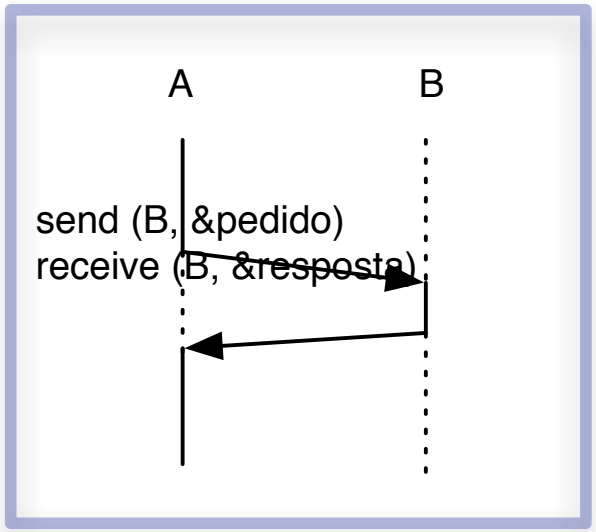
Sistemas Distribuídos

Chamada Remota de Procedimento

março de 2019

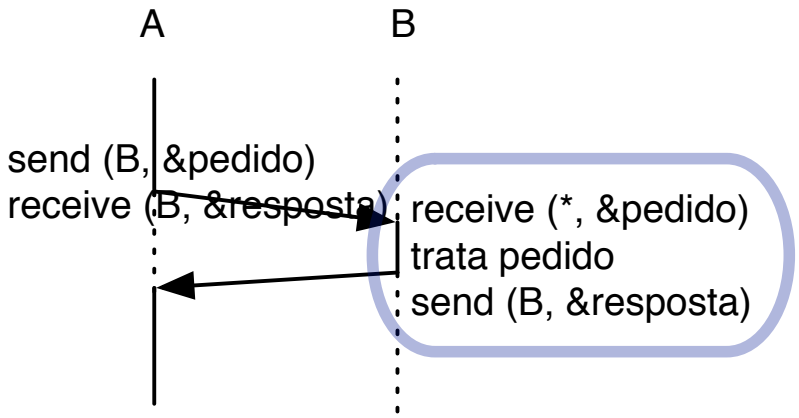
RPC: motivação



como facilitar esse padrão tão comum?

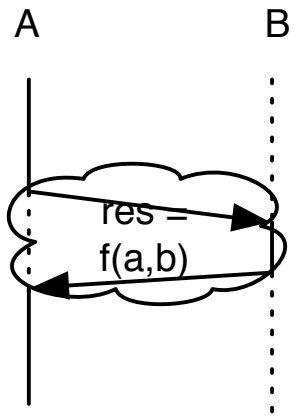
- encapsulamento de detalhes de comunicação
  - criação, envio e recebimento de mensagens
  - empacotamento de argumentos
  - tratamento de reenvio, etc

RPC: motivação



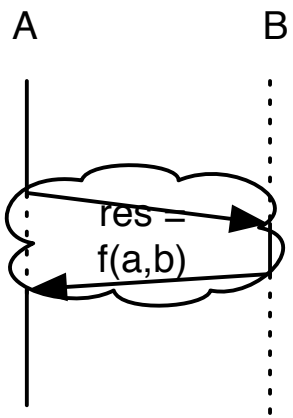
- "serviço" escrito como uma função qualquer

RPC: abstração



- originalmente: ênfase em transparência
- programa distribuído com mesma organização que programa local
- tratamento automático de empacotamento e desempacotamento

RPC: modelo de execução tradicional

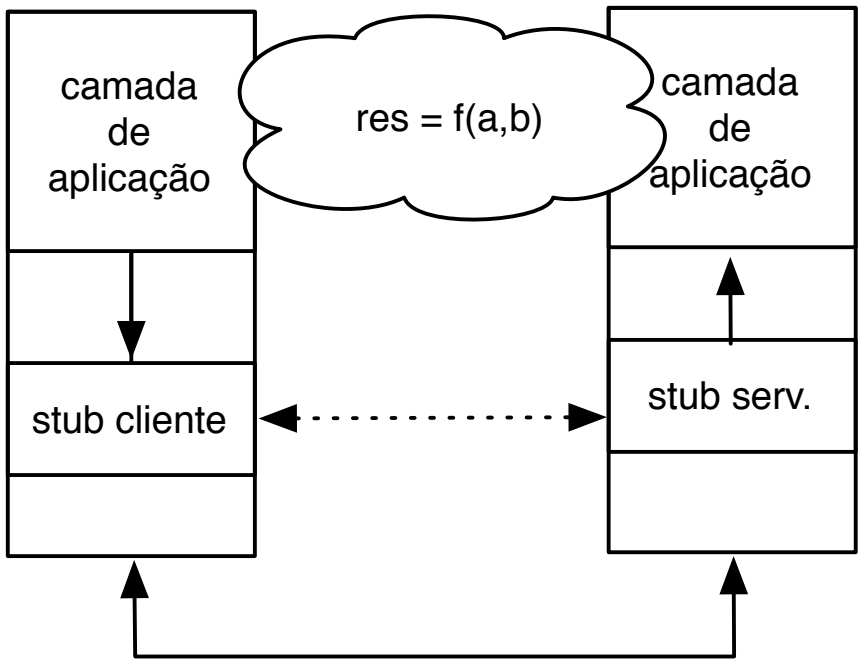


- chamador permanece bloqueado até chegada de resposta
  - analogia direta com caso local
- modelo utilizado largamente em redes locais
  - servidores de arquivos

