



Università degli Studi di Bologna
Facoltà di Ingegneria

Corso di Reti di Calcolatori M

CORBA - Implementazione
Invocazione statica: seconda parte

Luca Foschini

Anno accademico 2017/2018

CORBA Implementazione 1

Agenda

- Esempio completo di client statico
- Esempio completo di server statico

CORBA Implementazione 2

Esempio completo di servizio in Java con invocazione statica: lato Client

CORBA Implementazione 3

Definizione dell'interfaccia CORBA

In generale non si definiscono singole interfacce, ma **moduli** (→ mappati in **package** Java) che racchiudono la definizione di **uno o più oggetti** CORBA (interface), ed eventualmente anche **eccezioni** e **costanti**

```
module nome_modulo {
    <dichiarazioni di costanti, tipi, eccezioni>
    ...
    interface nome_interfaccia1 [:<clausole_di_derivazione>]{
        <dichiarazioni di costanti, tipi, attributi, eccezioni>
        ...
        [<tipo_di_ritorno>] nome_op1(<parametri>)
        [raises <eccezione>] [<contesto>]
        ...
        [<tipo_di_ritorno>] nome_opN(<parametri>)
        [raises <eccezione>] [<contesto>]
        ...
    };
    ...
    interface nome_interfacciaN [:<clausole_di_derivazione>]{ ... };
};
```

Non solo di **input**,
ma anche di **output**,
e **input/output**

CORBA Implementazione 4

Il modulo MessageApp: interfaccia IDL

```
/* message.idl */
module MessageApp {
    /* Eccezione applicativa */
    exception ErroreApplicativo {
        string codice_errore;
    };

```

```
interface Message {

```

```
/* Separa un messaggio in due parti, all'invocazione:

```

```
* msg -> messaggio

```

```
* separatore -> separatore

```

```
*

```

```
* al ritorno:

```

```
* inizio -> prima parte del messaggio

```

```
* msg -> parte restante del messaggio

```

```
*/

```

```
void splitMessage(inout string msg, out string inizio, in string
separatore)

```

```
raises (ErroreApplicativo);

```

```
};

```

```
};

```

Definiamo un servizio per dividere una stringa, che possa generare anche **eccezioni**, e abbia, oltre a parametri di input anche parametri di **output** e **input/output**

NOTA: in Java il passaggio dei parametri avviene per copia del riferimento e NON è possibile avere parametri di in/out → necessità di supporto (Holder, vedi dopo...)

CORBA Implementazione 5

Generazione automatica di stub e classi di supporto in Java - lato client (1)

1. Definizione delle interfacce IDL degli oggetti:

Es. **<IDL_file_name>.idl**

2. Compilazione delle interfacce => file generati con compilatore di interfaccia (**idl** di JacORB):

**<interface_name>.java, <interface_name>Operations.java,
<interface_name>Helper.java, <Interface_name>Holder.java,
<interface_name>Stub.java**

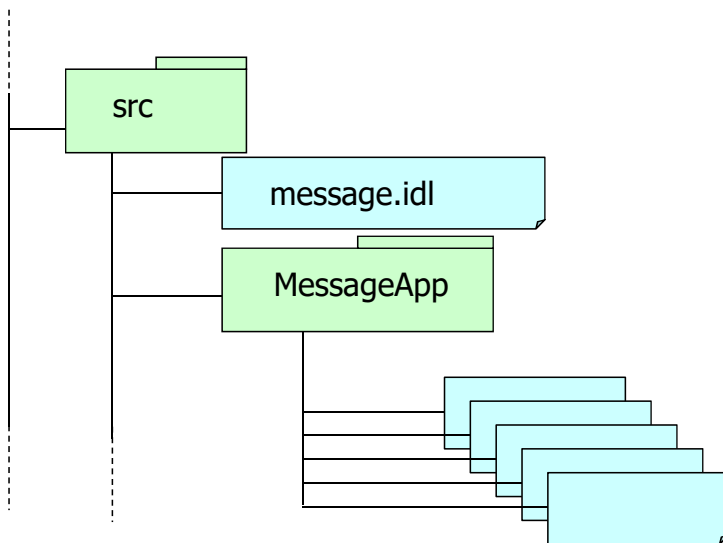
Traduzione dell' **IDL CORBA**
in **interfaccia Java**

