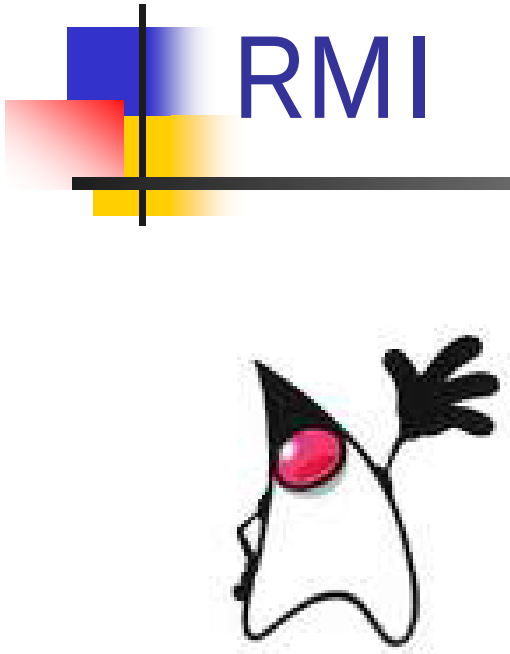
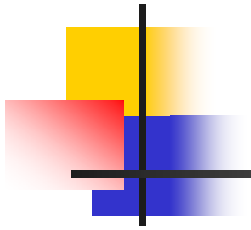


RMI

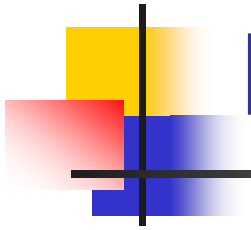
Ingeniería del Software II
Curso 2010/2011

Sergio Ilarri Artigas
silarri@unizar.es



Índice

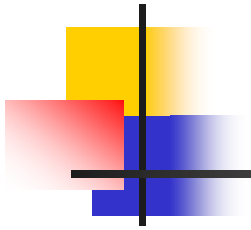
- Introducción
- *Stubs* y *Skeletons* (*rmic*)
- Objetos Remotos y Objetos Serializables:
  - Interfaz Remota (Remote Interface): ejemplo
  - Objeto Remoto (Remote Object): ejemplo
- El Servicio de Nombres (*rmiregistry*)
- Ejemplo de Servidor y de Cliente
- Intercambio de Referencias Remotas



Reflexión

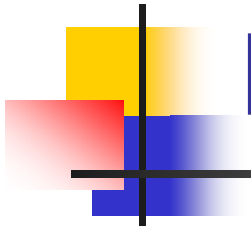
¿Por qué no usamos simplemente sockets?

Necesitaríamos diseñar los protocolos de aplicación



Introducción

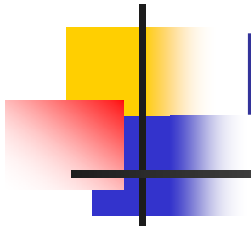
- En lugar de trabajar directamente con *sockets*, RMI:
  - Permite invocar métodos de objetos remotos de forma transparente
  - Asume un entorno Java homogéneo
  - Por tanto, podemos beneficiarnos de su modelo de objetos



Reflexión

¿Cómo podríamos invocar objetos remotos de forma transparente?

Que un objeto local en origen se haga pasar por el objeto remoto y se encargue él de las comunicaciones

