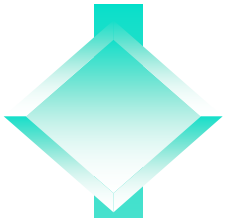
Cours n°10

Appel de procédures à distance



Sommaire

1. Le protocole RPC (Remote Procedure Call)

- Mécanismes et services
- Flots de description XDR
- Développement d'applications

2. Les packages RMI (Remote Method Invocation)

- Interface et classe serveur
- Registre des noms et lancement du serveur

Bibliographie

Jean-Marie Rifflet & Jean-Baptiste Yunes, UNIX : Programmation et communication, Dundod, 2003

R. Srinivasan, **RPC: Remote Procedure Call Protocol Specification Version 2, RFC 1831, 1995**

W. Harold, **Using Extensible Markup Language-Remote Procedure Calling (XML-RPC) in Blocks Extensible Exchange Protocol (BEEP) RFC 3529, 2003**

William Grosso, Java RMI, O'Reilly, 2006

java.sun.com/javase/technologies/core/basic/rmi/

Introduction

Mécanisme permettant d'appeler des fonctions sur un système distant

Syntaxe similaire à celle des appels locaux

Utilisation quasi transparente

Histoire et Implémentation

1976 : Première description de services distants dans la RFC 707

1981 : Première implémentation par la société Apollo sous le système Unix

1984 : Normalisation par l'OSF de Distributed Computing Environment / RPC

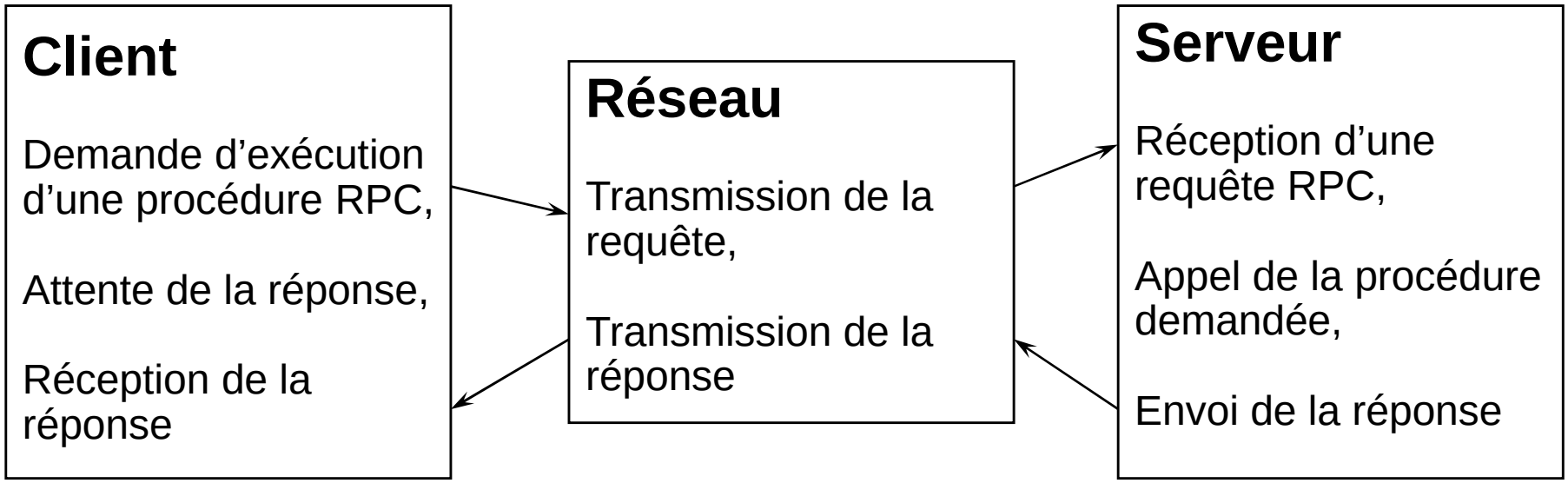
1985 : Réécriture par Microsoft de DCE/RPC (version MSRPC)

1988 : Description dans la RFC 1050 par la société SUN (version 1)

1995 : RFC 1831 (Sun RPC version 2)

1998 : XML-RPC

Schéma de communication



Déclaration du service

Entête d'un message

Identificateurs de requête et de service (96 bits)

Localisation d'un service (client)

Appel au démon portmap (port 111) sur le serveur avec en paramètre l'identification du service,
retourne le port correspondant au service