Stub dell'oggetto server

CORBA Implementazione 6

Generazione automatica di stub e classi di supporto in Java - lato client (2)

```
>idl -noskel message.idl
```



Interface:

MessageOperations.java
Message.java
ErroreApplicativo.java

Helper:

ErroreApplicativoHelper.java
MessageHelper.java

Holder:

ErroreApplicativoHolder.java
MessageHolder.java

Stub: _MessageStub.java

Client: client.java

CORBA Implementazione 7

Generazione automatica di stub e classi di supporto in Java - lato client (3)

Signature Interface: <interface_name>.java

Estende l'interfaccia dell'Object CORBA (**org.omg.CORBA.Object**), e l'**Operations Interface** specifica dell'oggetto remoto

Operations Interface : <interface_name>Operations.java

Definisce l'interfaccia Java mappata dall'interfaccia IDL, con le **firme delle operazioni**

Helper : <interface_name>Helper.java

Fornisce le funzionalità ausiliarie necessarie per supportare la **conversione dei tipi** dal mondo CORBA allo specifico linguaggio (*narrow*, *read* e *write* di riferimenti/dati, ...)

CORBA Implementazione 8

Generazione automatica di stub e classi di supporto in Java - lato client (4)

Holder: <interface_name>Holder.java

Contiene il riferimento all'oggetto che implementa la signature interface, e permette di realizzare parametri di **in/out** o **out** definite da IDL CORBA in Java. In pratica, realizzano dei **contenitori** di oggetti

Stub: _<interface_name>Stub.java

E' una **classe** che implementa la **signature interface** (**Message**), cioè l'object reference CORBA dell'oggetto remoto da invocare. In particolare, realizza tutti i metodi definiti dall'interfaccia CORBA facendo **marshaling** e **unmarshaling** degli argomenti e **invocando i metodi remoti**

CORBA Implementazione 9

Signature Interface e Operations Interface

```
package MessageApp;  
  
public interface Message  
    extends MessageOperations,  
        org.omg.CORBA.Object,  
        org.omg.CORBA.portable.IDLEntity{ }
```

Package generato
dall'IDL compiler

Combina le operazioni del generico
Object CORBA con i metodi
specifici definiti nell'interfaccia
MessageOperations

```
package MessageApp;  
  
public interface MessageOperations  
{  
    void splitMessage(  
        org.omg.CORBA.StringHolder msg,  
        org.omg.CORBA.StringHolder inizio,  
        java.lang.String separatore  
    ) throws serverPack.MessageApp.ErrorApplicativo;  
}
```

Nota: uso StringHolder

CORBA Implementazione 10

Signature Interface: CORBA Object

org.omg.CORBA.Object

generico oggetto remoto CORBA, svolge un ruolo analogo all'interfaccia `java.rmi.Remote` in Java RMI

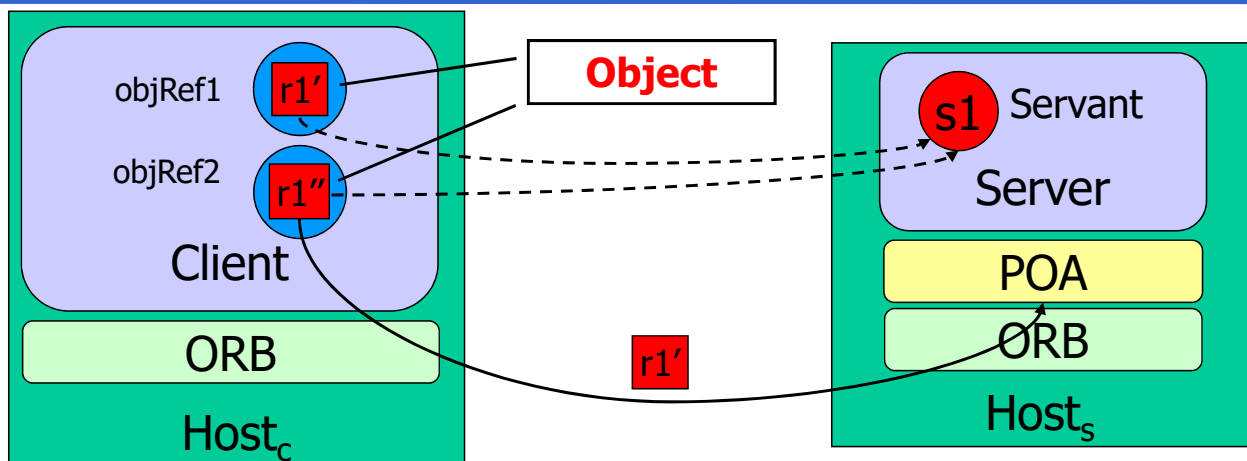
In particolare, definisce le **operazioni di base**, ad esempio:

- **is_a**: verificare se l'oggetto remoto implementa l'interfaccia passata come stringa in ingresso
- **is_equivalent**: confronta l'equivalenza di due riferimenti

Attenzione!! Sono metodi remoti e in generale producono una invocazione remota

CORBA Implementazione 11

Signature Interface: is_equivalent



`objRef2==objRef1` **Valutata localmente**

`objRef2.is_equivalent(objRef1)` **Chiamata remota**

Per **garantire interoperabilità**, si lascia comunque ampia libertà:

- Alcune implementazioni potrebbero **NON** implementare **tutti i metodi**
- Semantica `is_equivalent`: se restituisce **true** i due riferimenti puntano allo stesso oggetto, se restituisce **false** significa che l'ORB non è stato capace di verificare l'uguaglianza (**NON necessariamente oggetti diversi**)

CORBA Implementazione 12

Le classi Holder in Java

- La classe Holder implementa un “contenitore di oggetti”; viene utilizzata per realizzare parametri di ingresso e di uscita in quei linguaggi ove non c'è passaggio di in/out (es. Java). Ad esempio nel metodo **splitMessage** appena visto:

```
void splitMessage(inout string msg,...)
```

- Utilizziamo lo **StringHolder**, che non è altro che un contenitore di una String di Java → l'utilizzatore può accedere il valore contenuto nello StringHolder direttamente attraverso il campo pubblico **value**.

CORBA Implementazione 13

Le classi Helper in Java

- Punto di contatto fra mondo CORBA e mondo Java, generato automaticamente dal compilatore idl
- L'helper class viene utilizzata per “passare” dai tipi di dato definiti attraverso l'IDL CORBA ai tipi di dato presenti nello specifico linguaggio (es. Java)
- Offre diversi metodi, fra cui:
 - Gestione del tipo del riferimento CORBA, e.g., **type** e **id**
 - Narrowing dell'oggetto, cioè passare riferimento opaco CORBA di tipo **Object** allo specifico oggetto CORBA (definito dall'IDL), e usabile come oggetto tipato Java

CORBA Implementazione 14

Helper: TypeCode in Java

TypeCode è la **rappresentazione interna** mantenuta da Java di un **tipo di dato CORBA**; inoltre `id()` restituisce una stringa che identifica globalmente il tipo di dato

```
public static org.omg.CORBA.TypeCode type()
{
    return org.omg.CORBA.ORB.init().
    create_interface_tc("IDL:MessageApp/Message:1.0",
        "Message");
}
```

Come in RPC è possibile distinguere versioni diverse dello stesso oggetto.

```
public static String id()
{ return "IDL:MessageApp/Message:1.0"; }
```

CORBA Implementazione 15

Helper: narrowing in JacORB (lato client)

```
public static MessageApp.Message narrow
    (final org.omg.CORBA.Object obj)
{ if (obj == null) return null;
  try{ return (MessageApp.Message)obj; }
  catch (ClassCastException c){
    if (obj.is_a("IDL:MessageApp/Message:1.0")) (1)
    { MessageApp.MessageStub stub;
      stub = new MessageApp._MessageStub(); (2)
      stub._set_delegate(
        ((org.omg.CORBA.portable.ObjectImpl) obj)._get_delegate());
      return stub;
    }
  }
  throw new org.omg.CORBA.BAD_PARAM("Narrowing failed");
}
```

NOTA: uso di `_is_a`, metodo del generico Object CORBA

Siamo sul client → accedo a un oggetto remoto. In questo caso il **narrowing** include la **creazione dello stub locale** in due passi:

1. **controllo** del tipo atteso;
2. **creazione di uno stub** (**tipato Java**) per invocare i metodi dell'oggetto remoto.

