Desarrollo de Aplicaciones Distribuidas

AUTORES:
Alejandro Calderón Mateos
Javier García Blas
David Expósito Singh
Laura Prada Camacho

Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid
Julio de 2012

DESARROLLO DE APLICACIONES DISTRIBUIDAS CON .NET:

PROGRAMACIÓN DISTRIBUIDA CON .NET

Contenidos

1. Introducción a la programación en .NET
2. .NET remoting
3. Cola de mensajes

Contenidos

1. Introducción a la programación en .NET
2. .NET remoting
3. Cola de mensajes

Programación en .NET

- .NET ofrece un conjunto de clases comunes a todos los lenguajes
- Representación consistente
- Todos los objetos .NET derivan de la clase `Object`

Programación en .NET

Métodos públicos de la clase Object	
Método	Descripción
Equals( )	Compara dos objetos y determina sin son equivalentes.
ReferenceEquals( )	Compara dos referencias de objetos y comprueban si hacen referencia al mismo elemento.
GetHashCode( )	Obtiene el código hash del objeto.
GetType( )	Obtiene el type del objeto.
ToString( )	Obtiene una representación en String del objeto.

Ejemplo en C#: ej1.cs

```
using System;
namespace Cpm
{
  class CPModel
  {
    public static void Main(  )
    {
      CPModel c = new CPModel();

      // Test for self equivalence
      Console.WriteLine("Equivalence:\t"  + c.Equals(c));

      // Get the hash code from this object
      Console.WriteLine("Object hash:\t"  + c.GetHashCode());

      // Use the type to obtain method information
      Console.WriteLine("Object method:\t"+ c.GetType().GetMethods()[1]);

      // Convert the object to a string
      Console.WriteLine("Object dump:\t"  + c.ToString());
    }
  }
}
```

Compilación y ejecución

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

- Compilación:

```
C:\temp> csc ej1.cs
```

- Ejecución:

```
C:\Temp\_net> ej1
Equivalence:    True
Object hash:    58225482
Object method:  System.String ToString()
Object dump:    Cpm.CPModel
```

Programación en .NET

Algunos espacios de nombres y clases en .NET	
Espacio de nombre	Descripción
System	Incluye clases básicas: Object, Char, String, Array y Exception. Algunas más avanzadas: GC y AppDomain.
System.IO	Clases para la manipulación de datastreams y sistemas de ficheros: FileStream, MemoryStream, Path y Directory.
System.Collections	Clases para el manejo de conjuntos de objetos: ArrayList, DictionaryBase, Hashtable, Queue y Stack.
System.Threading	Clases con soporte multithread: Thread, ThreadPool, Mutex y AutoResetEvent.
System.Reflection	Clases que dan soporte a la inspección de tipo, dynamic y binding: Assembly, Module y MethodInfo.
System.Security	Soporte de seguridad: Cryptography, Permissions, Police y Principal.
System.Net	Incluye clases para programación en red: IPAddress, Dns y HttpWebRequest.
System.Data	
System.Web.Services	

Programación en .NET

- Todos los lenguajes .NET deben soportar:
  - Espacio de nombres.
  - Interfaces.
  - Encapsulación.
  - Herencia.
  - Polimorfismos.
  - Manejo de excepciones.

Common Type System (CTS) [1/2]

- Define las reglas que han de seguir las definiciones de tipos para que el CLR las acepte.
- Alguna de las principales reglas son:
  - Cada tipo de dato puede constar de cero o más miembros.
    Cada uno de estos miembros puede ser un campo, un método, una propiedad o un evento.
  - No puede haber herencia múltiple, y todo tipo de dato ha de heredar directa o indirectamente de System.Object.
  - **Tipos por valor, por referencia, *boxing* y *unboxing***
  - Etc..

Common Type System (CTS) [2/2]

- Categoría de tipos:
  - Tipos por valor:
    - Contiene directamente el dato (con memoria para él)
  - Tipo por referencia:
    - Almacenan una referencia a la dirección en memoria del valor (~puntero)

- Conversiones entre categoría de tipos:
  - *Boxing*:
    - Conversión de un tipo por valor a un tipo por referencia

```
Int32 x = 10;
object o = x ; // Implicit boxing
```

