

Programmation Système

Cours 3: Les processus UNIX

Khaddouja ZELLAMA

Khaddouja.zellama@dauphine.psl.eu

Licence L2 Mathématiques et Informatique
Département MIDO

Programme/Processus

Programme/Processus

Programme:

- Fichier binaire contenant des instructions pour le CPU
- Résultat de la compilation d'un code source
- Objet inerte sur le système de fichier

Programme/Processus

Programme:

- Fichier binaire contenant des instructions pour le CPU
- Résultat de la compilation d'un code source
- Objet inerte sur le système de fichier

Processus

- Programme en cours d'exécution
- Dispose d'un état qui évolue dans le temps
- Peut interagir avec l'utilisateur
- Peut être non-deterministe
- Plusieurs processus peuvent exécuter le même programme (et obtenir des résultats différents)

Programme/Processus

Programme:

- Fichier binaire contenant des instructions pour le CPU
- Résultat de la compilation d'un code source
- Objet inerte sur le système de fichier

Processus

- Programme en cours d'exécution
- Dispose d'un état qui évolue dans le temps
- Peut interagir avec l'utilisateur
- Peut être non-deterministe
- Plusieurs processus peuvent exécuter le même programme (et obtenir des résultats différents)

La commande ps

Permet de voir les processus en cours sur le système

```
1 $ ps # processus en cours dans ma session
2     PID TTY          TIME CMD
3     370529 pts/41    00:00:00 bash
4     371534 pts/41    00:00:00 ps
5 $ ps -a # tous les processus en cours
6 ...
```

```
1 $ ps -o PID,TTY,TIME,CMD
2     PID TTY          TIME CMD
3     ...
4 $ ps -a -o pid,user
5     USER PID
6     ...
```

La commande ps

Permet de voir les processus en cours sur le système

```
1 $ ps # processus en cours dans ma session
2   PID TTY      TIME CMD
3   370529 pts/41    00:00:00 bash
4   371534 pts/41    00:00:00 ps
5 $ ps -a # tous les processus en cours
6 ...
```

```
1 $ ps -o PID,TTY,TIME,CMD
2   PID TTY      TIME CMD
3   ...
4 $ ps -a -o pid,user
5   USER PID
6   ...
```

Informations disponibles:

- UID utilisateur propriétaire du processus
- PID numéro du process
- PPID numéro du process parent
- C priorité
- STIME correspond à l'heure de lancement du processus
- TTY nom du terminal rattaché au processus
- TIME temps d'exécution
- COMMAND utilisée pour lancer le processus
- ...

Descripteur de processus

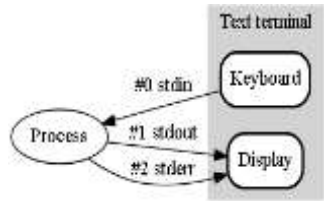
- Structure du noyau qui permet au noyau de manipuler les différents processus (e.g. `struct task_struct` dans le noyau Linux)
- Un par processus qui existe sur le système

Descripteur de processus

- Structure du noyau qui permet au noyau de manipuler les différents processus (e.g. `struct task_struct` dans le noyau Linux)
- Un par processus qui existe sur le système

Cette structure contient:

- le PID (process id), PPID (parent process id)
- l'utilisateur propriétaire du processus
- l'état du processus (D/R/S/T/Z)
- l'espace d'adressage mémoire alloué au processus (code/pile/tas)
- la table des fichiers ouverts
 - En particulier: `stdin (0)`, `stdout(1)`, `stdout(2)`
- Un espace alloué pour sauvegarder le contexte d'exécution
Permet de sauvegarder/restaurer l'exécution d'un processus
Registres PC, EAX, EBX, ...

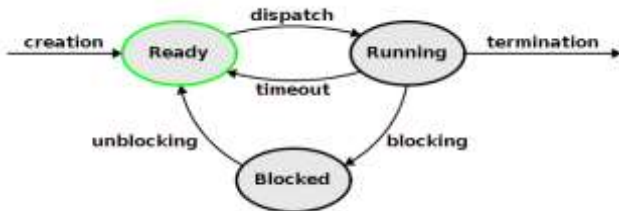


Démarrage, et cycle de vie d'un processus

Démarrage

- Le noyau attribue un PID et un espace d'adressage mémoire
- Le noyau charge le programme en mémoire et initialise les variables
- Le noyau donne la main au processus pour qu'il s'exécute

Cycle de vie



États des processus

- D:** En sommeil ininterrompible. Le processus est typiquement en train d'effectuer une tâche non interrompible qui ne peut pas se faire en raison d'une erreur ou d'une autre.
- R:** En cours d'exécution (le process est actif et consomme des ressources, en user mode ou kernel mode)
- S:** En sommeil (le processus n'est pas actif mais susceptible d'être réveillé par un appel système)
- T:** Stoppé ou stracé (Le processus a reçu un signal d'arrêt temporaire et attend un SIGCONT)
- Z:** Zombie, la valeur de retour du processus n'a pas été lu par le père (ou par init dans le cas où le père n'existe plus). Ce processus ne consomme plus que la place de la structure de description du processus à l'exclusion de toute autre ressource)

