Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”
Facoltà di Ingegneria

Introduzione alle Architetture Orientate ai Servizi ed ai Web Service

Corso di Sistemi Distribuiti

Valeria Cardellini
Anno accademico 2008/09

Definizione di Web service

- Definizione fornita del W3C
  http://www.w3.org/TR/ws-arch/

  A Web service is a software system designed to support interoperable machine-to-machine interaction over a network.

  It has an interface described in a machine-processable format (specifically WSDL).

  Other systems interact with the Web service in a manner prescribed by its description using SOAP messages, typically conveyed using HTTP with an XML serialization in conjunction with other Web-related standards.

Definizione di Web service (2)

- Definizione tratta dal tutorial introduttivo dell'IBM " "Web Services - The Web's next revolution"
  http://www.ibm.com/developerworks/edu/ws-dw-wsbasics-i.html

  Web services are a new breed of Web application.

  They are self-contained, self-describing, modular applications that can be published, located, and invoked across the Web.

  Web services perform functions that can be anything from simple requests to complicated business processes.

  A sample Web service might provide stock quotes or process credit card transactions.

  Once a Web service is deployed, other applications (and other Web services) can discover and invoke the deployed service.

Caratteristiche dei Web service

- Rappresentano una soluzione per permettere l'interazione e l'interoperabilità tra applicazioni in ambito Web
  - Integrazione B2B
- Si basano sull'idea di fornire un linguaggio ed una piattaforma interoperabile, comune a sistemi differenti
- Sono una combinazione di diversi standard tecnologici, di tipo aperto (XML, HTTP, SOAP, …) che permettono a chiunque di utilizzarli
- Sono accessibili mediante un'interfaccia standard
- Permettono a sistemi eterogenei di lavorare insieme per realizzare il **service oriented computing** (SOC)
  - Programmazione con componenti distribuite sul Web

Web service

- Componenti software indipendenti dalla piattaforma e dall'implementazione che possono essere:
  - **Descritti** usando un linguaggio di descrizione del servizio
  - **Pubblicati** in un registro di servizi
  - **Scoperti** mediante un meccanismo standard (a runtime o a tempo di progetto)
  - **Invocati** mediante un'API, solitamente tramite la rete
  - **Composti** con altri servizi

Web service (2)

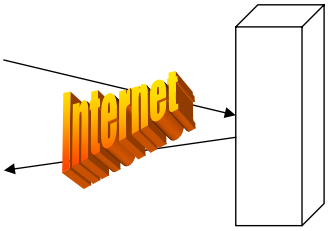
- Componenti software indipendenti dalla piattaforma e dall'implementazione che possono essere:
  - **Descritti** usando un linguaggio di descrizione del servizio
  - **Pubblicati** in un registro di servizi
  - **Scoperti** mediante un meccanismo standard (a runtime o a tempo di progetto)
  - **Invocati** mediante un'API, solitamente tramite la rete
  - **Composti** con altri servizi

Un client non può dire quale linguaggio, sistema operativo o tipo di computer è stato usato

Non possono essere inviati o ricevuti dati binari (ma ci sono eccezioni)

<name>Character data
</name><cost>123.45</cost>

<response>Character data
</response>



Web service (3)

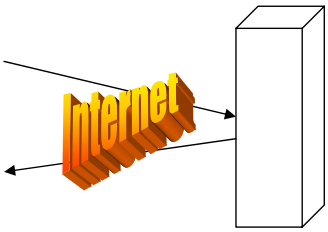
- Componenti software indipendenti dalla piattaforma e dall'implementazione che possono essere:
  - **Descritti** usando un linguaggio di descrizione del servizio
  - **Pubblicati** in un registro di servizi
  - **Scoperti** mediante un meccanismo standard (a runtime o a tempo di progetto)
  - **Invocati** mediante un'API, solitamente tramite la rete
  - **Composti** con altri servizi

Un Web service deve descrivere se stesso: quali tipi di richieste può soddisfare, quali sono gli argomenti, quale è il trasporto

What information do you need?

