Luca Cabibbo

Architettura dei Sistemi Software

Invocazione remota: gRPC

dispensa asw830

ottobre 2024

These are my principles.
If you don't like them,
I have others.

Groucho Marx

- Riferimenti

- Luca Cabibbo. **Architettura del Software**: Strutture e Qualità. Edizioni Efesto, 2021.
  - Capitolo 23, Invocazione remota
- gRPC
  - https://grpc.io/
- Protocol Buffers
  - https://developers.google.com/protocol-buffers/docs/overview
- Fowler, M. Presentation Model. 2004.
  - https://martinfowler.com/eaaDev/PresentationModel.html

- Obiettivi e argomenti

- Obiettivi
  - presentare gRPC – un framework per l'invocazione remota
  - introdurre il pattern Presentation Model
- Argomenti
  - introduzione a gRPC
  - esempi
  - discussione

* Introduzione a gRPC

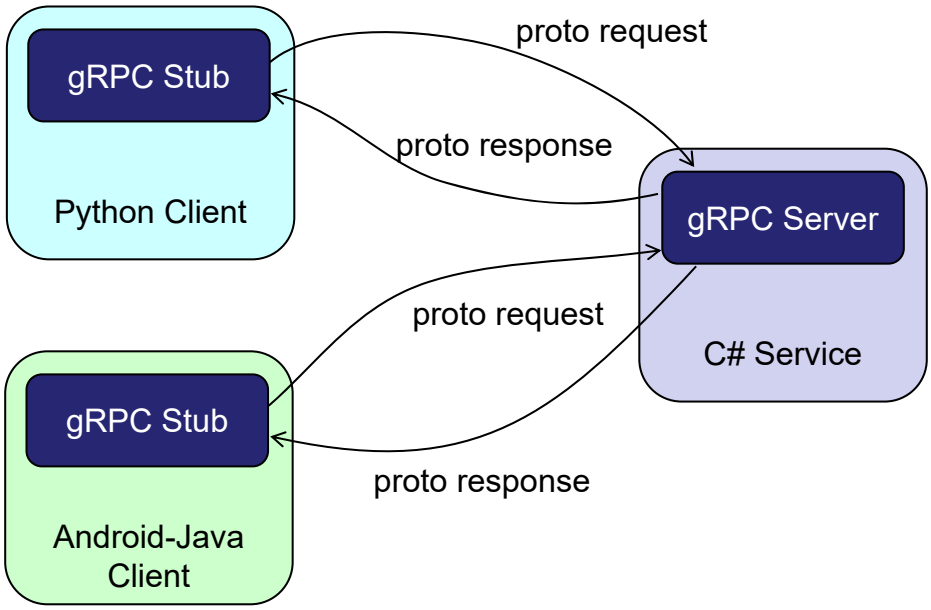
- **gRPC** è un framework per l'invocazione remota (RPC) moderno, ad alte prestazioni e interoperabile
  - inizialmente sviluppato da Google, ora è open source
  - utilizza i Protocol Buffers sia come formato di interscambio che come IDL (Interface Definition Language) – inoltre utilizza HTTP/2 come protocollo di trasporto
  - consente di generare proxy (sia lato server che lato client) per una decina di linguaggi di programmazione – tra cui C#, Go, Java, Node.js e Python
  - fornisce caratteristiche come l'autenticazione, lo streaming bidirezionale e il controllo del flusso, invocazioni bloccanti e non bloccanti, timeout e cancellazioni
  - gli scenari di utilizzo includono l'invocazione remota nei sistemi distribuiti (ad es., tra microservizi) e la comunicazione tra dispositivi mobili e client web con i servizi di backend

- gRPC

- In pratica, gRPC consente a un'applicazione o servizio client di chiamare un metodo di un'applicazione o servizio server, in esecuzione su un computer remoto, come se fosse una chiamata locale – per semplificare la realizzazione di sistemi distribuiti
  - per definire un servizio distribuito, bisogna prima specificare la sua interfaccia – ovvero le operazioni che possono essere invocate remotamente, con i loro parametri e i loro tipi di ritorno
  - a partire da questa interfaccia, gRPC genera i proxy (lato server e lato client) per l'invocazione remota
  - nell'architettura esagonale, è possibile poi utilizzare questi proxy per realizzare gli adattatori – inbound (lato server) e outbound (lato client) – per completare i connettori tra i servizi applicativi server e client

gRPC

- I client e i server gRPC possono essere definiti in modo flessibile e interoperabile
  - possono essere realizzati in linguaggi di programmazione differenti, e possono comunicare in una varietà di ambienti



