Modulo 6

La famiglia di system call exec

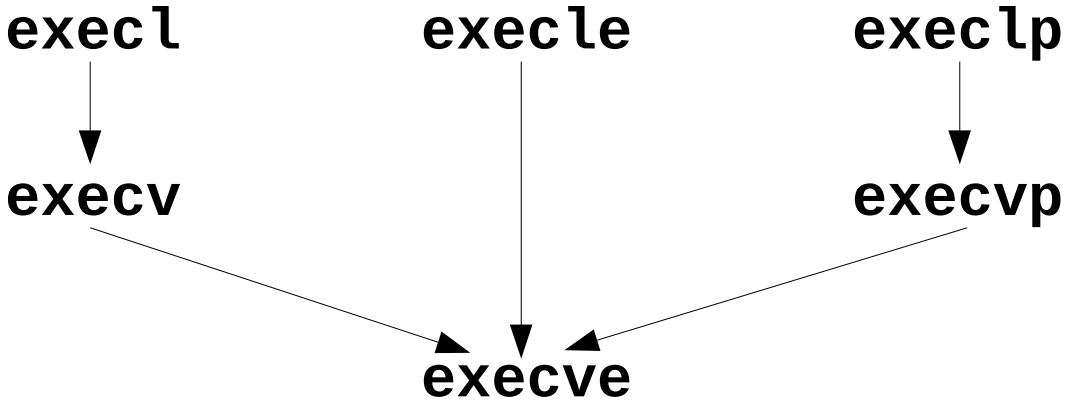
Laboratorio di Sistemi Operativi I
Anno Accademico 2007-2008

Francesco Pedullà
(Tecnologie Informatiche)

Massimo Verola
(Informatica)

La famiglia di system call exec

- Se fork fosse l'unica primitiva per creare nuovi processi, la programmazione in ambiente Unix sarebbe alquanto ostica, dato che si potrebbero creare soltanto copie dello stesso processo.
- La famiglia di primitive **exec** può essere utilizzata per superare tale limite in quanto le varie system call **exec** permettono di iniziare l'esecuzione di un altro programma sovrascrivendo la memoria del processo chiamante.



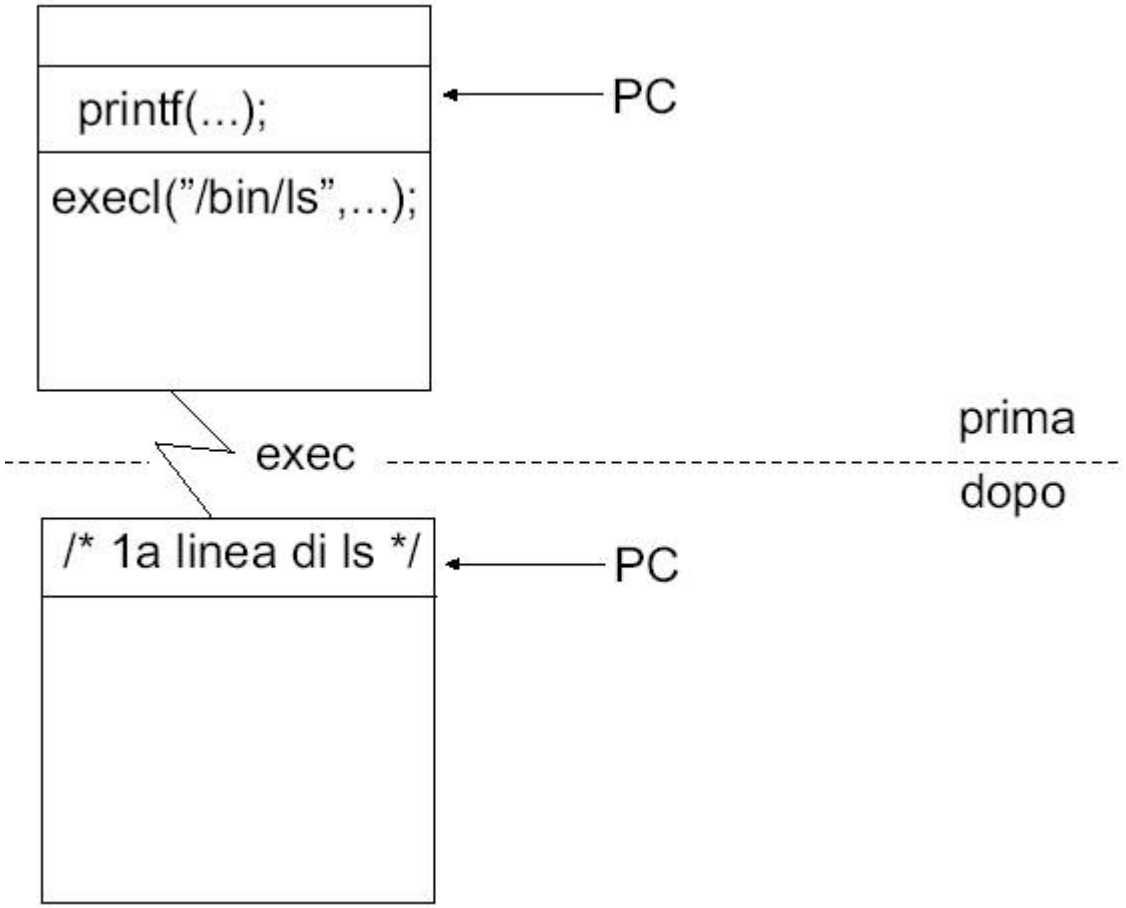
- In realtà tutte le funzioni chiamano in ultima analisi **execve** che è l'unica vera system call della famiglia. Le differenze tra le varianti stanno nel modo in cui vengono passati i parametri.

