

## Compute engine generici in RMI

### Esempio: Calcolo del prodotto scalare

- Un unico server offre il servizio di calcolo del prodotto scalare tra vettori di interi
- Un client richiede al server il calcolo del prodotto scalare

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare

### Interfaccia del servizio

```
import java.rmi.*;

public interface ScalarProductService extends Remote
{   public int scalarProduct(int[] v1, int[] v2)
    throws RemoteException;
}
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare

### Implementazione del servizio

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;

public class ScalarProductServiceImpl
    extends UnicastRemoteObject
    implements ScalarProductService
{   public ScalarProductServiceImpl()
    throws RemoteException
    {   super();
    }

    public int scalarProduct(int[] v1, int[] v2)
    throws RemoteException
    {   int ret=0;
        for(int i=0;i<v1.length;i++)
            ret+=v1[i]*v2[i];
        return ret;
    }
}
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare Server

```
import java.rmi.*;

public class ScalarProductServer
{
    public static void main(String args[])
    {
        try
        {
            ScalarProductServiceImpl spsi =
                new ScalarProductServiceImpl();
            Naming.rebind("scalarProductService", spsi);
            System.out.println(
                "ScalarProductServer ready.");
        }
        catch (Exception e)
        {
            System.out.println(e);
        }
    }
}
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare Client

```
import java.rmi.*;
import java.util.*;

public class SimpleScalarProductClient
{
    public static void main(String args[])
    {
        int[] v1=new int[100];
        int[] v2=new int[100];
        for(int i=0;i<=99;i++)
        {
            v1[i]=i+1;
            v2[i]=1;
        }
        int result=0;

        [continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare Client

```
try
{
    ScalarProductService spe =
        (ScalarProductService)Naming.lookup(
            "rmi://localhost:1099/
            scalarProductService");
    result=spe.scalarProduct(v1,v2);
}
catch (Exception e)
{
    System.out.println(e);
}

System.out.println(result);
}
```

## Compute engine generico

- Ogni server che offre il servizio di calcolo generico implementa l'interfaccia ComputeEngine
- ComputeEngine contiene un metodo execute per l'esecuzione, con un certo set di parametri, di metodi specificati mediante un'interfaccia Job
- Le classi che implementano l'interfaccia Job ne particularizzano il metodo run
- I client passano ai server istanze della classe Job e set di parametri (come java.lang.Object)
- Il metodo Job.run è eseguito sui server

## Compute Engine Job

```
import java.io.*;

public interface Job extends Serializable
{
    public Object run(Object parameters);
}
```

## Compute Engine Interfaccia

```
import java.rmi.*;

public interface ComputeEngine extends Remote
{
    public Object execute(Job j, Object parameters)
        throws RemoteException;
}
```

## Compute Engine Implementazione

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;

public class ComputeEngineImpl
    extends UnicastRemoteObject
    implements ComputeEngine
{
    public ComputeEngineImpl() throws RemoteException
    {
        super();
    }

    public Object execute(Job j, Object parameters)
        throws RemoteException
    {
        return j.run(parameters);
    }
}
```

## Compute Engine Server

```
import java.rmi.*;

public class ComputeEngineServer
{
    public static void main(String args[])
    {
        try
        {
            ComputeEngineImpl cei =
                new ComputeEngineImpl();
            Naming.rebind("computeEngine", cei);
            System.out.println(
                "ComputeEngineServer ready.");
        }
        catch (Exception e)
        {
            System.out.println(e);
        }
    }
}
```

## Compute engine generico

- I metodi remoti sono multithreaded per default
- Le loro invocazioni sono invece sincrone per i client
- Un client che suddivide il calcolo su più server deve perciò lanciare un thread per ogni invocazione di `ComputeEngine.execute`
- Anche la struttura di tali thread può essere resa generica

## Compute Engine

Client thread

```
import java.rmi.*;

class ComputeThread extends Thread
{
    private Job job;
    private Object parameters;
    private String host;
    private Object result;

    public ComputeThread(Job job, Object parameters,
        String host)
    {
        this.job=job;
        this.parameters=parameters;
        this.host=host;
        result=null;
    }
    [continua...]
```

## Compute Engine

### Client thread

```
public void run()
{
    try
    {
        ComputeEngine ce = (ComputeEngine)Naming.lookup(
            "rmi://" + host + ":1099/
            computeEngine");
        result = ce.execute(job, parameters);
        System.out.println("ComputeThread result=" +
            result);
    }
    catch (Exception e)
    {
        System.out.println(e);
    }
}

public Object getResult()
{
    return result;
}
}
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /2

- Un unico client utilizza un unico server generico
- Il client implementa Job creando ScalarProductJob, il cui metodo run effettua il prodotto scalare



## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /2

Job di calcolo

```
import java.util.*;

public class ScalarProductJob implements Job
{
    public Object run(Object parameters)
    {
        Vector v=(Vector)parameters;
        Vector v1=(Vector)v.get(0);
        Vector v2=(Vector)v.get(1);
        int ret=0;
        for(int i=0;i<v1.size();i++)
            ret+=((Integer)v1.get(i)).intValue()*
                ((Integer)v2.get(i)).intValue();
        return new Integer(ret);
    }
}
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /2

Client di un unico engine

```
import java.rmi.*;
import java.util.*;

public class SimpleScalarProductCEClient
{
    public static void main(String args[])
    {
        Vector v1=new Vector();
        Vector v2=new Vector();
        for(int i=1;i<=100;i++)
        {
            v1.add(new Integer(i));
            v2.add(new Integer(1));
        }
        int result=0;

        [continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /2

Client di un unico engine