- Introduzione a Protocol Buffers

- Il framework gRPC adotta (per default) Protocol Buffers come formato per la serializzazione e l'interscambio dei dati tra servizi remoti
  - è però possibile usare anche altri linguaggi e formati dei dati – ad es., JSON
- *Protocol Buffers* è un linguaggio per la serializzazione di dati strutturati, da usare (ad es.) nei protocolli di comunicazione
  - è neutrale rispetto ai linguaggi di programmazione e alle piattaforme, ed è estensibile
  - si pensi a XML – ma più semplice e più veloce

Protocol Buffers

- In pratica, con *Protocol Buffers* la struttura dei dati da serializzare va specificata in un file *proto* – un file di testo con estensione .proto
  - i dati sono strutturati in "messaggi" – ogni *messaggio* è sostanzialmente un record, composto da una sequenza di campi

```
message Person {
   int32 id = 1;
   string firstName = 2;
   string lastName = 3;
}
```

  - dopo aver specificato le strutture di dati di interesse, il compilatore protoc consente di genere il codice per gestire tali strutture di dati nel linguaggio di programmazione preferito

Protocol Buffers

```
message Person {
    int32 id = 1;
    string firstName = 2;
    string lastName = 3;
}
```

- Con riferimento al codice generato da protoc (in questo esempio, per Java), ecco come creare una struttura di dati che rappresenta una persona – si usa il design pattern *Builder* [GoF]

```
Person person =
   Person.newBuilder()
      .setId(42)
      .setFirstName("Mario")
      .setLastName("Rossi")
      .build();
```

  - ed ecco come accedere a questa struttura di dati

```
... person.getId() ...
... person.getFirstName() ...
... person.getLastName() ...
```


- Definizione di un servizio gRPC

- gRPC adotta Protocol Buffers anche come IDL (Interface Definition Language) per specificare l'interfaccia dei servizi remoti
  - l'interfaccia di un servizio distribuito può essere specificata in un file *proto* – bisogna definire le operazioni del servizio, nonché i loro messaggi di richiesta e quelli di risposta

```
/* Il servizio HelloService. */
service HelloService {
   /* il servizio definisce una sola operazione sayHello */
   rpc sayHello(HelloRequest) returns (HelloReply) {}
}

/* Il messaggio di richiesta di sayHello contiene il nome. */
message HelloRequest {
    string name = 1;
}

/* Il messaggio di risposta di sayHello contiene il saluto. */
message HelloReply {
   string greeting = 1;
}
```

* Esempi

- Vengono ora mostrati alcuni esempi di utilizzo di gRPC
  - un semplice servizio per saluti
  - il servizio **restaurant-service** per la gestione di un insieme di ristoranti – nell'ambito di un'applicazione **efood** per la gestione di un servizio di ordinazione e spedizione a domicilio di pasti da ristoranti, su scala nazionale

- Il servizio Hello

- Si consideri un semplice servizio per generare dei saluti, la cui logica di business è definita come segue

```
package asw.hello.domain;

import org.springframework.stereotype.Service;

@Service
public class HelloService {

   public String sayHello(String name) {

      return "Hello, " + name + "!";

   }

}
```

  - vogliamo esporre questo servizio come un servizio remoto gRPC

- Definizione dell'interfaccia del servizio

- Per prima cosa, bisogna specificare l'interfaccia del servizio mediante un file *proto* – il file HelloService.proto

```
syntax = "proto3";

option java_multiple_files = true;
option java_package = "asw.hello.grpc.proto";

/* Il servizio HelloService. */
service HelloService {
   /* il servizio definisce una sola operazione sayHello */
   rpc sayHello(HelloRequest) returns (HelloReply) {}
}

/* Il messaggio di richiesta di sayHello contiene il nome. */
message HelloRequest {
    string name = 1;
}

/* Il messaggio di risposta di sayHello contiene il saluto. */
message HelloReply {
   string greeting = 1;
}
```


