Série d'exercices 3 : Processus

3.1 Expliquez à quel moment les ressources d'un processus sont libérées suite à l'appel système exit(). Est-ce qu'elle sont libérées tout de suite?

Le parent peut de demander le code de retour de ses enfants. Il faut donc conserver l'entrée dans la table de processus qui contient ce résultat. Conserver l'entrée empêche aussi dans l'intervalle que le numéro de processus de l'enfant soit recyclé, ce qui causerait de la confusion.

3.2 Dans le cas d'UNIX, la création de processus est réalisée par duplication. Citez un avantage et un inconvénient.

Le principal avantage est la simplicité pour activer cette fonctionnalité et la simplicité de l'implémentation sous-jacente. Dans le cas où on veut effectivement un clone du parent, c'est simple et efficace. L'inconvénient est lorsque le processus enfant doit faire un exec() pour lancer un nouveau programme. La combinaison fork() + exec() est moins intuitive pour les programmeurs. Il serait plus efficace de créer une nouvelle table de page directement, que de copier celle du parent pour ensuite la remplacer. C'est peut-être pour ces raisons que l'API Win32 combine l'effet de fork() et exec().

3.3 Dans le système UNIX, est-ce que tout processus a un parent? Que se passe-t-il lorsqu'un processus devient orphelin (son parent se termine avant l'enfant)? Quand est-ce qu'un processus passe à l'état zombie?

Les processus ont toujours un parent. La seule exception est le processus racine « init ». Le processus « init » récupère automatiquement tous les processus qui seraient orphelins, par exemple si le parent d'un processus se termine. Un processus est zombie après qu'il soit terminé, mais en attente que son parent effectue un wait() pour récupérer son statut de sortie.

3.4 Sur la plupart des systèmes, on retrouve pour les processus au moins les trois états: prêt, en exécution, et bloqué. Nous pourrions donc avoir six transitions possibles au maximum entre ces états. Dites lesquelles transitions ne sont pas logiquement possibles.

Un processus bloqué ne passe pas directement en exécution, il passe à l'état prêt lorsqu'il n'est plus bloqué. Un processus prêt ne revient pas à l'état bloqué avant de s'exécuter.

3.5 Le code qui s'occupe des interruptions dans les systèmes d'exploitation nécessite souvent d'être écrit en assembleur. Pourquoi?

Un traitement de bas niveau particulier est souvent requis, (e.g. activer ou désactiver les interruptions, changer le contenu de certains registres de

contrôle). Il faut généralement utiliser des instructions spécifiques à un modèle de processeur. Ces instructions spécifiques ne sont souvent pas accessibles à partir des énoncés fournis par les langages de haut niveau.

3.6 Lors d'une interruption, le noyau utilise une pile séparée de celle du processus appelant. Pourquoi?

Le noyau utilise une pile qui n’est pas accessible par le programme pour une raison de sécurité. Les variables locales écrites par le noyau doivent être considérées secrètes et ne devraient pas pouvoir être lues par le processus.

Les questions suivantes sont associées à un code source.

3.7 Combien de processus seront créés par ce programme?

```c
int main() {
    int cnt = 0;
    int p = 1;
    while (p > 0) {
        cnt++;
        p = fork();
    }
    if (p < 0) {
        printf("failed after %d fork\n", cnt);
    }
    execlp("sleep", "sleep", "1", (char *) NULL);
    return 0;
}
```

3.8 Quelle est la valeur finale de a pour chaque processus? Combien de millions de fois la variable *a* est-elle incrémentée?

```c
#define MAX 100000000 // 100 millions
static uint64_t a = 0;

void *count(void *arg) {
    volatile uint64_t *var = (uint64_t *) arg;
    volatile uint64_t i;
    for (i = 0; i < MAX; i++) {
        *var = *var + 1;
    }
    return NULL;
}

int main(int argc, char **argv) {
    int p;

    count(&a);

    if ((p = fork()) < 0)
        return EXIT_FAILURE;

    count(&a);
    wait(NULL);

    printf("pid=%d a=%" PRId64 "\n", getpid(), a);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```

3.9 Quel est l'affichage sur stdout produit par ce programme?

```
int main(int argc, char **argv) {
     int i = 2;
     int j = 10;
     int p;

