Threads - Création

Programmation Système — R3.05

C. Raïevsky

Département Informatique

BUT Informatiques 2ème année

Thread - Définition

Fil d'exécution

Un thread est

- L'unité d'exécution d'un OS
- Le concept qui encapsule l'exécution

Un *processus*

- a toujours au moins un thread : Le thread principal - *Main Thread*
- peut créer d'autres threads

Lorsque l'OS doit attribuer une tâche au *core* d'un CPU

$\hookrightarrow$ il choisit un thread

Création

Lors de la création d'un thread

- Un nouveau contexte d'exécution est créé :
  - Pile dédiée
  - Ensemble de registres

Lancement de l'exécution

Dans une fonction

Création d'un thread POSIX – Exemple minimal

```
1  void* printDots(void*) {
2     for (int i = 0; i < 100000; ++i){ printf("."); }
3     printf("Thread␣done␣printing\n");
4  }
5
6  int main(int argc, char *argv[]) {
7
8     pthread_t th;
9     pthread_create(&th, NULL, printDots, NULL);
10
11    for (int i = 0; i < 100000; ++i){ printf("*"); }
12    printf("Main␣done␣printing\n");
13
14    pthread_join(th, NULL); /* On attend la fin du thread */
15
16    printf("Main␣exiting\n");
17    return EXIT_SUCCESS;
18 }
```

Espace mémoire

`man pthreads`

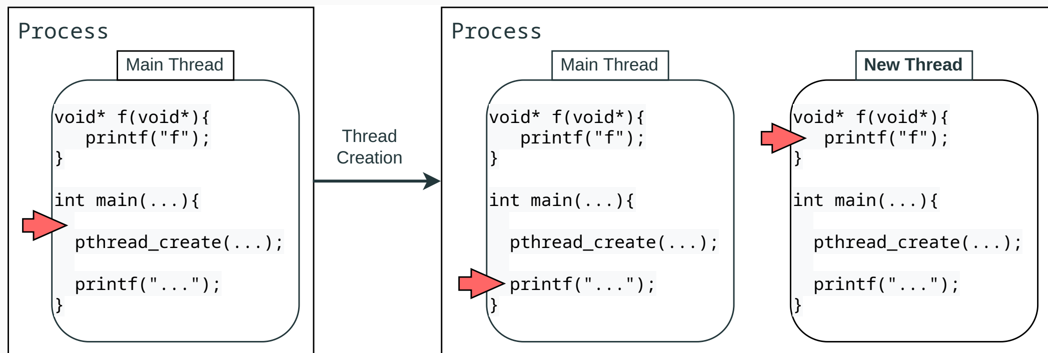
Les threads d'un même processus partagent :

- L'espace mémoire (programme, data, bss, tas, mmap)
- Les PID et PPID
- Le propriétaire et les droits
- Les descripteurs de fichier ouverts
- Les programmes d'interruption
- etc.

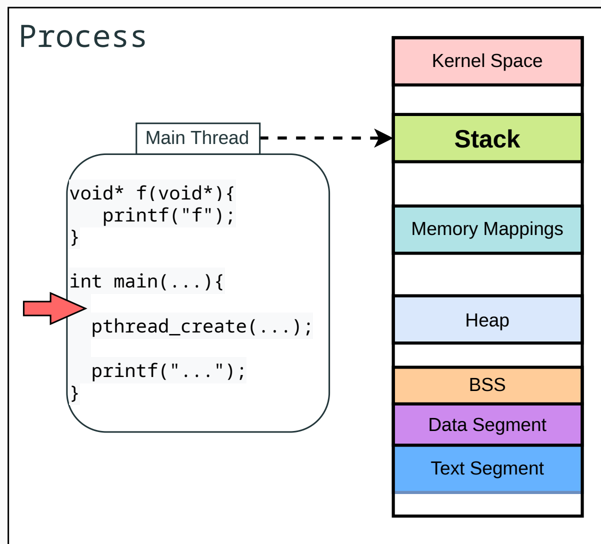
Les threads d'un même processus ne partagent pas :

- **La stack !!**
- Les filtres d'interruption
- etc.