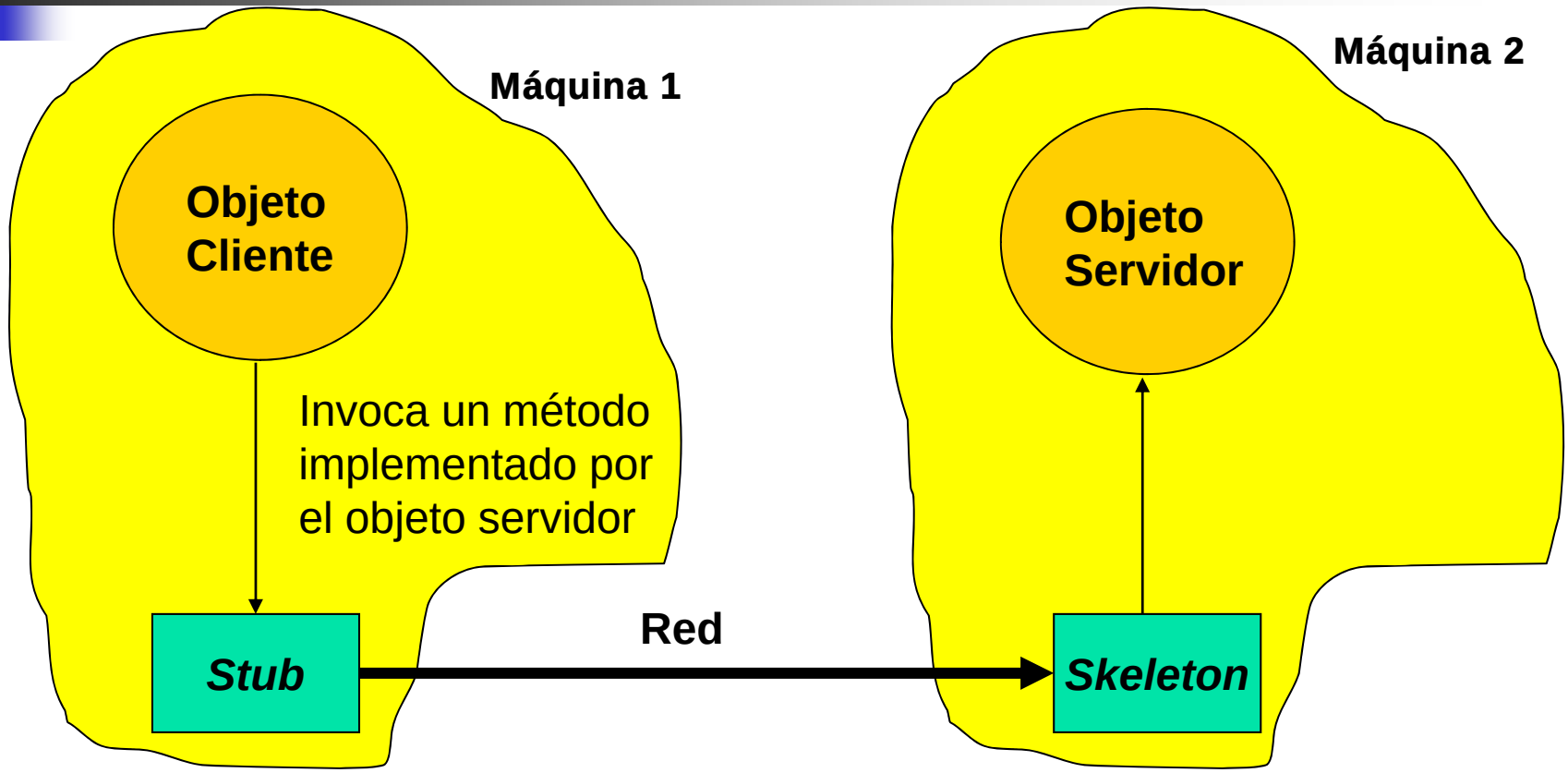


Reflexión

¿Cómo podríamos programar un objeto que trate las invocaciones remotas como si fueran locales?

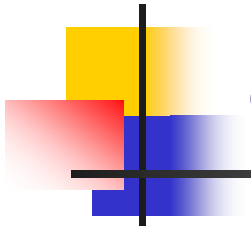
Que otro objeto local en destino se encargue de las comunicaciones y delegue en él la ejecución de las operaciones invocadas

Stubs y *Skeletons*



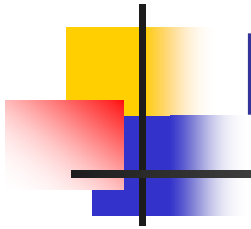
Codifica (*marshalling/serialization*) y envía los datos y la invocación por la red

Decodifica (*unmarshalling/deserialization*) los datos, invoca al método del servidor, devuelve resultados o excepciones



Stub

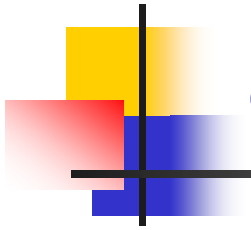
- Cada clase de objetos remota tiene una clase ***stub*** asociada que implementa la interfaz remota:
  - Usada por el **cliente** en sustitución de la clase remota
  - Las invocaciones remotas del cliente en realidad se dirigen al *stub*
  - En la implementación de cada operación, se envía un mensaje con los parámetros de invocación *serializados* a la máquina virtual que ejecuta el objeto remoto



Reflexión

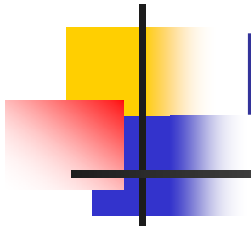
Esto se corresponde con un patrón de diseño...