2 arguments:

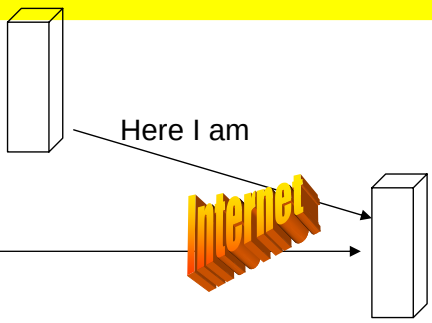
(1) Item name (2) Quantity



Web service (4)

- Componenti software indipendenti dalla piattaforma e dall'implementazione che possono essere:
  - **Descritti** usando un linguaggio di descrizione del servizio
  - **Pubblicati** in un registro di servizi
  - **Scoperti** mediante un meccanismo standard (a runtime o a tempo di progetto)
  - **Invocati** mediante un'API, solitamente tramite la rete
  - **Composti** con altri servizi

Un Web service deve indicare ad un registro di servizi dove è localizzato

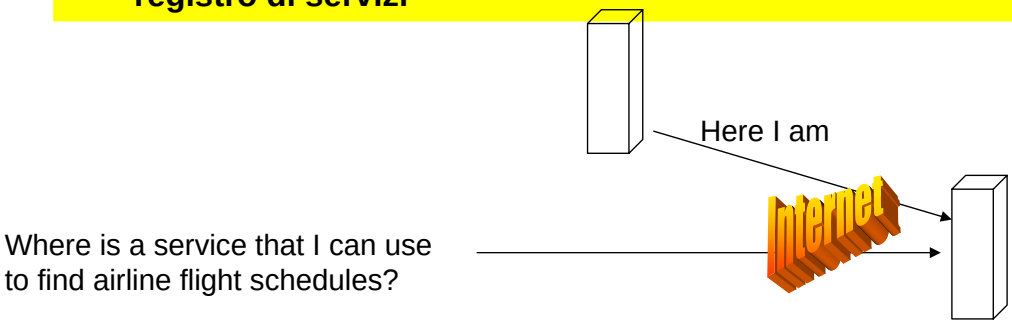


Where is a service that I can use to find airline flight schedules?

Web service (5)

- Componenti software indipendenti dalla piattaforma e dall'implementazione che possono essere:
  - **Descritti** usando un linguaggio di descrizione del servizio
  - **Pubblicati** in un registro di servizi
  - **Scoperti** mediante un meccanismo standard (a runtime o a tempo di progetto)
  - **Invocati** mediante un'API, solitamente tramite la rete
  - **Composti** con altri servizi

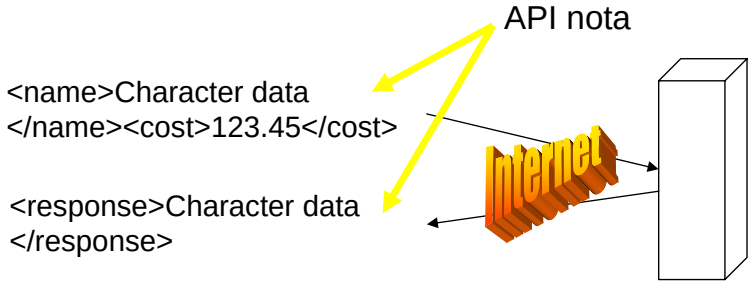
Un potenziale client deve trovare il Web service in un registro di servizi



Web service (6)

- Componenti software indipendenti dalla piattaforma e dall'implementazione che possono essere:
  - **Descritti** usando un linguaggio di descrizione del servizio
  - **Pubblicati** in un registro di servizi
  - **Scoperti** mediante un meccanismo standard (a runtime o a tempo di progetto)
  - **Invocati** mediante un'API, solitamente tramite la rete
  - **Composti** con altri servizi

Gli argomenti ed i tipi di dato restituiti devono essere noti



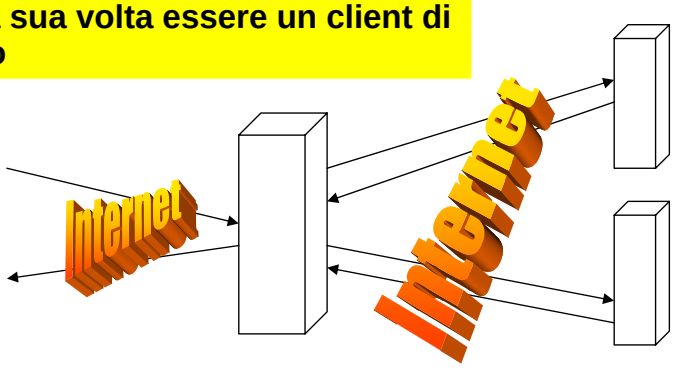
Web service (7)

- Componenti software indipendenti dalla piattaforma e dall'implementazione che possono essere:
  - **Descritti** usando un linguaggio di descrizione del servizio
  - **Pubblicati** in un registro di servizi
  - **Scoperti** mediante un meccanismo standard (a runtime o a tempo di progetto)
  - **Invocati** mediante un'API, solitamente tramite la rete
  - **Composti** con altri servizi