États des processus

```
1 #define TASK_RUNNING      0 // Running/runnable
2 #define TASK_INTERRUPTIBLE 1 // S en attente
3 #define TASK_UNINTERRUPTIBLE 2 // D en sommeil ininterruptible
4 #define TASK_ZOMBIE       4 // Z en attente de terminaison
5 #define TASK_STOPPED      8 // T Interrompu
6 ..
```

La commande **ps** permet de connaître l'état des processus existants

```
1 $ ps -a -o state | sort | uniq -c
2      2 R
3     245 S
4      4 Z
```

Mémoire d'un processus

```
1 int f() {  
2     int a = 10;  
3     printf ("PID %d\n", getpid());  
4     printf ("adresse de a : %p\n", &a);  
5     printf ("adresse de f : %p\n", &f) ;  
6     sleep(10000);  
7     printf ("%d\n", a); //to prevent compiler optimization  
8 }  
9 int main(){  
10     f();  
11 }
```

```
1 bnegreve@neb:~$ gcc test.c  
2 bnegreve@neb:~$ ./a.out  
3 PID 373015  
4 adresse de a : 0x7ffd058d06ec  
5 adresse de f : 0x56192b3ea155
```

Mémoire d'un processus

```
1 int f() {
2     int a = 10;
3     printf ("PID %d\n", getpid());
4     printf ("adresse de a : %p\n", &a);
5     printf ("adresse de f : %p\n", &f);
6     sleep(10000);
7     printf ("%d\n", a); //to prevent compiler optimization
8 }
9 int main(){
10     f();
11 }
```

```
1 bnegreve@neb:~$ gcc test.c
2 bnegreve@neb:~$ ./a.out
3 PID 373015
4 adresse de a : 0x7ffd058d06ec
5 adresse de f : 0x56192b3ea155
```

```
1 bnegreve@neb:~$ cat /proc/373015/maps
2 56192b3e9000-56192b3ea000 r-p 00000000 fd:03 24791179
3 56192b3ea000-56192b3eb000 r-xp 00001000 fd:03 24791179
4 56192b3eb000-56192b3ec000 r-p 00002000 fd:03 24791179
5 56192b3ec000-56192b3ed000 r-p 00002000 fd:03 24791179
6 56192b3ed000-56192b3ee000 rw-p 00003000 fd:03 24791179
7 56192c68b000-56192c6ac000 rw-p 00000000 00:00 0
8 7fd68447c000-7fd6844a1000 r-p 00000000 fd:01 1443743
9 7fd6844a1000-7fd6845ec000 r-xp 00025000 fd:01 1443743
10 7fd6845ec000-7fd684636000 r-p 00170000 fd:01 1443743
11 7fd684636000-7fd684637000 -p 001ba000 fd:01 1443743
12 7fd684637000-7fd68463a000 r-p 001ba000 fd:01 1443743
13 7fd68463a000-7fd68463d000 rw-p 001bd000 fd:01 1443743
14 7fd68463d000-7fd684643000 rw-p 00000000 00:00 0
15 7fd684677000-7fd684678000 r-p 00000000 fd:01 1441694
16 7fd684678000-7fd684698000 r-xp 00001000 fd:01 1441694
17 7fd684698000-7fd6846a0000 r-p 00021000 fd:01 1441694
18 7fd6846a1000-7fd6846a2000 r-p 00029000 fd:01 1441694
19 7fd6846a2000-7fd6846a3000 rw-p 0002a000 fd:01 1441694
20 7fd6846a3000-7fd6846a4000 rw-p 00000000 00:00 0
21 7ffd058b1000-7ffd058d2000 rw-p 00000000 00:00 0
22 7ffd05989000-7ffd0598d000 r-p 00000000 00:00 0
23 7ffd0598d000-7ffd0598f000 r-xp 00000000 00:00 0

/home/bnegreve/a.out
/home/bnegreve/a.out <--- function f()!
/home/bnegreve/a.out
/home/bnegreve/a.out
/home/bnegreve/a.out
[heap]
/lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.31.so
/lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.31.so
/lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.31.so
/lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.31.so
/lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.31.so
-
/lib/x86_64-linux-gnu/ld-2.31.so
/lib/x86_64-linux-gnu/ld-2.31.so
/lib/x86_64-linux-gnu/ld-2.31.so
/lib/x86_64-linux-gnu/ld-2.31.so
/lib/x86_64-linux-gnu/ld-2.31.so
-
[stack ] <--- var a !
[vvar ]
[vdso]
```

