Il modello CORBA

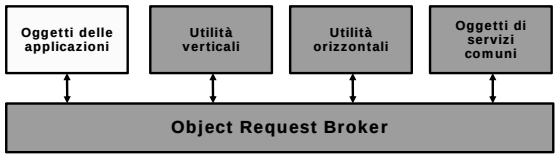
SCD

Anno accademico 2016/17
Sistemi Concorrenti e Distribuiti

Tullio Vardanega, tullio.vardanega@math.unipd.it

Architettura del modello – 1

- Standard industriale promosso da OMG (*Object Management Group*) come modello di riferimento
  - http://www.omg.org/gettingstarted/corbafaq.htm

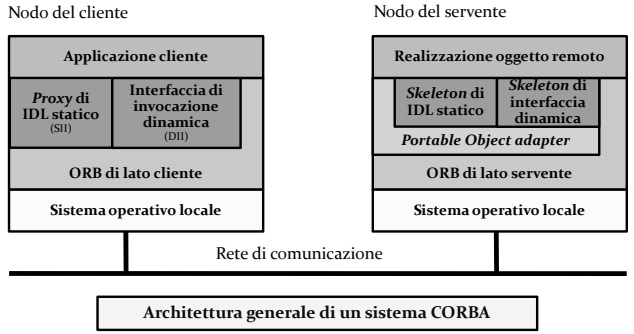


CORBA = Common Object Request Broker Architecture

Architettura del modello – 2

- Modello cliente-servente a oggetti distribuiti
  - La realizzazione dell'interfaccia esposta in remoto risiede nello spazio di indirizzamento del suo processo servente
- Per fini di interoperabilità, oggetti e servizi specificati in uno specifico
  - *Interface Description Language*
- Precise regole di corrispondenza tra specifiche in CORBA IDL e la semantica equivalente in linguaggi di programmazione (C++, Java, Ada, …)

Architettura del modello – 3



Architettura generale di un sistema CORBA

Architettura del modello – 4

- **L'Object Request Broker è l'infrastruttura di comunicazione tra cliente e servente**
  - **Dal punto di vista dei processi applicativi l'ORB tratta riferimenti a oggetti (*object reference*)**
  - **Ciascuna istanza di ORB di nodo li rende *inter-operable* per uso di altri ORB e processi residenti remoti**
- **Compito principale dell'ORB è localizzare i servizi disponibili a un processo cliente**
  - **Un sistema CORBA non è compilato come applicazione unica dunque non conosce a priori i nomi dei servizi disponibili**

Architettura del modello – 5

- **L'interfaccia tra *proxy* e ORB non deve essere necessariamente realizzata in forma standard**
  - **Essendo espressa in IDL può essere compilata in linguaggi a scelta e poi integrata nel sorgente del *proxy***

- **Non tutti i *proxy* e le relative interfacce ORB possono essere realizzati/e staticamente**
  - **Un'applicazione può voler/dover determinare il servizio di interesse solo a tempo d'esecuzione e invocarlo dinamicamente**
  - **L'interfaccia offre un metodo `invoke` generico che espone a livello utente il servizio interposto tra *proxy*/*skeleton* e RMId**

Architettura del modello – 6

- **Un *object adapter* fa da tramite tra l'ORB e l'oggetto remoto per le richieste in ingresso**
  - **L'*unmarshalling* delle invocazioni viene eseguito dallo *skeleton* dell'oggetto**
- **2 tipi di *skeleton***
  - **Statico → compilato**
  - **Dinamico → *skeleton* generico con realizzazione specifica del metodo `invoke` offerto al cliente**
    - Questo espone l'interfaccia «nascosto» della realizzazione dell'oggetto distribuito che abbiamo già visto in relazione a Java RMI

Architettura del modello – 7

- **Anagrafe (*directory*) delle interfacce**
  - **Basato sulle definizioni IDL statiche con identificatore attribuito dal compilatore IDL**
    - Senza garanzie di unicità (!)
  - **Operazioni standard di navigazione nell'anagrafe**
    - Uguali per ogni ORB
- **Anagrafe delle implementazioni**
  - **Designa ciò che occorre per realizzare e attivare oggetti**
  - **Modalità strettamente legate alle specifiche istanze ORB**