Il servizio può a sua volta essere un client di un altro servizio

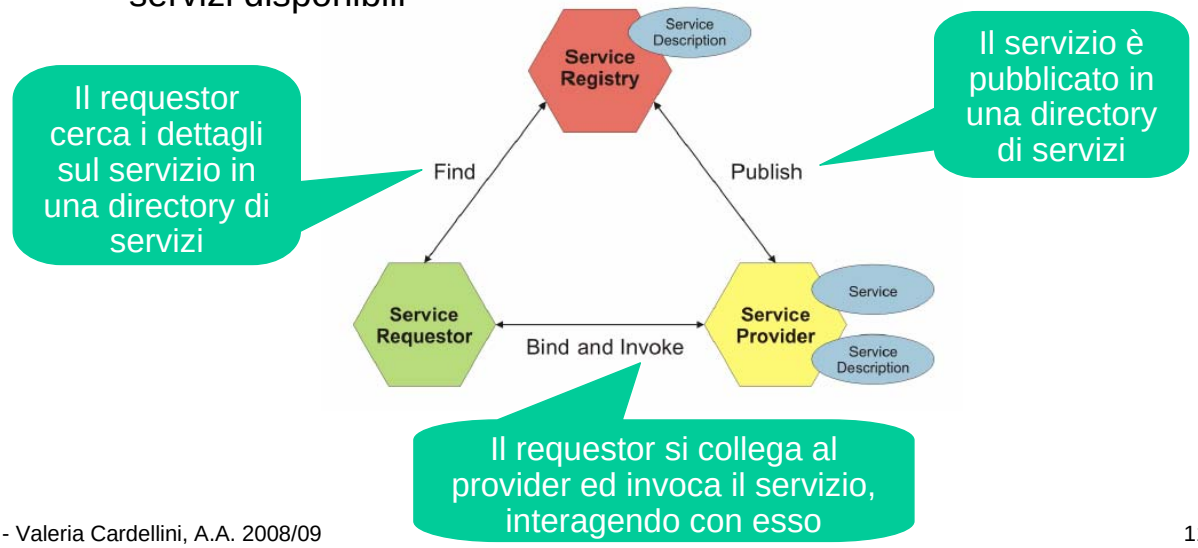
<name>Character data
</name><cost>123.45</cost>

<response>Character data
</response>



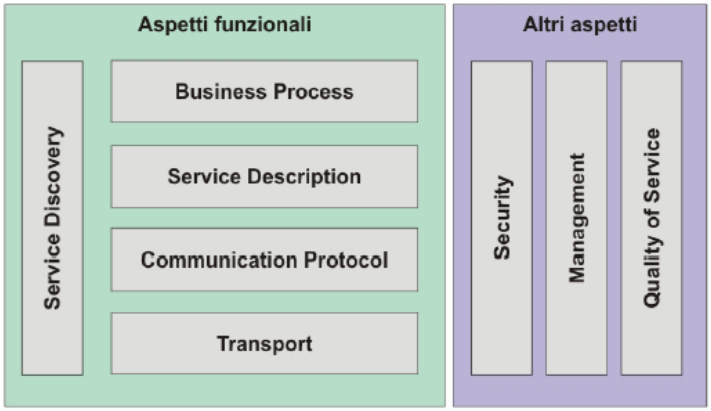
Service Oriented Architecture

- Architettura di riferimento dei Web service: **Service Oriented Architecture** (**SOA**)
  - *Service requestor*: richiede l'esecuzione di un Web service
  - *Service provider*: implementa il servizio e lo rende disponibile sul Web
  - *Service registry*: offre un servizio di pubblicazione e ricerca dei servizi disponibili



Pila protocollare dei Web service

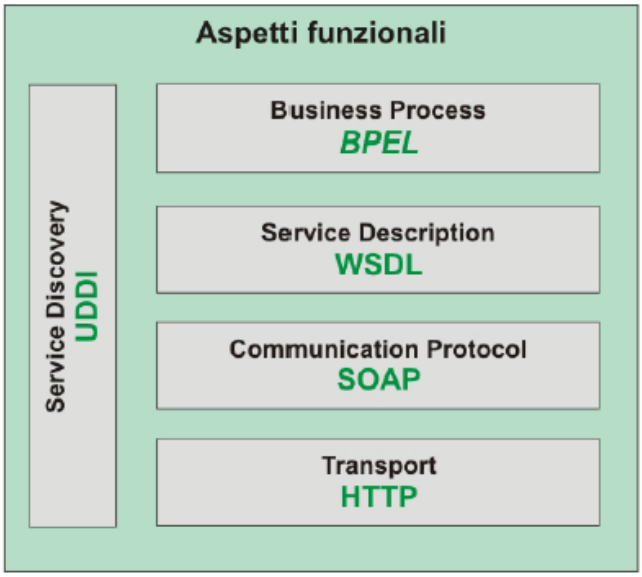
- Aspetti funzionali
  - Protocollo di trasporto: invio e ricezione di richieste e risposte tra requestor e provider
  - Protocollo di comunicazione: scambio di messaggi basato su XML
  - Descrizione del servizio: interfaccia funzionale del servizio
  - Business process: composizione dei servizi
  - Scoperta dei servizi: definizione dei service registry



