Systèmes concurrents & intergiciels
Projet

Philippe Quéinnec

ENSEEIHT
Département Sciences du Numérique

4 mars 2025

Plan

Objectif

Réaliser un service Linda (espace partagé de tuples) :

- En mémoire partagée
- En client - serveur (mono-serveur, plusieurs clients concurrents)
- Avec serveur de secours

Sujet, présentation et code fourni sur moodle.

Linda (TSpaces)

- Espace partagé contenant des tuples
- Un tuple = un n-uplet de valeurs
- Opérations de dépôt, retrait, consultation
- Retrait/consultation d'après un motif
- Retrait/consultation bloquantes
- Abonnement à un événement de dépôt

Tuple

Tuple de valeurs

N-uplet ordonné (= liste) de valeurs de type arbitraire (y compris tuple) :

`[ 3 4 ], [ 10 'A' true ], [ "coucou" [ 10000 false ] 23 ]`

Tuple motif

N-uplet ordonné de valeurs ou de types (classes en java) :

`[ ?Integer ?Boolean ], [ ?Integer 'A' ?Boolean ],`
`[ ?String ?Tuple 23 ]`

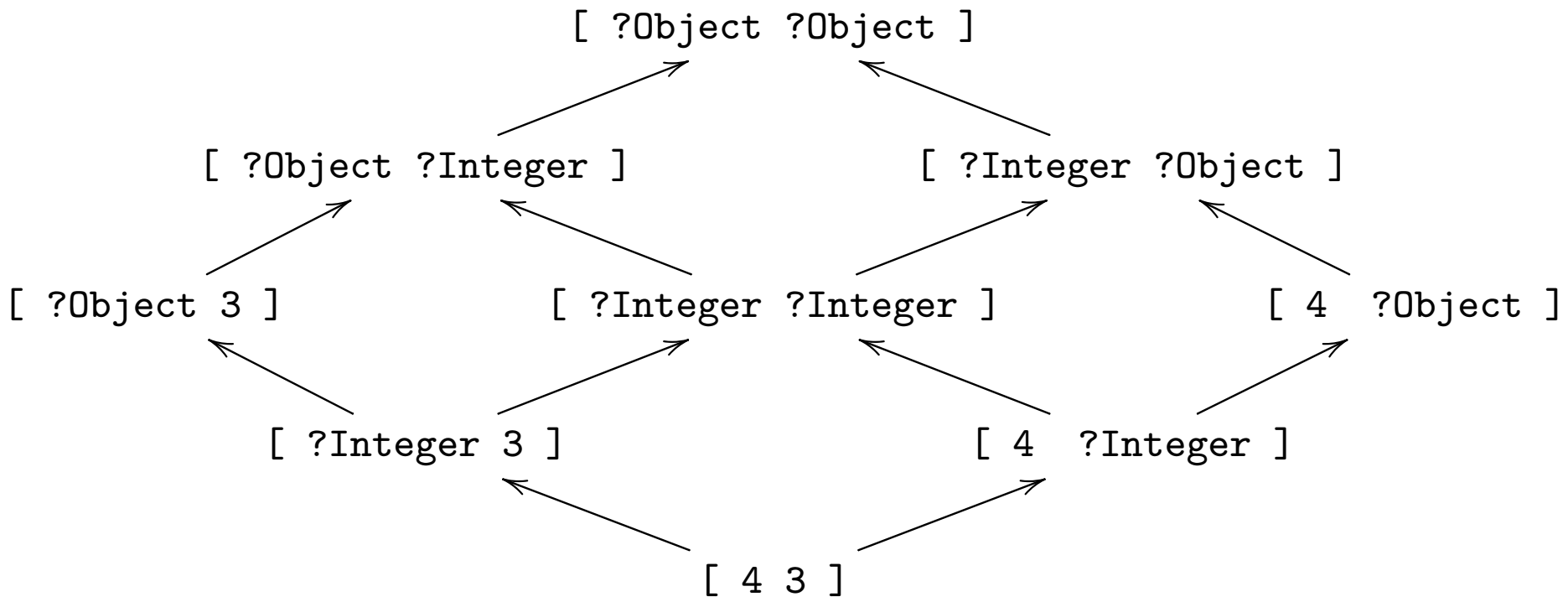
Correspondance

Un tuple correspond (matches) à un tuple s'il est inclus dedans :

`[ 3 4 ]` matches `[ ?Integer ?Integer ]`
`[ 3 4 ]` matches `[ ?Integer 4 ]` or `[ 3 ?Integer ]`
`[ 3 ?Integer ]` matches `[ ?Integer ?Integer ]`