Enregistrement du service (serveur)

Appel au démon portmap avec en paramètre l'identification et le port correspondant au service,
Mise à jour d'une table de correspondance

Serveur inetd

Serveur de serveur RPC
Création du serveur en cas de demande,
Gain en place mémoire (+),

Plus faible réactivité (-)

Interface de communication

Stub (Talon)

Interface de communication,
client stub + serveur stub

Client stub (adaptateur client)

Simulation d'une procédure locale,
Encapsulation des arguments d'appel,
Envoi au serveur stub sous forme de messages,
Réception du message résultat,
retourne le résultat

Serveur stub (adaptateur serveur ou squelette)

Décodage du message envoyé par le client stub,
exécution de la procédure demandée avec les arguments d'appel,
récupération et encapsulation du résultat,
renvoi au client stub sous forme d'un message

Filtres et Flots XDR [RFC 1832]

Normalisation des échanges de données binaires

Représentation binaire différente (format, taille, ordre)
Alignements des champs d'une structure

XDR (eXternal Data Representation)

Norme pour la description et le codage des données,
Indépendant des architectures matérielles et logicielles
Codage sur des mots de 32 bits (Complétion par des 0, format big-endian, IEEE)
Pas de codage du type

Filtres XDR (Procédure codant ou décodant un type de données)
Types de base du langage C/C++,tableaux et pointeurs, union (pas d'objet)

Flots XDR (Suite d'octets représentant des données au format XDR)
Gestion à l 'aide d'un pointeur sur une structure XDR,
Trois opérations sur un flot :

- Encodage des données sur un flot (XDR_ENCODE)
- Décodage des données d'un flot (XDR_DECODE)
- Libération de la mémoire alloué pour un décodage (XDR_FREE)

Flots d'entrées-sorties standard, en mémoire, d'enregistrements

Trois méthodes de développement

1) Générateur d'applications RPCGEN

Génération d'un client stub, d'un serveur stub, des filtres XDR

Programmation de l'interface en RPCL

2) Trois procédures en Stub standard (mode UDP)

int **registerrpc(…)**

Initialisation du service RPC,
Enregistrement séparé de chaque fonction

void **svc_run()**

Attente d 'appel de fonctions

int **callrpc(…)**

Appel de la RPC correspondante,
codage des paramètres, décodage des résultats, bloquant

3) Une vingtaine de procédures en Stub expert

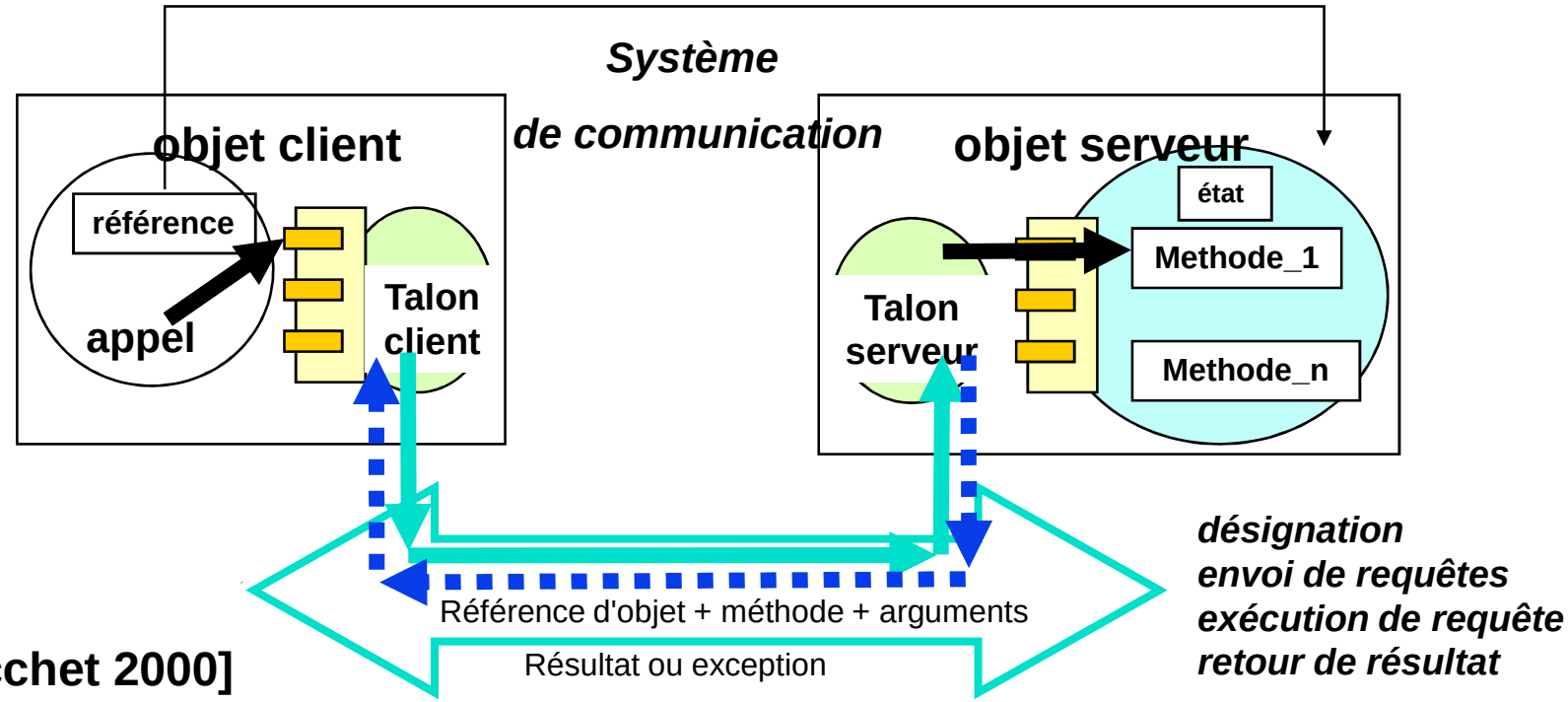
Connaissances réseau indispensables (socket…)

