TP Java RMI

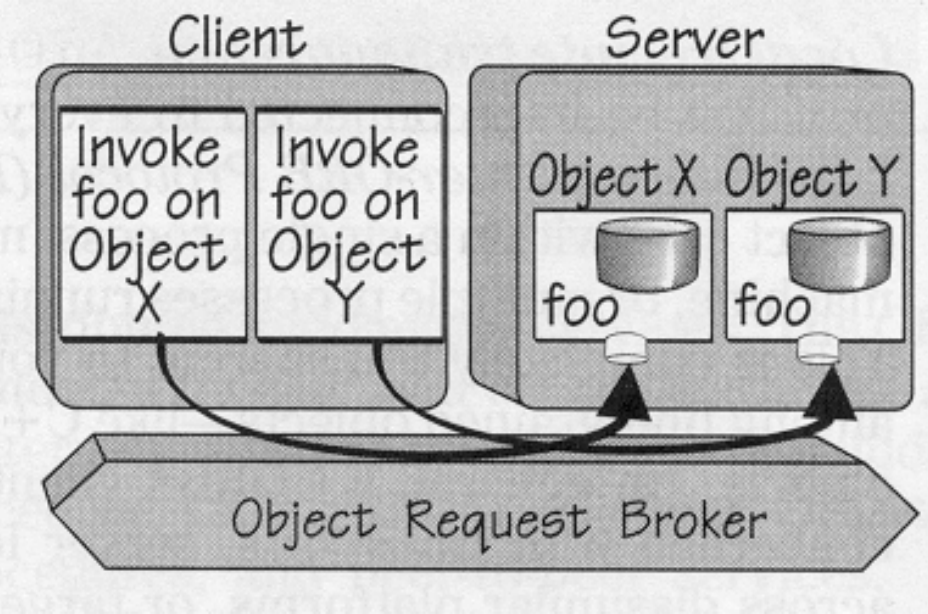
Alexandre Denis – Alexandre.Denis@inria.fr

Inria Bordeaux – Sud-Ouest
France

ENSEIRB PG306

Paradigme RMI

- RMI (Remote Method Invocation)
  - RPC “orientés objet” (encapsulation, héritage, ...)
  - objet : entité de désignation et de distribution



Java RMI

- Des “RPC orientés objets” en Java
  - Passage des paramètres par copie lors des appels de méthode à distance (sérialisation)
    - `implements Serialized`
  - Transport TCP
  - Déploiement via le registre de nom “`rmiregistry`”
- Autres caractéristiques
  - ramasse-miette réparti (Distributed Garbage Collector)
  - intégration des exceptions
  - chargement dynamique de “byte code” (codebase)
  - aspect sécurité, applets, persistance, proxy, serveur http

Modèle de threads

- Appel **synchrone** de la méthode distante
  - Client bloqué tout le temps de l'appel distant
  - 1 thread par client côté serveur
- Appel asynchrone
  - En utilisant explicitement un thread côté client...
- Appels concurrents côté serveur
  - Exclusion mutuelle avec le mot clef “`synchronized`”

Interface d'Objet Distribué

- Quelques règles
  - l'interface de l'OD doit étendre “java.rmi.Remote”
  - les méthodes de l'OD doivent déclarer qu'ils sont susceptibles de lancer des exceptions “java.rmi.RemoteException”
  - les méthodes de l'OD doivent manipuler des types primitifs, “Serializable” (e.g. “String”, ..., défini par l'utilisateur) ou “Remote”
- Exemple

```
// Hello.java
import java.rmi.Remote;
import java.rmi.RemoteException;

public interface Hello extends Remote
{
  String sayHello() throws RemoteException;
}
```

HelloImpl.java

- Implémentation de l'**objet**

```
import java.rmi.RemoteException;
import java.rmi.registry.LocateRegistry;
import java.rmi.registry.Registry;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;

class HelloImpl implements Hello
{
    public String sayHello() throws RemoteException
    {
      System.out.println("Remote Invokation of method sayHello()");
      return "Hello World!";
    }
}
```

HelloServer.java

- Implémentation du **serveur**

```
public class HelloServer
{
  public static void main(String args[])
  {
    try
    {
      // activation de l'objet distribué
      Hello hello = new HelloImpl();
      Hello stub = (Hello)UnicastRemoteObject.exportObject(hello, 0);

      // binding de l'objet distribué dans le registre de nom
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      registry.rebind("hello", stub);
    }
    catch (Exception e)
    {
       System.out.println("HelloServer Exception: " + e.getMessage());
       e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

HelloClient.java

```
import java.rmi.RemoteException;
import java.rmi.registry.LocateRegistry;
import java.rmi.registry.Registry;

public class HelloClient
{
  public static void main(String args[])
  {
    try
    {
      // recherche de l'objet distribué dans le registre de nom
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry(args[0]); // ← machine serveur
      Hello hello = (Hello) registry.lookup("hello");

      // appel de méthode à distance
     String s = hello.sayHello();
     System.out.println(s);
    }
    catch (Exception e)
    {
       System.out.println("HelloClient exception: " + e.getMessage());
       e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

