CSC4509 — communication sous TCP en mode asynchrone

Éric Lallet
Eric.Lallet@telecom-sudparis.eu

Télécom SudParis

26 avril 2021

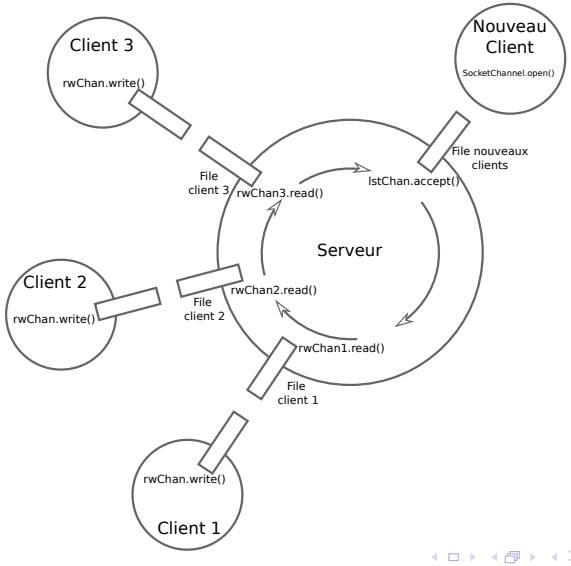
Introduction
Serveur multiclient
Mode non-bloquant
Utilisation de Selector

Cette Présentation contient trois sections :

1. L'exposition du problème que pose un serveur multiclient
2. Un premier pas vers la solution avec le mode non bloquant
3. La solution complète avec la classe `Selector`

Éric LalletEric.Lallet@telecom-sudparis.eu CSC4509 — communication sous TCP en mode asynchron

Serveur multiclient



Introduction
Serveur multiclient
Mode non-bloquant
Utilisation de Selector

Serveur multiclient

Problèmes de cette architecture :

- Le serveur peut bloquer en lecture sur la file d'attente d'un client
- Le serveur peut bloquer en `accept` sur la file d'attente des nouveaux clients

Les solutions :

- Créer un nouveau `Thread` pour chaque nouveau client. Chaque `Thread` bloque sur sa lecture, sans bloquer les autres. Cette solution sera présentée au prochain cours
- Rendre les *read()* et les *accept()* non-bloquants

Mode non-bloquant

JAVA NIO permet de rendre non bloquantes toutes les actions normalement bloquantes (*read()*, *write()*, *accept()*...)

```
import java.net.StandardSocketOptions;
import java.nio.channels.SocketChannel;
import java.nio.channels.ServerSocketChannel;
(...)
ServerSocketChannel lstChan;
SocketChannel rwChan;

lstChan = ServerSocketChannel.open();
lstChan.setOption(StandardSocketOptions.SO_REUSEADDR, true);
lstChan.bind(new InetSocketAddress(5000);
lstChn.configureBlocking(false); // les accept() ne bloquent plus

rwChan = lstChan.accept();
if (rwChan != null) { // null si aucun client pour l'accept()
     rwChan.configureBlocking(false);
          // les read() ou write() ne bloquent plus
     (...)
}
```


Mode non-bloquant

Problème de cette première étape :

- Même sans aucune activité des clients (ou même sans le moindre client connecté) le serveur tourne en boucle pour vérifier l'arrivée de nouveaux messages ou de nouveaux clients

Solution :

- Utiliser la classe `Selector` de JAVA NIO

Note : les read() et write() vont retourner 0 si on tente de lire lorsqu'il n'y a rien à lire ou si on tente d'écrire alors que les files sont pleines.

La classe Selector

Principe d'utilisation :

- Préparer un *selector* de la classe Selector
- Enregistrer dans un ensemble tous les canaux rendus non-bloquants (*lstChan* et les *rwChan*).
- Bloquer sur l'appel *select()* du *selector* jusqu'à ce qu'un évènement arrive sur un des canaux :
  - L'arrivée d'un message à lire
  - La déconnexion d'un client
  - La connexion d'un nouveau client
- Parcourir l'ensemble pour connaître la liste des canaux sur lesquels une activité s'est produite

Note 1 : l'appel *selector.select() ;* est bloquant jusqu'à ce qu'un évènement arrive sur un des canaux mis dans l'ensemble. Mais on peut aussi demander à débloquer au bout d'un timeout même si aucun évènement n'est survenu. Il faut passer un entier long en paramètre qui indiquera en milliseconde le temps de blocage maximal : *selector.select(timeout) ;*

Note 2 : La déconnexion d'un client est perçu comme un évènement de lecture. Le *read()* retournera alors la valeur -1

La classe Selector : les grandes étapes (partie 1/2)

- Créer le Selector par une méthode de classe :
  Selector selector = Selector.open() ;
- Enregistrer le canal par une méthode d'instance des canaux.
  Le résultat est une clef qui est associée au canal enregistré :
  SelectionKey clef =
  rwChan.register(selector, SelectionKey.OP_READ) ;
  ou bien *lstChan.register(selector, SelectionKey.OP_ACCEPT) ;*
- Bloquer en attendant un évènement sur un des canaux enregistrés : selector.select() ;
- Récupérer et parcourir l'ensemble des clefs :
  - *Set<SelectionKey> lesClefs = selector.selectedKeys() ;*
  - *for (SelectionKey clef : lesClefs)*

Note : pour faire un serveur vraiment robuste, il faudrait aussi traiter le cas des écritures. Pour notre exemple de cours, nous allons considérer que les files de réception TCP ne sont jamais saturées. Si ce cas devait se produire, le *write()* ne sera que partiel, et la file de réception du client sera totalement buguée (une trame ne sera plus conforme à son entête).

