Java RMI

Adaptado dos slides do professor FELIPE CUNHA

Java RMI

RMI: Invocação Remota de Métodos

- Solução da Sun para desenvolvimento de aplicações distribuídas em Java

Permite que programas executando em uma JVM façam referências a objetos que estejam localizados em outra JVM.

- Chamadas remotas possuem a mesma sintaxe de chamadas locais

O objetivo principal é encapsular a comunicação Socket com os parâmetros de entrada de um método e a resposta com o resultado da execução do método.

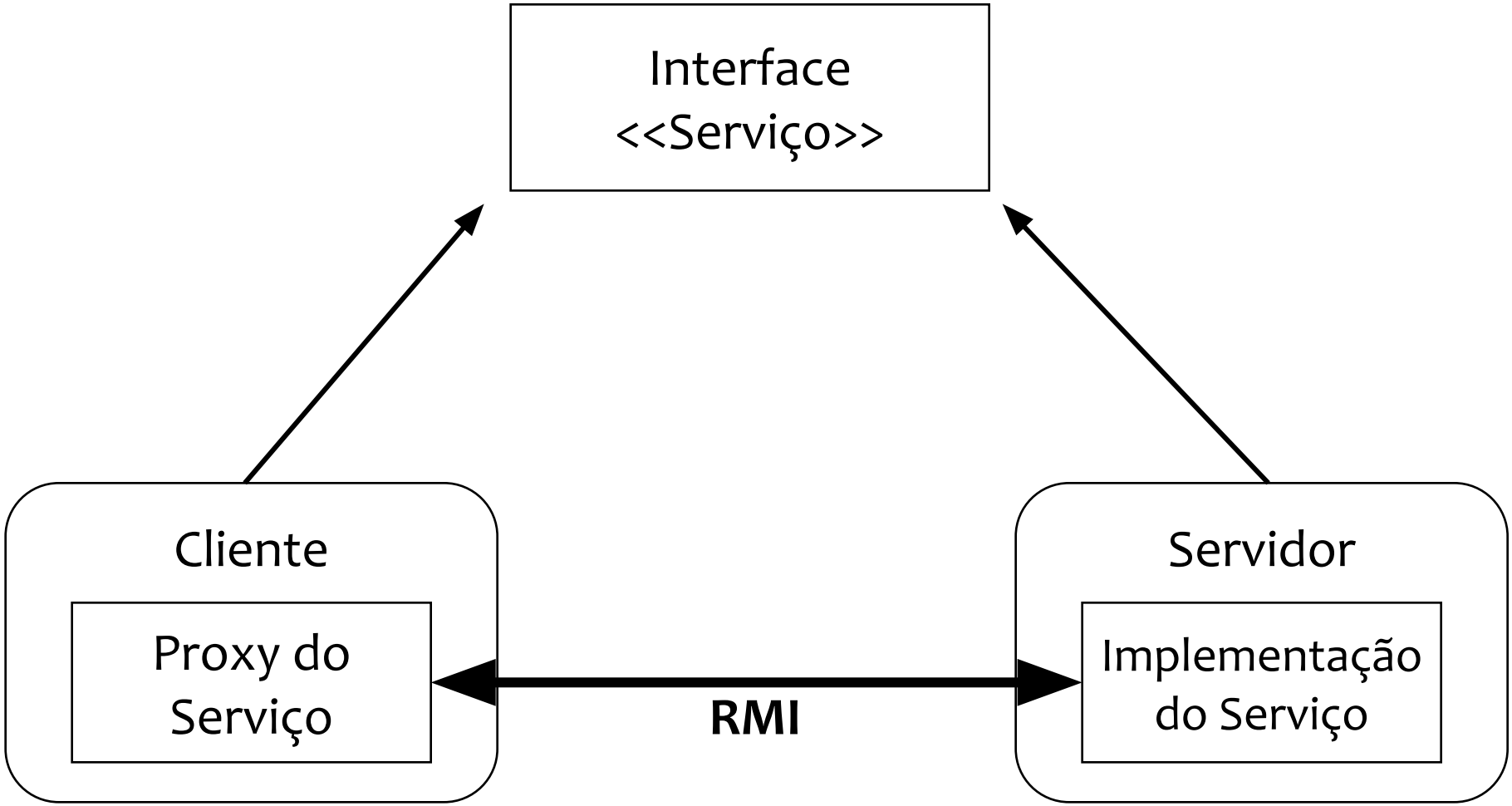
Comparação entre Objetos Remotos e Objetos Locais