Un *stub* es un *Proxy*



Skeleton

- Clase usada por el servidor:
  - Recibe los mensajes remotos
  - *Deserializa* los parámetros de invocación
  - Invoca el método del objeto que implementa la interfaz remota
  - *Serializa* los resultados y los devuelve al llamador, así como posibles excepciones



Reflexión

Esto se corresponde con un patrón de diseño...

Un *skeleton* es un *Adapter/Wrapper*

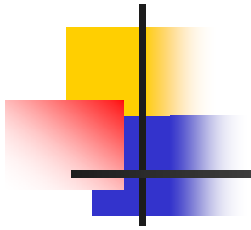
Objetos Remotos y Serializables

- Objetos remotos:
  - Implementa la *interfaz remota*
  - Reciben invocaciones remotas
  - Se pasan por referencia (remota)
  - Tienen localización fija
- Objetos serializables:
  - Encapsulan datos
  - Se pasan por valor
  - Pueden transferirse a otra máquina virtual

implements ***Remote***

implements ***Serializable***

Todo argumento o valor de retorno en RMI



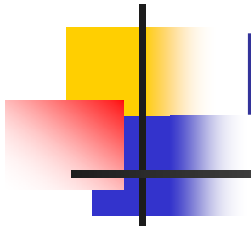
Interfaz Remota (I)

- Define el protocolo de alto nivel entre cliente y servidor
- Es una interfaz Java normal pero que extiende ***java.rmi.Remote***
- En él el servidor declara los métodos disponibles remotamente para los clientes
- Todos esos métodos deben declarar que pueden lanzar, al menos, ***java.rmi.RemoteException***
- Todos los argumentos y resultados deben ser ***serializables*** (o correspondientes a objetos remotos)

Ejemplo de Interfaz Remota

MessageWriter.java

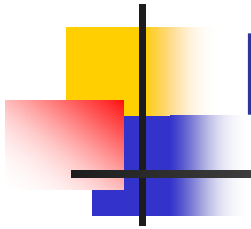
```
import java.rmi.* ;
public interface  MessageWriter  extends Remote
{
    void  writeMessage(String s) throws RemoteException ;
}
```



Reflexión

¿Cómo conseguimos evitar que un método de un objeto remoto pueda ser invocado remotamente?

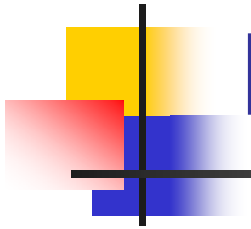
No definiéndolo en una interfaz que extienda *java.rmi.Remote*



Reflexión

¿Puede un cliente acceder remotamente a métodos estáticos?

No, pues no pueden definirse en una interfaz Java (igual que los atributos no constantes)

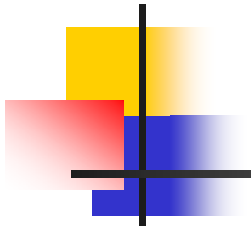


Reflexión

```
public interface ClockWithMillis extends Clock
{
   ...
}
```

No aparece *extends Remote*... Pero os digo que es una interfaz remota... ¿Cómo es posible?

Será que *Clock* sí extiende la interfaz *Remote*



Interfaz Remota (II)

- La interfaz *java.rmi.Remote*:
  - No declara ni métodos ni atributos
  - Su único propósito es “marcar” que cualquier interfaz que la extienda debe ser tratada por el sistema RMI como una interfaz remota
  - El compilador de RMI ***rmic*** genera automáticamente clases *stub* y *skeleton* para aquellas clases que implementan interfaces remotas

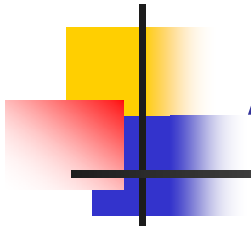
Reflexión

```
public interface Clock
{
   public long getTime();
}
```

```
public interface ClockWithMillis extends Clock, Remote
{...}
```

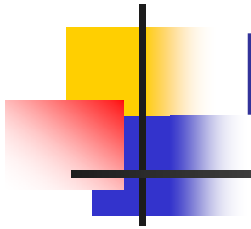
¿Por qué el ejemplo anterior no compilaría?