  - *Unboxing* :
    - Conversión de un tipo por referencia a un tipo por valor

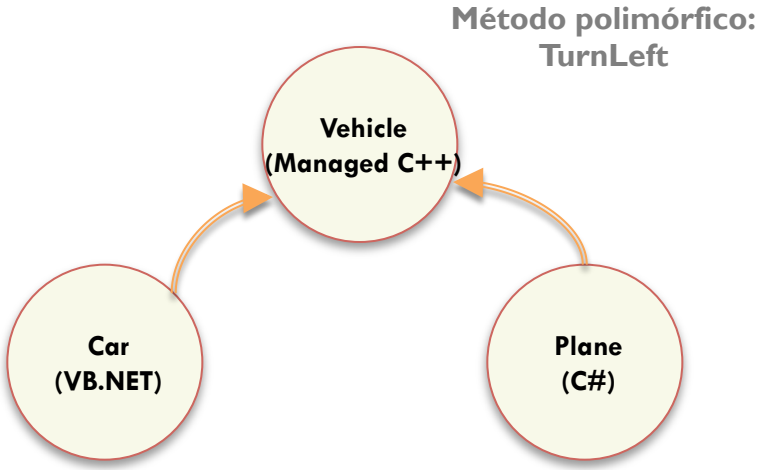
```
Int32 x = 15;
object o = x;  // Implicit Boxing
x = (int)o;       // Explicit Unboxing
```

Common Language Specification (CLS)

- Define las reglas que un lenguaje gestionado ha de cumplir para ser accedido desde otro lenguaje gestionado.
- Alguna de las principales reglas son:
  - Los tipos de datos básicos admitidos son:
    bool, char, byte, short, int, long, float, double, string y object
  - En un mismo ámbito no se pueden definir varios identificadores cuyos nombres sólo difieran en la capitalización usada.
  - Las excepciones han de derivar de System.Exception,
    los delegados de System.Delegate,
    las enumeraciones de System.Enum,
    y los tipos por valor que no sean enumeraciones de System.ValueType.
  - Etc.

Ejemplo de uso de varios lenguajes

- Diseño informal del ejemplo:
  - Creación del espacio de nombres Lang que encapsula interface ISteering
  - Clase Vehicle: clase abstracta que implementa ISteering
  - Clase Car: derivada de Vehicle
  - Clase Plane: derivada de Vehicle
- Objetivos del ejemplo:
  - Mostrar herencia entre objetos
  - Manejo de excepciones



 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Ejemplo: vehicle.cpp

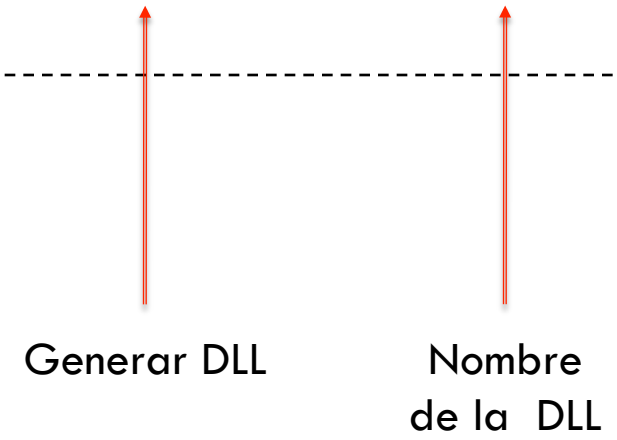
```
#using <mscorlib.dll>
using namespace System;

namespace Lang
{
    __interface  ISteering
   {
      void TurnLeft( );
      void TurnRight( );
   };

    class Vehicle :  public  ISteering
    {
      public:
         void TurnLeft()     { Console::WriteLine("Vehicle turns left."); }
         void TurnRight()  { Console::WriteLine("Vehicle turns right."); }
         virtual void ApplyBrakes( ) = 0;
   };
}
```

 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Compilación

- Compilación:

```
C:\temp> cl /clr /c vehicle.cpp
C:\temp> link -dll /out:vehicle.dll vehicle.obj
```



 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Ejemplo: car.vb

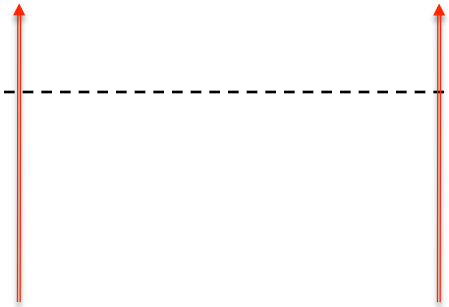
```
Imports System

Public Class Car Inherits Vehicle

  Overrides Public Sub TurnLeft()
      Console.WriteLine("Car turns left  <-")
  End Sub

  Overrides Public Sub TurnRight()
      Console.WriteLine("Car turns right ->")
  End Sub

  Overrides Public Sub ApplyBrakes()
      Console.WriteLine("Car trying to stop...")
      throw new Exception("Brake failure! :<")
  End Sub

End Class
```

 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Compilación

- Compilación:

```
C:\temp> vbc /r:vehicle.dll /t:library /out:car.dll car.vb
```