Architettura del modello – 8

Servizi CORBA

Utilità orizzontali simili ai servizi di interesse generale offerti dal sistema operativo

Service	Description
Collection	For grouping objects into lists, queue, sets, etc.
Query	For querying collections of objects in a declarative manner
Concurrency	To allow concurrent access to shared objects
Transaction	Flat / nested transactions on method calls over multiple objects
Event	For asynchronous communication through events
Notification	For event-based asynchronous communication (with filtering)
Externalization	For marshaling and unmarshaling of objects
Life cycle	For creation, deletion, copying, and moving of objects
Licensing	For attaching a license to an object
Naming	For systemwide name of objects
Property	For associating (attribute, value) pairs with objects
Trading	To publish and find the services on object has to offer
Persistence	For persistently storing objects
Relationship	For expressing relationships between objects
Security	Mechanisms for secure channels, authorization, and auditing
Time	For obtaining current time within specified error margins

Modalità di comunicazione – 1

- **Modello base: richiesta sincrona**
  - **L'interfaccia appare come "oggetto" indipendentemente dalla sua effettiva realizzazione**
  - **Semantica *at-most-once***
    - Per invocazioni che prevedono ritorno
    - Garanzia fornita dall'infrastruttura CORBA
    - Solleva eccezione nel chiamante in caso di problemi
- **Richiesta asincrona (*one-way*)**
  - **Solo se non ha valori di ritorno**
  - **Semantica *best-effort* → senza garanzia di consegna**

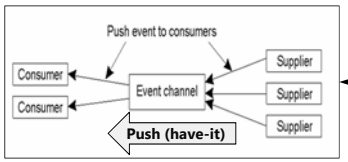
Modalità di comunicazione – 2

- **Richiesta sincrona differita**
  - **Asincrona rispetto all'invocazione**
    - Il chiamante procede
  - **Sincrona rispetto alla risposta**
    - Il chiamante si sospende volontariamente in attesa

Request type	Failure semantics	Description
Synchronous	**At-most-once**	**Caller blocks until response returned or exception raised**
One-way	**Best-effort**	**Caller continues immediately without waiting for any response from server**
Deferred synchronous	**At-most-once**	**Caller continues immediately but can later block until response delivered**

Modalità di comunicazione – 3

- **Comunicazioni disaccoppiate: notifica di eventi non persistenti**
  - **Rappresentati da un oggetto**
  - **Generati da un fornitore**
  - **Notificati (senza garanzia) tramite un canale eventi**
  - **Recepiti da ≥1 consumatore**



Modello "*pull*"
il consumatore interroga il canale sulla presenza di eventi e il canale interroga i suoi fornitori

Modello "*push*"
il fornitore invia l'evento al canale, che lo passa ai suoi consumatori

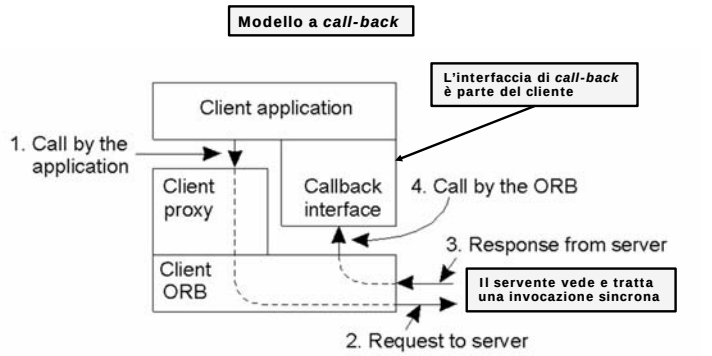
Modalità di comunicazione – 4

- **Sia RMI che notifica di evento non conservano la richiesta fino ad avvenuta consegna della risposta**
  - **Modello a comunicazioni transitorie**
- **Il *Message-Oriented Middleware* permette invece comunicazioni persistenti**
  - **Adottato da CORBA in forma basata su oggetti**
  - **2 stili di realizzazione, entrambi a carico del chiamante**
    - Modello a ***call-back***
    - Modello a ***polling***
    - Comportano accoppiamento tra chiamante e chiamato