RPC – referência clássica

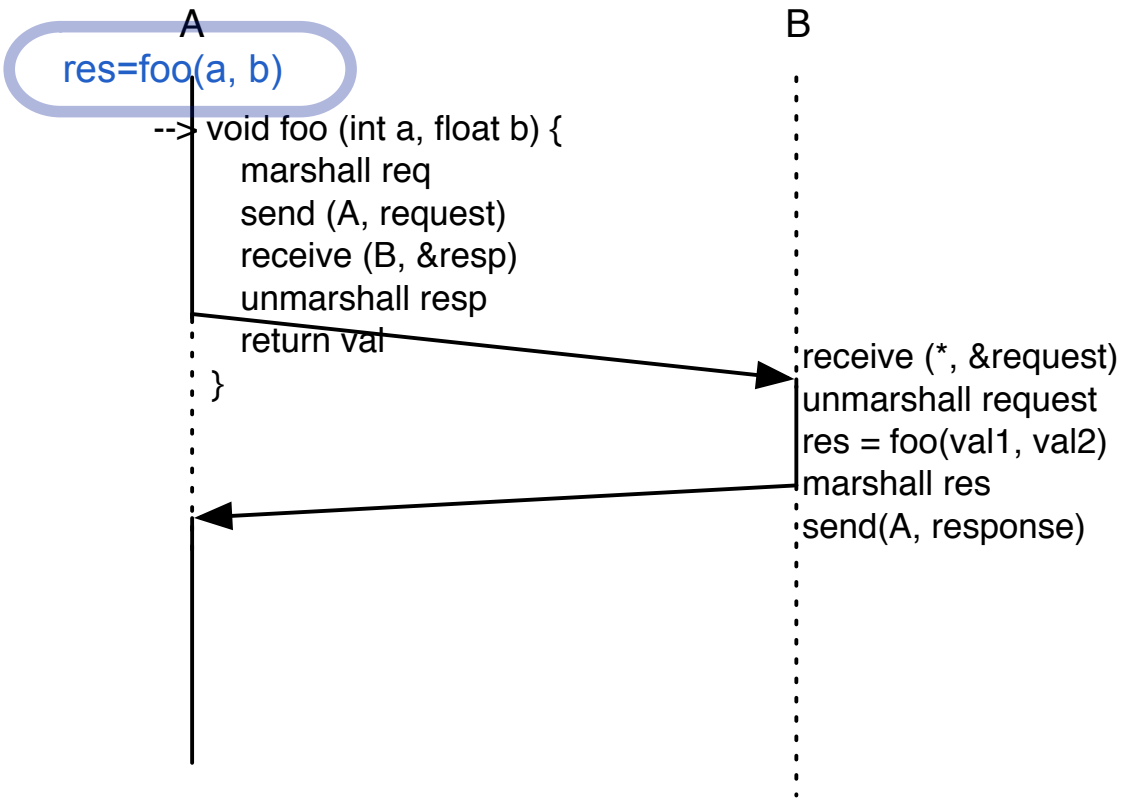
- A. Birrell and B. Nelson. 1984. Implementing remote procedure calls. *ACM Transactions on Computer Systems*, 2(1), 39-59.