Tuples

- `?Object` est le type universel
- `?Tuple` correspond à tout tuple
- On peut comparer des motifs :



Manipulation des tuples

La classe `Tuple` étend `List<Serializable>`
Plus :

- constructeur `Tuple(...)` :
  `new Tuple(4, "foo", Integer.class)`
  $\Rightarrow$ `[ 4 "foo" ?Integer ]`
- `t.toString()` pour écrire un tuple
- `Tuple.valueOf(String)` pour construire un tuple à partir d'une chaîne
- `t.matches(motif)`
  Renvoie vrai si `t` est inclus dans le motif
- `motif.contains(t)`
  = `t.matches(motif)`

Les primitives bloquantes du modèle Linda

Objectif

Un espace partagé contenant des tuples.

Opérations bloquantes :

- `write(tuple)` : dépose le tuple dans l'espace partagé ;
- `take(motif)` : extrait de l'espace partagé un tuple correspondant au motif précisé en paramètre ;
- `read(motif)` : recherche (sans l'extraire) dans l'espace partagé un tuple correspondant au motif fourni en paramètre.

Exemple

```
// Attend un tuple
// [ ?Integer ?String ]
new Thread() {
  public void run() {
    Tuple m, r;
    m = new Tuple(Integer.class,
                  String.class);
    r = linda.take(m);
    System.out.println(r);
  }
}.start();
```

```
// Dépose [ 4 5 ]
// et [ 4 "foo" ]
new Thread() {
  public void run() {
    Tuple v1, v2;
    v1 = new Tuple(4, 5);
    linda.write(v1);

    v2 = new Tuple(4, "foo");
    linda.write(v2);
  }
}.start();
```

Les primitives non bloquantes du modèle Linda

- `tryTake(motif)` : version non bloquante de `take` ;
- `tryRead(motif)` : version non bloquante de `read` ;

- `takeAll(motif)` : renvoie, en extrayant, *tous* les tuples correspondant au motif (collection vide si aucun ne correspond) ;
- `readAll(motif)` : renvoie, sans extraire, tous les tuples correspondant au motif (collection vide si aucun).

La primitive d'abonnement du modèle Linda

```
public interface Callback {
 /** Callback when a tuple appears. */
  void call(Tuple t);
}
```

`eventRegister(mode, timing, motif, callback)`

- S'abonner à l'existence/l'apparition d'un tuple correspondant au motif.
- `callback.call()` sera invoqué avec le tuple identifié.
- Le callback n'est déclenché qu'une fois, puis oublié.

Types d'abonnement

Mode

- `eventMode.READ` : le tuple est laissé dans l'espace
- `eventMode.TAKE` : le tuple est retiré de l'espace

Timing

- `eventTiming.IMMEDIATE` : l'état courant est considéré : si un tuple correspondant existe déjà, le callback est déclenché.
- `eventTiming.FUTURE` : l'état courant n'est pas considéré : seuls les futurs `write` seront pris en compte.

Exemple d'abonnement

```
class MyCallback implements Callback {
  public void call(Tuple t) {
    System.out.println("Got " + t);
  }
}
```

```
...
Tuple motif = new Tuple(Integer.class, String.class);
Callback cb = new MyCallback();
linda.eventRegister(eventMode.READ, eventTiming.FUTURE,
                    motif, cb);
```

Exemple d'abonnement permanent

```
Tuple motif = new Tuple(Integer.class, String.class);
...

class MyCallback implements Callback {
  public void call(Tuple t) {
    System.out.println("Got " + t);
    linda.eventRegister(eventMode.TAKE, eventTiming.IMMEDIATE,
                        motif, this);
  }
}


...
Callback cb = new MyCallback();
linda.eventRegister(eventMode.TAKE, eventTiming.IMMEDIATE,
                    motif, cb);
```

Callback asynchrone

Attention : un callback est invoqué lors d'un `write`, dans le contexte du thread déposeur ⇒ il ne doit jamais se bloquer !

