Prof. Rogério Santos Pozza

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio

Java Aplicada em Redes de Computadores

Especialização em Tecnologia Java

Na aula de hoje veremos...

- **Invocação de métodos remotos (RMI)**

RMI – Remote Method Invocation

• O Java RMI permite criar aplicações Java distribuídas de modo que os métodos de objetos de uma máquina virtual, possam ser invocados por outras máquinas Java em diferentes máquinas

• Permitir que os programadores possam desenvolver aplicações distribuídas Java com a mesma sintaxe de programas não distribuídos

• Classes Java são mapeadas em uma máquina virtual para que outras JVM possam invocar os seus métodos remotamente

• Arquitetura de execução: **cliente-servidor**

RMI – Remote Method Invocation

- Embora a invocação de métodos remotos seja executada da mesma forma que métodos locais, a invocação de métodos remotos pode falhar por alguns motivos:
  - Máquina servidora desligada;
  - Endereço ou nome do método incorreto;
  - Falhas no meio de transmissão de dados
  - …

- As invocações de métodos remotos devem ser tratadas obrigatoriamente através de exceções

RMI – Como funciona?

- No RMI alguns conceitos da programação convencional são modificados

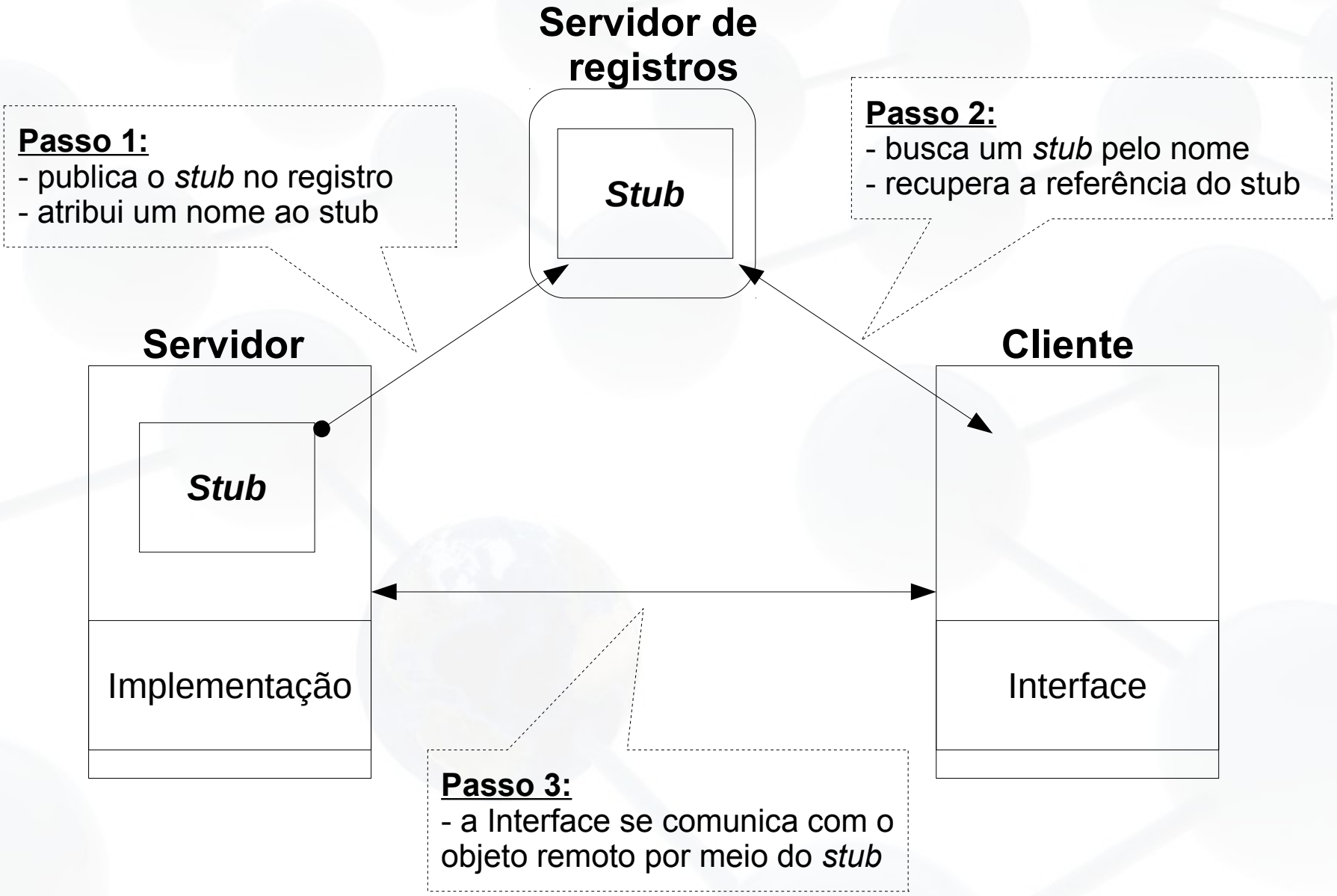
- A criação de um objeto local é feita utilizando-se o operador ***new.*** No RMI apenas o servidor pode criá-lo.