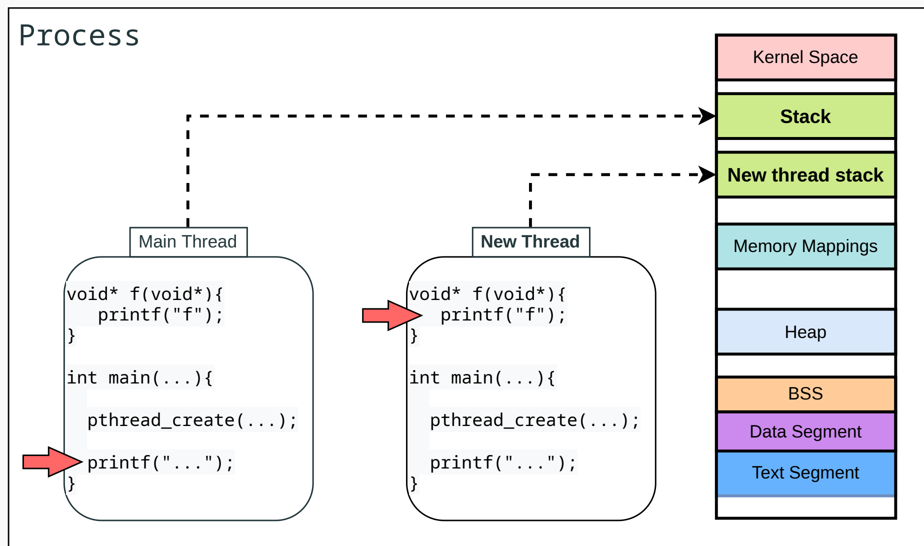
Création d'un thread



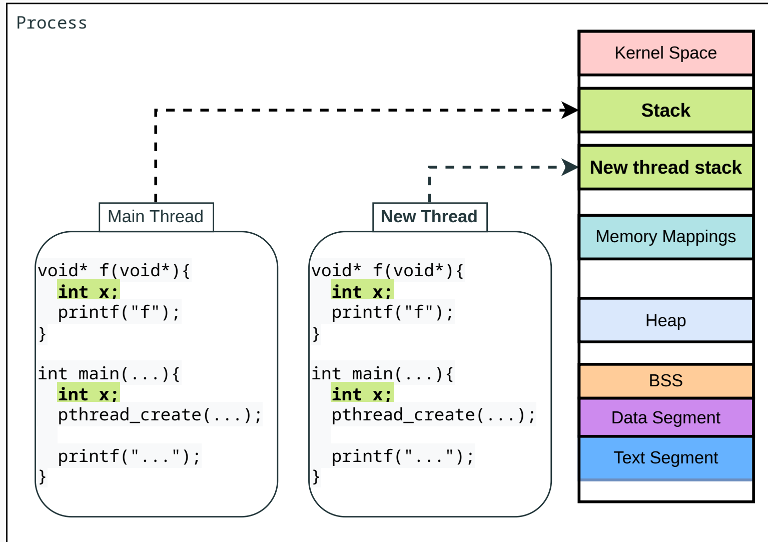
Mémoire du processus avant la création d'un thread



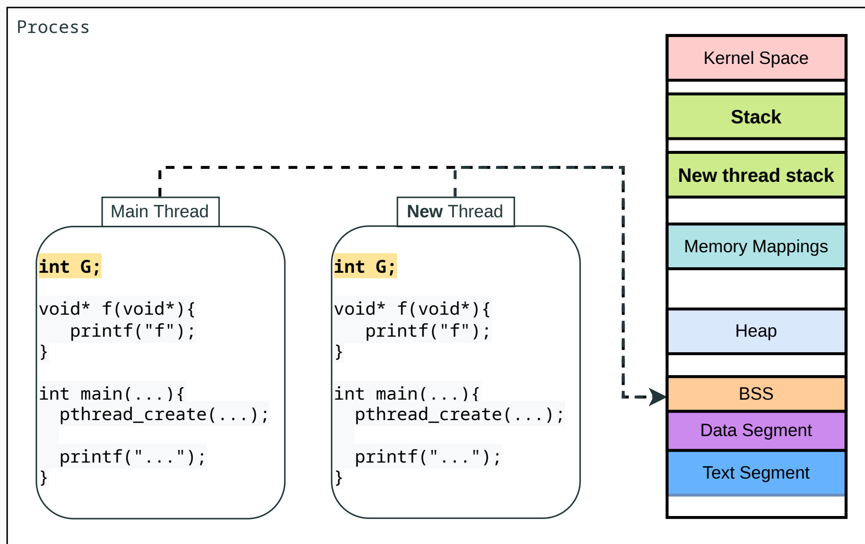
Mémoire du processus après la création d'un thread



Variables locales



Variable globale



Passer des paramètres

L'interface pthread impose la signature de la fonction de démarrage

```
1  int pthread_create(pthread_t *thread,
2                     const pthread_attr_t *attr,
3                     void *(*start_routine)(void *),
4                     void *arg);
```

Troisième paramètre :

```
void *(*start_routine)(void*)
```

Pointeur vers une fonction qui :

- Prend un void* en paramètre
- Renvoie un void*

Passage de paramètres à un thread - Exemple

```
1  typedef struct {
2     int nbRep;
3     char toPrint;
4  } param_t;
5
6  void* printChar(void* p) {
7     param_t params = *((param_t*)p);
8
9     for (int i = 0; i < params.nbRep; ++i){
10       printf("%c",params.toPrint);
11    }
12
13    printf("Thread done printing\n");
14 }
```

```
15 int main(int argc, char *argv[]) {
16    param_t p = {10000, 'a'};
17    pthread_t th;
18    pthread_create(&th, NULL, printChar, &p);
19
20    for (int i = 0; i < 10000; ++i){
21       printf("*");
22    }
23    printf("Main done printing\n");
24
25    pthread_join(th, NULL);
26
27    printf("Main exiting\n");
28    return EXIT_SUCCESS;
29 }
```

```
param_t params = *((param_t*)p);
```