Callback asynchrone : s'exécute dans son propre thread.

```
...
Tuple motif;
motif = new Tuple(Integer.class, String.class);
Callback cb = new AsynchronousCallback(new MyCallback());
linda.eventRegister(...,...,motif, cb);
```

Spécification libérale

- Choix arbitraire quand plusieurs tuples correspondent à un motif d'un `take`
- Choix arbitraire quand plusieurs `take` sont en attente et qu'un dépôt pourrait en débloquer plusieurs
- Sélection arbitraire quand des `read` et un `take` sont en attente et qu'un dépôt peut les débloquer :
  outre `take`, tous les `read` sont débloqués, ou aucun, ou seulement certains
- Choix arbitraire entre déblocage d'un `take` et déclenchement d'un callback (en mode `TAKE`) concerné par un même tuple

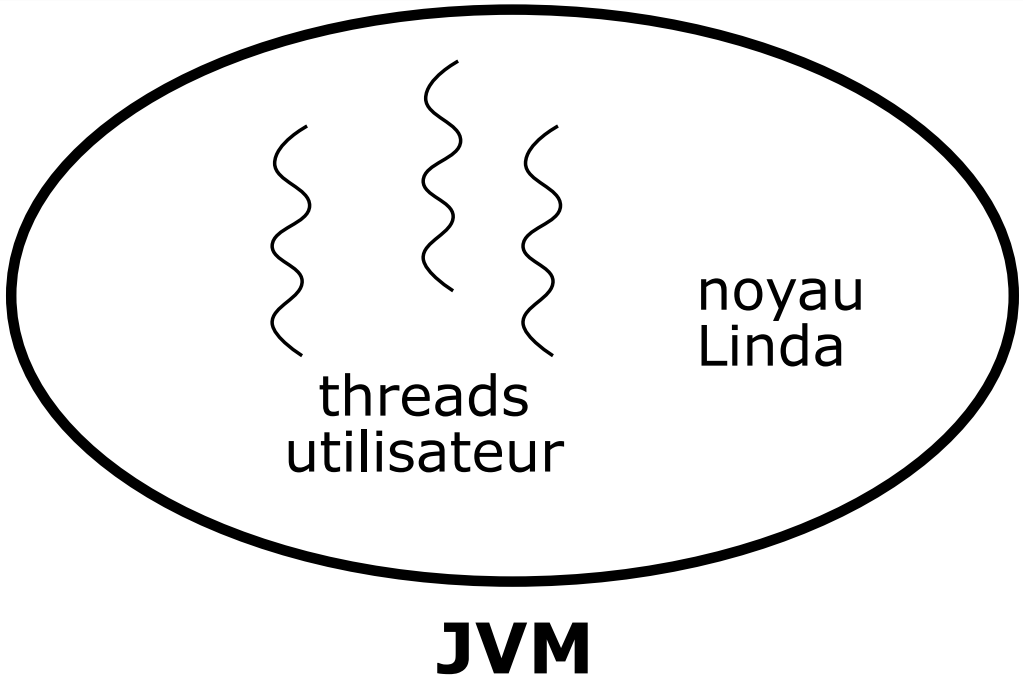
« Arbitraire » ne signifie pas aléatoire, mais non spécifié : vous pouvez choisir une stratégie bien identifiée.

Plan

Réalisations

1. Version en mémoire partagée :
   Noyau linda et plan de tests
   (les tests fournis sont des exemples et sont très insuffisants)
2. Version client / mono-serveur
3. Sauvegarde et tolérance au fautes