Standard per i Web service

- Il service provider costruisce e definisce il servizio usando WSDL
  - **Web Services Description Language** (WSDL)
    http://www.w3.org/TR/wsdl.html
    http://www.w3.org/TR/wsdl20-primer/
- Il service provider registra il servizio mediante UDDI
  - **Universal Description Discovery and Integration** (UDDI)
    http://www.uddi.org/
- Il service requestor trova il servizio cercando in un registro UDDI
- Il service requestor si collega al Web service fornito dal service requestor ed invoca le sue operazioni mediante SOAP
  - **Simple Object Access Protocol** (SOAP)
    http://www.w3.org/TR/soap12-part0/

Stack tecnologico dei Web service



XML e Web service

- I Web service si basano sul linguaggio XML perché indipendente da linguaggi, applicazioni e piattaforme specifiche
- XML garantisce
  - Ricchezza espressiva
  - Estendibilità
  - Portabilità
  - Facilità di comprensione
- Gli schemi XML possono essere validati da entrambe le parti che comunicano

Simple Object Access Protocol

- **Simple Object Access Protocol** (SOAP)
- Specifico protocollo di comunicazione tra Web service basato su XML per scambiare dati, invocare procedure remote e codificarne gli esiti usando un protocollo applicativo sottostante (HTTP, SMTP, FTP, …)
  - XML permette di scambiare strutture dati anche complesse nel payload del messaggio SOAP
  - Serializzazione dei dati in XML
- Protocollo leggero, robusto e flessibile
- Indipendente dal sistema operativo e dal linguaggio di programmazione

Motivazioni per SOAP

- Molte applicazioni distribuite comunicano usando RPC tra oggetti distribuiti (ad esempio, DCOM e CORBA)
- HTTP non è progettato per questi oggetti
  - Non è facile adattare ad Internet le chiamate RPC
- Esistono anche problemi di sicurezza per RPC
  - La maggior parte dei firewall e dei proxy server sono impostati per bloccare questo tipo di traffico
- Perché SOAP usa HTTP?
  - HTTP è l'unico vero protocollo firewall-friendly
  - Ampio supporto di HTTP da parte di client e server

Obiettivi di SOAP

- Aumentare l'interoperabilità rispetto a soluzioni proprietarie
  - Ottenibile grazie all'uso di XML e HTTP
- Permettere una facile manutenibilità ed aggiornamento
  - Il formato del payload in XML può essere esteso facilmente
- Eliminare le limitazioni dovute alle politiche di sicurezza
  - L'uso di HTTP e messaggi testuali permette di utilizzare proxy Web
  - Controllo degli header HTTP da parte di firewall

Limitazioni di SOAP

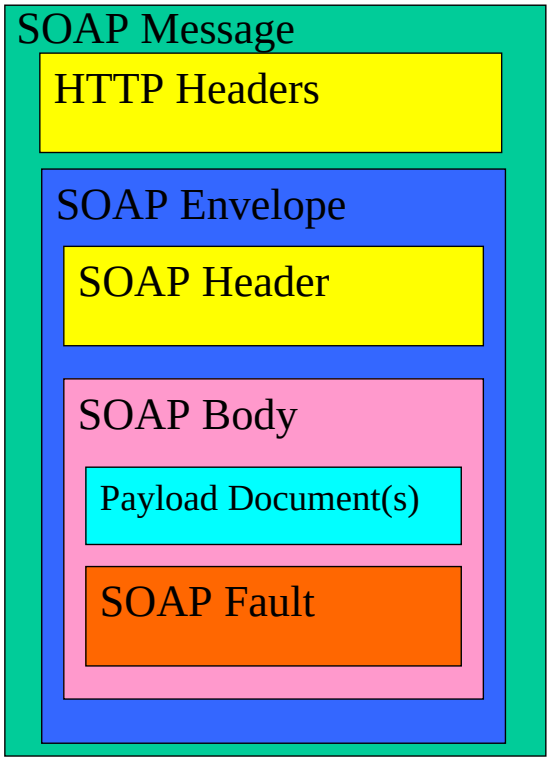
- Non è ottimale a livello di prestazioni
  - I dati sono serializzati in XML
  - La deserializzazione richiede di usare un parser XML per estrarre i dati dal payload
- La comunicazione supportata da SOAP è asincrona e senza persistenza dello stato
  - Come HTTP, SOAP non è in grado di mantenere nativamente informazioni di stato fra una connessione e l'altra
- WS-Security definisce come implementare scambi sicuri con SOAP