CORBA Implementazione 16

Esempio: MessageHolder in Java

```
package serverPack.MessageApp;
```

```
public final class MessageHolder implements  
    org.omg.CORBA.portable.Streamable {  
    public MessageApp.Message value;  
    public MessageHolder() {}
```

Riferimento all'oggetto
CORBA definito da noi

```
    public MessageHolder(serverPack.MessageApp.Message value)  
    { this.value = value; }
```

Lettura dell'oggetto remoto
(riferimento) Message

```
    public void _read(org.omg.CORBA.portable.InputStream _stream)  
    {value = MessageApp.MessageHelper.read( _stream); }
```

```
    public void _write(org.omg.CORBA.portable.OutputStream _stream)  
    {MessageApp.MessageHelper.write( _stream, value); }
```

Scrittura dell'oggetto remoto
(riferimento) Message

```
    public org.omg.CORBA.TypeCode _type()  
    { return MessageApp.MessageHelper.type(); }
```

```
}
```

CORBA Implementazione 17

Lo stub: _MessageStub

- Mantiene informazioni relative a **tutte le interfacce implementate** e viene **generato automaticamente** dal compilatore idl
- È una **classe** che implementa la **signature interface (Message)**, cioè l'object reference CORBA dell'oggetto remoto da invocare. In particolare, realizza tutti i metodi definiti dall'interfaccia CORBA facendo **marshaling** e **unmarshaling** degli argomenti e **invocando i metodi remoti**
- Se l'oggetto è presente nell'ambiente **locale** si tende a risolvere le invocazioni localmente (senza passare da tutta l'infrastruttura CORBA)

CORBA Implementazione 18

MessageStub in JacORB: esecuzione operazione remota

```
public void splitMessage(org.omg.CORBA.StringHolder msg,
    org.omg.CORBA.StringHolder inizio, java.lang.String separatore)
    throws MessageApp.ErrorreApplicativo
{
    while (true){
        if (!_is_local()) {
            org.omg.CORBA.portable.OutputStream _output = null;
            org.omg.CORBA.portable.InputStream _input = null;
            try {
                {
                    _output = _request("splitMessage", true);
                    _output.write_string(msg.value);
                    _output.write_string(separatore);
                    _input = _invoke(_output);
                    msg.value = _input.read_string();
                    inizio.value = _input.read_string();
                    return;
                }
            } catch (
                org.omg.CORBA.portable.RemarshalException _exception)
            {continue;}
        }
    }
}
```

Oggetto remoto

Invocazione remota

Unmarshaling Marshaling

CORBA Implementazione 19

MessageStub in JacORB: esecuzione operazione locale

```
catch(org.omg.CORBA.portable.ApplicationException _exception) {
    final java.lang.String _exception_id = _exception.getId();
    if (_exception_id.
        equals(MessageApp.ErrorreApplicativoHelper.id())) {
        throw MessageApp.
            ErrorreApplicativoHelper.read(_exception.getInputStream());
    }
    throw new org.omg.CORBA.UNKNOWN("Unexpected ..." ...);
} finally { _releaseReply(_input); }
} else {
    org.omg.CORBA.portable.ServantObject so = servant_preinvoke
        ("splitMessage", _opsClass);
    if (_so == null) { continue; }
    MessageOperations _self = (MessageOperations) _so.servant;
    try {
        _self.splitMessage(msg, inizio, separatore);
        return;
    } finally { _servant_postinvoke(_so); }
} /*else*/ } /*while*/ } /* splitMessage*/
```

Oggetto locale

Riferimento alla classe che implementa il servant (scelta specifica di JacORB)