Referencia a otra DLL usada

Generar DLL

Nombre de la DLL

 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Ejemplo: plane.cs

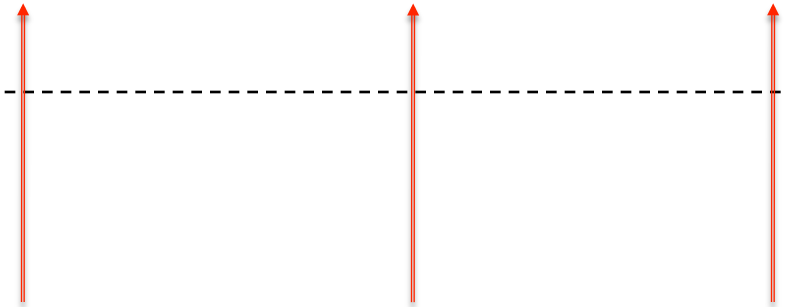
```
using System;

public class Plane : Vehicle
{
    override public void TurnLeft()
    {
        Console.WriteLine("Plane turns left  <-") ;
    }

    override public void TurnRight()
    {
        Console.WriteLine("Plane turns right  ->") ;
    }

    override public void ApplyBrakes()
    {
        Console.WriteLine("Air brakes being used...") ;
    }
}
```

 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Compilación

- Compilación:

```
C:\temp> csc /r:vehicle.dll /t:library /out:plane.dll plane.cs
```



Referencia a otra DLL usada

Generar DLL

Nombre de la DLL

 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Ejemplo: drive.jsl

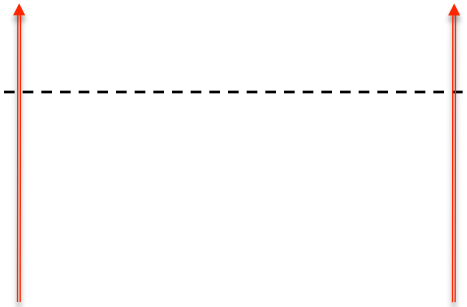
```
class TestDrive
{
    public static void main ()
    {
        Vehicle v = null;

        try
        {
            Plane p = new Plane();
            v = p;
            v.TurnLeft();
            v.ApplyBrakes();

            Car c = new Car();
            v = c;
            v.TurnLeft() ;
            v.ApplyBrakes(); // Excepción
        }
        catch (System.Exception e)
        {
            System.Console.WriteLine(e.ToString());
        }
    }
}
```

 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Compilación

- Compilación:

```
C:\temp> vjc /r:vehicle.dll;car.dll;plane.dll /t:exe /out:drive.exe drive.jsl
```



Referencias a otras DLL usadas

Generar ejecutable

 http://www.scribd.com/doc/15491147/NET-Framework-Essentials-by-OReilly-Media

Contenidos

1. Introducción a la programación en .NET
2. .NET remoting
3. Cola de mensajes

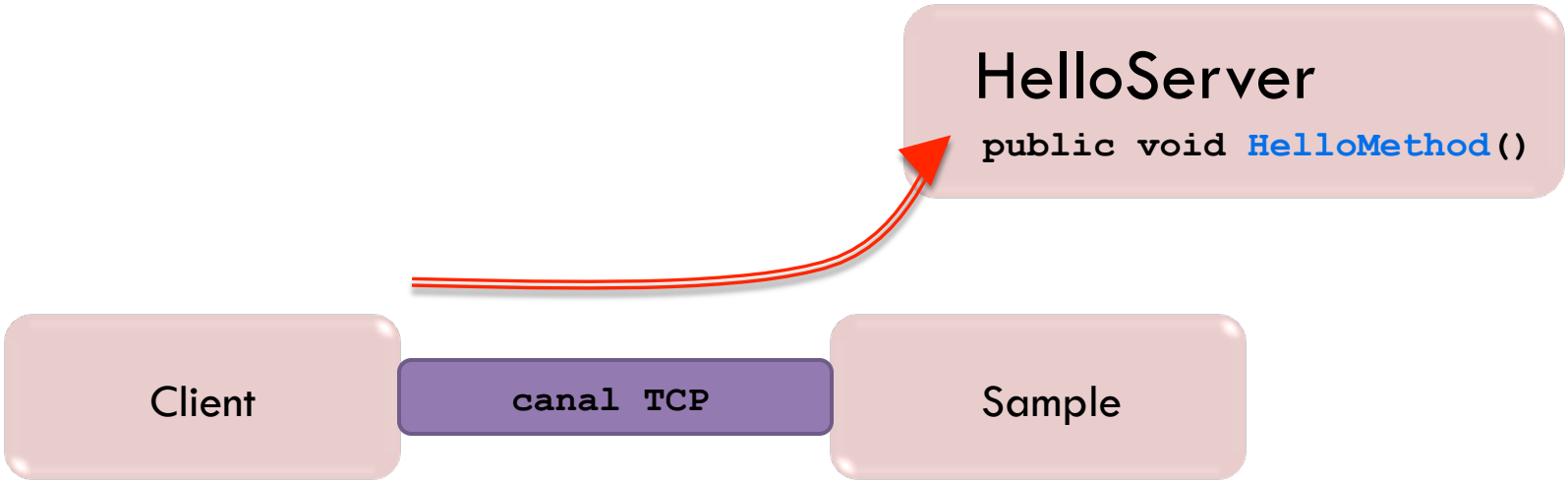
.NET *remoting*

- .NET *remoting* es definido como:
  - "…Microsoft .NET *Remoting* ofrece un *framework* rico y extensible para objetos residentes en diferentes dominios de aplicación (*AppDomains*), en diferentes procesos, e incluso en diferentes máquinas para comunicarse unos con otros sin problemas.
  - "… .NET *Remoting* ofrece un modelo de programación y entorno de ejecución potente pero simple para hacer estas interacciones de forma transparente…"

