Thread et synchronisation en Java

Master MIASHS DCISS
Université Grenoble Alpes

2022-2023

Introduction

- Thread : « processus léger »
  - Un processus peut contenir plusieurs Thread
  - Tous les threads d’un processus partagent son espace mémoire
  - Chaque thread a son propre pointeur d’exécution (Program Counter)
- Permet de paralléliser des traitements
  - Par défaut, il y a au moins un thread pour l’exécution de l’application, un ou plusieurs pour le ramasse-miettes
  - Inconvénients : utilise des ressources

Contenu d’un Thread

- Du code, un algo à exécuter
  - Dans la méthode `public void run()`
  - Méthode à redéfinir
- Une méthode pour le démarrer
  - `public void start()`
- Un thread vit jusqu’a la fin de sa méthode `run()`
  - Endormir un thread : `void sleep(int milisec)`
  - Mettre en attente un thread : `void wait()`

Création des threads

- Pour créer un bon vieux thread, il existe deux façons :
  - Dériver la classe `Thread` (et redéfinir la méthode `run()`)
  - Implémenter l'interface `Runnable` (et définir la méthode `run()`)

Dérivation de la classe Thread

```
class MonThread extends Thread {

    public MonThread() {
        // initialisation
    }

    public void run() {
        // le code de l'action du thread
    }
}
```

```
MonThread t = new MonThread();
t.start(); // execute la methode run() en
   // parallele au thread de ce programme
```

Implémentation de Runnable

```
class MaTache implements Runnable {

    public MaTache() {
        // initialisation
    }

    public void run() {
        // le code de l'action du thread
    }
}
```

```
MaTache tache = new MaTache();
Thread t = new Thread(tache) ;
t.start(); // execute la methode run() de MaTache en
           // parallele au thread de ce programme
```

La classe Thread
- méthodes statiques -

- Méthodes qui agissent sur le thread qui exécute la méthode
  - `Thread.sleep(long milisec)` : endort le thread courant
  - `Thread.currentThread()` : retourne une référence vers le thread courant
  - Thread.yield() : le thread passe son tour