Modalità di comunicazione – 5

- **Modello a *call-back***
  - **Il cliente fornisce il riferimento a un proprio oggetto che realizza un interfaccia di *call-back* cui trasmettere i risultati della richiesta**
    - La richiesta diventa **asincrona** per il chiamante
    - La richiesta resta **sincrona** per il servente
  - **L'interfaccia del cliente verso il servente viene sdoppiato**
    - Uno contiene i metodi invocabili dal cliente trasformati in modo che nessuno di essi contenga parametri di ritorno
      - Quasi come un normale *proxy*
    - L'altro (aggiuntivo) contiene i metodi che l'ORB dovrà invocare per restituire il valore di ritorno prodotto dalle richieste del cliente
      - Interfaccia di *call-back*

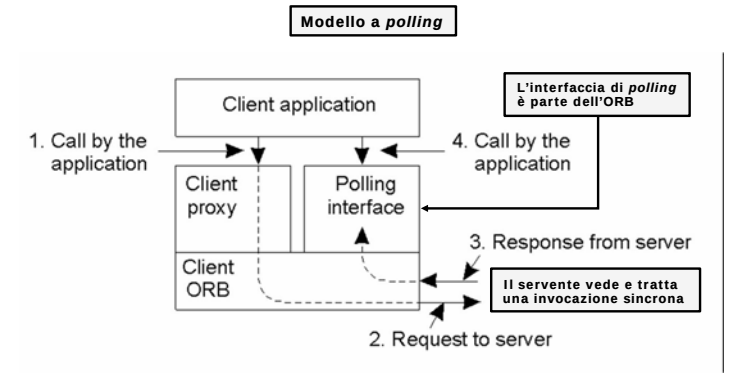
Modalità di comunicazione – 6



Modalità di comunicazione – 7

- **Modello a *polling***
  - **L'ORB fornisce un insieme di operazioni astratte che consentono al cliente di interrogarlo circa la presenza di risposte di ritorno**
    - L'invocazione sincrona viene così resa asincrona nella vista del cliente
  - **Il cliente utilizza queste operazioni per la sua vista dell'interfaccia del servente**
    - Con una operazione invia la chiamata all'ORB richiedendo di trattenere la risposta fino a una futura interrogazione esplicita
      - Realizzata nel *proxy* del cliente
    - Con l'altra il cliente interroga l'ORB per ottenere la risposta
      - Realizzata nell'ORB ma automaticamente a partire dall'IDL della richiesta

Modalità di comunicazione – 8



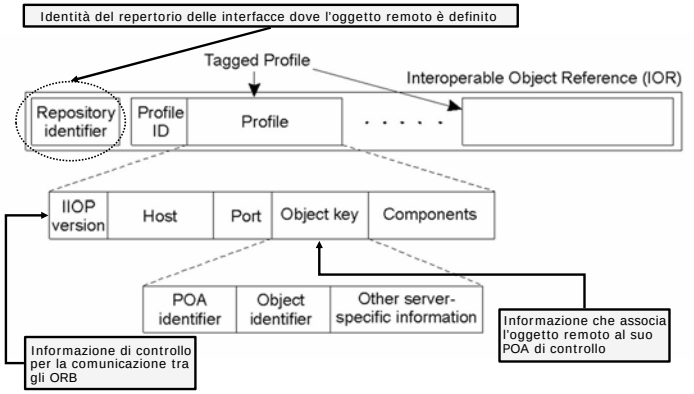
Interoperabilità tra ORB – 1

- **L'infrastruttura CORBA si basa su un insieme di ORB eterogenei residenti sui nodi del sistema**
  - **CORBA specifica ciò che ciascun ORB deve fare ma non ne fornisce realizzazioni standard**
- **Un protocollo standard consente agli ORB di comunicare**
  - **GIOP (*General Inter-ORB Protocol*) ne è la specifica, che richiede *middleware* di comunicazioni affidabili**
  - **IIOP (*Internet Inter-ORB Protocol*) ne è realizzazione base che si poggia su TCP/IP**
  - **DIOP (*Datagram Inter-ORB Protocol*) specializza GIOP con semantica *asynchronous one-way* utilizzando UDP/IP**