Cosa definisce SOAP

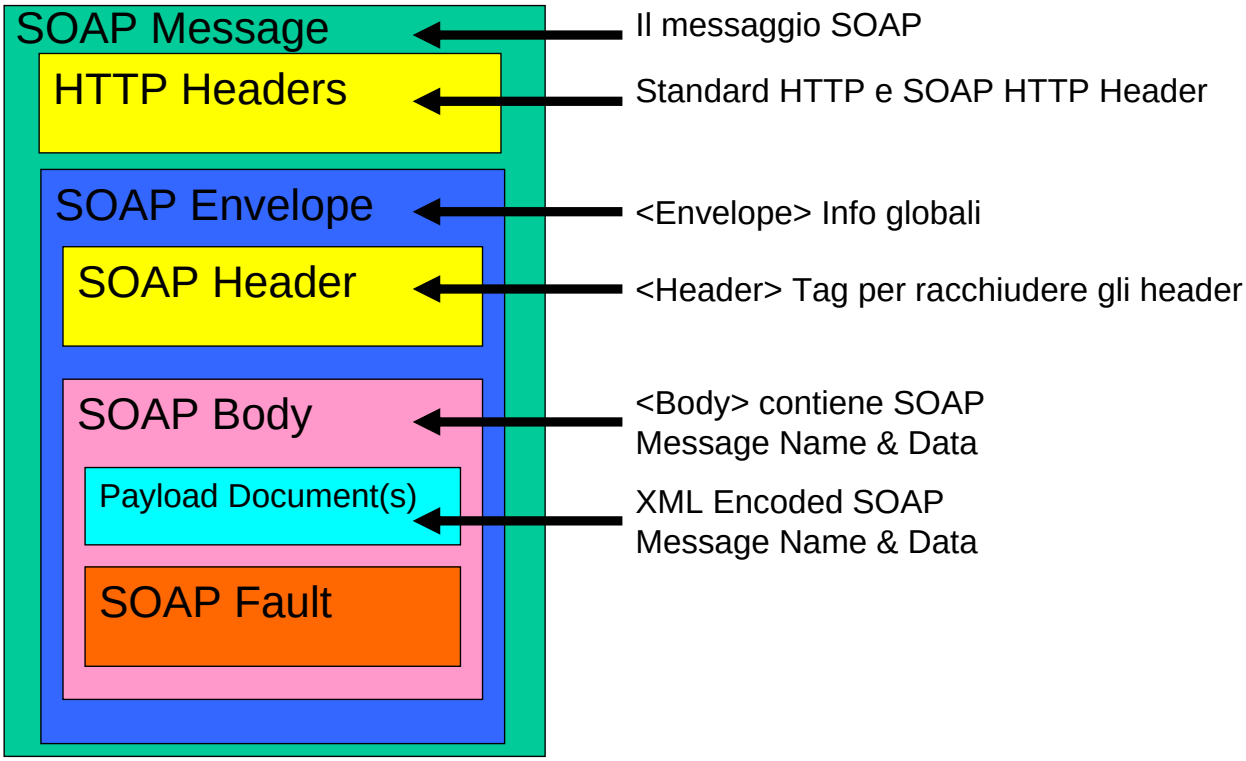
- Specifica della SOAP envelope (busta)
  - Definisce il modo di incapsulare i dati da scambiare fra host
  - In caso di errore definisce il formato del messaggio di fault
- Regole di codifica dei dati
  - Definisce la codifica con cui sono scambiati i dati (es. numeri float)
  - Vengono utilizzate le definizioni di XML schema
- Convenzioni per definire una Remote Procedure Call
  - Definisce come specificare il nome della procedura da chiamare, passare i parametri e ricevere la risposta (valore di ritorno)

Struttura del messaggio SOAP

- SOAP envelope
  - Identifica il documento XML come messaggio SOAP
- SOAP header (opzionale)
  - Contiene informazioni aggiuntive per il processamento del messaggio
- SOAP body
  - Contenuto vero e proprio del messaggio
  - Contiene chiamate o risposte
- SOAP fault
  - Contiene informazioni su eventuali errori occorsi durante il processamento



Struttura del messaggio SOAP (2)