Esempio di utilizzo di `execl`

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
main()
{
    printf("Esecuzione di ls\n");
    execl("/bin/ls", "ls", "-l", (char *)0);
    perror("La chiamata di execl ha generato un errore\n");
    exit(1);
}
```

- Si noti che **`execl`** elimina il programma originale sovrascrivendolo con quello passato come parametro. Quindi le istruzioni che seguono una chiamata a **`execl`** verranno eseguite soltanto in caso si verifichi un errore durante l'esecuzione di quest'ultima ed il controllo ritorni al chiamante.

Esempio di utilizzo di `execl`



Chiamata alla system call exec

- Quando un processo chiama una delle system call **`exec`**:
  - il processo viene rimpiazzato completamente da un nuovo programma (text, data, heap, stack vengono sostituiti)
  - il nuovo programma inizia a partire dalla sua funzione main
  - il process ID non cambia
- Esistono sei versioni di **`exec`**:
  - con/senza gestione della variabile di ambiente **`PATH`**
    - se viene gestita la variabile d'ambiente, un comando corrispondente ad un singolo filename verrà cercato nel **`PATH`**
  - con variabili di ambiente ereditate / con variabili di ambiente specificate
  - con array di argomenti / con argomenti nella chiamata (null terminated)

Le varianti della system call exec

```
int execl(char *pathname, char *arg0, … );

int execv(char *pathname, char *argv[]);

int execle(char *pathname, char *arg0, …, char* envp[]);

int execve(char *pathname, char *argv[], char* envp[]);

int execlp(char *filename, char *arg0, … );