Gestione dei nomi – 1

- **Il riferimento agli oggetti CORBA deve essere portabile su diversi linguaggi di programmazione**
- **Il riferimento portabile è usato dall'ORB**
  - **Il cliente ne usa una versione specifica del linguaggio di programmazione**
- **La versione portabile è detta *Interoperable Object Reference* (IOR)**

Gestione dei nomi – 2



Gestione dei nomi – 3

- **Il campo `<Object key>` dello IOR riferisce direttamente l'oggetto remoto**
  - **Se disponibile, questa informazione consente *direct binding***
  - **Il riferimento viene subito inviato al corrispondente processo servente (POA)**
- **L'informazione iniziale può essere invece limitata alla *directory* delle interfacce**
  - **In questo caso si ha *indirect binding* e il cliente deve prima interrogare il processo gestore della *directory* che esegue tutte le azioni necessarie per consentire e attivare la connessione tra cliente e servente**

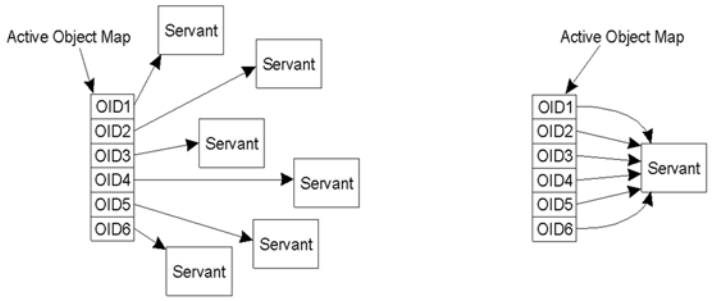
Lato cliente

- **Dalla specifica IDL dell'oggetto remoto allo *stub* che reifica i messaggi `Request` e `Reply`**
  - **Generazione statica (SII) oppure dinamica (DII)**
    - La modalità DII richiede l'acquisizione dello **IOR** dell'oggetto e della *signature* dei suoi metodi tramite interrogazione del repertorio delle interfacce
  - **Il compilatore IDL genera un insieme di *file* sorgente da incorporare nel programma cliente**
    - **`idl2`**[*linguaggio_specifico*] p.es.: **`idlj`**, **`i[dl]ac`**
- **Lo *stub* connette il cliente con l'ORB del suo nodo per l'inoltro delle sue invocazioni**

Lato servente – 1

- ***Servant***
  - **La parte dell'oggetto che realizza i metodi remoti**
  - **Realizzato in uno specifico linguaggio di programmazione**
    - Non portabile e non necessariamente un oggetto
- ***Portable Object Adapter* (POA)**
  - **Componente che rende il codice di lato servente come un insieme di oggetti a disposizione di clienti distribuiti**
  - **La sua specifica lo rende portabile su ORB eterogenei**
  - **Rende il *servant* fruibile ai clienti creandone l'immagine di oggetto → `activate()` `activate_object_with_id (`*`params`*`)`**

POA



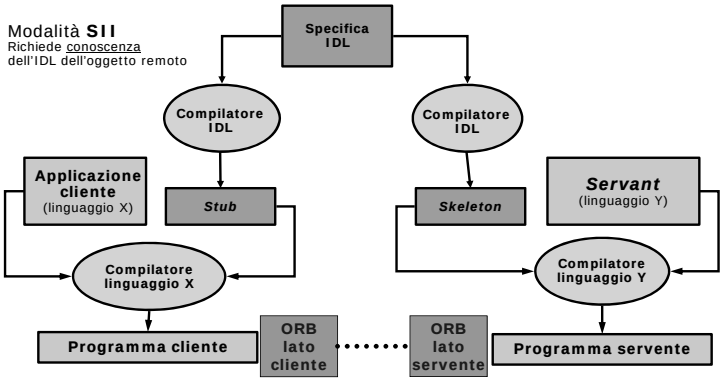
Un POA a supporto di molteplici *servant* | Un POA per un singolo *servant*

Tratto da: Tanenbaum & Van Steen, *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, 2e, (c) 2007 Prentice-Hall, Inc.

