Programmation Concurrente

Sémaphores

Exercice 1

On désire réaliser un « rendez-vous » pour deux threads.

Soit le thread A effectuant les opérations a1 puis a2 et le thread B effectuant les opérations b1 puis b2.

Thread A
a1
a2

Thread B
b1
b2

Comment garantir que l'opération a1 se produira toujours avant b2 et que b1 se produira toujours avant a2 ?

Exercice 2

Soit un programme concurrent comportant 42 threads. La routine d'exécution de chaque thread exécute aléatoirement une fonction F à un ou plusieurs moments durant son exécution.

On aimerait toutefois garantir que seulement 7 threads au maximum exécuterons la fonction F à un instant donné, les autres threads devant être bloqués.

Comment garantir ce comportement à l'aide de sémaphore(s) ?

Exercice 3

On désire implémenter notre propre version de barrière de synchronisation pour N threads à l'aide de **sémaphore(s)**. Votre implémentation de barrière devra avoir un comportement similaire aux barrières POSIX vu en cours, à l'exception de la réinitialisation de la barrière une fois tous les threads passés. Chaque thread doit signaler son arrivée à la barrière à l'aide d'un appel à une fonction dédiée, tout comme pour l'implémentation dans la librairie Pthreads.

On se propose d'implémenter l'interface ci-dessous :

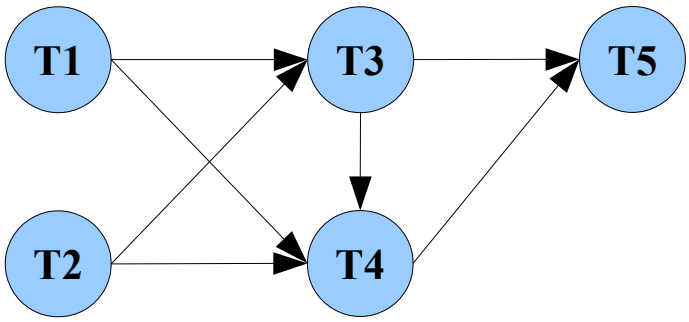
- Un nouveau type barrière :
  `barrier_t`
- Une fonction d'initialisation d'un objet barrière :
  `void barrier_init(barrier_t *b, int count)`
- Une fonction d'attente à la barrière :
  `void barrier_wait(barrier_t *b)`
- Une fonction de destruction de la barrière :
  `void barrier_destroy(barrier_t *b)`

Attention : l'implémentation ne doit pas contenir de boucles !

Réalisez un programme de test permettant de montrer que votre implémentation fonctionne correctement.

Exercice 4

Soit cinq threads dont le graphe d'exécution est défini ci-dessous :



T3 ne s'exécutera que lorsque T1 et T2 seront terminés. T5 s'exécutera lorsque T3 et T4 seront terminés, etc.
Donnez le pseudo-code permettant de réaliser l'ordre d'exécution donné par le graphe ci-dessus à l'aide de sémaphores. Remplissez la phase d'initialisation ainsi que les opérations à effectuer dans chaque thread. L'instruction `work` dans chaque thread symbolise le travail effectué par le thread.

```
Initialisation :



T1 :



T2 :



T3 :



T4 :
```

Exercice 5

Soit les threads T1 et T2 dont le pseudo-code est donné ci-dessous.
Ces deux threads utilisent de façon concurrente deux ressources R1 et R2, dont l'utilisation est protégée par deux sémaphores S1 et S2.

```
S1 = sem_init(1)
S2 = sem_init(1)

T1 {
      while (true) {
            sem_wait(S1)
            sem_wait(S2)
            // Utilisation de R1 et R2
            ...
            sem_post(S1)
            // Utilisation de R2
            ...
            sem_post(S2)
            // Travail n'utilisant ni R1, ni R2
            ...
      }
}

T2 {
      while (true) {
            sem_wait(S2)
            sem_wait(S1)
            // Utilisation de R1 et R2
            ...
            sem_post(S2)
            // Utilisation de R1
            ...
            sem_post(S1)
            // Travail n'utilisant ni R1, ni R2
            ...
      }
}
```

a) Démontrez que cette implémentation présente un risque de *deadlock*.

b) Proposez une modification du code permettant de supprimer ce *deadlock* potentiel à l'aide d'un unique sémaphore supplémentaire. Votre solution ne doit pas changer les instructions existantes, ni leur ordre : limitez-vous à l'insertion des instructions portant sur le nouveau sémaphore.