Registre de nom

- `rmiregistry [port]`
  - démarre le registre de nom des objets distants sur la machine en cours avec un certain numéro de port (par défaut, port 1099)
- Exemples

```
rmiregistry &

rmiregistry 2011 &
```

Déploiement

1) Compilation du client et du serveur RMI

```
HostA> javac *.java
```

2) Démarrage du registre de nom RMI (par défaut port 1099)

```
HostA> rmiregistry 5555 &
```

3) Démarrage du serveur (sur la même machine que le registre de nom)

```
HostA> java HelloServer 5555
```

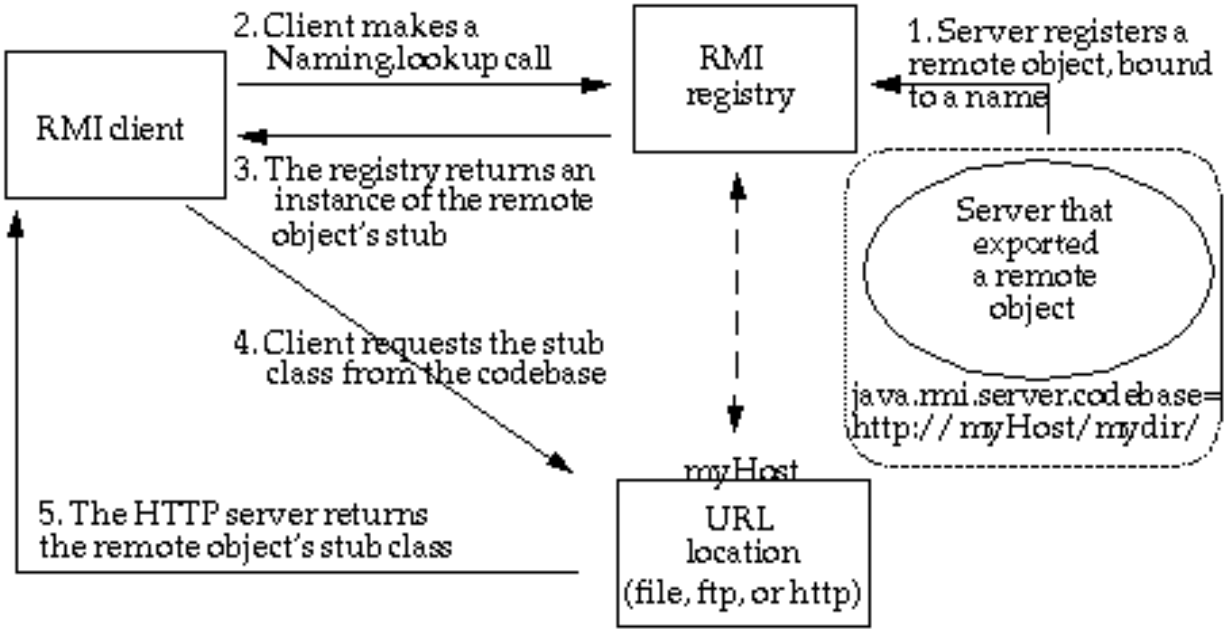
4) Démarrage du client RMI (en local et à distance)

```
HostA> java HelloClient localhost:5555

HostB> java HelloClient HostA:5555
```

Téléchargement des stubs

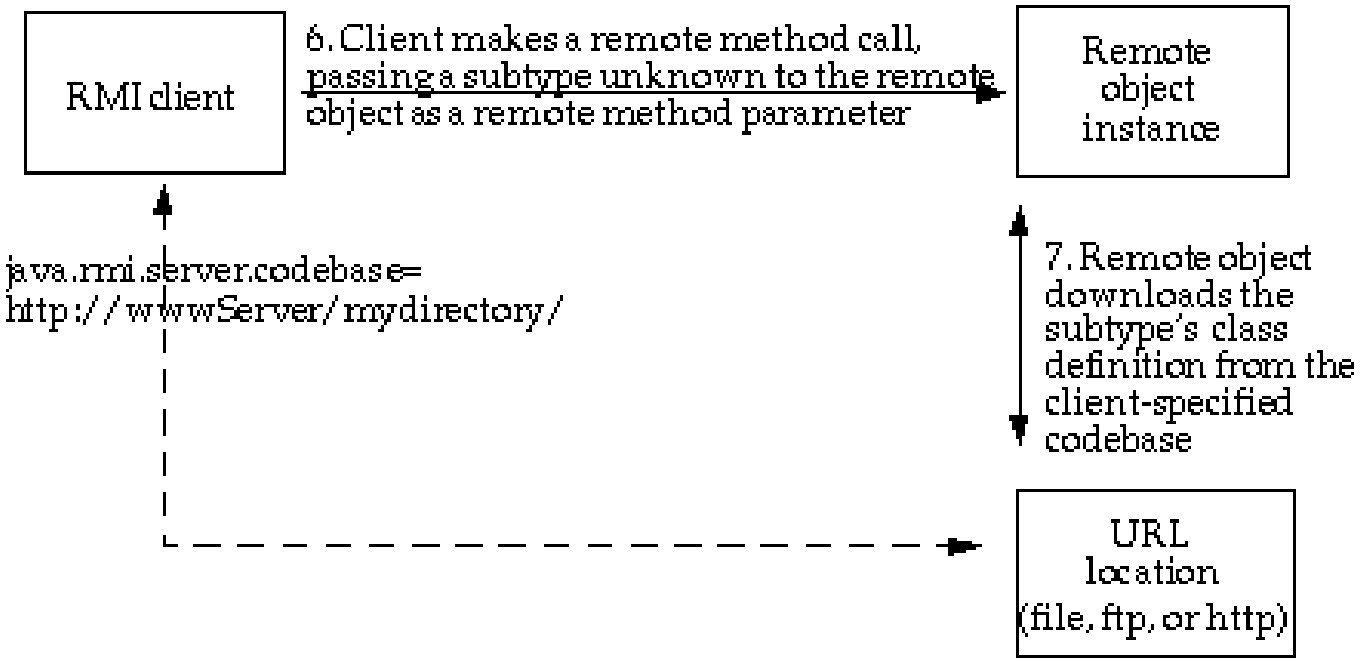
- Cas où le client ne connait que l'interface Remote et ne dispose pas par avance des stubs...