int execvp(char *filename, char *argv[]);
```

Relazione tra suffisso e parametri di exec

Funzione	pathname	filename	arg list	argv[ ]	environ	envp[ ]
`execl`	●		●		●	
`execlp`		●	●		●	
`execle`	●		●			●
`execv`	●			●	●	
`execvp`		●		●	●	
`execve`	●			●		●
lettere del suffisso		p	l	v		e

Proprietà ereditate dal processo lanciato con `exec`

- **Cosa viene ereditato da `exec`?**
  - process ID e parent process ID
  - real uid e real gid
  - supplementary gid
  - process group ID
  - session ID
  - terminale di controllo
  - current working directory
  - root directory
  - maschera creazione file (umask)
  - file locks
  - maschera dei segnali
  - segnali in attesa

Proprietà NON ereditate dal processo lanciato con exec

- **Cosa NON viene ereditato da exec?**
  - effective user ID e effective group ID, in quanto vengono settati in base ai valori dei bit di protezione
- **Cosa succede ai file aperti?**
  - Dipende dal flag close-on-exec che è associato ad ogni descrittore
    - Se close-on-exec è true, vengono chiusi
    - Altrimenti, vengono lasciati aperti (comportamento di default)

Utilizzo combinato di `fork` e `exec`

- L'utilizzo combinato di **`fork`** per creare un nuovo processo e di **`exec`** per eseguire nel processo figlio un nuovo programma costituisce un potente strumento di programmazione in ambiente Linux

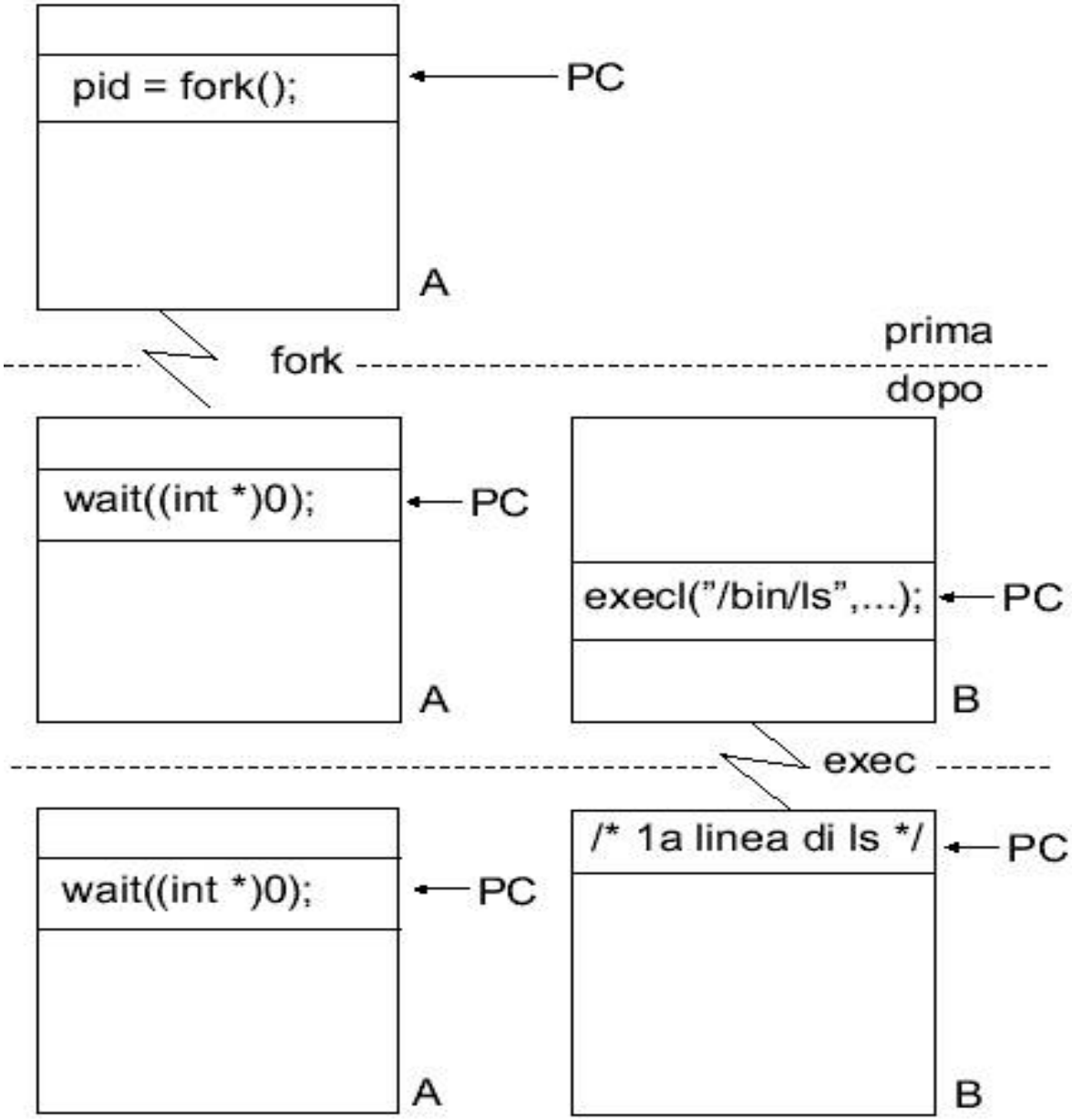
Esempio:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/wait.h>
void fatal(char *s)
{
    perror(s);
    exit(1);
}
/* continua ... */
```

Utilizzo combinato di fork e exec

```
main()
{
    pid_t pid;
    switch(pid = fork()) {
    case -1:
        fatal("fork failed");
        break;
    case 0:
        execl("/bin/ls", "ls", "-l", (char *)0);
        fatal("exec failed");
        break;
    default:
        wait((int *)0);
        printf("ls completed\n");
        exit(0);
    }
}
```

Utilizzo combinato di `fork` e `exec`



Esercitazione 1

A) Scrivere un programma che manda in esecuzione un eseguibile il cui filename e' inserito come argomento sulla linea comando e ne aspetta la terminazione.

B) Aggiungere al programma precedente la capacità di lanciare eseguibili residenti in qualsiasi directory memorizzata nella variabile di ambiente **$PATH**.