Version en mémoire partagée

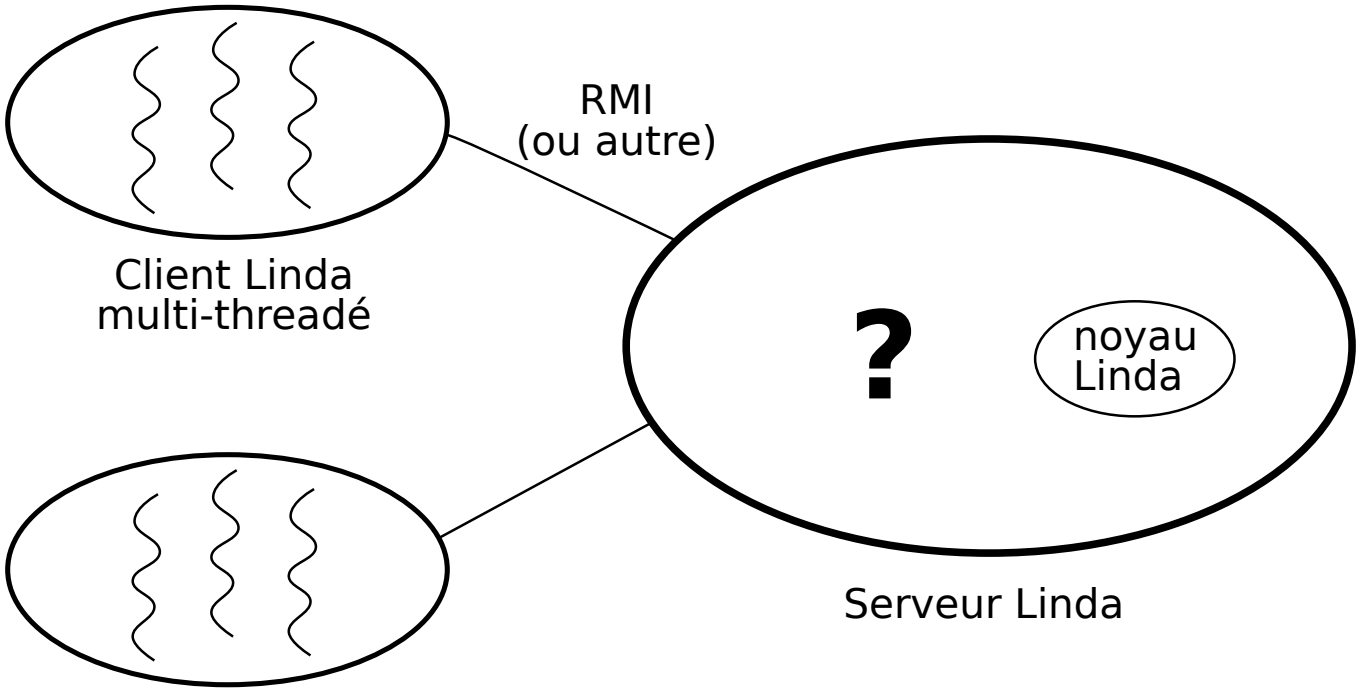


Plusieurs activités (threads), dans la même machine virtuelle Java.

1. Écrire `write`, `read`, `take`
2. Ajouter `eventRegister`, refactoring de `read` et `take`
3. Compléter les opérations non bloquantes

Version client / mono-serveur

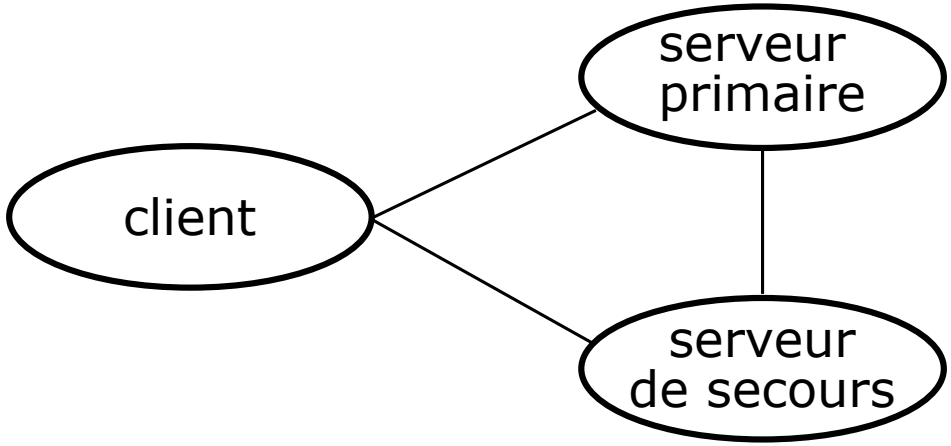
Un serveur stockant l'espace de tuples, un ou des clients distants accédant au serveur. Chaque client peut lui-même être concurrent (multi-threadé).



- Réutiliser le noyau linda centralisé, inchangé (si possible)
- La difficulté est dans les callbacks

Sauvegarde / tolérance aux fautes

1. Pouvoir arrêter le serveur, et le redémarrer plus tard en récupérant l'état de l'espace des tuples.
2. Serveur de secours : le serveur primaire envoie régulièrement l'état de l'espace au serveur de secours ; quand un client observe que le serveur primaire est inaccessible, il bascule sur le serveur de secours.



Plan

Modalités

- Projet exécuté *en binôme*
- Date limite de constitution des binômes : pas d'urgence
  Envoyés à `queinnec@enseeiht.fr`
- Séances de suivi et d'assistance, présence obligatoire
- Pour la partie mémoire partagée, service de test pendant les séances
- Rendu le 4 juin 2025 sur moodle
- Séance de test le 4 juin 2025

Modalités (2)

- Squelettes et code de base disponible sur moodle
  `Projet-IR.tar`
- Respectez l'API pour les deux premières parties : interfaces `Linda`, `Callback`, `Tuple`, etc ;
  constructeur classe `linda.shm.CentralizedLinda` ;
  constructeur classe `linda.server.LindaClient`.
- La troisième partie peut (mais pas nécessairement) nécessiter d'enrichir l'API $\Rightarrow$ garder les deux versions.

Les tests fournis doivent compiler et s'exécuter correctement sans que vous y touchiez le moindre caractère.