- O acesso a objetos remotos é realizado via um objeto de referência (*stub*)

- Uma referência remota é um ponteiro para um objeto proxy (*stub*)

- O *stub* possui informações que permitem a sua conexão ao objeto remoto de forma transparente, o qual contém a implementação dos métodos.

RMI – Como funciona?



RMI – Como funciona?

- **Localizar objetos remotos** – uma aplicação pode usar dois mecanismos para obter referências de objetos remotos:
  - ***rmiregistry: r***egistrar o objeto remoto com a ferramenta de nomes do RMI, chamada
  - Passar e retornar referência aos objetos remotos como parte de sua operação normal

- **Comunicação com objetos remotos** – os detalhes de comunicação são abstraídos pelo RMI
  - O programador identifica uma chamada remota de forma idêntica a uma chamada local

- **Carregar "bytecodes" de objetos remotos** – como o RMI permite que objetos remotos sejam passados como parâmetros num método, ele fornece mecanismos necessários para carregar o código dos objetos remotos (serialização/desserialização implícitas)

RMI – *Stub*

- Quando um objeto local invoca um método de um objeto remoto, o *stub* fica responsável por enviar a chamada ao método para o objeto remoto

- Passos do *stub* quando é invocado:

  - Iniciar conexão com a máquina virtual que contém o objeto remoto (servidor)
  - Escrever e transmitir os parâmetros para a máquina virtual remota
  - Esperar pelos resultados da invocação do método
  - Ler os resultados retornar
  - Retornar os valores ao objeto que executou a chamada

RMI – *Stub*

• O stub esconde a serialização dos parâmetros e toda a comunicação em nível de rede com o objetivo de simplificar o mecanismo de realização da invocação do método.

Um *stub* aumenta a TRANSPARÊNCIA da comunicação

Você se lembra do trabalho de fazer isso com Sockets?

RMI – *Skeleton*

- Para o servidor receber a informação que está no *stub* do cliente, ele cria um objeto *skeleton*.

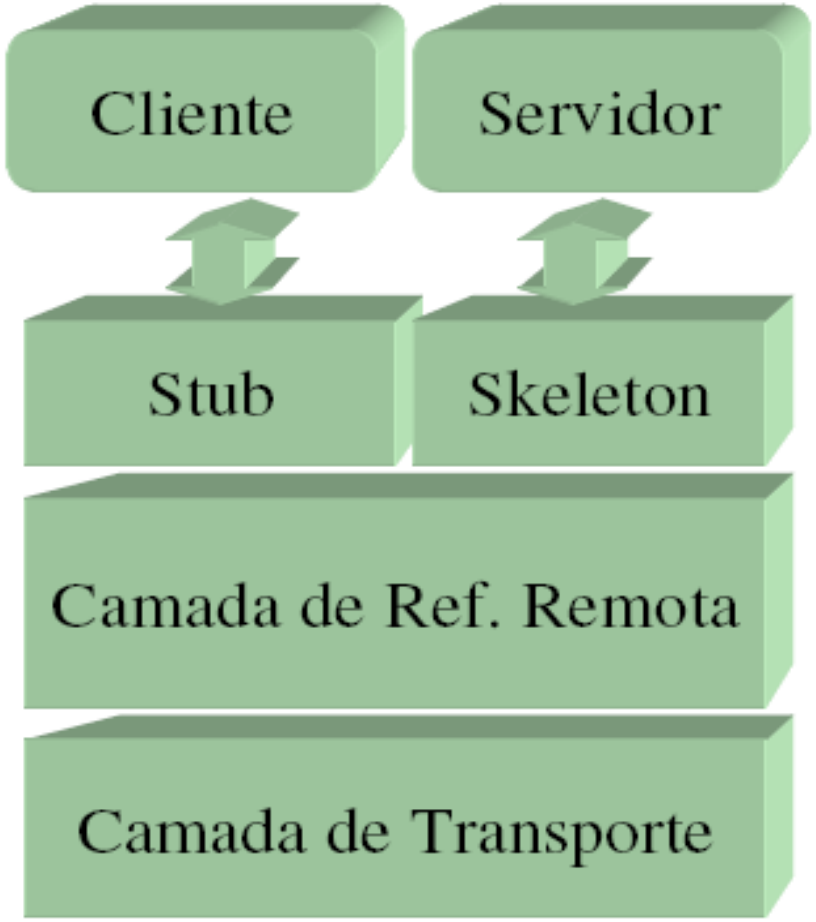
- O *skeleton* recebe invocações diretamente do *stub* e as repassa para o objeto servidor

- O *skeleton* executa as seguintes ações:
  - Decodifica os parâmetros;
  - Chama localmente o método remoto desejado;
  - Captura o valor de retorno ou exceção e codifica-o;
  - Retornar o valor codificado para o cliente.