Récupérer un résultat

La valeur de retour de `pthread_create` n'a rien à voir avec le résultat du thread

```
1  int pthread_create(pthread_t *thread,
2                     const pthread_attr_t *attr,
3                     void *(*start_routine)(void *),
4                     void *arg);
```

Résultat :

- 0 si tout va bien
- Un code d'erreur sinon (cf `man pthread_create`)

Récupérer un résultat

Prototype de pthread_join

```
int pthread_joint(pthread_t thread, void **retval);
```

Deuxième paramètre :

- Pointeur vers le résultat renvoyer par le thread
- La valeur retournée par la fonction de départ ou
- La valeur passée à `pthread_exit`

Récupération du résultat d'un thread - Exemple

```c
typedef struct {
   int* array;
   int first;
   int last;
} param_t;

void* sumIntArray(void* v) {
   param_t p = *((param_t*)v);

   long int* sum = malloc(sizeof(long int));

   for (int i = p.first; i < p.last; ++i){
      *sum += p.array[i];
   }
   return (void*)sum;
}
```

```c
int main(int argc, char *argv[]) {
   int myArray[1000];

   param_t p = {myArray, 0, 1000};
   pthread_t th;
   pthread_create(&th, NULL, sumIntArray, &p);

   printf("Main waiting for result.\n");

   long int* result;
   pthread_join(th, (void**)&result);

   printf("Result : %ld\n", *result);

   free(result);
   return EXIT_SUCCESS;
}
```

Récupération du résultat d'un thread - Exemple - Autre méthode

```
1  typedef struct {
2     int* array;
3     int first;
4     int last;
5     int* result;
6  } param_t;
7
8  void* sumIntArray(void* v) {
9     param_t p = *((param_t*)v);
10
11    *p.result = 0;
12
13    for (int i = p.first; i < p.last; ++i){
14       *p.result += p.array[i];
15    }
16
17    return NULL;
18 }
```

```
19 int main(int argc, char *argv[]) {
20    int myArray[1000];
21    int result = 0;
22
23    param_t p = {myArray, 0, 1000, &result};
24    pthread_t th;
25    pthread_create(&th, NULL, sumIntArray, &p);
26
27    printf("Main waiting for result.\n");
28
29    pthread_join(th, NULL);
30
31    printf("Result : %ld\n", result);
32    return EXIT_SUCCESS;
33 }
```

Paramètres et résultat - Variables globales

La tentation des variables globales est forte

- Au vu de la complexité des solutions proposées
- Bien fait ça peut marcher. . .

Mais le péril est grand. . .

Problèmes posés par l'exécution non séquentielle

Exécution

- Non séquentielle
- Difficilement prédictible
- **C'est l'OS qui décide de l'ordre dans lequel les threads sont exécutés.**

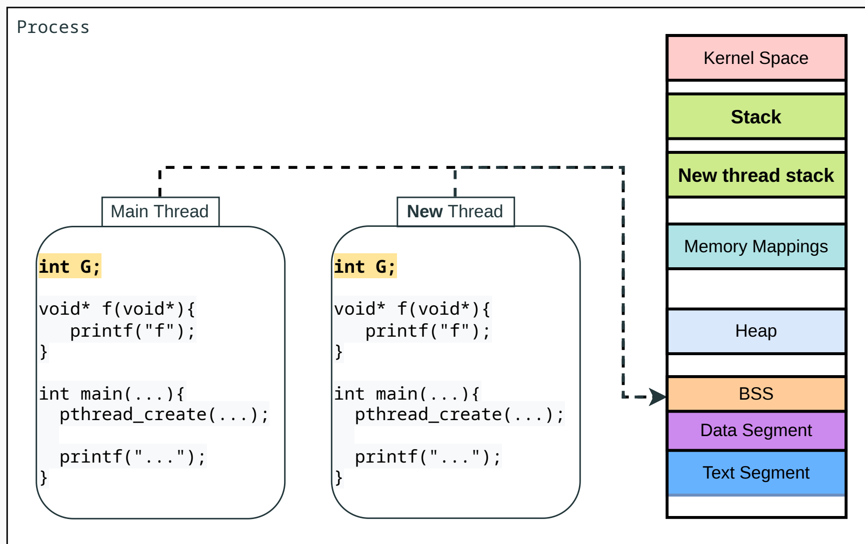
Accès concurrent aux ressources partagées

- Mémoire - Notamment les variables globales
- Fichier disque
- Réseau

Accès concurrent – Exemple minimal

```
1  int G = 0;
2  void* incG() {
3     for (int i = 0; i < 500000; ++i) { G++; }
4  }
5
6  int main(int argc, char* argv[]){
7     pthread_t th1, th2;
8
9     pthread_create(&th1, NULL, incG, NULL);
10    pthread_create(&th2, NULL, incG, NULL);
11
12    pthread_join(th1, NULL);
13    pthread_join(th2, NULL);
14
15    printf("Final␣value:␣%d\n", G);
16    return EXIT_SUCCESS;
17 }
```

Variable globale



Solutions

Tous ces problèmes et leurs (éventuelles) solutions sont le domaine de

la programmation concurrente