Porque *getTime* no declara que lanza *RemoteException*



RemoteException

- Todos los métodos remotos deben declarar que pueden lanzar *java.rmi.RemoteException* (superclase de todas la excepciones RMI)
- Invocaciones remotas:
  - Sintácticamente como las locales
  - Pero pueden producirse fallos en la red, al serializar o deserializar argumentos, etc.
  - Se obliga al programador a tratar esos fallos
  - Las excepciones en el objeto “servidor” también se propagan al “cliente”



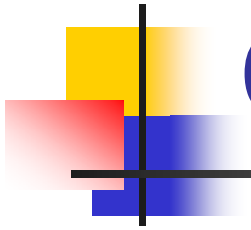
El Objeto Remoto

- Instancia de una clase que implementa una interfaz remota
- Esta clase debe extender normalmente ***java.rmi.server.UnicastRemoteObject***
  - Tiene un constructor que exporta el objeto al sistema RMI (puede lanzar RemoteException) → argumentos: puerto (compartibles) o nada
  - El programador normalmente no usa esta clase explícitamente, simplemente la extiende
  - El constructor de la clase implementada debe declarar que puede lanzar RemoteException
- Alternativa: java.rmi.server.UnicastRemoteObject.exportObject().
- Convención de nombrado: *<nombreInterfazRemota>Impl*

Ejemplo de Objeto Remoto

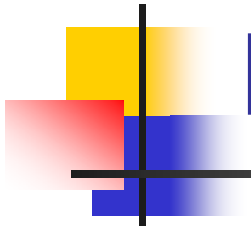
MessageWriterImpl.java

```
import java.rmi.* ;
import java.rmi.server.* ;
public class MessageWriterImpl extends UnicastRemoteObject
                                        implements MessageWriter
{

   public MessageWriterImpl() throws RemoteException
   {
   }

   public void writeMessage(String s) throws RemoteException
   {
      System.out.println(s) ;
   }
}
```



Compilador de RMI

- Utilizado para “compilar” clases que implementan *Remote* (clases de implementación remotas)
- ***rmic*** (parte del JDK):
  - *rmic ClassName* genera las clases:
    - *ClassName_Stub* *(implementa la interfaz remota)*
    - *ClassName_Skel* (no con la versión del protocolo stub 1.2)
  - *Con -keep*, mantiene el código fuente intermedio del *stub* y del *skeleton*



Reflexión

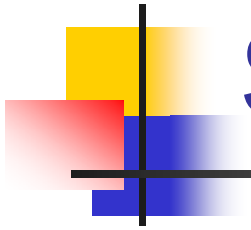
Un “cliente” de una máquina desea comunicar con un “servidor”.

¿Cómo sabe dónde está?

-La localización se codifica en el código cliente

-El usuario indica la localización

-Nivel de indirección: servicio de nombres

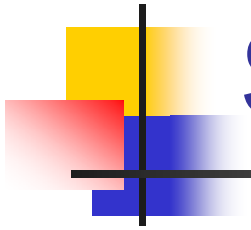


Servicio de Nombres (I)

- Funciona como un listín telefónico:
  - Permite al cliente saber dónde se está ejecutando el objeto con el que desea contactar
  - Objetivo: independencia de localización

java.rmi.Naming

Servicio de Nombres (II)



En ***java.rmi.Naming*** tenemos los siguientes métodos estáticos:

public static void bind(String name, Remote object)
public static void rebind(String name, Remote object)
public static void unbind(String name)
public static String[] list(String name)
public static Remote lookup(String name)

Un parámetro nombre (*name)* es una URL con el formato:
//registryHost:port/logical_name
Por defecto, el host (opcional) es localhost
Por defecto, el puerto (opcional) es 1099

Servicio de Nombres (III)

Bind y rebind

bind(), rebind(), unbind()

Se abre un socket con el ***registry*** (servidor de nombres)

Se serializa el *stub* que implementa el objeto remoto

Se liga dicho *stub* con un nombre

El servidor asocia un nombre lógico al objeto

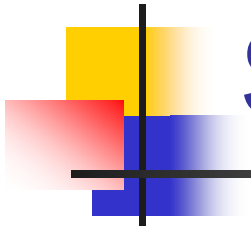
Servicio de Nombres (IV)