RPC: implementação

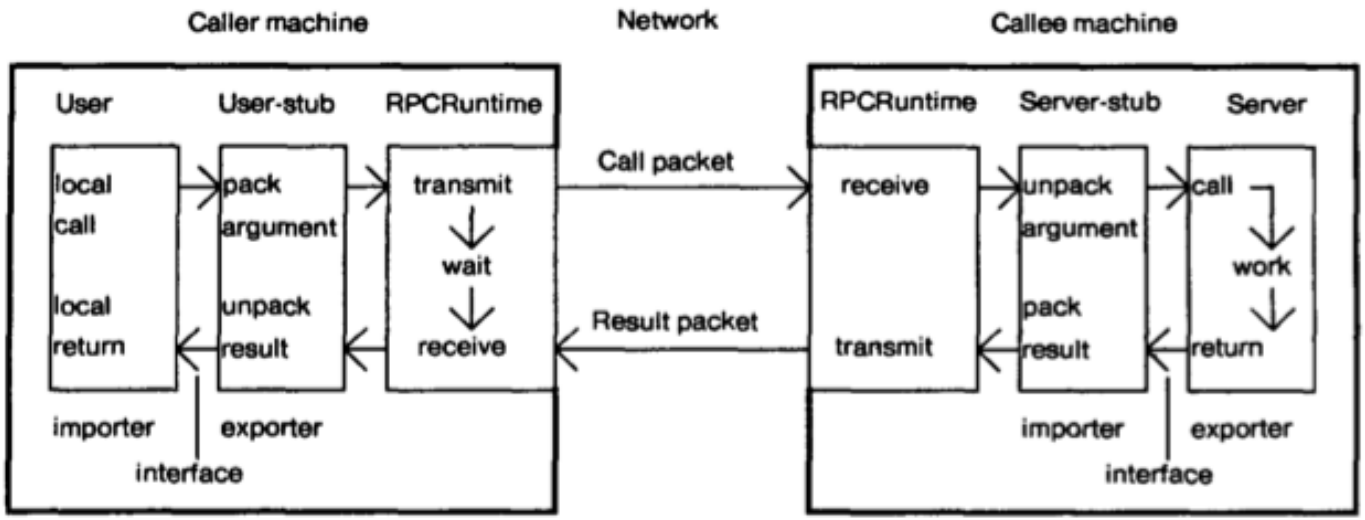


- *stubs* intermediam comunicação

RPC: implementação



RPC: implementação tradicional



- geração automática de stubs cliente e servidor a partir de *interface*
  - introdução de *IDLs*

RPC: especificação de interfaces

exemplo Sun RPC:

```
struct intpair {
  int a;
  int b;
};
program ADD_PROG {
  version ADD_VERS {
    int ADD(intpair) = 1;
  } = 1;
} = 0x23451111;
```

pré-compilador (no caso rpcgen)

- geração de stub cliente e stub servidor, com chamadas à biblioteca RPC
  - *marshalling*
  - *unmarshalling*
  - comunicação na rede
  - arquivo de interface para cliente

RPC: empacotamento de dados (1)

- problemas com representações diferentes e alinhamento de dados
- surgimento de protocolos e formatos padronizados
  - biblioteca XDR, formato ASN.1 (ISO), ...
  - codificações com tipo explícito X implícito

RPC: empacotamento de dados (2)

- referências de memória não fazem sentido
- empacotamento de estruturas complexas?
  - possibilidade do programador definir empacotamentos

- referências voltam a fazer sentido no contexto de objetos distribuídos!
  - *callbacks*

Localização de Servidores

binding

- problema semelhante ao de localização de destinatário de mensagem, mas agora com abstração de mais alto nível
  - uso de bases de dados centralizadas
  - uso de bases de dados por máquina

Sun RPC

Java RMI

- utilização de características da linguagem
- interfaces x classes
- interface `Remote` define propriedades comuns a todos os objetos remotos usada nas declarações do cliente
- exceção `RemoteException`
- classe `UnicastRemoteObject` implementa funcionalidade básica de objeto remoto estendida pela implementação do objeto servidor
- carga dinâmica (download) de stubs e de implementações de argumentos

Java RMI – Interface

```
package example.hello;

import java.rmi.Remote;
import java.rmi.RemoteException;

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

Java RMI – Cliente

```
package example.hello;

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

public class Client {
    private Client() {}
    public static void main(String[] args) {
        String host = (args.length < 1) ? null : args[0];
        try {
            Registry registry = LocateRegistry.getRegistry(host);
            Hello stub = (Hello) registry.lookup("Hello");
            String response = stub.sayHello();
            System.out.println("response: " + response);
        } catch (Exception e) {
            System.err.println("Client exception: " + e.toString());
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Java RMI – Servidor

```
package example.hello;

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

public class Server implements Hello {
    public Server() {}
    public String sayHello() {
        return "Hello, world!";
    }
    public static void main(String args[]) {
        try {
            Server obj = new Server();
            Hello stub = (Hello) UnicastRemoteObject.exportObject(obj, 0);

            // Bind the remote object's stub in the registry
            Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
            registry.bind("Hello", stub);
            System.err.println("Server ready");
        } catch (Exception e) {
            System.err.println("Server exception: " + e.toString());
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

SOAP RPC: protocolo textual

SOAP RPC

```
<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
  SOAP-ENV:encodingStyle=
          "http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
  <SOAP-ENV:Body>
    <ns1:getPrice xmlns:ns1="urn:xmethods-BNPriceCheck"
      SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
        <isbn xsi:type="xsd:string">0596000686</isbn>
        <title xsi:type="xsd:string">Java And Web Services</isbn>
    </ns1:getPrice>
   </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```

Protocolos textuais e binários

- verbosidade x simplicidade

RPC: falhas e semântica

- transparência preconizada inicialmente "quebra" diante da possibilidade de falhas
  - diferença para chamadas locais
- classificação em diferentes modelos: exatamente uma vez, no máximo uma vez, no mínimo uma vez
  - importância de chamadas idempotentes
- tratamento de exceções

Trabalho: RPC com Lua

luarpc — construção dinâmica de stubs

- registerServant (idl, servantobject)
- waitIncomingRequests ()
- createProxy (idl, ip, port)

RPC e bloqueio

- proposta original simula chamada local: bloqueio da linha executora