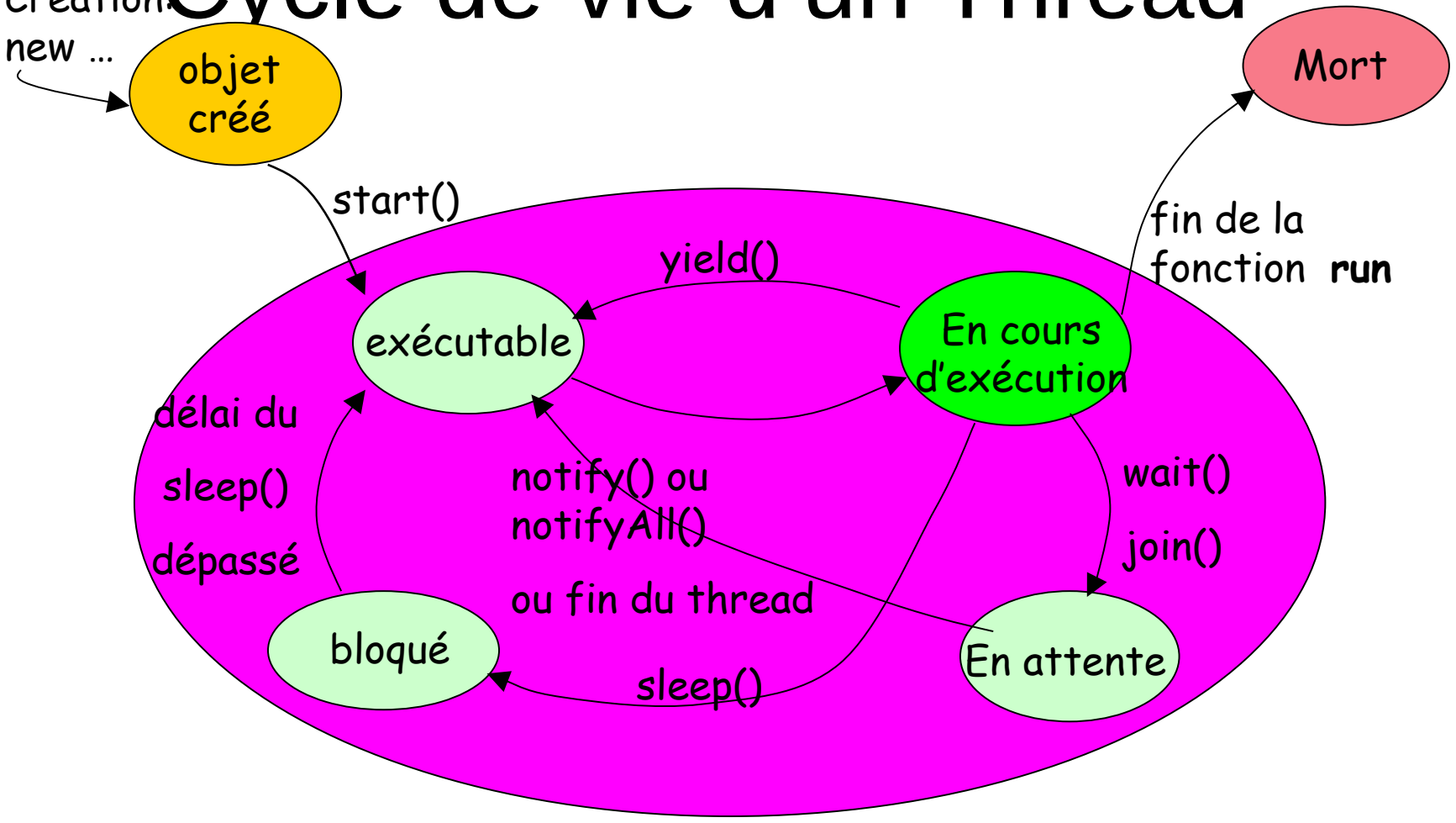
La classe Thread
- méthodes d’instances -

- `Thread t = new Thread() ;`
  - `t.start()` : démarre le thread
    - Méthode non bloquante (redonne tout de suite la main)
    - Exécute le contenu de run() en parallèle
  - `t.join()` : bloque le thread appelant tant que `t` n’est pas terminé
  - `t.yield()` : le thread t passe son tour pour être exécuté
  - Etc...

La synchronisation

- Se fait par le moniteur d'un objet
  - Moniteur = verrou + liste d'attente
  - Tout objet possède un moniteur
- Etant donné un `Object o`
  - `o.wait()` : bloque thread qui l'exécute
    - Le thread est mis dans la file d'attente du moniteur de o
  - `o.notify()` : réveille un des threads qui attend
  - `o.notifyAll()` : réveille tous les threads qui attendent
  - Ces méthodes peuvent lever des `InterruptedException`

Cycle de vie d'un Thread



Interruption d’une tâche

- Un thread bloqué peut être interrompu via la méthode `void interrupt()`

```
class MonThread extends Thread {

    public void run() {
        try {
            Thread.sleep(100);
            System.out.println("Je me suis réveillé tout seul");
        }
        catch (InterruptedException e) {
            System.out.println("On m'a réveillé :-(");
        }
    }
}
```

```
MonThread t = new MonThread();
t.start();
Thread.sleep((long) (Math.random()*200));
t.interrupt();
```

L’exclusion mutuelle

- Mot-clé `synchronized`

```
public class ExclusionMutuelle {
     public static void main(String[] args) throws InterruptedException {
          Compte c = new Compte();
          Thread[] lesThreads = new Thread[10];
          for (int i=0 ; i<lesThreads.length ; i++) {
               lesThreads[i] = new Thread() {
                    public void run() {
                         for (int i=0 ; i<1000 ;i++) {
                              c.deposerUnEuros();
                         }
                    }
               };
               lesThreads[i].start();
          }
          for (Thread x : lesThreads) {
               x.join();
          }
          System.out.println(c.value);
     }
}
```

```
class Compte {
     public volatile int value;

     // methode appelée en exclusion mutuelle
     // grâce au mot clé synchronized
     public synchronized void deposerUnEuros() {
          value+=1;
     }
}
```