Struttura del messaggio SOAP (3)

```
<SOAP:Envelope xmlns:SOAP=
    "http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
        <SOAP:Header>
            <!-- Content of header goes here -->
            …
        </SOAP:Header>
        <SOAP:Body>
            <!– Content of body goes here -->
            …
        </SOAP:Body>
</SOAP:Envelope>
```

Esempio richiesta SOAP su HTTP

```
POST /travelservice
    Content-Type: text/xml; charset="utf-8"
    Content-Length: nnnn
    SOAPAction: "http://www.acme-travel.com/flightinfo"
```

Header della richiesta HTTP (utilizza il metodo POST)

```
<SOAP:Envelope
    xmlns:SOAP="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">

    <SOAP:Body>
        <m:GetFlightInfo
            xmlns:m="http://www.acme-travel.com/flightinfo"
            SOAP:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
            xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
            xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
            <airlineName xsi:type="xsd:string">UL
            </airlineName>
                <flightNumber xsi:type="xsd:int">506
                </flightNumber>
        </m:GetFlightInfo>
    </SOAP:Body>
</SOAP:Envelope>
```

Envelope della richiesta SOAP

Esempio risposta SOAP su HTTP

```
HTTP/1.1 200 OK
    Content-Type: text/xml; charset="utf-8"
    Content-Length: xxx
```

Header della risposta HTTP

```
<SOAP:Envelope
    xmlns:SOAP="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">

    <SOAP:Body>
        <m:GetFlightInfoResponse
            xmlns:m="http://www.acme-travel.com/flightinfo"
            SOAP:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
            xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
            xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
            <flightInfo>
                <gate xsi:type="xsd:int">10</gate>
                <status xsi:type="xsd:string">ON TIME</status>
            </flightInfo>
        </m:GetFlightInfoResponse>
    </SOAP:Body>
</SOAP:Envelope>
```

Envelope della risposta SOAP (contiene il valore di ritorno)

Descrizione dei servizi

- Una volta che il Web service è attivo, come fanno i service requestor a sapere come richiedere il servizio?
  - SOAP non basta: specifica solo la struttura del messaggio
- Per garantire l'interoperabilità fra sistemi eterogenei è necessario un meccanismo che permetta a requestor e provider di capire l'esatta struttura ed il tipo di dati dei messaggi
  - Occorre dire al requestor quale tipo di messaggio XML può inserire nel body del messaggio SOAP
- **Web Services Description Language** (WSDL) è un IDL basato su XML e consente di descrivere un servizio in modo strutturato
- Un documento WSDL fornisce la descrizione funzionale del servizio (la sua interfaccia), specificando il formato dei messaggi di richiesta e di risposta

Web Service Description Language

- Un file WSDL è un tipo di documento XML contenente informazioni sul servizio riguardanti
  - La semantica delle interfaccia
  - Dettagli amministrativi per la chiamata ad un Web service
- Quando un service requestor vuole usare un Web service
  - Individua il servizio (ad es. tramite UDDI)
  - Richiede il file WSDL
  - Analizza il file WSDL per determinare
    - La locazione del servizio
    - Le chiamate dei metodi ed i parametri
    - Come accedere ai metodi
  - Crea una richiesta SOAP
  - Invia la richiesta SOAP al servizio

Cosa descrive WSDL?

- Le operazioni (o metodi) forniti dal servizio
- Dettagli sui formati dei dati e sui protocolli necessari per accedere al servizio
  - XML Schema
- Dettagli sulla locazione del servizio
  - Variano a secondo del protocollo di trasmissione usato
  - Ad es.: URL, indirizzo di e-mail, …

Architettura di WSDL

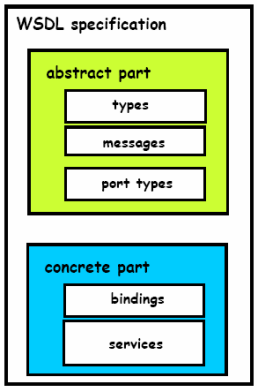
- WSDL descrive i Web service, iniziando con i messaggi che possono essere scambiati tra requestor e provider
- I messaggi sono descritti prima in modo astratto; in seguito vengono aggiunte informazioni pratiche sui protocolli di rete ed i formati dei messaggi
- Un messaggio consiste in una collezione di elementi tipati
- Uno scambio di messaggi è definito una operation
- Una collezione di operation è definita un portType
- Un service contiene una collezione di port
- Ogni port è l'implementazione di un portType e include tutti i dettagli concreti necessari al verificarsi della comunicazione

Descrizione di un servizio

- Un documento WSDL è formato da 7 elementi, corrispondenti a parti dell'applicazione
  - message
  - operation
  - portType
  - type

