

→ **Java RMI - Remote Method Invocation**

→ **Callbacks**

Vimos, na folha prática anterior, um exemplo muito simples de uma aplicação cliente/ servidor em que o cliente acede à referência remota de um objecto servidor e invoca métodos remotos sobre esse objecto.

Pode acontecer que o servidor precise, por sua vez, de invocar um ou mais métodos no cliente, tornando-se o cliente num servidor e o servidor num cliente. Quando o servidor invoca um método do cliente diz-se que ocorre um “callback”. Por exemplo, se o cliente quiser ser automaticamente informado de alterações que ocorram no servidor, o servidor terá que aceder a um método do cliente.

Implementar um callback:

A) O cliente terá que implementar uma interface remota

. Definir a interface remota com os métodos que poderão ser acedidos remotamente

B) O cliente tem que estar disponível como servidor

. Isto é, ser subclasse da classe `java.rmi.server.UnicastRemoteObject` (equivalente a exportar o cliente como um objecto remoto)

C) Passar referência remota do cliente para o processo servidor

. Assim, o servidor poderá usar essa referência para fazer invocações no cliente.

1 – Estude o exemplo que se segue e implemente-o.

Interface do servidor

```
public interface Hello_S_I extends java.rmi.Remote {  
  
    public void printOnServer(String s) throws java.rmi.RemoteException;  
    public void subscribe (String s, Hello_C_I cliente) throws java.rmi.RemoteException;  
}
```

Interface do cliente

```
public interface Hello_C_I extends java.rmi.Remote {  
    public void printOnClient (String s) throws java.rmi.RemoteException;  
}
```

Servidor

```
import java.rmi.*;  
import java.io.*;  
public class HelloServer extends java.rmi.server.UnicastRemoteObject  
    implements Hello_S_I {  
    private static Hello_C_I client;  
  
public HelloServer() throws java.rmi.RemoteException{  
    super();  
    }  
//Método remoto  
public void printOnServer(String s) throws java.rmi.RemoteException{  
    System.out.println( " SERVER : " +s );  
    }  
//Método remoto  
public void subscribe (String name, Hello_C_I c) throws java.rmi.RemoteException{  
    System.out.println("Subscribing " + name );  
    client = c;  
    }  
//Método local  
public static String lerString (){  
    String s = "";  
    try{  
        BufferedReader in = new BufferedReader ( new InputStreamReader (System.in), 1);  
        s= in.readLine();  
    }  
}
```

```
}  
catch (IOException e){  
    System.out.println( e.getMessage());  
}  
return s;  
}  
public static void main (String [] args){  
    String s;  
    System.setSecurityManager(new SecurityManager());
```

//Exercício:

// - Lançar o registry

```
try {  
    HelloServer h = new HelloServer();  
    Naming.rebind ("Hello",h);  
    while (true){  
        System.out.println("Mensagem para o cliente:");  
        s= lerString();  
        client.printOnClient(s);  
    }  
}  
catch (RemoteException r){  
    System.out.println("Exception in server"+r.getMessage());  
}  
catch (java.net.MalformedURLException u){  
    System.out.println("Exception in server - URL" );  
}  
}  
}
```

Cliente

```
import java.rmi.*;

public class HelloClient extends java.rmi.server.UnicastRemoteObject implements
Hello_C_I {

public HelloClient() throws RemoteException {

    super();

}

//Método remoto

public void printOnClient (String s)throws java.rmi.RemoteException{

    System.out.println ("Message from server: " + s);

}

public static void main (String [] args){

    System.setSecurityManager(new SecurityManager());

    try {

        Hello_S_I h= (Hello_S_I)Naming.lookup ("Hello");

        HelloClient c = new HelloClient();

        h.subscribe( "Nome da máquina cliente ...", (Hello_C_I)c);

    }

    catch (Exception r){

        System.out.println ( "Exception in client" +r.getMessage());

    }

}

}}
```

Exercício 2: Suponha um servidor que atribui um número sequencial a cada cliente, e que, após cada 10 clientes, sorteia um número (gerado aleatoriamente) de entre os números atribuídos aos últimos 10 clientes. O número do vencedor deverá ser comunicado a todos os últimos 10 clientes.

→ **Factories**

Até agora, vimos exemplos em que os objectos remotos são instanciados ou no main do servidor ou no construtor de servidor. Uma interface remota não pode incluir construtores, e portanto um cliente não pode instanciar directamente um objecto remoto.