     while(--i && (p = fork())) {
           if (p < 0)
                 exit(EXIT_FAILURE);
     }
     j = j + 2;
     if (p == 0) {
           i = i * 3;
           j = j * 3;
     } else {
           i = i * 2;
           j = j * 2;
     }
     printf("pid=%d i=%d j=%d\n", getpid(), i, j);
     return EXIT_SUCCESS;
}
```

Les questions suivantes requièrent de la programmation

3.10 Lanceur de commandes

Écrivez un programme qui lance, l'un à la suite de l'autre, les fichiers exécutables passés en paramètre. Un fichier exécutable est lancé uniquement si tous ceux qui le précèdent sont terminés. Avant de se terminer, le programme affiche à l'écran le nombre de lancements de fichiers exécutables qui ont échoué (parce que le fichier n'existe pas ou n'est pas exécutable).

3.11 Recherche en parallèle

Considérez un fichier nommé « foo ». Pour accélérer la recherche du mot « bar » dans le fichier « foo », le processus de départ crée quatre processus. Chaque processus fils créé effectue la recherche dans une des quatre parties du fichier en appelant la fonction « search » suivante :

bool search(char * file, char * word, int section) où :

- file est le nom du fichier, c'est-à-dire « foo »,

- word est le mot recherché, c'est-à-dire « bar » et

- section est la partie 1, 2, 3 ou 4 du fichier.

Cette fonction retourne 1 en cas de succès et 0 sinon. Au retour de la fonction « search », le processus fils transmet, en utilisant l'appel système **exit**, au processus père le résultat de la recherche (**exit(0**) en cas de succès, **exit(1)** en cas d'échec). Lorsque le processus père est informé du succès de l'un de ses fils, il tue tous les autres fils. Écrivez un programme C qui réalise le traitement. N'écrivez pas le code de la fonction **« search »**.

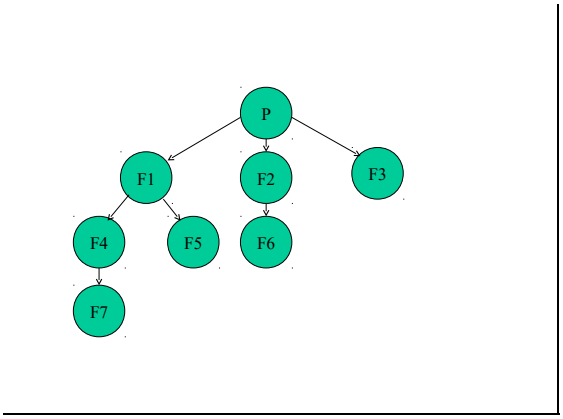
3.12 Arbre généalogique

Considérez le programme C suivant:

```
int main(int argc, char **argv) {
    int pid;
    int i;

    // FIXME

    sleep(30);
    while (wait(NULL) >= 0);

    return EXIT_SUCCESS;
```

```
}
```

3.12.1 Complétez le code précédent de manière qu'il crée l'arborescence illustrée ci-dessus :



Les processus fils du dernier niveau se transforment en « sleep ». Les autres processus fils affichent à l'écran le message « continue » avant de poursuivre la création de processus.

3.12.2 Est-ce que le code complété engendre des processus zombies? Justifiez.

3.12.3 Tracez l'arborescence des processus créés par le programme si l'on supprime la ligne **while (wait(NULL) >= 0);** et à la fin du code des pères, l'on ajoute les lignes dans le « for » :

```
wait(NULL);
exit(0);
```

3.13 Une grande famille

Considérez le programme C suivant:

```
void fx(char *msg) {
    printf("pid=%d %s\n", getpid(), msg);
    exit(EXIT_SUCCESS);
}

void f1() {     fx("1"); }
void f2() {     fx("2"); }
void f3() {     fx("3"); }
```

```c
void f4() {      fx("4"); }

int main(int argc, char **argv) {
    pid_t p1, p2, p3, p4;

    if ((p1 = fork()) == 0) {
        if ((p2 = fork()) == 0) {
            f2();
        } else {
            f1();
        }
    } else {
        if ((p3 = fork()) == 0) {
            f3();
        } else {
            if ((p4 = fork()) == 0) {
                f4();
            }
        }
    }
    sleep(30);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```

3.13.1 Tracez l'arborescence des processus créés par ce programme si les fonctions f1, f2, f3 et f4 se terminent par exit().

3.13.2 Est-ce que ce programme peut produire des processus zombies? Justifiez.

3.14 Jouer en équipe

Considérez le programme suivant :

```c
#define MAX 4

void play(int id) {
    printf("play id=%d\n", id);
    sleep(id);
}

int main(int argc, char **argv) {
    int i;
    int p;
    int status;

    // creer MAX processus fils
     // chaque processus execute la fonction play puis quitte
```

```
	while(1) {
		// attendre la fin d'un joueur
		// creer un autre joueur de meme numero
	}

	return EXIT_SUCCESS;
}
```

3.14.1 Complétez le programme en ajoutant le code qui réalise exactement les traitements spécifiés sous forme de commentaires.

3.15 Rester vivant

Considérez le code suivant :

```
void server() {
	FILE *log = fopen("server.log", "a");
	int d = 0;

	while(d < 10) {
		fprintf(log, "%d server is alive\n", d++);
		fflush(log);
		sleep(1);
	}
}

int main(int argc, char **argv) {
	int p;
	if ((p = fork()) == 0) {
		fclose(stdin);
		fclose(stdout);
		fclose(stderr);
		if ((p = fork()) == 0) {
			server();
		}
		return EXIT_SUCCESS;
	}
	wait(NULL);
	printf("server started\n");
	return EXIT_SUCCESS;
}
```

3.15.1 Quelle est le résultat du programme?

3.15.2 Quel est le parent du processus exécutant la fonction « server() »?