http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms973864.aspx

Ejemplo 1: TCP *channel* en .NET

- Invocación de HelloMethod() de HelloServer, ofrecido por Sample, desde Client a través de un canal TCP



object.cs

```
using System;
using System.Runtime.Remoting;
using System.Runtime.Remoting.Channels;
using System.Runtime.Remoting.Channels.Tcp;

namespace RemotingSamples
{
  public class HelloServer : MarshalByRefObject
  {
    public HelloServer () {
      Console.WriteLine("HelloServer activated");
    }

    public String HelloMethod (String name) {
      Console.WriteLine("Hello.HelloMethod : {0}", name);
      return "Hi there " + name;
    }
  }
}
```

server.cs

```
using System;
using System.Runtime.Remoting;
using System.Runtime.Remoting.Channels;
using System.Runtime.Remoting.Channels.Tcp;

namespace RemotingSamples {
  public class Sample {
    public static int Main (string [] args) {
        TcpChannel chan = new TcpChannel(9000);
        ChannelServices.RegisterChannel(chan,false);

        RemotingConfiguration.RegisterWellKnownServiceType(
              typeof(RemotingSamples.HelloServer),
              "SayHello",
              WellKnownObjectMode.Singleton
        );
        System.Console.WriteLine("Hit <enter> to exit...");
        System.Console.ReadLine();
        return 0;
    }
  }
}
```

client.cs

```
using System;
using System.Runtime.Remoting;
using System.Runtime.Remoting.Channels;
using System.Runtime.Remoting.Channels.Tcp;

namespace RemotingSamples {
  public class Client {
    public static int Main (string [] args) {
       TcpChannel chan = new TcpChannel();
       ChannelServices.RegisterChannel(chan,false);

       HelloServer obj = (HelloServer) Activator.GetObject(
                 typeof(RemotingSamples.HelloServer),
                 "tcp://localhost:9000/SayHello"
       );
       if (obj == null)
            Console.WriteLine("Could not locate server");
       else Console.WriteLine(obj.HelloMethod("Caveman"));
       return 0;
    }
  }
}
```

Compilación

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

- Objeto:

```
C:\Temp> csc /debug+  /target:library ➡
 ➡ /out:object.dll object.cs
```

- Servidor:

```
C:\Temp> csc /debug+ /r:object.dll ➡
 ➡ r:System.Runtime.Remoting.dll /out:server.exe server.cs
```

- Cliente:

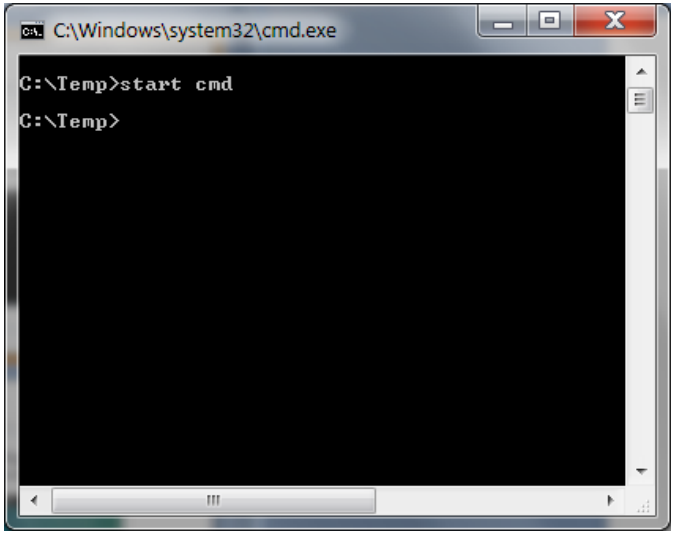
```
C:\Temp> csc /debug+ /r:object.dll ➡
 ➡ r:System.Runtime.Remoting.dll
 ➡ /r:server.exe /out:client.exe client.cs
```

