

TP n° 1

Consignes les exercices ou questions marqués d'un * devront être d'abord rédigés sur papier (afin de se préparer aux épreuves écrites de l'examen). En particulier, il est recommandé d'être dans les mêmes conditions qu'en examen : pas de document ni de calculatrice. Tous les TPs se font sous Linux.

1 Utilisation de la mémoire partagée

Le but de cet exercice est de coder une petite application Client/Serveur utilisant deux concepts importants en informatique :

- les *verrous* sur des portions de fichiers
 - des zones de mémoire associées à des fichiers (*mapped-file memory*)
- xc Les spécifications des programmes sont comme suit :

1.1 Serveur

Le serveur présente à l'utilisateur un petit menu (en console) permettant d'effectuer l'une des 4 actions suivantes :

- **initialisation** d'un fichier de $N \times 4$ octets (tous nuls), permettant de contenir N entiers Java.
- **commencement** du *monitoring* d'un fichier. Toutes les 5 secondes, le serveur affiche dans la console la valeur contenu pour chaque entier du fichier.
- **terminaison** du *monitoring* (on arrête d'afficher le contenu du fichier dans la console)
- **quitter** : on quitte le programme, le serveur s'arrête.

Le nombre N d'entiers que l'on peut mettre dans le fichier ainsi que le chemin du fichier sont des constantes (par exemple 4 et `"/tmp/tp01.map"`).

1.2 Client

Le client prend en argument sur la ligne de commande un entier i entre 0 et $N - 1$ (l'entier est ramené à ces bornes s'il dépasse). Le client effectue M fois de suite les opérations suivantes :

- lire l'entier n qui se trouve à la position i du fichier
- écrire $n + 1$ à la position i du fichier

On souhaite implémenter les clients de manière à ce qu'ils puissent compter indépendamment même si deux clients sont associés à la même case (dans ce cas, la case contiendra $2 \times M$ en fin de calcul).

1.3 java.nio

Le package `java.nio` de la bibliothèque standard de Java permet d'effectuer des opérations bas niveau efficace sur les fichiers et fournit aussi une abstraction à certaines primitives des systèmes d'exploitation. Les classes importantes pour la réalisation du serveur et du client sont les suivantes :

- `java.nio.channels.FileChannel` correspond à la notion Unix de fichier, permet d'ouvrir le fichier dans plusieurs *modes* (lecture, écriture, création, troncation, ...). Voir en particulier la méthode `« .open(. . .) »`. On utilisera les classes utilitaires :
 - `java.nio.file.Paths` qui permet d'obtenir un objet `Path` à partir d'une chaîne de caractères
 - `java.nio.file.StandardOpenOption` qui définit les différents modes d'ouverture des fichiers
- `java.nio.MappedByteBuffer` un tableau de mémoire paginée (tel que présenté en cours). Ce tableau s'obtient via la méthode `« .map(. . .) »` d'un `« FileChannel »`.
- `java.nio.IntBuffer` un tableau d'entier que l'on peut obtenir à partir d'un `« MappedByteBuffer »` en utilisant `« .asIntBuffer() »`. Ce n'est pas une copie mais une simple vue de la mémoire paginée où les octets sont lus 4 par 4

- `java.nio.FileLock` un verrou sur une région d'un fichier. Un tel verrou s'obtient à partir des méthodes « `.lock()` » et « `.tryLock()` » de la classe « `FileChannel` ».

1.4 Questions

Récupérer l'archive sur la page du cours et l'importer dans Eclipse (Import → Project ...).

1. * Décrire en pseudo-code la méthode « `.initMapFile()` ». En particulier, quelle portion de votre code doit s'exécuter en section critique, c'est à dire sans qu'un client puisse écrire dans le fichier « `MAP_FILE` ».

Réponse: Voir le code du corrigé.

2. Implémenter la méthode « `.initMapFile()` » en Java.
3. * la méthode « `.openMapFile()` » doit procéder de la manière suivante : ouvrir le fichier « `MAP_FILE` » en lecture seule, créer un `MappedByteBuffer` et fermer le fichier. Est-il nécessaire d'avoir un accès exclusif sur le fichier?