Invocazione locale

CORBA Implementazione 20

Client: narrowing e invocazione servizio

Il **client**, scritto da noi è identico a quello già visto: inizializza l'ORB, ottiene il riferimento all'oggetto CORBA, quindi effettua il **narrowing** e **richiede i servizi all'oggetto remoto**. Uso di **holder** per ottenere argomenti **out**

```
...
// Narrowing
Message message = MessageHelper.narrow(obj_mio);

// Invocazione operazione remota
// NOTA: uso di StringHoler per parametri di in/out
StringHolder holder_corpo = new StringHolder("testa|corpo");
StringHolder holder_testa = new StringHolder();
message.splitMessage(holder_corpo, holder_testa, "|");
System.out.println("Risultato: "+holder_testa.value+" "+
    holder_corpo.value);
// Gestione eccezioni
} catch (Exception ex) {
    System.out.println("Unexpected CORBA exception: " +ex);
    ex.printStackTrace(System.out); }
} //main
} //client
```

CORBA Implementazione 21

Esempio completo di servizio in Java con invocazione statica: lato Server

CORBA Implementazione 22

Generazione automatica di skeleton e classi di supporto in Java - lato server (1)

1. Definizione delle interfacce IDL degli oggetti:

Es. **<IDL_file_name>.idl**

2. Compilazione delle interfacce => file generati con compilatore di interfaccia (**idl** di JacORB):

**<interface_name>.java, <interface_name>Operations.java,
<interface_name>Helper.java, <interface_name>Holder.java,
<interface_name>POA.java, <interface_name>POATie.java**

Skeleton per
l'oggetto server

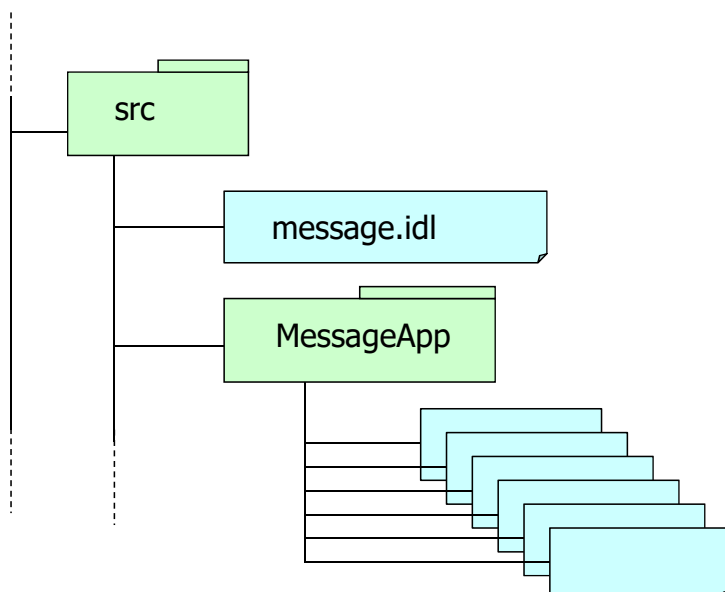
Traduzione dell' **IDL CORBA**
in **interfaccia Java**

CORBA Implementazione 23

Generazione automatica di skeleton e classi di supporto in Java - lato server (2)

Utilizziamo i tool di sviluppo di JacORB (**idl**), ecco l'invocazione dell'idl:

```
idl -nostub message.idl
```



Interface:

MessageOperations.java
Message.java
ErroreApplicativo.java

Helper:

ErroreApplicativoHelper.java
MessageHelper.java

Holder:

ErroreApplicativoHolder.java
MessageHolder.java

POA:

MessagePOA.java
MessagePOATie.java

CORBA Implementazione 24

Generazione automatica di skeleton e classi di supporto in Java - lato server (3)

Signature Interface: <interface_name>.java

Estende l'interfaccia dell'Object CORBA (**org.omg.CORBA.Object**), e l'**Operations Interface** specifica dell'oggetto remoto

Operations Interface : <interface_name>Operations.java

Definisce l'interfaccia Java mappata dall'interfaccia IDL, con le **firme delle operazioni**

Helper : <interface_name>Helper.java

Fornisce le funzionalità ausiliarie necessarie per supportare la **conversione dei tipi** nel mondo CORBA (funzione *narrow* per il casting) e dal mondo CORBA allo specifico linguaggio

CORBA Implementazione 25

Generazione automatica di skeleton e classi di supporto in Java - lato server (4)