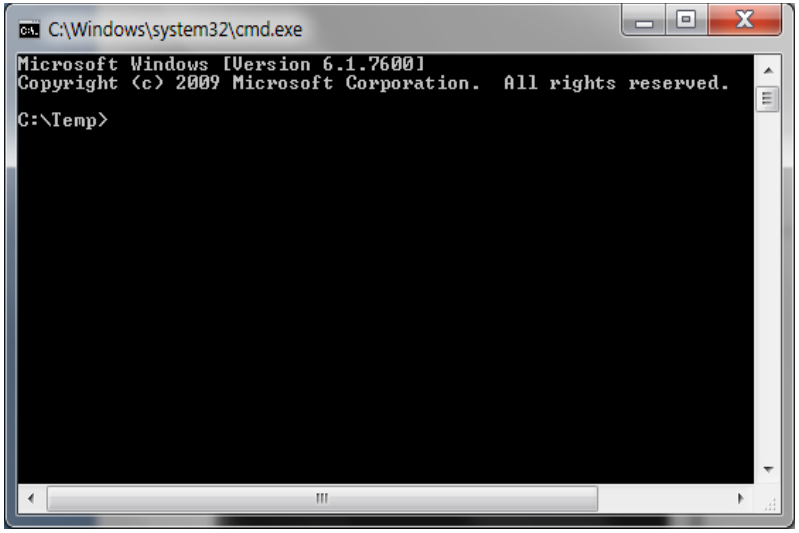
Ejecución

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

- Abrir una segunda ventana para el servidor:

```
C:\Temp> start cmd
```





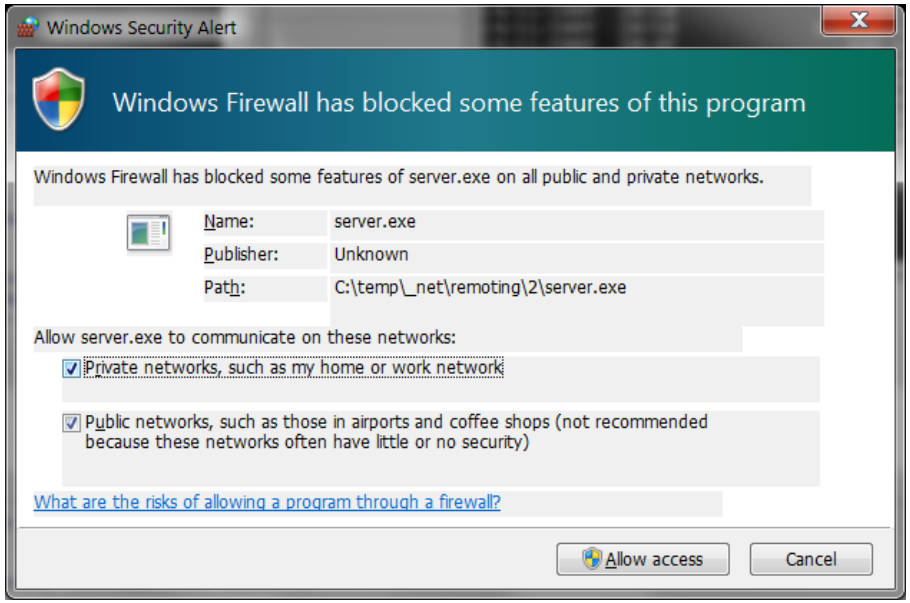
Ejecución

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

- Ejecutar el servidor en la segunda ventana:

```
C:\Temp> server.exe
Hit <enter> to exit...
```

- Puede que haya que configurar el firewall para permitir las comunicaciones a y desde servidor.exe



Ejecución

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

- Ejecutar el cliente en la primera ventana:

```
C:\Temp> cliente.exe
Hi there Caveman

C:\Temp>
```

Ejecución

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

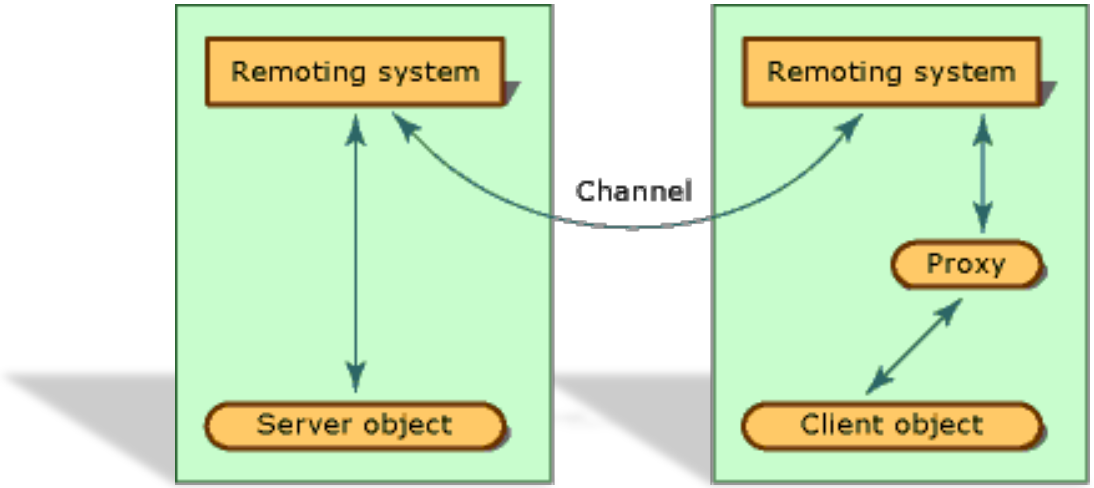
- Ver salida en el servidor y finalizar la ejecución:

```
C:\Temp> server.exe
Hit <enter> to exit...
HelloServer activated
Hello.HelloMethod : Caveman
```


```
C:\Temp>
```