	Objeto Local	Objeto Remoto
Definição	classe java (class)	Interface com métodos que serão acessados remotamente, herda da interface Remote
Implementação	local interna à classe	classe remota que implementa a interface acima.
Construção	operador **new**	Servidor constrói com **new**, cliente referencia objeto pela rede. Pacote Java 2 Remote Object Activation permite utilização de **new** remoto.

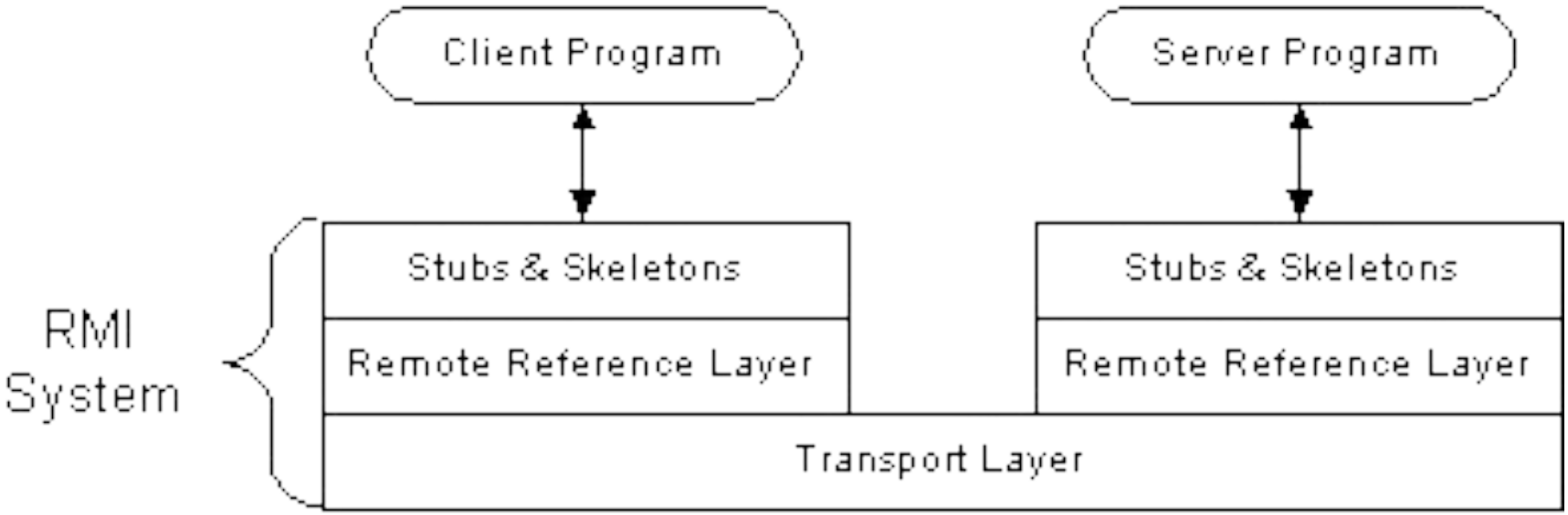
Comparação entre Objetos Remotos e Objetos Locais

	Objeto Local	Objeto Remoto
Acesso	variável é uma referência local ao objeto	Objeto remoto acessado por uma referência Proxy (“stub”).
Finalização	Método finalize()	interface unreferenced
Exceções	classes que herdam de RuntimeException ou Exception	classes que herdam de RemoteException

Arquitetura RMI



Arquitetura RMI



Implementação de um sistema RMI

Definição da Interface para os serviços remotos

Implementação dos Serviços remotos

Geração dos arquivos Stub e Skeleton (proxy)

Um servidor irá hospedar o serviço remoto

Um servidor de Nomes RMI permite clientes encontrarem um servidor remoto.

Disponibilização das classes através de um servidor HTTP ou FTP

Um cliente que utilize os serviços remotos.