- *lookup():* devuelve el *stub* ligado al nombre dado

El cliente obtiene una referencia al objeto a partir del nombre

list(), lookup()

- *list():* devuelve los nombres de todos los objetos remotos registrados en ese servidor de nombres

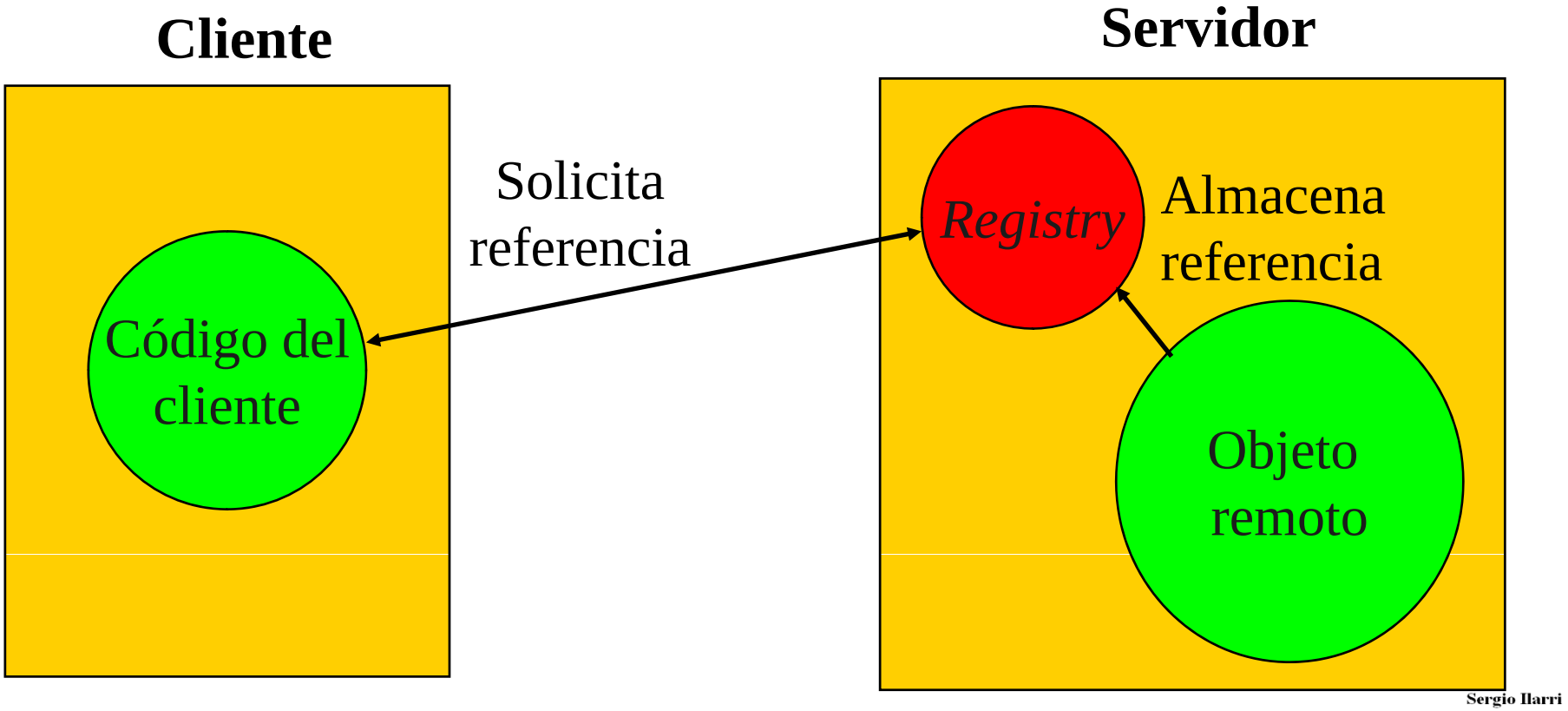


Servicio de Nombres (V)

- *java.rmi.Naming* es una clase de utilidad que registra/contacta objetos a partir de una URL:
  - A partir de la URL, determina un objeto remoto *registry*, que implementa la interfaz ***java.rmi.registry.Registry***, utilizando la clase de utilidad ***java.rmi.registry.LocateRegistry***
  - Y ahora registra o contacta el objeto invocando un método de instancia, análogo al estático usado en *java.rmi.Naming,* sobre el objeto *registry*