Principes

RPC objet intégré au langage Java

Interaction d'objets situés dans des espaces d'adressage différents sur des machines distinctes

Simple à mettre en œuvre : un objet distribué se manipule comme tout autre objet Java



[Cecchet 2000]

Contenu

Package Java.rmi

Interfaces **Remote**

Classes MarshalledObject **Naming** **RMISecurityManager**

Exceptions AccessException AlreadyBoundException ConnectException ConnectIOException MarshalException NoSuchObjectException NotBoundException **RemoteException** ServerError ServerException StubNotFoundException UnknownHostException UnmarshalException

Package Java.rmi.registry

Interfaces Registry

Classes **LocateRegistry**

Package java.rmi.server

Interfaces RemoteRef RMIFailureHandler ServerRef Unreferenced

Classes ObjID **RemoteObject** RemoteObjectInvocationHandler RemoteServer RemoteStub **RMIClassLoader** RMIClassLoaderSpi UID **UnicastRemoteObject**

Exceptions ExportException ServerNotActiveException SocketSecurityException ServerCloneException

Principe de mise en oeuvre

Définition du talon (stub) de la classe serveur

Identique cotés client et serveur,
Méthodes publiques de la classe serveur
Interface dérivée de l'interface Remote

Définition de la classe serveur

Coté serveur,
Classe dérivée de la classe UnicastRemoteObject implémentant le talon

Lancement du serveur

Création d'un registre des objets serveur (LocateRegistry)
Création d'une instance de classe de la classe serveur
Inscription de cet objet sur le registre des objets serveurs (Registry)

Utilisation

Localisation de l'objet distant (Registry) et création du talon
Appel des méthodes à partir du talon

Définition du talon

Interface Remote

Conteneur des méthodes publiques de la classe répartie
Traitement obligatoire de l'exception `RemoteException` ou utilisation de throws

Appel de Méthodes mais d'un constructeur

Pas de création de l'objet à distance
Remplacement du constructeur par
- Constructeur local (appelé sur le serveur)
- Méthode d'initialisation (appelée du client)

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

LireToutUnTexte.java

Définition du talon – Exemple

```
public interface LireToutUnTexte extends java.rmi.Remote {

/** lecture d'un fichier texte dans la chaîne sTexte
 * @param ft nom du fichier */
public void Initialisation(String ft) throws java.rmi.RemoteException;

/** Recherche du nombre d'occurrences de la chaîne s dans sTexte
 * @param s chaîne cherchée
 * @return nombre d'occurrences */
public int Chercher(String s) throws java.rmi.RemoteException;

/** Affichage du contexte des occurrences de s dans sTexte
 * @param s chaîne cherchée
 * @param taille taille du contexte */
public void ChercherVoir(String s, int taille) throws
java.rmi.RemoteException;
}
```