  } Descrizione astratta
  - binding
  - port
  - service

  } Descrizione concreta



- Un documento WSDL è composto da 2 sezioni:
  - Descrizione **astratta**: specifica l'insieme dei messaggi di scambio per interagire col servizio
    - Generalizzabile, flessibile e facilmente estendibile
  - Descrizione **concreta**: contiene i dettagli dell'interazione tra requestor e provider, dipendenti dal protocollo di accesso al servizio

WSDL: descrizione astratta

- type
  - Per definire i tipi di dato usati all'interno del documento
  - Definito usando XML Schema come type system
- message
  - Definizione astratta e tipata dei dati scambiati tra requestor e provider, contenente i parametri di richiesta e di risposta
  - Può essere un messaggio di input, output o fault
- portType
  - Combinano i messaggi con lo scopo di definire l'interazione
  - Di solito uno per documento WSDL
  - Corrisponde al servizio stesso
  - Composto da un insieme di elementi operation
- operation
  - Specifica i nomi delle operazioni, gli input e output
  - Vengono specificati i messaggi scambiati durante l'operazione

Esempio WSDL: descrizione astratta

```
<message name="GetFlightInfoInput">
        <part name="airlineName" type="xsd:string"/>
        <part name="flightNumber" type="xsd:int"/>
    </message>
<message name="GetFlightInfoOutput">
        <part name="flightInfo" type="fixsd:FlightInfoType"/>
    </message>
<message name="CheckInInput">
        <part name="body" element="eticketxsd:Ticket"/>
    </message>
<portType name="AirportServicePortType">
        <operation name="GetFlightInfo">
            <input message="tns:GetFlightInfoInput"/>
            <output message="tns:GetFlightInfoOutput"/>
        </operation>
        <operation name="CheckIn">
            <input message="tns:CheckInInput"/>
        </operation>
</portType>
```


WSDL: descrizione concreta

- binding
  - Fornisce i dettagli per l'implementazione delle operazioni contenute in un portType
  - Specifica il protocollo di trasporto e la codifica dei dati (HTTP, SOAP, …)
- port
  - Specifica l'indirizzo di rete del servizio con cui effettuare la connessione
- service
  - Una collezione di port correlati
  - Permette di raggruppare tutti i portType, in modo che sia immediatamente leggibile e comprensibile per un utente quali sono i port supportati da un determinato servizio
    - Ad esempio, tutti i port associati ad una transazione che richiede più passi

Esempio WSDL: descrizione concreta

```
<binding name = "AirportServiceSoapBinding"
            type = "tns:AirportServicePortType">
      <soap:binding transport = "http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/>
      <operation name = "GetFlightInfo">
         <soap:operation style = "rpc"
            soapAction = "http://acme-travel/flightinfo"/>
         <input>
            <soap:body use = "encoded"
               namespace = "http://acme-travel.com/flightinfo"
               encodingStyle = "http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"/>
         </input>
         <output>
            <soap:body use="encoded"
               namespace="http://acme-travel.com/flightinfo"
               encodingStyle= "http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"/>
         </output>
      </operation>
      <operation name="CheckIn">
         <soap:operation style="document"
            soapAction="http://acme-travel.com/checkin"/>
         <input>
            <soap:body use="literal"/>
         </input>
      </operation>
   </binding>
```


Esempio WSDL: descrizione concreta (2)

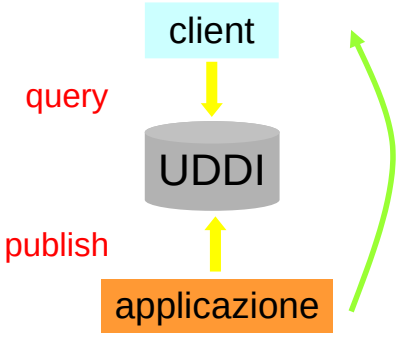
```
<service name="travelservice">
      <port name="travelservicePort"
            binding="tns:AirportServiceSoapBinding">
         <soap:address location=
            "http://acmetravel.com/travelservice"/>
      </port>
</service>
```

Universal Description Discovery Integration

- **Universal Description, Discovery, Integration** (UDDI) è un servizio di directory basato su XML che permette ai service provider di rendere pubblica la presenza dei Web service offerti ed ai service requestor di localizzare i Web service
  - Senza UDDI, due applicazioni possono comunicare solo se già si conoscono, conoscono i servizi offerti e la loro localizzazione
- UDDI è un servizio globale condiviso tra server differenti sparsi in tutto il mondo, anche se non organizzati secondo una struttura gerarchica
  - I diversi server possono condividere i dati mediante un protocollo di replicazione
- UDDI si basa su SOAP per la trasmissione dei messaggi