- Em RMI a comunicação de rede é realizada entre o *stub* de um objeto com o *skeleton* de outro objeto remoto

RMI – *Skeleton*

Stub e Skeleton



RMI – Implementação

• A implementação de um programa simples em RMI consiste nos seguintes passos:

1. Criar uma interface
2. Implementação da interface
3. Gerar os stubs e skeletons
4. Implementar o servidor
5. Implementar o cliente

RMI – Implementação – Passo 1

- Crie o arquivo “Calculadora.java”

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

    public int add(int a, int b) throws java.rmi.RemoteException;

}
```

- Salve e compile:
$ javac Calculadora.java

RMI – Implementação – Passo 2

- Crie o arquivo “CalculadoraImpl.java”

```
 public class CalculadoraImpl extends
java.rmi.server.UnicastRemoteObject implements Calculadora {

    public CalculadoraImpl() throws java.rmi.RemoteException {
        super();
    }

    public int add(int a, int b) throws java.rmi.RemoteException {
        return a+b;
    }
 }
```

- Salve e compile:

$ javac CalculadoraImpl.java

RMI – Implementação – Passo 3

- Gere os stubs e skeletons:

$ rmic CalculadoraImpl

***- Verifique se o arquivo "CalculadoraImpl_Stub.class"* foi criado no diretório**

RMI – Implementação – Passo 4

- É preciso criar um serviço RMI em um host. Pode-se criar a classe CalculadoraServer.java:

```
import java.rmi.Naming;

public class CalculadoraServer {

        public CalculadoraServer() { }

        public static void main(String args[]) {
              try {

                 Calculadora calc = new CalculadoraImpl();
                 Naming.rebind("rmi://localhost:1099/CalcServer", calc);

              } catch(Exception e) {
                 System.out.println("Erro RMI: " + e.toString());
              }
        }
}
```

RMI – Implementação – Passo 5

- A classe cliente pode consumir um método remoto, implementando a classe CalculadoraCliente.java

```
import java.rmi.Naming;

public class CalculadoraCliente {

        public static void main(String args[]) {
                try {

                    Calculadora calc =
                    (Calculadora)Naming.lookup(“rmi://localhost/CalcServer”);

                    System.out.println(“A soma de 1 + 5 é: “ + calc.add(1, 5));

                } catch(Exception e) {
                    System.out.println(“Erro RMI: “ + e.toString());
                }
        }
}
```

RMI – Implementação – Executando o RMI

- Para publicar um objeto RMI, deve-se inicializar o servidor de registros por meio do comando:

$ rmiregistry

- Em seguida, deve-se executar o CalculatorServer para que o serviço seja publicado

$ java CalculadoraServer

- Por fim, o programa cliente que irá usufruir do método remoto, pode ser executado

$ java CalculadoraCliente

RMI – Implementação

- Para passar um objeto por valor para um método remoto, deve-se serializá-lo (**java.io.Serializable**)

```
public class MinhaClasse implements Serializable {

}
```

- Um objeto para ser passado por referência deve estender a sua interface **java.rmi.Remote**

```
public interface  ClasseInterface extends Remote {

}
```

RMI – Implementação

- Os métodos podem ser invocados em um objeto remoto e devem:
  - Obrigatoriamente públicos
  - Estar declarados na interface remota que esse objeto implementa
  - Tratar obrigatoriamente a exceção `java.rmi.RemoteException`
    Exemplo:
    ```
    public int Testar() throws java.rmi.RemoteException
    ```
  - A exceção também deve ser colocada na interface que implementa o método

RMI – Ativando o servidor de registros

- Antes de utilizar o serviço é necessário ativar o servidor de registros:

- **Opção 1**:
  Comando: rmiregistry <porta>

- **Opção 2**:

```
Registry registro = LocateRegistry.createRegistry(porta);
```

  permite criar o rmiregistry na inicialização do programa, não sendo necessário a execução antes da inicialização do programa.

- **Opção 3**:

```
Registry registro = LocateRegistry.getRegistry();
```

  recupera a referência a um servidor de registro

Exercícios

1. Crie um servidor Java RMI capaz de validar um CPF passado pelo cliente

2. Uma cidade está realizando uma eleição. Você é o desenvolvedor que irá projetar uma aplicação capaz de receber os votos de cada urna espalhada na cidade. Assim, pede-se:

- O servidor RMI deverá estar apto a realizar duas funções:
  - Contar todos os votos;
  - enviarVotos (contendo os nomes dos candidatos e os números de votos);

- Cada urna (cliente RMI) deverá enviar os nomes e o número de votos de cada candidato para o servidor.

- O servidor deverá exibir a apuração de votos atualizada a cada 5 segundos.