Définition de la classe serveur

Classe UnicastRemoteObject

Prototype de la classe serveur
Implémentation obligatoire des méthodes de l'interface
Création du talon serveur à l'instanciation d'un objet

```
public class HelloServeur extends UnicastRemoteObject
implements Hello {

private String msg;

// Constructeur
public HelloServeur() throws java.rmi.RemoteException {
this.msg = InetAddress.getLocalHost().getHostName();
}
// Implémentation de la méthode distante.
public String sayHello() throws java.rmi.RemoteException {
return "Bonjour de la part de " + msg;
}
```

LireToutUnTexteServeur.java

Définition de la classe serveur – Initialisation

```
public class LireToutUnTexteServeur extends UnicastRemoteObject
implements LireToutUnTexte {
private String Stexte = "";
private BreakIterator bi;

public LireToutUnTexteServeur() throws java.rmi.RemoteException {}

/** Initialisation lecture d'un fichier texte dans la chaîne sTexte
 * @param ft nom du fichier */
public void Initialisation(String ft) {
String ligne;
try {
BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader (fr));
while ((ligne=br.readLine()) != null) { Stexte = Stexte.concat(ligne);
}
br.close();
// segmentation en mots
bi = BreakIterator.getWordInstance(); bi.setText(Stexte);
}
catch (IOException e) { e.printStackTrace(); }
}
```

Registre des objets serveurs

Classe LocateRegistry

Méthodes statiques pour gérer un registre des objets serveurs

Création

```
Registry LocateRegistry.createRegistry(int p)
```

Création d'un registre local acceptant des requêtes sur le port p (1099 par défaut)

Lecture locale

```
Registry LocateRegistry.getRegistry()
```

Référence sur le registre local sur le port par défaut (1099)

```
Registry LocateRegistry.getRegistry(int p)
```

Référence sur le registre local sur le port p

Lecture distante

```
Registry LocateRegistry.getRegistry(String h)
```

Référence sur le registre de la machine de nom h sur le port par défaut (1099)

```
Registry LocateRegistry.getRegistry(String h, int p)
```

Référence sur le registre de la machine de nom h sur le port p

Inscription des objets sur le registre

interface Registry

```
void bind(String URL, Remote obj)
```

Modification d'un lien entre une URL et un objet distant

```
void rebind(String URL, Remote obj)
```

Création d'un lien entre une URL et un nouvel objet distant

```
void unbind(String URL)
```

Destruction d'un lien entre une URL et un objet distant

```
String[] list(String URL)
```

Renvoie la liste des noms enregistrés sur une URL

```
Remote lookup(String URL)
```

Localisation de l'objet distant à partir de son URL, renvoie d'un talon

Classe Naming

Méthodes statiques de même nom utilisées sur le client

Utilisation du même port pour la création du registre et l'URL

LancementServeur.java

Lancement du serveur

```
int port = 12536;
String host = InetAddress.getLocalHost().getHostName();

// Création du serveur de nom - rmiregistry
Registry r = LocateRegistry.createRegistry(port);

// Création d'une instance des objets serveur
HelloServeur o1 = new HelloServeur();
LireToutUnTexteServeur o2 = new LireToutUnTexteServeur();

// Inscription des serveurs Hello et Lire
r.rebind("//"+host+":"+port+"/Hello", o1);
r.rebind("//"+host+":"+port+"/Lire", o2);

// Liste des serveurs inscrits
String s[] = r.list();
for (int i = 0;i < s.length;i++) System.out.println(s[i]);
```

```
//irp1:12536/Lire

//irp1:12536/Hello
```

testAdolphe.java

Appel de méthodes distantes

```
int port = 12536; String host = "irp1";
String URL = "//"+host+":"+port+"/";

Registry r = LocateRegistry.getRegistry(host, port);
// référence sur le talon de l'objet distant
Hello h = (Hello) r.lookup(URL+"Hello");
// appel à une méthode distante
System.out.println(h.sayHello());

LireToutUnTexte lt = (LireToutUnTexte) r.lookup(URL+"Lire");
lt.Initialisation("util/adolphe.txt");
String s = Keyboard.getString("mot à chercher? ");
System.out.println("Il y a " + lt.Chercher(s) + " occurences de ce
mot dans le texte");
```

```
Bonjour de la part de irp1

mot à chercher?

Adolphe

Il y a 39 occurences de ce mot dans le texte
```