Synchronized

- Utilisations du mot clé `synchronized`
  - Devant une méthode (verrouille l'objet sur lequel est appelée la méthode) :

```
class Compte {
    public volatile int value;
    public synchronized void deposerUnEuros() { value+=1; }
}
```

  - En tant que bloc :

```
class Compte {
    public volatile int value;
    public Object lock = new Object();

    public  void deposerUnEuros() {
        synchronized(lock) { value+=1;}
    }
}
```

Interbloquage

- Attention à l'interbloquage si on imbrique des blocs synchronisés

```
class MonThread1 extends Thread {
  public void run(){
     synchronized(a){
        . . .
        synchonized(b){
             . . .
        }
     }
  }
}
```

```
class MonThread2 extends Thread {
  public void run(){
     synchronized(b){
        . . .
        synchonized(a){
             . . .
        }
     }
  }
}
```

Attente passive

- La méthode wait() appelée sur un objet o, met le thread appelant en attente
  - `o.wait()`, `o.wait(long millisec)`, ...
  - Doit être appelée en exclusion mutuelle avec `synchronized (o) { o..wait() ; }` par exemple
  - Peut lever une `InterruptedException`
- Pour « réveiller » le thread en attente, un autre thread doit appeler
  - `o.notify()` : réveille un des threads en attente (on ne controle pas lequel)
  - `o.notifyAll()` : réveille tous les threads en attente

Les sémaphores

- Exercice : implémenter une classe sémaphore avec les moniteurs
- Il existe une classe toute prête pour cela : `java.util.concurrent.Semaphore`
  - `Semaphore sem = new Semphore(int nbJetons) ;`
  - `sem.acquire() ;`
    - pour prendre un jeton, avec attente si non disponible
  - `boolean res = sem.tryAcquire() ;`
    - prendre un jeton si disponible sans attendre
    - On peut passer aussi un délai d’attente en paramètre
  - `sem.release() ;`
    - pour relâcher le jetons

Limites du synchronized

- Porte sur une méthode maximum
  - On ne peut pas verrouiller dans une méthode et déverrouiller dans une autre
- Le relâchement de verrous se fait dans l'ordre opposé
  - premier verrou obtenu, dernier relâché
- Une seule file d'attente sur un moniteur
- Pas de gestion de l'équité
  - e thread qui attend depuis le plus longtemps n'est pas nécessairement servi en premier

ReentrantLock

- Verrou avec extensions par rapport au moniteurs + synchronized

```
class X {
     private final ReentrantLock lock = new ReentrantLock();

     public void m() {
          lock.lock(); // prise de verrou bloquante
          try {
               // ... code en exclusion mutuelle
          } finally {
               lock.unlock(); // relâche le verrou
          }
     }
}
```

```
class Y {
     private final Object lock = new Object();
     // ...

     public void m() {
          synchronized(lock)  { // prise de verrou bloquante
               // ... code en exclusion mutuelle
          } // relache le verrou
     }
}
```

Synchronisation avec ReentrantLock

- On peut obtenir plusieurs conditions (files d'attente) sur un verrou

```
class Z {
     private final ReentrantLock lock = new ReentrantLock();
     private final Condition  cond = lock.newCondition();

     public void arriveeRDV() throws InterruptedException {
          lock.lock();
          try {
               cond.await(); //attendre
          } finally {
               lock.unlock();
          }
     }

     public void debloquerRDV() throws InterruptedException {
          lock.lock();
          try {
               // reveiller
               cond.signal(); //cond.signalAll();
          } finally {
               lock.unlock();
          }
     }
}
```

Autres classes pour synchronisation

- Les barrières : bloque des threads en un point jusqu’à ce qu’a ce que le nombre requis de threads aient atteint ce point
  - CyclicBarrier , CountDownLatch