Holder: <interface_name>Holder.java

Contiene il riferimento all'oggetto che implementa la signature interface, e mappa i parametri di **in** o **out** da IDL alla sintassi Java. In pratica realizzano dei **contenitori** di oggetti

Skeleton: <interface_name>POA.java oppure <interface_name>POATie.java

Rappresentano l'adattatore presente lato server che svolge diversi compiti:

- agisce come **skeleton** effettuando il **dispatching** delle richieste (upcall) agli oggetti registrati, inoltre svolge funzionalità di **registrazione** dell'oggetto, **attivazione** dei processi interni server e dell'oggetto stesso, ecc.

La prima classe l'abbiamo già utilizzata per realizzare il servant **per estensione**. E' però possibile realizzare il servant anche **per delega**, utilizzando l'altra classe (<interface_name>POATie), come vedremo tra poco...

CORBA Implementazione 26

Helper: narrowing in JacORB (lato server)

Siamo sul server → accedo a un oggetto locale. In questo caso il **narrowing** si riduce a **un semplice casting**

```
public static MessageApp.Message narrow
    (org.omg.CORBA.Object obj)
{
    if (obj == null) return null;
    if (obj instanceof MessageApp.Message)
        return (MessageApp.Message) obj;
    else throw new org.omg.CORBA.BAD_PARAM
        ("Narrow failed, not a MessageApp.Message");
}
```

CORBA Implementazione 27

Lo skeleton: MessagePOA

- **Generato automaticamente** dal compilatore idl
- **Non** realizza direttamente i **metodi** dichiarati nell'interfaccia dell'oggetto, pur implementandone l'interfaccia
→ la logica applicativa si trova nel **servant**, che è realizzabile:
 - Per **estensione** (già visto nel primo esempio)
 - Per **delega**
- Mantiene informazioni relative a **tutte le interfacce** implementate e riesce ad effettuare correttamente il **dispatching** delle chiamate remote
- Realizza diverse operazioni di supporto, fra cui:
 - Dispatching della chiamata remota sul servant locale → si vedano sia inizializzazione statica di **m_opsHash** sia il metodo **_invoke**
 - **Marshaling** e l'**unmarshaling** dei parametri di ingresso e uscita

CORBA Implementazione 28

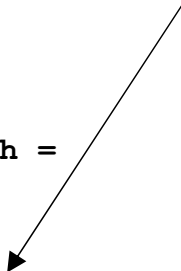
MessagePOA in JacORB: tabella dei metodi

```
package serverPack.MessageApp;

abstract public class MessagePOA extends
    org.omg.PortableServer.Servant
    implements org.omg.CORBA.portable.InvokeHandler,
    MessageOperations {
    ...

    static private final java.util.Hashtable m_opsHash =
        new java.util.Hashtable();
    static
    {
        m_opsHash.put("splitMessage", new java.lang.Integer(0));
    }
}
```

Registrazione **metodi**
invocabili da remoto



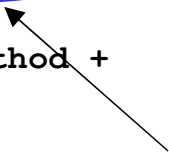
CORBA Implementazione 29

MessagePOA: dispatching in JacORB

```
public org.omg.CORBA.portable.OutputStream _invoke(
    String method, org.omg.CORBA.portable.InputStream _input,
    org.omg.CORBA.portable.ResponseHandler handler)
    throws org.omg.CORBA.SystemException
{
    org.omg.CORBA.portable.OutputStream _out = null;
    java.lang.Integer opsIndex =
        (java.lang.Integer)m_opsHash.get ( method );
    if ( null == opsIndex )
        throw new org.omg.CORBA.BAD_OPERATION(method +
            " not found");
    switch ( opsIndex.intValue() )
    {