Registry

Registry: objeto remoto que mapeia nomes em referências para objetos

- rmiregistry: String → referência para objeto

Principais funções:

- rebind: associa um nome a uma referência (substituindo qualquer associação já existente a este nome). Usado pelo servidor.
- lookup: retorna uma referência para um objeto remoto. Usado pelo cliente.

Todo servidor deve possuir seu registry

Stub e Skeleton

Stub: parte que executa no cliente

Skeleton: parte que executa no servidor

rmic: compilador usado para gerar stub e skeleton a partir da interface remota.

Stub é instalado em um diretório especial do servidor e é buscado automaticamente pelos clientes, via HTTP ou sistema de arquivos

Definição da Interface Remota

Interface Remota: relaciona os métodos que serão invocados remotamente

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

        public long add(long a, long b) throws
        java.rmi.RemoteException;
        public long sub(long a, long b) throws
        java.rmi.RemoteException;
        public long mul(long a, long b) throws
        java.rmi.RemoteException;
        public float div(long a, long b) throws
        java.rmi.RemoteException;
    }
```

Implementação da Interface Remota

Uma interface remota é implementada por uma classe

```
public class CalculatorImpl extends
    java.rmi.server.UnicastRemoteObject
    implements Calculator {
  public CalculatorImpl() throws java.rmi.RemoteException {
      super();    }

  public long add(long a, long b) throws
    java.rmi.RemoteException {
      return a + b;    }
  ...
  public float div(long a, long b) throws
    java.rmi.RemoteException {
      return a / b;    }
}
```

Gerando Stub e Skeleton

Compilador rmic (defasado)

- Uso: rmic <opções> <nomes das classes>
- Onde <opções> incluem:
  - -keep Manter código fonte intermediário
  - -keepgenerated (mesmo que "-keep")
  - -g Informações de Debug
  - -verbose Mensagens do compilador
  - -classpath <path> Onde encontrar fontes eventualmente necessários
  - -d <directory> onde colocar arquivos compilados
  - etc.....

Registrando Servidor

Para registrarmos o servidor no Registry usamos o pacote de serviço de nomes: import java.rmi.Naming

```
import java.rmi.Naming;
public class CalculatorServer {
  public CalculatorServer() {
    try {
      Calculator c = new CalculatorImpl();
      Naming.rebind("rmi://localhost:1099/CalculatorService", c);
    } catch (Exception e) {
          System.out.println("Trouble: " + e); }
  }
  public static void main(String args[]) {
      new CalculatorServer();
  }
}
```

Implementação do Cliente

```
import java.rmi.Naming;
import java.rmi.RemoteException;
public class CalculatorClient {
 public static void main(String[] args) {
   try {
     Calculator c = (Calculator) // Calculator é a interface
     Naming.lookup("rmi://remotehost/CalculatorService");
     System.out.println( c.sub(4, 3) );
     System.out.println( c.div(9, 3) );
   } catch (RemoteException re) {
     System.out.println(re);
   }
 }
}
```

Executando aplicações RMI

Antes que uma aplicação RMI possa funcionar, devemos disparar o serviço de nomes numa máquina servidora conhecida:

```
Dos: start /min rmiregistry
Unix: rmiregistry
```

Após a execução do Registry (que deve estar permanentemente rodando), poderemos então executar o servidor.

O rmiregistry é um *daemon* com endereço e porta bem conhecidos.

Exemplo de Aplicação Distribuída Usando Java RMI

Codificar um servidor de um banco que implementa uma interface como a seguir:

```
public interface BancoInterface extends Remote {
    public int addCliente() throws RemoteException;
    public double obterSaldo(int id) throws
    RemoteException;
    public void depositar(int id, double valor) throws
    RemoteException;
    public double sacar(int id, double valor) throws
    RemoteException;
}
```

Sendo "id" um identificador único do cliente adicionado.

Exemplo de Aplicação Distribuída Usando Java RMI

Codificar um cliente que pode chamar os métodos oferecidos pelo banco.

1. Solicitar a adição de um novo cliente que possui um identificador único próprio (id).
2. Solicitar a consulta do saldo de um cliente a partir de seu id.
3. Depositar um determinado valor na conta do usuário de id x.
4. Sacar um determinado valor da conta do usuário de id x.

Passo 1: Definição da Interface Remota

Interface Remota: relaciona os métodos que serão invocados remotamente