Réponse: On souhaite uniquement accéder au fichier en lecture, l'accès exclusif n'est pas nécessaire.

4. Implémenter la méthode « `.openMapFile()` » en Java.
5. * Étudier le code de la méthode « `.monitor(. . .)` ». Se reporter à la documentation de Java pour expliquer ce que font les classe « `Timer` » et « `TimerTask` ». La méthode « `.monitor(. . .)` » contient une classe *anonyme* qui étend la classe « `TimerTask` ». Quel est l'avantage d'utiliser une classe anonyme plutôt que de définir une classe auxiliaire « `MyTimerTask` » ailleurs dans le fichier?

Réponse: Une classe anonyme permet de placer le code au seul endroit où on en a besoin. Le code dans son ensemble devient plus lisible, car on n'a pas à sauter d'un bout à l'autre du fichier pour comprendre ce qu'il se passe. De manière plus intéressante, on peut aussi accéder aux variables finales de la méthode où se trouve la classe anonyme, plutôt que de devoir repasser ces valeurs au constructeur de la classe.

6. compléter le corps de la méthode « `.run()` » de la classe anonyme. Ce dernier doit afficher sur une ligne les $i : v_i$ pour tout i entre 0 et « `MAX_NUM` ». v_i est la valeur stockée à l'indice i , ainsi que le temps écoulé depuis le premier affichage, en secondes. Exemple :

```
0: 0  1: 0  2: 0  3: 0  (45s)
```
7. Compléter la méthode « `.main(. . .)` » de manière à ce qu'elle appelle « `.mainLoop()` ». Lancer le serveur et vérifier qu'il fonctionne correctement (en particulier vérifier qu'il crée bien un fichier `/tmp/tp01.map` ne contenant que des octets nuls).
8. * Écrire le pseudo code du client en s'intéressant en particulier à la section critique (i.e. comment disposer le verrou)

Réponse: Voir le code du corrigé.

9. Implémenter dans un premier temps la méthode « `.mainLoop()` » du client en utilisant la version de « `.lock()` » sans argument
10. * tester le client en lançant une instance avec comme argument 0. Quel est le résultat affiché par le serveur une fois que le client termine?

Réponse: Le serveur affiche 10000.

11. * Se déplacer dans le répertoire « Workspace/CLIENT_SERVEUR_MMIAGE/bin » se trouvant à la racine du répertoire utilisateur (où Workspace est le répertoire contenant les projets Eclipse). Exécuter simultanément 4 instances du client avec le même entiers :

```
java -cp . clientserveur.tp01.MMapClient 0 &  
java -cp . clientserveur.tp01.MMapClient 0 &  
java -cp . clientserveur.tp01.MMapClient 0 &  
java -cp . clientserveur.tp01.MMapClient 0 &
```

(le & permet au *shell* de rendre la main et passe la commande en tâche de fond). Déterminer approximativement le temps nécessaire pour terminer les quatre clients (en regardant les affichages serveur).

12. * Recommencer maintenant en appelant 4 fois le client avec des entiers différents :

```
java -cp . clientserveur.tp01.MMapClient 0 &  
java -cp . clientserveur.tp01.MMapClient 1 &  
java -cp . clientserveur.tp01.MMapClient 2 &  
java -cp . clientserveur.tp01.MMapClient 3 &
```

Combien de temps cela prend-il ? Est-ce que votre solution est optimale ?

Réponse: Compter dans le même compteur ou dans 4 compteurs différents prend le même temps, ce qui n'est pas optimal. En effet dans le deuxième cas, les 4 threads accèdent à des portions différentes du fichier, le verrou est inutile (et fait perdre du temps).

13. Remplacer maintenant dans la méthode `.mainLoop()` du client l'appelle à `.lock()` par un appel choisissant judicieusement la partie du fichier à verrouiller. Recommencer la manipulation de la question précédente. Que constate-t-on ?

Réponse: Voir le code corrigé. On observe une amélioration très sensible des performances. Dans le cas 0/1/2/3, les 4 threads s'exécutent vraiment en parallèle.