```

Recupero l'**operazione da**
invocare: scelta implementativa
di JacORB



CORBA Implementazione 30

MessagePOA: esecuzione operazione in JacORB

```
case 0: //splitMessage
{ try
{
    org.omg.CORBA.StringHolder _arg0= new org.omg.CORBA.StringHolder();
    _arg0._read (_input);
    org.omg.CORBA.StringHolder _arg1= new org.omg.CORBA.StringHolder();
    java.lang.String _arg2=_input.read_string();
    _out = handler.createReply();
    splitMessage(_arg0, _arg1, _arg2);
    _out.write_string(_arg0.value);
    _out.write_string(_arg1.value);
}
catch(MessageApp.ErrorApplicativo _ex0)
{ _out = handler.createExceptionReply();
  MessageApp.ErrorApplicativoHelper.write(_out, _ex0);
}
break;
} // case 0
} //switch
return _out;
} //invoke
```

Creazione **risposta** (Reply)

MessagePOA è una **classe astratta**, il metodo *splitMessage* invocato qui è implementato nelle sottoclassi

Uso di **StringHolder** NON **String** Java per parametri di out o in/out

Marshaling Unmarshaling

CORBA Implementazione 31

Realizzazione servant in Java (per estensione)

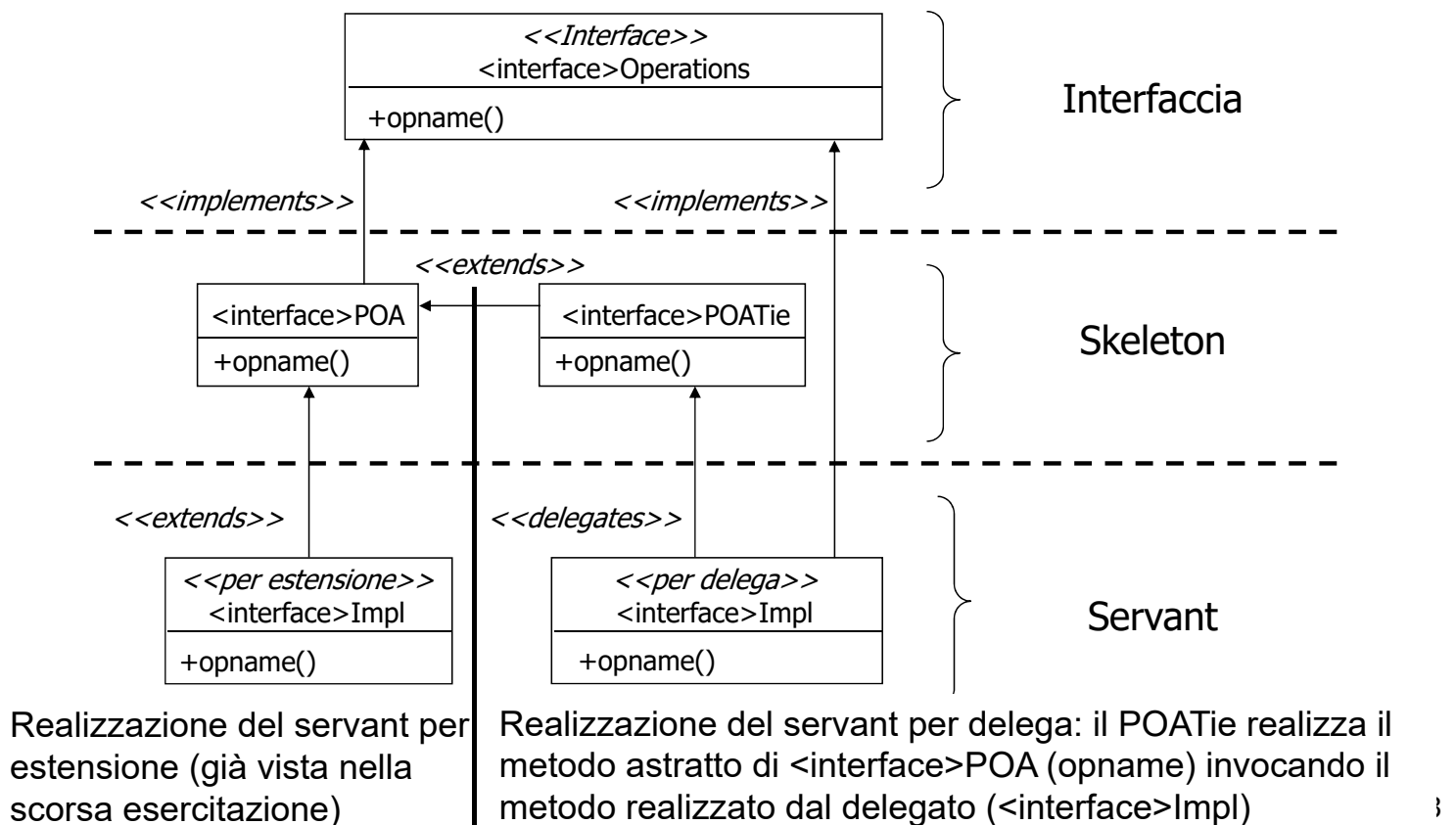
```
public class MessageImpl extends MessagePOA
{
    org.omg.PortableServer.POA m_poa = null;

    public void splitMessage(
        org.omg.CORBA.StringHolder msg,
        org.omg.CORBA.StringHolder inizio,
        java.lang.String separatore )
        throws org.omg.CORBA.SystemException,
            serverPack.MessageApp.ErrorApplicativo
    {
        StringTokenizer tok =
            new StringTokenizer(msg.value, separatore);
        // inizio (out string)
        inizio.value = tok.nextToken();
        // msg (inout string)
        msg.value = tok.nextToken();
    }
}
```