```
// arquivo BancoInterface.java
import java.rmi.Remote;
import java.rmi.RemoteException;
public interface BancoInterface extends Remote {
 public int addCliente() throws RemoteException;
 public double obterSaldo(int id) throws RemoteException;
 public void depositar(int id, double valor) throws RemoteException;
 public double sacar(int id, double valor) throws RemoteException;
}
```

Passo 2: Implementação da Interface Remota

Uma interface remota é implementada por uma classe

```
// arquivo BancoImpl.java
public class BancoImpl extends UnicastRemoteObject implements
    BancoInterface {
  public BancoImpl() throws RemoteException { super(); … }
   public double obterSaldo(int id) throws RemoteException { … }
   public void depositar(int id, double valor) throws
   RemoteException { … }
   public double sacar(int id, double valor) throws
   RemoteException { … }
   public int addCliente() throws RemoteException { … }
}
```

Passo 3: Implementação do Servidor

```
// arquivo BancoServer.java
    import java.rmi.registry.LocateRegistry;
    import java.rmi.registry.Registry;
    public class BancoServer {
        public BancoServer() {
            System.setProperty("java.rmi.server.hostname","<ip>");
            BancoInterface c = new BancoImpl();
            Registry reg = LocateRegistry.createRegistry(1099);
            reg.rebind("BancoService", c);
        }
        public static void main(String args[]) {
            new BancoServer();
        }
    }
```

Passo 4: Implementação do Cliente

```
// arquivo BancoClient.java
   import java.rmi.*
   import java.rmi.server.*;
   import conta.*;
   public class BancoClient {
      public static void main (String[] args) {  ......
         BancoInterface c = (BancoInterface)
          Naming.lookup("rmi://"+args[0]+"/BancoService");
          // chamadas remotas
          c.addClient(); c.depositar(1, 100.0), c.obterSaldo(1);
          .....
       }
```

Passo 4: Compilação

Compilação:

- javac BancoInterface.java // Interface
- javac BancoImpl.java // implementação
- javac BancoServer.java // Servidor
- javac BancoClient.java // Cliente

Geração de stubs (defasado):

rmic BancoClient.java

rmic gera os seguintes arquivos:

- BancoClient_Stub.class: stub do cliente
- BancoClient_Skel.class: skeleton (servidor)

Passo 5: Execução

Execução do Servidor (Windows)

```
start /min rmiregistry // registry
start java BancoServer          // servidor
```

ou (Linux)

```
rmiregistry
java BancoServer
```

Execução do Cliente

```
java BancoClient <endereço do servidor>
```

Passagem de Parâmetros

Objetos podem ser passados como parâmetros, utilizando passagem por valor

- Basta que implementem a interface Serializable

Carregamento Dinâmico de Código:

- Se o código da classe de um objeto não estiver disponível na JVM para onde o objeto foi enviado, o mesmo é carregado dinamicamente.

Exemplo de Passagem de Objeto como Parâmetro

Interface Remota:

```
interface Compute extends Remote {
    Object executeTask (Task t) throws
        RemoteException; .....
}
```

Interface do Objeto Passado como Parâmetro:

```
interface Task extends Serializable {
  Object execute ();
}
```

Exemplo de Passagem de Objeto como Parâmetro

Servidor:

```
class computeEngine extends UnicastRemoteObject
        implements Compute { ....
    public Object executeTask (Task t)
    {   return t.execute();  }
    public static void main (String[] args)
    {   // Cria e registra objeto remoto }
    .....
}
```

Exemplo de Passagem de Objeto como Parâmetro

Cliente:

```
class Pi implements Task { .....
   public Object execute()     // Calcula valor de π
   { ..... }  .....
   public static void main (String[] args) {  .....
     Compute comp= "referência p/ objeto remoto"
     Pi task= new Pi();
     Float x= (Float) comp.executeTask (task);
   }
}
```

RMI e Firewalls

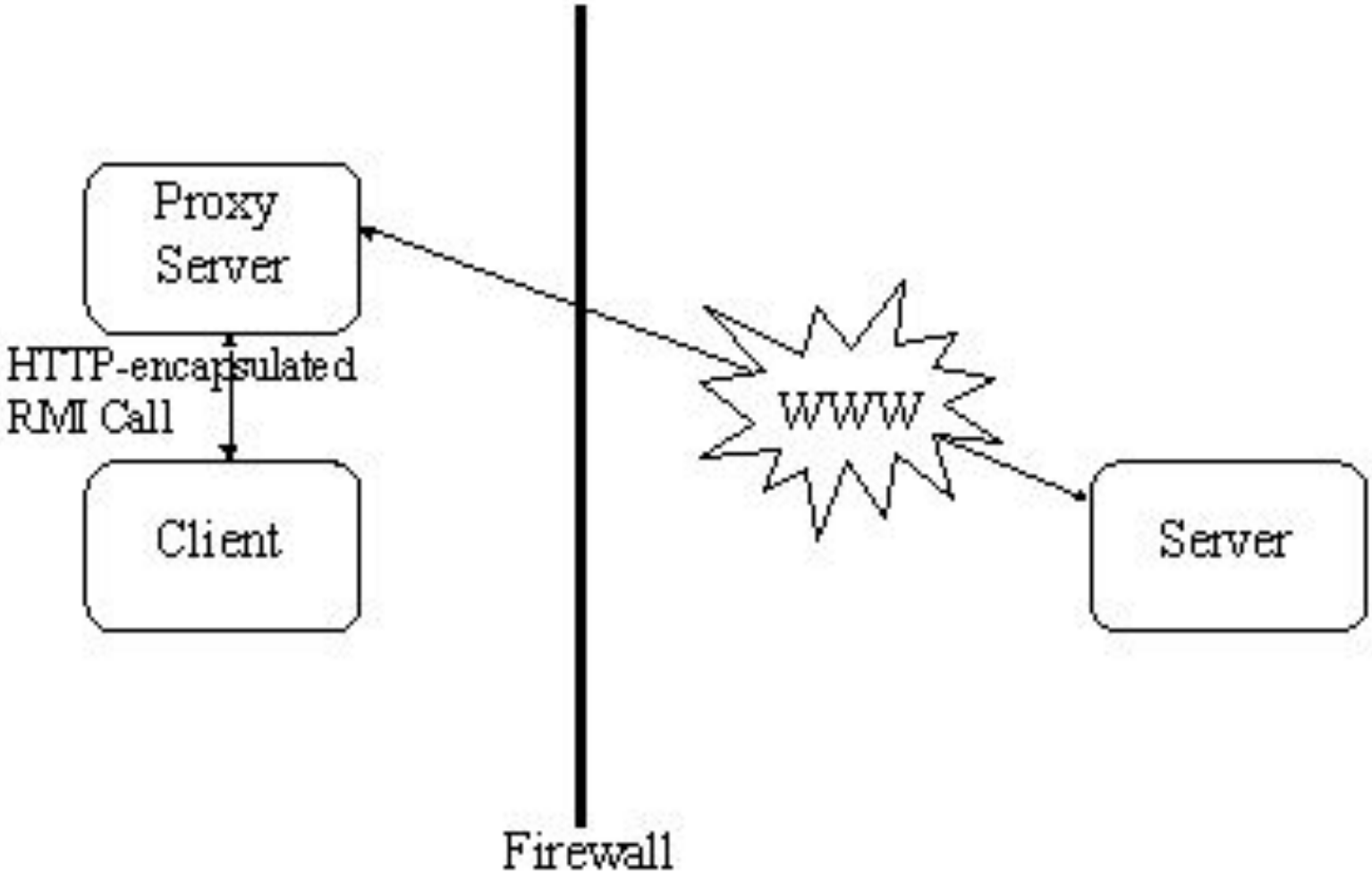
RMI utiliza portas dinâmicas:

- Apesar do registry possuir porta bem conhecida, para cada conexão do servidor com o cliente, uma conexão socket com alocação dinâmica de porta é utilizada.

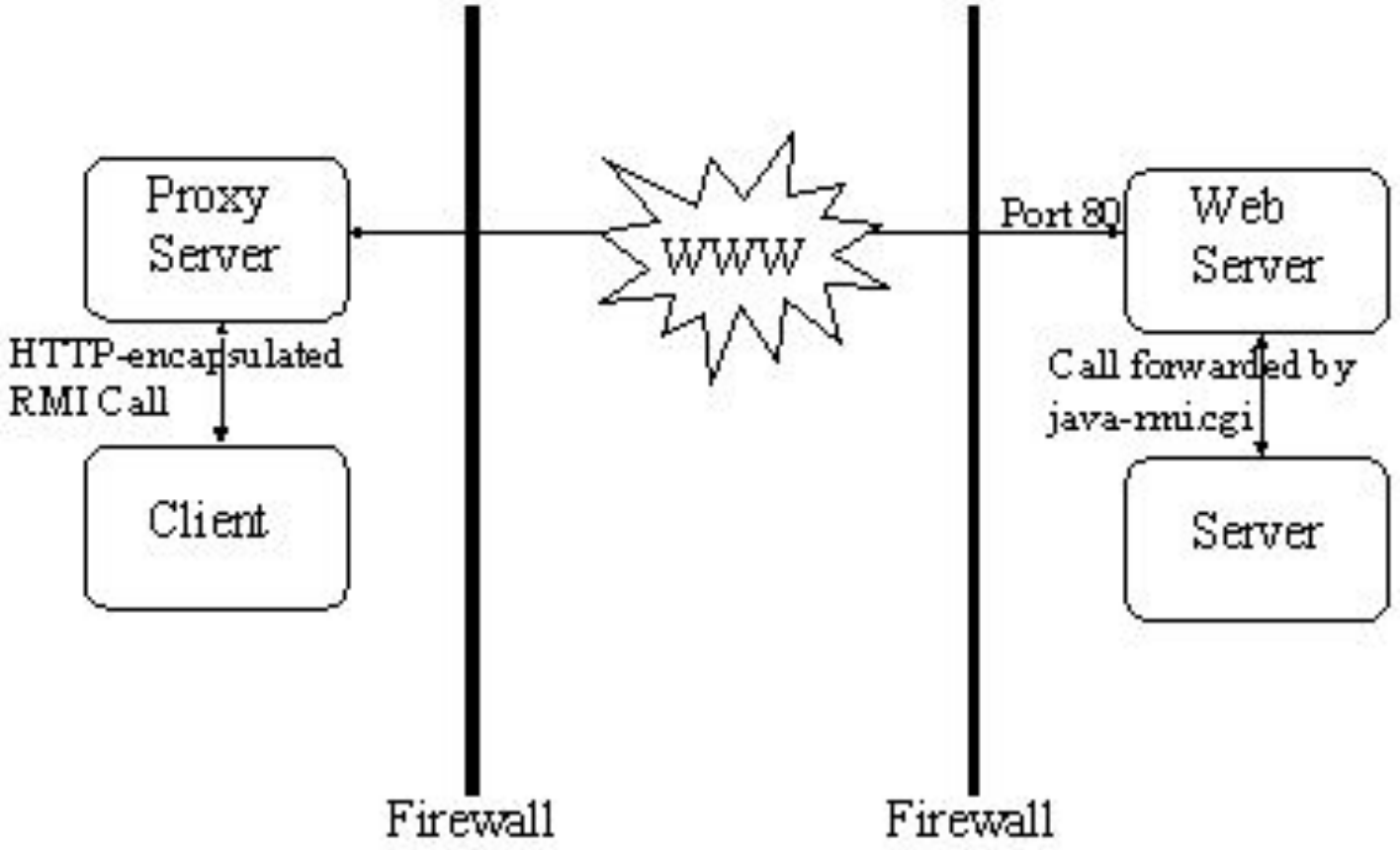
Firewalls são programados para bloquear tráfego de portas não conhecidas

- Solução: HTTP tunneling provido pelo pacote RMI
  - “http://hostname:port”
  - Deve-se setar devidamente http.proxyHost
  - “http://hostname:80/cgi-bin/java-rmi?forward=<port> ”
  - Script cgi-bin está incluído na distribuição do java.rmi

RMI e Firewalls



RMI e Firewalls



Java RMI: Considerações Finais

RMI é rápido e flexível quando se deseja criar conexão soquetes para tarefas específicas.

Baseado na teoria do RPC.

Vantagens:

- Portável entre plataformas para as quais existe uma implementação de Java
- Mobilidade de Objetos (e do código associado)

Desvantagens:

- Solução proprietária da linguagem Java