```
try
{
    ComputeEngine ce =
        (ComputeEngine)Naming.lookup(
            "rmi://localhost:1099/computeEngine");
    Vector vpar=new Vector();
    vpar.add(v1);
    vpar.add(v2);
    Integer res=(Integer)ce.execute(
        new ScalarProductJob(),vpar);
    result=res.intValue();
}
catch (Exception e)
{
    System.out.println(e);
}

System.out.println(result);
}
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /3

- Un unico client utilizza 3 server generici
- Il client utilizza ScalarProductJob e suddivide i vettori in 3 sottovettori, assegnandone uno ad ogni server
- Il client lancia inoltre 3 thread per seguire il calcolo sui 3 sottovettori

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /3

Client di engine multipli

```
import java.rmi.*;
import java.util.*;

public class ScalarProductCEClient
{
    public static void main(String args[])
    {
        Vector v1=new Vector();
        Vector v2=new Vector();
        for(int i=1;i<=100;i++)
        {
            v1.add(new Integer(i));
            v2.add(new Integer(1));
        }

        Vector vpar1=new Vector();
        vpar1.add(extract(v1,0,32));
        vpar1.add(extract(v2,0,32));
        ComputeThread ct1=new ComputeThread(
            new ScalarProductJob(),vpar1,"localhost");
        [continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /3

Client di engine multipli

```
Vector vpar2=new Vector();
vpar2.add(extract(v1,33,66));
vpar2.add(extract(v2,33,66));
ComputeThread ct2=new ComputeThread(
    new ScalarProductJob(),vpar2,"localhost");

Vector vpar3=new Vector();
vpar3.add(extract(v1,67,99));
vpar3.add(extract(v2,67,99));
ComputeThread ct3=new ComputeThread(
    new ScalarProductJob(),vpar3,"localhost");

ct1.start();
ct2.start();
ct3.start();
[continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /3

Client di engine multipli

```
try
{
    ct1.join();
    ct2.join();
    ct3.join();
}
catch (InterruptedException e)
{
    System.out.println(e);
}
System.out.println(
    ((Integer)ct1.getResult()).intValue()+
    ((Integer)ct2.getResult()).intValue()+
    ((Integer)ct3.getResult()).intValue());
}
[continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto scalare /3

Client di engine multipli

```
private static Vector extract(Vector v,
    int from,int to)
{
    Vector ret=new Vector();
    for(int i=from;i<=to;i++)
        ret.add(v.get(i));
    return ret;
}
}
```

## Esempio: Calcolo del prodotto tra matrici

- Si vuole calcolare il prodotto tra matrici di dimensioni  $m \times n$  ed  $n \times r$  (nell'esempio,  $2 \times 3$  e  $3 \times 2$ )
- Un unico client utilizza  $m \times r$  server generici
- Il client utilizza sempre ScalarProductJob e assegna una coppia riga/colonna ad ogni server
- Il client lancia inoltre  $m \times r$  thread per seguire il calcolo di ognuno degli elementi della matrice risultato

## Esempio: Calcolo del prodotto tra matrici

```
import java.rmi.*;
import java.util.*;

public class MatrixProductCEClient
{
    public static void main(String args[])
    {
        int[][] mat1=new int[2][3];
        int[][] mat2=new int[3][2];

        int v=0;
        for(int i=0;i<mat1.length;i++)
            for(int j=0;j<mat1[0].length;j++)
                mat1[i][j]=++v;
        for(int i=0;i<mat2.length;i++)
            for(int j=0;j<mat2[0].length;j++)
                mat2[i][j]=(i==j?1:0);
        [continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto tra matrici

```
Vector threads=new Vector();

for(int c=0;c<mat2[0].length;c++)
    for(int r=0;r<mat1.length;r++)
    {
        Vector vpar=new Vector();
        vpar.add(extractColumn(mat2,c));
        vpar.add(extractRow(mat1,r));
        ComputeThread ct=new ComputeThread(
            new ScalarProductJob(),vpar,"localhost");
        threads.add(ct);
    }

for(int i=0;i<threads.size();i++)
    ((Thread)threads.get(i)).start();
[continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto tra matrici

```
try
{
    for(int i=0;i<threads.size();i++)
        ((Thread)threads.get(i)).join();
}
catch (InterruptedException e)
{
    System.out.println(e);
}

int[][] result=
    new int[mat1.length][mat2[0].length];
for(int i=0;i<threads.size();i++)
{
    int r=((Integer)((ComputeThread)threads
        .get(i)).getResult()).intValue();
    result[i%mat1.length][i/mat1.length]=r;
}
[continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto tra matrici

```
for(int i=0;i<result.length;i++)
{
    System.out.println();
    for(int j=0;j<result[0].length;j++)
        System.out.print(result[i][j]+" ");
}
}
[continua...]
```

## Esempio: Calcolo del prodotto tra matrici

```
private static Vector extractRow(int[][] mat,
    int rowIndex)
{
    Vector ret=new Vector();
    for(int c=0;c<mat[0].length;c++)
        ret.add(new Integer(mat[rowIndex][c]));
    return ret;
}

private static Vector extractColumn(int[][] mat,
    int columnIndex)
{
    Vector ret=new Vector();
    for(int r=0;r<mat.length;r++)
        ret.add(new Integer(mat[r][columnIndex]));
    return ret;
}
}
```