Organisation de la mémoire d'un processus

(de bas en haut)

```
1 7ffd0598d000-7ffd0598f000 r-xp [vdso]
2 7ffd05989000-7ffd0598d000 r--p [vvar]
3 7ffd058b1000-7ffd058d2000 rw-p [stack]
4 7fd6846a3000-7fd6846a4000 rw-p
5 7fd6846a2000-7fd6846a3000 rw-p /lib/.../ld-2.31.so
6 7fd6846a1000-7fd6846a2000 r--p /lib/.../ld-2.31.so
7 7fd684698000-7fd6846a0000 r--p /lib/.../ld-2.31.so
8 7fd684678000-7fd684698000 r-xp /lib/.../ld-2.31.so
9 7fd684677000-7fd684678000 r--p /lib/.../ld-2.31.so
10 7fd68463d000-7fd684643000 rw-p
11 7fd68463a000-7fd68463d000 rw-p /lib/.../libc-2.31.so
12 7fd684637000-7fd68463a000 r--p /lib/.../libc-2.31.so
13 7fd684636000-7fd684637000 ---p /lib/.../libc-2.31.so
14 7fd6845ec000-7fd684636000 r--p /lib/.../libc-2.31.so
15 7fd6844a1000-7fd6845ec000 r-xp /lib/.../libc-2.31.so
16 7fd68447c000-7fd6844a1000 r--p /lib/.../libc-2.31.so
17 56192c68b000-56192c6ac000 rw-p [heap]
18 56192b3ed000-56192b3ce000 rw-p /home/bnegreve/a.out
19 56192b3ec000-56192b3ed000 r--p /home/bnegreve/a.out
20 56192b3eb000-56192b3ec000 r--p /home/bnegreve/a.out
21 56192b3ea000-56192b3eb000 r-xp /home/bnegreve/a.out
22 56192b3e9000-56192b3ea000 r--p /home/bnegreve/a.out
```

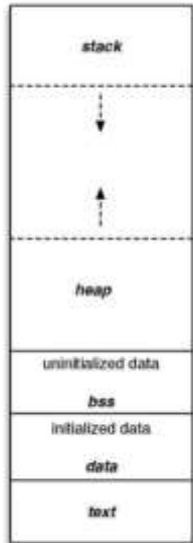


Table des fichiers

```
1 file1=open("/path/myfile.txt", "rw");  
2 file2=open("/path/myfile3.txt", "rw");  
3 ... close(file1)  
4 close(file2)  
5
```

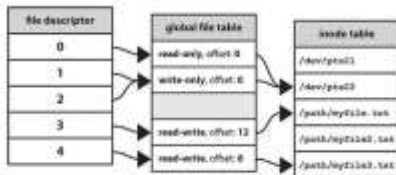
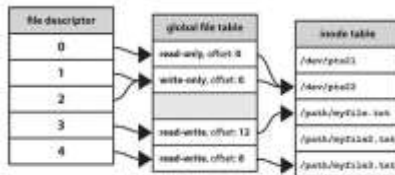


Table des fichiers

```
1 file1=open("/path/myfile.txt", "rw");  
2 file2=open("/path/myfile3.txt", "rw");  
3 ... close(file1)  
4 close(file2)  
5
```



Descripteurs réservés:

- 0 (stdin) : Entrée standard
- 1 (stdout) : Sortie standard
- 2 (stderr) : Sortie erreur

Table des fichiers

```
1 bnegreve@neb:~$ ./a.out
2 PID 373015
3 ...
4 bnegreve@neb:~$ ls -l /proc/373015/fd/
5 lrwx----- 1 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:39 0 -> /dev/pts/41 lrwx-----
6 1 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:39 1 -> /dev/pts/41 lrwx----- 1
7 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:39 2 -> /dev/pts/41
```

Table des fichiers

```
1 bnegreve@neb:~$ ./a.out
2 PID 373015
3 ...
4 bnegreve@neb:~$ ls -l /proc/373015/fd/
5 lrwx----- 1 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:39 0 -> /dev/pts/41 lrwx-----
6 1 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:39 1 -> /dev/pts/41 lrwx----- 1
7 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:39 2 -> /dev/pts/41
```

```
1 bnegreve@neb:~$ ./a.out > out
2 bnegreve@neb:~$ ps aux | grep a.out
3 bnegreve 373752 0.0 0.0 2304 500 pts/41 S 15:44 0:00 ./a.out
4 bnegreve@neb:~$ ls -l /proc/373752/fd/
5 lrwx----- 1 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:44 0 -> /dev/pts/41
6 l-wx----- 1 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:44 1 -> /home/bnegreve/out lrwx----
7 -- 1 bnegreve bnegreve 64 Feb 8 15:44 2 -> /dev/pts/41
```

kill

kill - send a signal to a process

- 18 SIGCONT Demande de reprise du processus
- 19 SIGSTOP Demande de suspension imbloquable
- 9 SIGKILL Instruction (KILL) - termine le processus immédiatement
- 15 SIGTERM Signal de terminaison
- 11 SIGSEGV Violation de mémoire