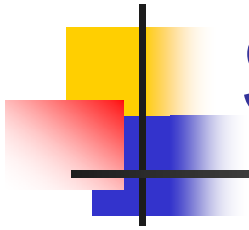
Servicio de Nombres (VI)

Normalmente, el *registry* está en el servidor donde se aloja el objeto remoto



Servicio de Nombres (VII)

- Por tanto, distinguimos 3 pasos:
  1. Se llama a un método estático de *Naming* con una cierta URL
  2. Se analiza la URL y la información de máquina y puerto se utiliza para, a través de la clase *LocateRegistry*, obtenerse el stub del servidor de nombres (*registry*) correspondiente
  3. *Naming* usa dicho stub para invocar el método apropiado del servidor de nombres



Servicio de Nombres (VIII)

- Aplicación ***rmiregistry***:
  - Contiene un objeto que implementa *java.rmi.registry.Registry*
  - No es persistente
  - Por seguridad, no permite (de)registrar objetos desde otra máquina (bind, rebind, unbind)
- Cómo lanzar el servidor de nombres:
  - *rmiregistry 50500*
  - Desde código, en *LocateRegistry*:

    public static createRegistry(int port)

Servicio de Nombres (IX)

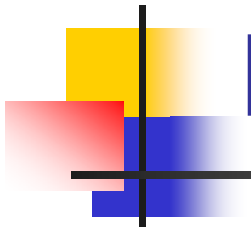
- Algunos inconvenientes:
  - No es independiente de la localización:
    - La URL del objeto lleva la dirección y puerto del *rmiregistry* correspondiente
    - Si el *rmiregistry* cambia de máquina, hay que cambiar los “clientes” o configurarlos para que “lean” la localización actual de algún sitio
  - Es una estructura de nombres “plana”
    - No se permiten jerarquías (ej.: */is2/MessageWriter*)
    - No es escalable

Ejemplo de Servidor

HelloServer.java

```
import java.rmi.* ;
public class HelloServer
{
   public static void main(String [] args) throws Exception
   {
      MessageWriter server = new MessageWriterImpl() ;
      Naming.rebind("messageservice", server) ;
   }
}
```

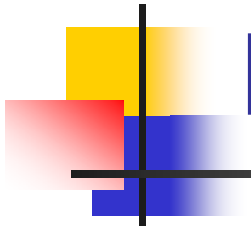
Este servidor crea un objeto remoto



Ejemplo de Cliente

HelloClient.java

```
import java.rmi.* ;
public class HelloClient
{
   public static void main(String [] args) throws Exception
   {
      MessageWriter server = (MessageWriter) Naming.lookup(
         "rmi://hendrix.cps.unizar.es/messageservice") ;
      server.writeMessage("Hello, world") ;
   }
}
```



Reflexión

A la vista de los ejemplo, ¿cuándo tenemos que referenciar los *stubs* y *skeletons* en el código?

Se manejan transparentemente

Intercambio de Referencias Remotas

- Se pueden pasar como argumentos, y devolver como resultados, referencias a objetos remotos