La classe Selector : les grandes étapes (partie 2/2)

Dans la boucle :

- Tester si c'est la clef de l'*accept()* :
  - Tester : *if (clef.isAcceptable())*
  - Accepter : *rwChan = lstChan.accept() ;*
- Tester si c'est une clef pour la lecture :
  - Tester : *if (clef.isReadable())*
  - Retrouver le canal associé : *rwChan = (SocketChannel) clef.channel() ;*
  - Lire : rwChan.read(buff).
  - Clore : si le read retourne *-1*, clore le client :
    - Fermer le canal : *rwChan.close() ;*
    - Nettoyer l'ensemble du Selector : *clef.cancel() ;*

Après la boucle :

- Nettoyer l'ensemble des clefs actives, pour repartir avec un ensemble vide : *lesClefs.clear()*

La classe Selector : exemple d'usage (lien Selector/Canal)

```
import java.nio.channels.SelectionKey;
import java.nio.channels.Selector;
import java.nio.channels.ServerSocketChannel;
import java.nio.channels.SocketChannel;
(...)
Selector selector;
ServerSocketChannel lstChan;
SocketChannel rwChan;

selector = Selector.open();
lstChan = ServerSocketChannel.open();
lstChan.setOption(StandardSocketOptions.SO_REUSEADDR, true);
lstChan.bind(new InetSocketAddress(5000));
lstChan.configureBlocking(false);//les accept() sont non-bloquants
lstChan.register(selector, SelectionKey.OP_ACCEPT);
                          // canal lstChan dans l'ensemble
```


Note1 : pour un canal fermé, l'appel à la méthode *cancel()* est optionnel. En effet la méthode *select()* nettoie l'ensemble des clefs en retirant toutes les clefs associées à des cannaux fermés.
Note2 : la remise à zéro de l'ensemble des clefs actives (*lesClefs.clear()*) après la boucle qui parcourt cet ensemble, suppose que la boucle ait traité tous les éléments de l'ensemble. Si cette boucle reporte certains traitements à une date ultérieure, il faudrait laisser les clefs non traitées dans l'ensemble. Dans ce cas, il faut retirer les clefs de l'ensemble au cas par cas, au fur et à mesure de leur traitement. Comme il n'est pas possible de modifier un ensemble pendant qu'il parcouru par une boucle *for*, il faut dans ce cas utiliser un Iterator.

La classe Selector : exemple d'usage (les *accept()*)

```
while (true) {
  selector.select(); // appel bloquant
  Set<SelectionKey> lesClefs = selector.selectedKeys();
                               // ensemble des clefs inscrites
  for (SelectionKey clef: lesClefs) { // parcours des clefs
    if (clef.isAcceptable()) { // accept: sur le canal lstChan
      SelectionKey nvlClef;
      SocketChannel rwChan = lstChannel.accept();
      if (rwChan != null) { // nouveau client
        rwChan.configureBlocking(false);//lecture non bloquante
        nvlClef = rwChan.register(selector, SelectionKey.OP_READ);
                               // canal rwChan dans l'ensemble
      }
    } else {
      // voir la partie 3

    } // fin du else
  } // fin du for
  lesClefs.clear();
} // fin du while
```


Note : la nouvelle clef (nvlClef) retournée lors de l'enregistrement ne sert pas sur l'exemple du support de cours. Mais lors du TP, nous n'utiliserons pas directement les canaux, mais des instances de la classe FullDuplexMsgWorker. Pour retrouver cette instance lorsqu'on en aura besoin, on utilisera une HashMap, et la clef de cette HashMap sera cette nouvelle clef.

La classe Selector : exemple d'usage (les *read()*)

```
while (true) {
  selector.select(); // appel bloquant
  Set<SelectionKey> lesClefs = selector.selectedKeys();
                               // ensemble des clefs inscrites
  for (SelectionKey clef: lesClefs) { // parcours des clefs
    if (clef.isAcceptable()) { // accept: sur le canal lstChan
      // voir la partie 2
    } else {
      SocketChannel rwChan = (SocketChannel) clef.channel();
                          // on retrouve le canal de cette clef
      int nbRcv = rwChan.read(buff); // lecture du message
      if (nbRcv == -1) { // connexion perdue
          rwChan.close();
          clef.cancel();//retrait de l'ensemble du Selector
                          // de la clef et du canal
      }
    } // fin du else
  } // fin du for
  lesClefs.clear();
} // fin du while
```


Note : pour un canal fermé, l'appel à la méthode *cancel()* est optionnel. En effet la méthode *select()* nettoie l'ensemble des clefs en retirant toutes les clefs associées à des canaux fermés.