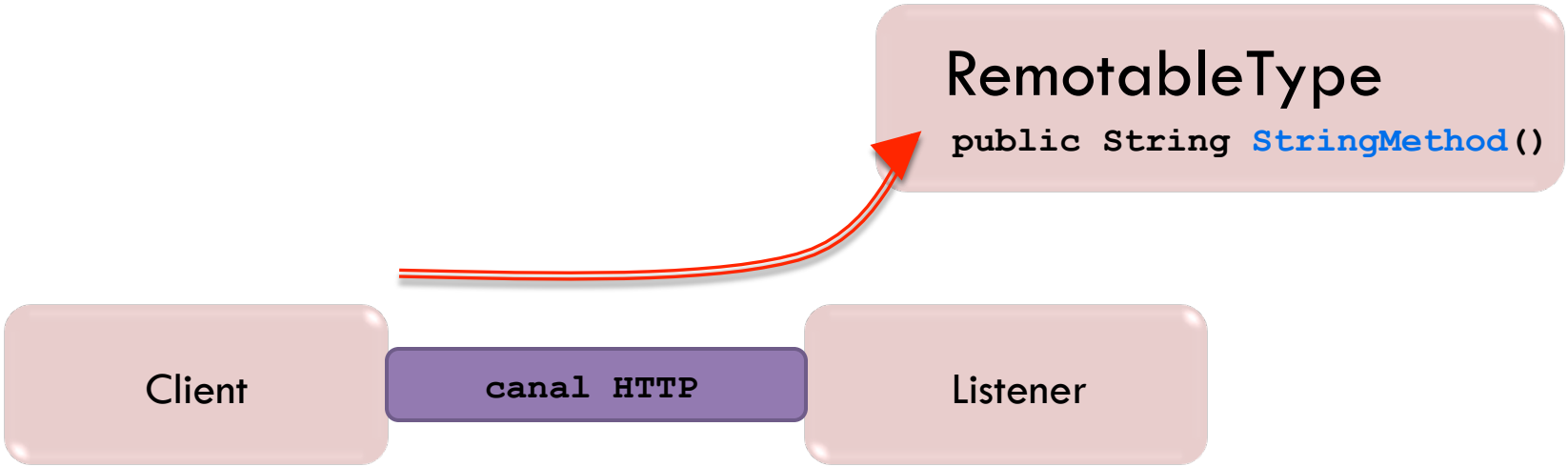
.NET *remoting*

- Arquitectura básica de .NET *remoting*:
  - Instancia de objeto remoto
  - *Proxy* cliente
  - *Remoting system*
  - Canal



Ejemplo 2: HTTP *channel* en .NET

- Invocación de StringMethod() de RemotableType ofrecido por Listener, desde Client a través de un canal HTTP



1.- Creación de los objetos distribuidos

- Deben derivar de MarshalByRefObject:

RemotableType.cs

```
using System;

public class RemotableType : MarshalByRefObject
{
    private string _internalString = "Esto es un ejemplo.";
    public string StringMethod () { return _internalString; }
}
```

- Compilación:

```
C:\Temp>   csc /noconfig /t:library RemotableType.cs
```

2.- Construcción de un servidor

- Servidor especificado mediante fichero de configuración:

Listener.cs

```
using System;
using System.Runtime.Remoting;

public class Listener  {
   public static void Main ()  {
      RemotingConfiguration.Configure("Listener.exe.config",false);
      Console.WriteLine("Esperando solicitudes. Presione Enter para finalizar...");
      Console.ReadLine();
   }
}
```

- Compilación:

```
C:\Temp>   csc /noconfig /r:RemotableType.dll Listener.cs
```

3.- Fichero de configuración del servidor

Listener.exe.config

```
<configuration>
   <system.runtime.remoting>
      <application>
         <service>
            <wellknown
               mode="Singleton"
               type="RemotableType, RemotableType"
               objectUri="RemotableType.rem"
            />
         </service>
         <channels>
            <channel ref="http" port="8989"/>
         </channels>
      </application>
   </system.runtime.remoting>
</configuration>
```

4.- Construcción del cliente

- El cliente ha de registrarse por cada objeto remoto:

Client.cs

```
using System;
using System.Runtime.Remoting;

public class Client  {
   public static void Main () {
        RemotingConfiguration.Configure("Client.exe.config",false);
        RemotableType remoteObject = new RemotableType();
        Console.WriteLine(remoteObject.StringMethod());
   }
}
```