Interazione con UDDI

- UDDI definisce API standard per la pubblicazione o la scoperta delle informazioni nei service directory
- Due azioni principali
  - Registrazione
  - Scoperta



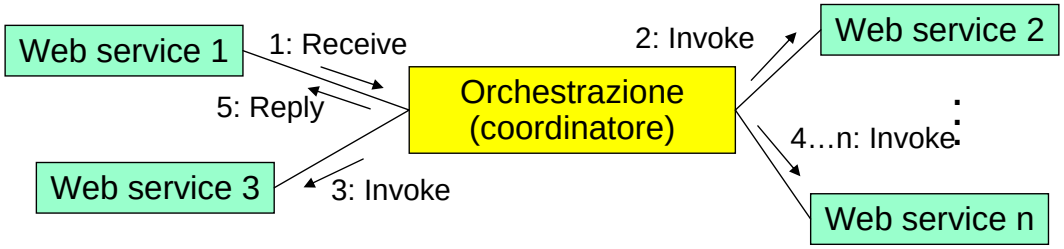
- La sicurezza di UDDI è un aspetto importante
  - *Problema*: un concorrente potrebbe cancellare il servizio di un altro publisher
  - *Soluzione*: autenticazione dei publisher
  - Ogni server mantiene traccia dei publisher e di cosa hanno pubblicato
  - Solo chi ha pubblicato un servizio è autorizzato a modificarlo o cancellarlo

Composizione di servizi

- Composizione: implementare un servizio Web la cui logica richiede l'invocazione di operazioni offerte da altri servizi Web
  - Si ottiene un nuovo servizio a valore aggiunto componendo le funzionalità di servizi già esistenti
- Col crescere del numero dei servizi, nasce la necessità di avere tecnologie per la composizione dei servizi che ricordano quelle dei sistemi di workflow
  - L'obiettivo è combinare più servizi al fine di realizzare attività complesse che coinvolgono diversi partner aziendali
- Necessità di infrastrutture apposite per supportare gli sviluppatori (Web Service Composition Middleware)
- Due approcci per la composizione dei servizi: coreografia e orchestrazione

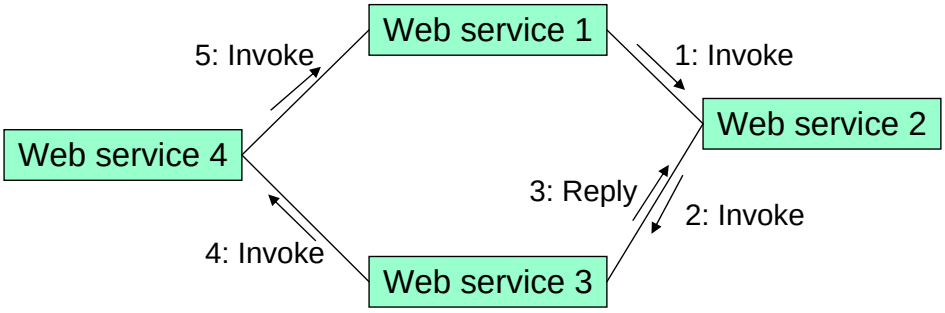
Orchestrazione

- Coordinatore centralizzato (broker) che controlla i Web service coinvolti e coordina l'esecuzione delle differenti operazioni
- I singoli servizi non sanno di prendere parte ad un business process a livello di astrazione più elevato
- Solo il coordinatore conosce gli obiettivi della composizione e gestisce l'ordine e la logica delle invocazioni dei servizi, nonché il relativo passaggio dei dati
- Linguaggio BPEL (Business Process Execution Language) come linguaggio standard de facto



Coreografia

- Collaborazione tra entità di pari livello
- Ogni servizio coinvolto nella composizione sa quando eseguire le operazioni e con quali servizi interagire
- Tutti i partecipanti alla coreografia sono consapevoli della logica del business process, delle operazioni da eseguire e dei messaggi da scambiare



Esempi di Web service

- Esempi di codice (anche semplici Web service)
  - http://www.xmethods.com/
- Amazon Web services
  - http://aws.amazon.com/

Piattaforme per Web service

- I Web service sono basati su tecnologie “aperte”
  - Garanzia di interoperabilità
- Esistono molti framework per sviluppare applicazioni che utilizzano la tecnologia dei Web service, ad es:
  - Eclipse Web Tools
  - Microsoft .NET
  - Sun Java Metro
- Tutti i framework condividono lo stesso insieme di tecnologie
- Apache Axis (http://ws.apache.org/axis2/)
  - E’ un SOAP engine
  - Implementazione di servizi in Java (Axis2)