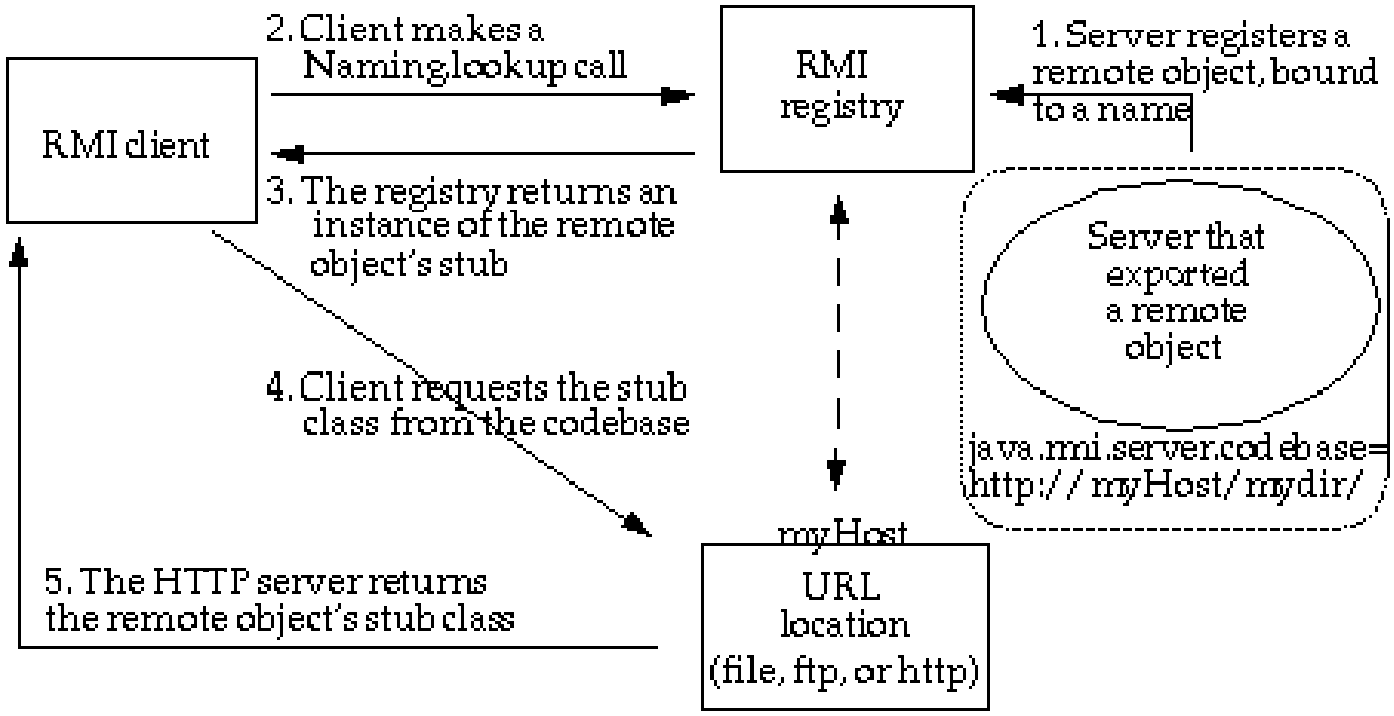
```
public interface Printer extends Remote
{
      void print(String document) throws RemoteException ;
}
```

Ejemplo: *callbacks*

```
public interface PrinterHub extends Remote
{
      Printer getPrinter(int dpi, boolean isColor)
                                          throws RemoteException ;
}
```

