler_t)(int);
sighandler_t signal( int signum, sighandler_t handler );
```

- **Regitra la funzione specificata come signal handler del segnale indicato**
  - La funzione restutisce il valore del precedente handler associato al segnale, oppure SIG_ERR in caso di errore.
- **Il parametro handler nella chiamata può essere**
  - La macro SIG_IGN
    - Indica di ignorare il segnale
  - La macro SIG_DFL
    - Indica di gestire il segnale mediante l'azione di default
  - Una funzione del tipo void handler(int)
    - Implementa una specifica procedura di gestione del segnale specificato
    - La funzione handler() viene invocata al momento della ricezione dello specifico segnale
    - Il parametro passato alla funzione handler() è il numero del segnale

Segnali

- **La funzione**

```
#include <unistd.h>
unsigned int alarm( unsigned int secs );
```

- **Imposta un "allrme" o "software timer"**
  - L'allarme scadrà (almeno) dopo secs secondi
    - Se secs vale 0, nessun nuovo allarme è impostato e un eventuale allarme non ancora scaduto viene eliminato
  - Allo scaderere dell'allarme il sistema operativo invierà il segnale SIGALRM al processo che ha effettuato la chiamata
  - L'azione di default associata al seganle è la terminazione del processo
    - Normalmente viene installato uno specifico handler del segnale
- **La combinazione alarm/handler**
  - Permette di implementare un meccanismo di timeout
  - Permette di generare sequenze periodiche di eventi

Segnali

- **La funzione**

```
#include <unistd.h>
int pause( void );
```

- **Sospende l'esecuzione fino a quando il processo non riceve un segnale, quindi**
  - Termina il processo se il segnale non è gestito, cioè se nessun handler è stato registrato
    - La funzione quindi non ritorna
  - Termina il processo se ciò è previsto dall'handler registrato
    - La funzione quindi non ritorna
  - Ritorna -1 se il segnale è gestito da un signal handler che prevede il ritorno
- **La combinazione alarm/handler/pause**
  - Permette di implementare un meccanismo attesa