Lato servente – 2

- **Relazione tra classe *servant* e *skeleton***
  - **Ereditarietà → pura estensione di** `[nomeInterfaccia]`**`POA`**
    - Il *servant* fornisce la realizzazione dei metodi astratti dell'interfaccia
  - **Delega → per intermediazione di una classe generata automaticamente dal compilatore IDL**
    - La classe di intermediazione `[nomeInterfaccia]`**`POATie`** estende lo *skeleton* dell'interfaccia semplicemente inoltrando al *servant* registrato presso di lui ogni invocazione dei metodi di interfaccia
    - Utile quando il *servant* sia estensione di altre classi specifiche dell'applicazione e il linguaggio di programmazione non consenta ereditarietà multipla
      - Creazione di istanza X di classe *servant*
      - Creazione di istanza di classe di intermediazione passando X come parametro

Uso del modello



Esempio – 1

Specifica di interfaccia in IDL

```
interface Message {
   string getMessage();
};
```

La classe Message.java (generata)

```
package message;
public interface Message extends
   org.omg.CORBA.Object,
   message.MessageOperations,
   org.omg.CORBA.portable.IDLEntity {
   string getMessage();
};
```

Compilazione IDL verso Java

```
idl2java –package msg Message.idl
```

Prodotto della compilazione nella cartella msg (vista parziale)

```
Message.java           // interfaccia Java corrispondente all'interfaccia IDL
MessageOperations.java // interfaccia Java corrispondente alle sole
                       // operazioni e attributi dell'interfaccia IDL
_Message_Stub.java     // la classe stub (proxy) di lato cliente
MessagePOA.java        // la classe skeleton di lato servente
MessageHelper.java     // classe di utilità per l'uso di Message
```

L'interfaccia Message, indipendentemente dalla sua realizzazione Java, sarà pubblicata e acceduta come un oggetto CORBA, con descrizione IDL portabile

Esempio – 2 (lato cliente)

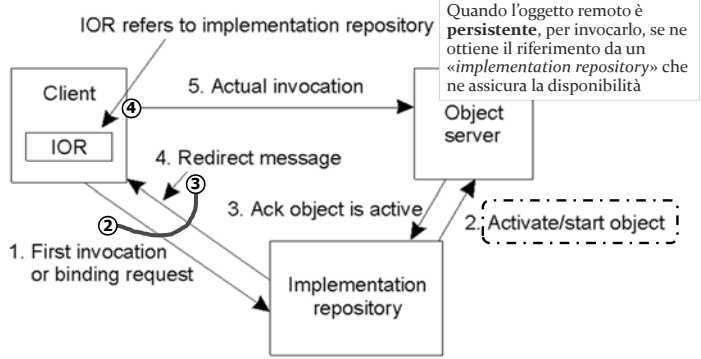
- **Le azioni dell'applicazione cliente**
  1. **Inizializzare dell'ORB sul proprio nodo traendone un riferimento locale e ottenendo la propria registrazione**
  2. **Acquisire lo IOR del *servant* (oggetto remoto)**
     - Pubblicazione dello IOR in formato stringa per utilizzo diretto
     - Acquisizione tramite servizio di ***Naming*** e ***Trading***
  3. **Creare istanze della classe *stub* del *servant* identificato**
     - Servizio di *narrowing* reso dalla classe **`Helper`** generata automaticamente dal compilatore IDL ed effettuato a partire dallo IOR dell'oggetto remoto
  4. **Invocare i metodi del *proxy* in un blocco `try-catch` per catturare e trattare eventuali errori**

Esempio – 3 (lato cliente)

```
import message.*;
public class Cliente {
 public static void main(String[] args) {
  // attiva l'ORB sul nodo del cliente e lo registra
①org.omg.CORBA.ORB orb = org.omg.CORBA.ORB.init (args,null);
  // l'ORB trasforma lo IOR ricevuto da stdin in un riferimento
  // a un oggetto CORBA
②org.omg.CORBA.Object obj = orb.string_to_object (args[0]);
  // crea l'istanza dello stub dell'oggetto remoto
  // tramite servizio di narrowing reso dall'Helper di Message
③message.Message mess_proxy = message.MessageHelper.narrow (obj);
  // invoca il servizio all'oggetto remoto
④String messaggio = mess_proxy.getMessage ();
  System.out.println ("\n Messaggio ricevuto dal servente: " + messaggio);
  System.out.println ("... Fine esecuzione."); }
}
```

La vista dell'oggetto distribuito presso il cliente è necessariamente quella del suo interfaccia nella rappresentazione del linguaggio di programmazione utilizzato

Binding indiretto



Quando l'oggetto remoto è **persistente**, per invocarlo, se ne ottiene il riferimento da un «*implementation repository*» che ne assicura la disponibilità

Tratto da: Tanenbaum & Van Steen, *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, 2e, (c) 2007 Prentice-Hall, Inc.