- Compilación:

```
C:\Temp>   csc /noconfig /r:RemotableType.dll Client.cs
```

5.- Fichero de configuración del cliente

Client.exe.config

```
<configuration>
   <system.runtime.remoting>
      <application>
         <client>
            <wellknown
              type="RemotableType, RemotableType"
              url="http://localhost:8989/RemotableType.rem"
            />
         </client>
      </application>
   </system.runtime.remoting>
</configuration>
```

Resumen del proceso de compilación

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

- Objeto:

```
C:\Temp> csc /noconfig /t:library RemotableType.cs
```

- Servidor:

```
C:\Temp> csc /noconfig /r:RemotableType.dll Listener.cs
```

- Cliente:

```
C:\Temp> csc /noconfig /r:RemotableType.dll Client.cs
```

Resumen del proceso de ejecución (1/2)

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

- Abrir una segunda ventana para el servidor:

```
C:\Temp> start cmd
```

- Ejecutar el servidor en la segunda ventana:
  - Puede que haya que configurar el firewall para permitir las comunicaciones a/desde servidor.exe

```
C:\Temp> Listener.exe
Esperando solicitudes. Presione Enter para finalizar...
```

Resumen del proceso de ejecución (2/2)

MS Windows XP/Vista/7 con .Net Framework 3.5

- Ejecutar el cliente en la primera ventana:

```
C:\Temp> client.exe
Esto es un ejemplo.

C:\Temp>
```

- Ver salida en el servidor y finalizar la ejecución:

```
C:\Temp> server.exe
Esperando solicitudes. Presione Enter para finalizar...
```


```
C:\Temp>
```

Detalles de .NET *remoting*

- Limitaciones en la publicación de objetos
- Tipo de canales
- Modos de activación
- *Application Domains*

Limitaciones en la publicación de objetos

- Tipos de objetos que no pueden ser publicados:
  1. Miembros estáticos.
  2. *Instance fields*: se accede al proxy
  3. Métodos privados.
  4. *Delegates*: no soporta *delegate* to *interface*
  5. Sobrecarga de métodos:
     GetHashCode, Equals (versión estática) y MemberwiseClone.
     Sí pueden ejecutarse como remotos: Equals y *ToString*

.NET *remoting*: canales

- Son objetos que transportan mensajes entre aplicaciones.
- Clientes se pueden comunicar con objetos remotos mediante cualquier canal registrado (por parte del servidor).
- En el caso de *callback* el cliente debe registrar un canal.
- Los canales son multi-hilo:
  dan soporte a múltiples conexiones simultáneas.
- Distintos tipos: *TcpChannel, HttpChannel, etc.*
- Muchas funcionalidades: nombre, prioridad, *timeout*, etc.

.NET *remoting*: canales

- Principales tipos de canales:
  - *TcpChannel*
    - *BinaryFormatter Class*
    - Alto rendimiento
    - Puede originar problemas con *firewalls*
  - *HttpChannel*
    - *SoapFormatter Class*
    - Menor rendimiento (tamaño de paquetes mayores)
    - Bajo riesgo de problemas de encaminamiento

.NET *remoting*: canales

- Otros tipos de canales:
  - *Genuine Channels*: Canal bidireccional TCP, canal HTTP mejorado, canal UDP y canal basado en memoria compartida
  - *Jabber Channel*: Basado en el protocolo Jabber XML
  - *MSMQ Channel*: Basado en el *Microsoft Message Queue Channel*
  - *Named piped Channel*: basado en *pipes* nombrados
  - *Secure TCP Channel*: Basado en encriptación RSA
  - *SMTP Channel*: Utiliza el protocolo SMTP (e-mail)
  - *TCPEx*: Canal bidireccional TCP

Ejemplo 3: ejemplo 2 con TCP *channel*

- Cambio del canal de comunicaciones:
  - Fichero `Client.exe.config`:

```
<wellknown
    type="RemotableType, RemotableType"
    url="tcp://localhost:8989/RemotableType.rem"
/>
```

  - Fichero `Listener.exe.config`:

```
<channel ref="tcp" port="8989"/>
```

.NET *remoting*: modos de activación

- Modos de activación:
  - Activados por el servidor (*well-known objects*)
    - Se activan cada vez que el cliente invoca el objeto
    - Reduce tráfico de red
    - Existen dos clases:
      - *Singleton*:
        Existe un **único objeto atendiendo a múltiples clientes**
      - *Singlecall*:
        Creados y destruidos en cada invocación de un cliente
  - Activados por el cliente
    - Se activa cada vez que el cliente crea el objeto
    - Sólo sirve a un único cliente

.NET *remoting*: modos de activación

- Modos de activación:
  - Activados por el cliente

Invocación en el cliente

```
object[] url = {new UrlAttribute(
    "tcp://computername:8080/RemoteObjectApplicationName"
)};

RemoteObjectClass MyRemoteClass = (RemoteObjectClass)
  Activator.CreateInstance(typeof(RemoteObjectClass),
                           null,
                           url);
```