Se quisermos instanciar objectos a pedido de um cliente, teremos que definir métodos numa interface remota com esse objectivo.

Um método que instancie um objecto remoto denomina-se por “factory method”. Um “factory object” é um objecto com métodos “factory”. (Na prática são métodos comuns.)

Exemplo:

Suponhamos que queremos um cliente para criar objectos do tipo Cidade em que cada objecto funciona como um servidor com informação sobre uma dada cidade.

1 - Para isso, começamos por definir uma interface remota, CidadeFactory com um único método que terá como parâmetro o nome do objecto Cidade a criar, e que devolve como resultado uma referência remota para um objecto do tipo Cidade:

```
public interface CidadeFactory extends java.rmi.Remote {  
    public Cidade getServidorCidade (String nomeCidade)  
  
                                   throws java.rmi.RemoteException;  
}
```

2 - Para podermos aceder aos objectos criados, dinamicamente através da factory, precisamos de uma interface remota para os objectos do tipo cidade. Suponhamos, para já apenas um método que nos dá a população da cidade.

```
public interface Cidade extends java.rmi.Remote {  
    public int getPopulacao() throws java.rmi.RemoteException;  
}
```

3 – Necessitamos agora de implementar a interface Cidade

```
public class CidadeImpl extends java.rmi.server.UnicastRemoteObject  
                                   implements Cidade {  
    private String nomeCidade;  
    int populacao = 20000;
```

```
public CidadeImpl() throws java.rmi.RemoteException {  
    super();  
}  
public CidadeImpl(String nomeCidade) throws java.rmi.RemoteException {  
    super();  
    this.nomeCidade = nomeCidade;  
}  
public int getPopulacao() throws java.rmi.RemoteException {  
    return populacao;  
}  
}
```

- Para já, todos os objectos do tipo cidade têm uma população de 20000 habitantes, no final poderá completar a classe de forma a poder actualizar os dados da cidade.

4 – A implementação da interface CidadeFactory irá instanciar um objeto do tipo CidadeImpl e devolver ao cliente a referência para esse objecto. Simultaneamente esta classe contém o main do servidor.

```
public class CidadeFactoryImpl extends java.rmi.server.UnicastRemoteObject  
    implements CidadeFactory, java.io.Serializable {{  
  
    public CidadeFactoryImpl() throws java.rmi.RemoteException {  
        super();  
    }  
  
    public Cidade getServidorCidade (String nomeCidade)  
        throws java.rmi.RemoteException{  
        CidadeImpl ServidorCidade = new CidadeImpl(nomeCidade);  
        return (Cidade) ServidorCidade;  
    }  
  
    public static void main (String arg[]){  
        System.setSecurityManager(new SecurityManager());  
  
    }
```

lançar o registry

```
try {
    CidadeFactory factory = new CidadeFactoryImpl ();
    java.rmi.Naming.rebind("CidadeFactory", factory) ;
    System.out.println( "CidadeFactory registada");
}
catch (Exception e ){
    System.out.println( e.getMessage());
}
}
```

5 – Acedendo ao servidor anterior, os processos clientes poderão criar objectos remotos do tipo Cidade, e invocar métodos nesses objectos.

Processo Cliente:

```
class CidadeCliente {
    public static void main (String args[]){
    Remote cidades = null;
    Cidade Covilha = null, CasteloBranco=null, Guarda=null;
    try {
        cidades = Naming.lookup("//127.0.0.1/CidadeFactory");
    }
    catch (Exception e){
        System.out.println( e.getMessage());
    }
    // criar um servidor para cada cidade
    try{
        Covilha = ((CidadeFactory)cidades).getServidorCidade("Covilha");
        CasteloBranco = ((CidadeFactory)cidades).getServidorCidade("CasteloBranco");
        Guarda = ((CidadeFactory)cidades).getServidorCidade("Guarda");
    }
```

```
}  
catch (Exception e){  
    System.out.println( e.getMessage());  
}  
  
//invocar métodos nesses objectos  
try {  
    int i = Covilha.getPopulacao();  
    System.out.println( "Covilhã tem " + i + " habitantes");  
    i = CasteloBranco.getPopulacao();  
    System.out.println( "Castelo Branco tem " + i + " habitantes");  
    i = Guarda.getPopulacao();  
    System.out.println( "Guarda tem " + i + " habitantes");  
}  
catch (Exception e){  
    System.out.println( e.getMessage());  
}
```

} Depois de estudar e implementar este exemplo em máquinas diferentes, defina outros métodos para a classe Cidade.