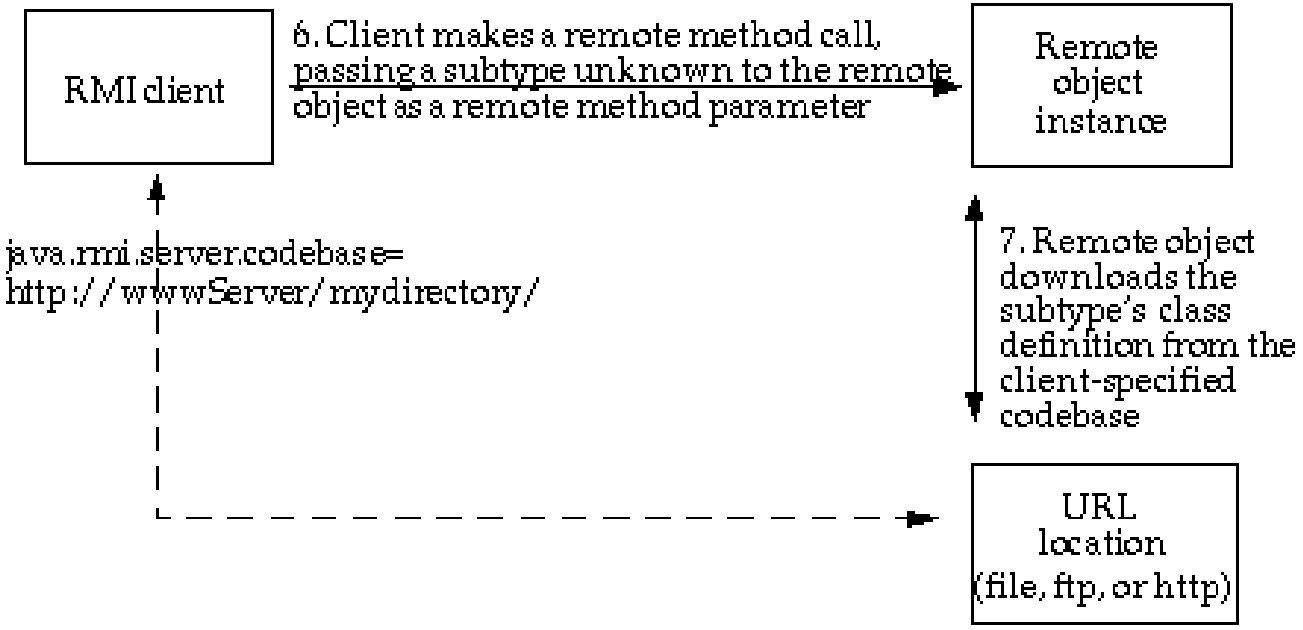
objeto remoto

Descarga de Stubs de RMI desde el Cliente

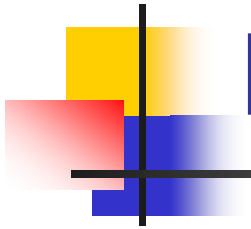


http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/guide/rmi/codebase.html

Descarga de Otras Clases desde el Servidor



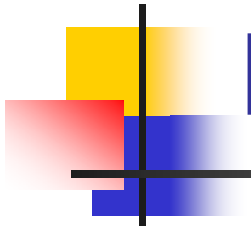
http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/guide/rmi/codebase.html



Reflexión

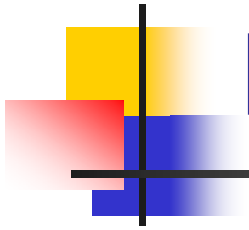
¿Qué pasa si un objeto remoto recibe peticiones simultáneas de varios clientes?

Política multithread



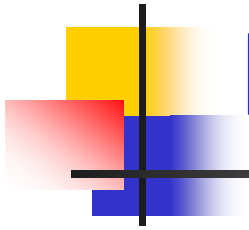
Política *Multithread*

- Invocaciones de diferentes clientes pueden ejecutarse concurrentemente en diferentes *threads* (ej., un *thread* por petición)
- Por tanto, la clase que implementa la interfaz remota tiene que ser *thread-safe*
- Uso del modificador *synchronized*
  - Serializa las peticiones: cuidado con los *deadlocks*



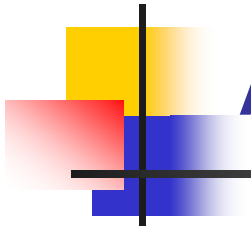
Resumen Clases Java (I)

- *Básicas:*
  - *java.rmi.Remote*
  - *java.rmi.RemoteException*
  - *java.rmi.server.UnicastRemoteObject*
  - *java.rmi.Naming*
  - *java.rmi.registry.Registry*



Resumen Clases Java (II)

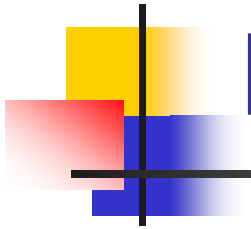
- *Otras:*
  - *java.rmi.activation.Activatable*
  - *java.rmi.server.RemoteRef*
  - *java.rmi.registry.LocateRegistry*
  - *java.rmi.UnmarshalException*
  - *java.rmi.RMISecurityManager*
  - *java.rmi.server.RMISocketFactory*
  - *java.rmi.server.RMIServerSocketFactory*
  - *java.rmi.server.RMIClientSocketFactory*



Agradecimientos

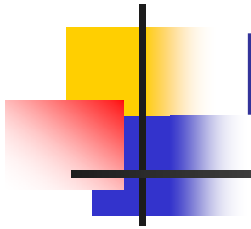
Algunas de las transparencias e ideas de esta presentación están inspiradas o han sido adaptadas de trabajos de:

Celsina Bignoli (http://www.smccd.edu/accounts/bignolic/)
Bryan Carpenter (http://www.hpjava.org/courses/arl)



Referencias

- RMI Trail (The Java Tutorial, Oracle):
  http://download.oracle.com/javase/tutorial/rmi/index.html
- Remote Method Invocation Home (Oracle):
  http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/tech/index-jsp-136424.html
- RMI Specification (Oracle):
  http://download.oracle.com/javase/6/docs/platform/rmi/spec/rmiTOC.html



Fin

Gracias por vuestra atención