Esempio – 4 (lato servente)

❑ Le azioni del processo servente

1. **Inizializzare l'ORB sul proprio nodo traendone un riferimento locale e ottenendo la propria registrazione**
2. **Creare un'istanza del POA di nodo configurando le politiche di attivazione degli oggetti (p.es. persistenza)**
   - Gli oggetti **transitori** sono disponibili solo finché il loro POA esiste
   - Per quelli **persistenti** serve passare attraverso un «***implementation repository***» per ottenere la loro disponibilità
3. **Registrare il *servant* sul POA traendone il riferimento IOR all'oggetto CORBA corrispondente**
4. **Attivare il POA**
5. **Lanciare l'esecuzione della propria «vista» dell'ORB**

Esempio – 5 (lato servente)

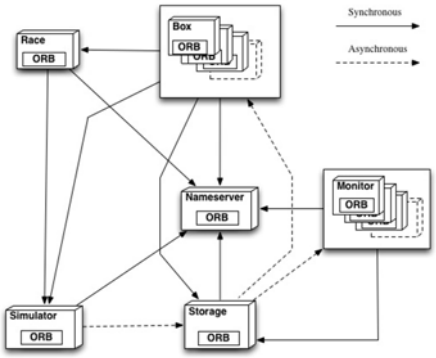
La classe ***servant*** realizza l'interfaccia astratta di MessagePOA ereditata da MessageOperations

```
import org.omg.PortableServer.*;
import message.*;
public class MessImpl extends MessagePOA { // per ereditarietà
 public String getMessage () { return ("Utilizzo di CORBA con successo!"); }
}
```

Il processo servente istanzia il ***servant*** lo registra come oggetto CORBA e si pone in attesa

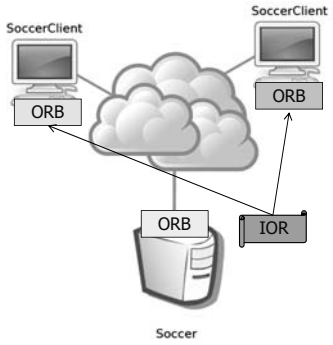
```
import org.omg.PortableServer.*;
public class Server {
 public static void main (String[] args) {
  try {
① org.omg.CORBA.ORB orb = org.omg.CORBA.ORB.init (args,null);
② POA rootPOA = POAHelper.narrow (orb.resolve_initial_references ("RootPOA"));
② MessImpl myservant = new MessImpl ();
③ org.omg.CORBA.Object obj = rootPOA.servant_to_reference (myservant);
④ rootPOA.the_POAManager ().activate ();
  System.out.println (orb.object_to_string (obj)); // da IOR a stringa su stdout
⑤ orb.run ();
  } catch (Exception e) { e.printStackTrace (); }
 }
}
```

Esempi d'uso: progetto F1



- ***Name server*** **unico «noto all'origine»**
- **Lo IOR degli oggetti remoti viene assegnato dall'ORB di nodo e poi passato al NS**
- **Le corrispondenti interfacce sono raccolte in moduli distinti**

Esempi d'uso: progetto calcio



- **Unico interfaccia di lato *server***
- **Il suo IOR viene pubblicato all'avvio e reso noto «per altra via» agli altri partecipanti**
- **In questo modo il lato *client* non ha bisogno di interrogare il NS**

```
module Monitor {
    typedef float BallCoordinates_Type[2];
    typedef float PlayersCoordinates_Type[2][11][2];
    typedef short GameStatus_Type[3];
    interface Client ToServer {
        boolean Subscribe( in string ior);
        boolean Unsubscribe( in string ior);
        BallCoordinates_Type GetBallPosition();
        PlayersCoordinates_Type GetPlayersPositions();
    };
    interface ServerToClient {
        void PublishGameStatus(in GameStatus_Type GameStatus);
    };
};
```