Source : Sun

Téléchargement d'un sous-type

- Le serveur manipule un sous-type défini uniquement par le serveur...



Source : Sun

Security Manager et Codebase

- Utilisation d'un Security Manager

```
if (System.getSecurityManager() == null) {
  System.setSecurityManager(new SecurityManager());
}
```

- Politique de sécurité (fichier all.policy)

```
grant {
  permission java.security.AllPermission;
};
```

- Prise en compte de la politique de sécurité

```
java -Djava.security.policy=all.policy ...
```

- Utilisation du codebase avec HTTP (extension du classpath)

```
java ... -Djava.rmi.server.codebase=http://webserver/classes/
```

Récapitulatif

- Définition de l'**interface**, partagée entre client et serveur
- Implémentation de l'**objet**, dans le serveur
- Implémentation du **processus serveur**
  - Activation de l'objet
  - Publication de la référence dans le registre
- Implémentation du **client**
  - Recherche de la référence dans le registre
  - Appel de méthode à distance

Travail à faire

Echauffement

- Compiler et faire tourner les exemples Hello World
  - En local
  - A distance
  - Avec le serveur d'un voisin
- Modifier l'exemple pour que le message soit passé en argument de la méthode
- Modifier le serveur pour avoir plusieurs instances d'objets distribués

Calcul distribué

- Approximation de Pi par la formule de Bailey–Borwein–Plouffe (1995)

$$\pi = \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{1}{16^k} \left(\frac{4}{8k+1} - \frac{2}{8k+4} - \frac{1}{8k+5} - \frac{1}{8k+6} \right) \right]$$

- Permet de caluler directement le N^{ème} chiffre de Pi
  - En hexadécimal...
- Notes :
  - Calculer chiffre par chiffre n'est pas le meilleur algo pour calculer Pi
  - BBP pas le meilleur algo pour calculer les chiffres de Pi
    - Bellard, puis Gourdon ont proposé un algo plus efficace
  - Algo **simple** pour calculer en distribué

Calcul distribué – étape 1, version naïve

- Télécharger `pi.java`
- Compiler, faire tourner localement
- Faire un service de calcul distribué maître-esclave
  - Un objet esclave fournissant la méthode `piDigit`
  - Un maître appelle la méthode sur les esclaves et reconstitue le résultat global
  - Faire tourner avec plusieurs esclaves simultanés
    - Comment gère-t-on plusieurs requêtes simultanées côté maître ?

Calcul distribué – étape 2, paquets

- La première version n'est pas très efficace avec un RMI pour chaque chiffre
  - Nous allons désormais calculer par paquet de chiffre, et non chiffre par chiffre
  - Quel type d'objet circule alors sur le réseau avec les RMIs ?
- Proposer une nouvelle version où chaque appel calcule un ensemble de chiffres
  - Le maître doit réassembler les paquets/chiffres dans le bon ordre !
  - Vérifier que le résultat est identique à celui donné par le `pi.java` original

Calcul distribué – étape 3, callback

- Pour gérer l'asynchronisme entre maître et esclaves, le **callback** est une alternative fréquente
  - Le maître est serveur, propose du travail
  - Les esclaves demandent du travail et envoient leur résultat
    - 2 méthodes séparées
- Proposer une nouvelle version basée sur ce principe
  - Vérifier encore une fois que le résultat est identique à celui donné par le `pi.java` original
- Quelle version est la plus simple ?

FAQ

- `ClassNotFoundException` à l'enregistrement d'un objet dans le registry
  - `rmiregistry` doit avoir la définition de l'interface dans son `CLASSPATH`
- `Address already in use` au lancement de `rmiregistry`
  - Utilisez un autre port que le port par défaut 1099

À vous de jouer !

http://dept-info.labri.fr/~denis/