  - Activados por el servidor (*well-known objects*)

Invocación en el cliente

```
RemoteObjectClass MyRemoteClass = (RemoteObjectClass)
  Activator.GetObject(typeof(RemoteObjectClass),
                      "tcp://computername:8080/RemoteObjectUri");
```

.NET *remoting*: *Application Domains*

- Alternativas de obtención de interface del servidor por parte del cliente
  - Metadatos del dll del objeto remoto.
  - Interface
  - Clase abstracta
  - Código fuente de la implementación

- Requisitos: mismo nombre, versión y clase

.NET *remoting*: *Application Domains*

- Procesos y *Application Domains:*
  - Sistema operativo Microsoft Windows asocia cada aplicación a un proceso.
  - *Application Domains*: proporciona aislamiento y seguridad a la ejecución de aplicaciones.
    - Objetos *Nonremotable*:
      únicamente son accedidos dentro del dominio.
    - Objetos *Remotable*:
      pueden ser enviados fuera del dominio
      por referencia o por valor.

Contenidos

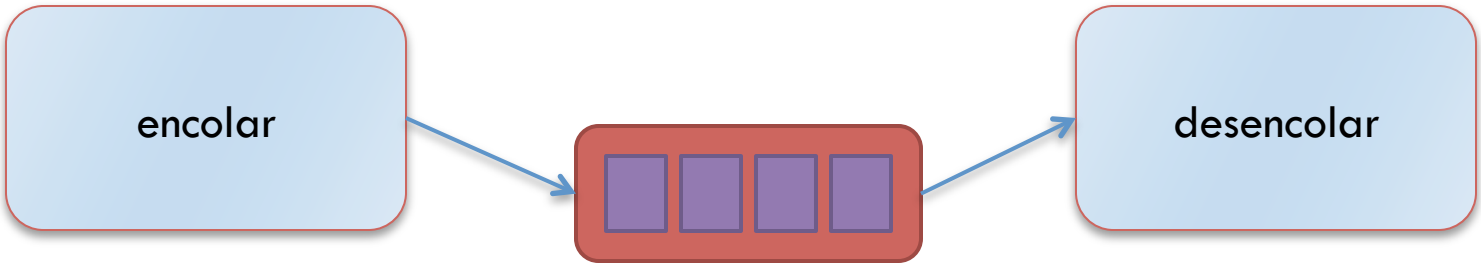
1. Introducción a la programación en .NET
2. .NET remoting
3. Cola de mensajes

Cola de mensajes

- Similar a *Microsoft Message Queuing* (MSMQ).
- *System.Messaging namespace.*
- Serialización en XML.

Ejemplo: cola de mensajes

- Dos procesos comunicados por un sistema de colas



encolar.cs (1/2)

```
using System;
using System.Messaging;


public struct Customer
{
  public string Last;
  public string First;
}
```

encolar.cs (2/2)

```
public class Enqueue
{
  public static void Main( )
  {
    try
    {
      string path = ".\\PRIVATE$\\NE_queue";
      if (!MessageQueue.Exists(path))
      {
        // Create our private queue.
        MessageQueue.Create(path);
      }
      // Initialize the queue.
      MessageQueue q = new MessageQueue(path);

      // Create our object.
      Customer c = new Customer( );
      c.Last = "Osborn";
      c.First = "John";

      // Send it to the queue.
      q.Send(c);
    }
    catch(Exception e)
    {
      Console.WriteLine(e.ToString( ));
    }
  }
}
```

desencolar.cs (1/2)

```
using System;
using System.Messaging;
using System.Runtime.Serialization;

public struct Customer
{
  public string Last;
  public string First;
}

public class Dequeue
{
  public static void Main(  )
  {
    try
    {
      string strQueuePath = ".\\PRIVATE$\\NE_queue";

      // Ensure that the queue exists
      if (!MessageQueue.Exists(strQueuePath))
      {
        throw new Exception(strQueuePath + " doesn't exist!");
      }
```

desencolar.cs (2/2)

```
        // Initialize the queue
        MessageQueue q = new MessageQueue(strQueuePath);

        // Specify the types we want to get back
        string[] types = {"Customer, dequeue"};
        ((XmlMessageFormatter)q.Formatter).TargetTypeNames = types;

        // Receive the message (5 sec timeout)
        Message m = q.Receive(new TimeSpan(0,0,5));

        // Convert the body into the type we want
        Customer c = (Customer) m.Body;
        Console.WriteLine("Customer: {0}, {1}", c.Last, c.First);
      }
      catch(Exception e)
      {
        Console.WriteLine(e.ToString( ));
      }
    }
}
```

Compilación

```
C:\Temp> csc /t:exe /out:encolar.exe encolar.cs
C:\Temp> csc /t:exe /out:desencolar.exe desencolar.cs
```