La funzione `system`

```
int system(char* command);
```

- Esegue un comando, aspettando la sua terminazione
- E' una funzione della libreria standard definita in ANSI C (quindi non è una system call, anche se svolge una funzione analoga alla **`fork+exec`**)
- Il suo modo di operare è fortemente dipendente dal sistema; in genere chiama **`/bin/sh -c command`**
- Non è definita in POSIX.1, perché non è un'interfaccia al sistema operativo, ma è definita in POSIX.2

L'ambiente di un processo

- L'ambiente di un processo è un insieme di stringhe (terminate da \0).
- Un ambiente è rappresentato da un vettore di puntatori a caratteri terminato da un puntatore nullo.
- Ogni puntatore (che non sia quello nullo) punta ad una stringa della forma: identificatore = valore
- Per accedere all'ambiente da un programma C, è sufficiente aggiungere il parametro **envp** a quelli del main:

```
/* showmyenv */
#include <stdio.h>
main(int argc, char **argv, char **envp)
{
    while(*envp)
    printf("%s\n",*envp++);
}
```

- oppure usare la variabile globale seguente:

```
extern char **environ;
```

L'ambiente di un processo

- L'ambiente di default di un processo coincide con quello del processo padre.
- Per specificare un nuovo ambiente è necessario usare una delle due varianti seguenti della famiglia **exec**, memorizzando in **envp** l'ambiente desiderato:

```
execle(path, arg0, arg1, ..., argn, (char *)0, envp);

execve(path, argv, envp);
```

L'ambiente di un processo

```
/* setmyenv */
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
main()
{ char *argv[2], *envp[3];
    argv[0] = "setmyenv";
    argv[1] = (char *)0;
    envp[0] = "var1=valore1";
    envp[1] = "var2=valore2";
    envp[2] = (char *)0;
    execve("./showmyenv", argv, envp);
    perror("execve fallita");
}
```

- Eseguendo il programma precedente si ottiene quanto segue:

```
$ ./setmyenv
var1=valore1
var2=valore2
```

L'ambiente di un processo

- Esiste una funzione della libreria standard che consente di cercare in **environ** il valore corrispondente ad una specifica variabile d'ambiente:

```
#include <stdlib.h>
char *getenv(const char *name);
```

- **getenv** prende come argomento il nome della variabile da cercare e restituisce il puntatore al valore (ciò che sta a destra del simbolo =) o NULL se non lo trova:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
main()
{
    printf("PATH=%s\n", getenv("PATH"));
}
```

- Dualmente, **putenv** consente di modificare o estendere l'ambiente:

```
putenv("variabile=valore");
```

Current working directory e root directory

- Ad ogni processo è associata una current working directory che viene ereditata dal processo padre.
- La chiamata di sistema seguente consente di cambiarla:

```
#include <unistd.h>
int chdir(const char *path);
```

- Ad ogni processo inoltre è associata una root directory che specifica il punto di inizio del file system visibile dal processo stesso.
- Per cambiare la root directory si può usare la chiamata di sistema seguente:

```
#include <unistd.h>
int chroot(const char *path);
```

Esercitazione 2

- Modificare il programma dell'Esercitazione 1 (slide 13) in accordo alle seguenti ulteriori specifiche:
  - il programma deve supportare correttamente il lancio di eseguibili che richiedono opzioni ed argomenti
  - il pattern di programmazione composto dalla chiamata alle system call **`fork+exec`** dovrà essere inserito all'interno di una funzione **`spawn()`** il cui prototipo dovrà essere opportunamente definito
- Aggiungere al programma precedente la capacità di leggere dallo standard input (e non come argomento sulla linea di comando) l'eseguibile da lanciare per poi lanciarlo alla pressione dell'**`Enter;`** quest'operazione andra' ripetuta iterativamente fino alla lettura di un carattere **`EOF`** di fine file (sequenza **`ctrl+d`**).

Esercitazione 3

A) Aggiungere al programma dell'Esercitazione 2:

- la stampa all'inizio di ogni nuova linea di comando (e quindi alla terminazione di ogni eseguibile lanciato) di un prompt contenente il nome dell'utente e quello del computer, nel formato: ***username@hostname $***
- la capacità di poter lanciare un nuovo eseguibile senza dover attendere la terminazione di quello precedente se al termine della stringa di input si trova il carattere **&**

B) Sviluppare un propria implementazione della funzione **`system()`** (si consulti **`man 3 system`**), rispettandone il prototipo e la funzionalita'; la gestione dei segnali definita per la **`system()`** puo' essere ignorata.