Logica applicativa, **unica parte scritta dal programmatore**

CORBA Implementazione 32

Realizzazione servant in Java per delega



Realizzazione servant in Java per delega: MessagePOATie

- Estende la classe astratta POA realizzando i metodi dichiarati nell'interfaccia dell'oggetto CORBA **delegandone l'esecuzione** ad un oggetto Java che implementi l'Operations Interface: il **_delegate**. Nel nostro esempio:

```
public class MessagePOATie extends
serverPack.MessageApp.MessagePOA {
    private serverPack.MessageApp.MessageOperations _delegate;
    ...
    public void splitMessage(
        org.omg.CORBA.StringHolder msg,
        org.omg.CORBA.StringHolder inizio,
        java.lang.String separatore)
        throws serverPack.MessageApp.ErrorApplicativo
    { _delegate.splitMessage(msg, inizio, separatore); }
}
```

Invocazione dell'operazione
sul delegato

Realizzazione servant in Java (per delega)

```
public class MessageImpl implements MessageOperations
{
    public void splitMessage(
        org.omg.CORBA.StringHolder msg,
        org.omg.CORBA.StringHolder inizio,
        java.lang.String separatore )
        throws org.omg.CORBA.SystemException,
            serverPack.MessageApp.ErrorApplicativo
    {
        StringTokenizer tok =
            new StringTokenizer(msg.value, separatore);
        // inizio (out string)
        inizio.value = tok.nextToken();
        // msg (inout string)
        msg.value = tok.nextToken();
    }
}
```

Realizza **unicamente** i metodi definiti nell'interfaccia MessageOperations. L'implementazione del metodo è identica a quella già vista.

Logica applicativa, **unica parte scritta dal programmatore**

CORBA Implementazione 35

Server: attivazione e stampa riferimento

Server: server.java

Crea e inizializza l'ORB, crea, configura e attiva il POA, crea un'istanza del servant, la registra e l'attiva sul POA, quindi **stampa a video il riferimento all'oggetto remoto appena creato**

Nel caso di **ereditarietà**:

```
MessageImpl servant = new MessageImpl();
obj = rootPOA.servant_to_reference(servant);
// Stampo l'Instance Object Reference (IOR) su standard output
System.out.println(orb.object_to_string(obj));
```

Nel caso di **delega** la parte in blu diventa:

```
MessagePOATie servant = new MessagePOATie(new MessageImpl());
```

CORBA Implementazione 36

Bibliografia

- S.Russo, C.Savy, D.Cotroneo, A.Sergio, “Introduzione a CORBA”, Ed. McGraw-Hill (2002)
- F. Bolton, “Pure CORBA – A Code-Intensive Premium Reference”, Ed. SAMS (2002)
- R.Orfali, D.Harkey, “*Client/Server Programming with Java and CORBA, 2nd ed.*”, Ed. Wiley (1998)
- JacORB Programming Guide:
`JACORB_HOME/doc/ProgrammingGuide/ProgrammingGuide.pdf`