Definizione dell'interfaccia del servizio

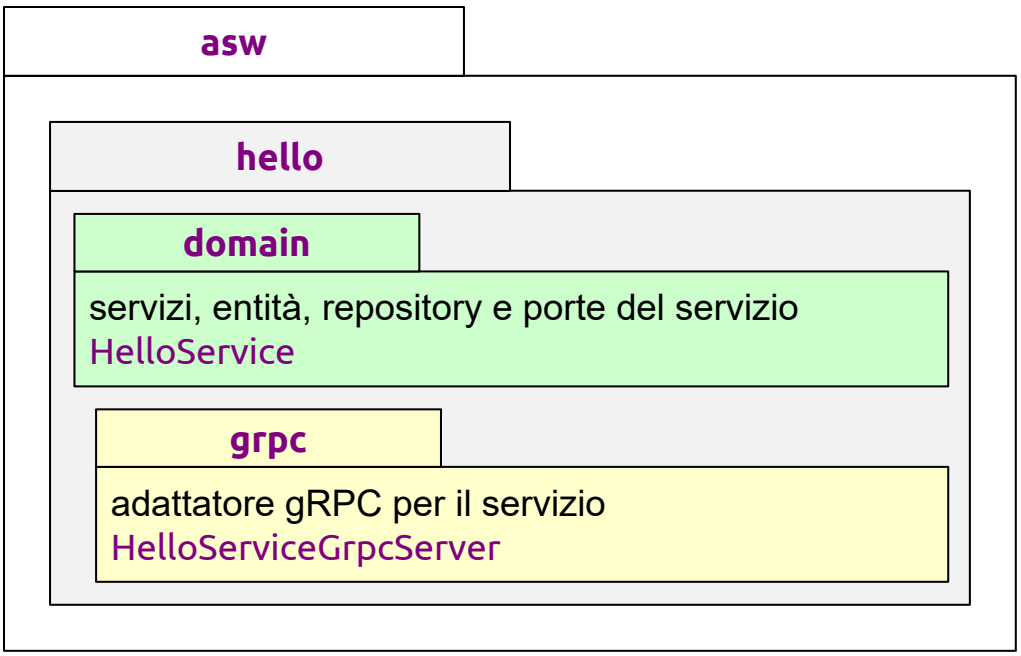
- A partire dal file HelloService.proto, il compilatore di interfacce gRPC per Java genera il package asw.hello.grpc.proto che contiene
  - una classe HelloServiceGrpc – che rappresenta il servizio e i suoi proxy (sia lato server che lato client) – con le seguenti classi interne
    - una classe HelloServiceGrpc.HelloServiceImplBase – lo skeleton (proxy lato server) per il servizio
    - le classi HelloServiceGrpc.HelloServiceBlockingStub e HelloServiceGrpc.HelloServiceFutureStub – due stub (proxy lato client) per il servizio, da usare con modalità diverse
  - le classi HelloRequest e HelloReply – che rappresentano i messaggi (di richiesta e risposta) per l'invocazione del servizio
  - questo package può essere utilmente condiviso tra il client e il server – ciascuno utilizzerà solo le classi di interesse

- Server Grpc

- Lato server, bisogna definire un server gRPC per il servizio
  - lo realizziamo come un'applicazione Spring Boot
  - applicando l'architettura esagonale, dobbiamo definire un inbound adapter per questo servizio
    - a tal fine, definiamo il package asw.hello.grpc con una classe HelloServiceGrpcServer che implementa il server gRPC (ovvero, l'adattatore inbound gRPC) per il servizio Hello

Architettura esagonale

- Architettura esagonale del servizio **hello**



Server Grpc

- Lato server, la classe HelloServiceGrpcServer implementa il server gRPC

```
package asw.hello.grpc;

import asw.hello.domain.HelloService;

import asw.hello.grpc.proto.*;

import io.grpc.*;
import io.grpc.stub.*;

import jakarta.annotation.*;
import java.io.IOException;

import org.springframework.beans.factory.annotation.Value;

@Component
public class HelloServiceGrpcServer {

    ... vedi dopo ...

}
```

in **rosso** indichiamo il codice che dipende da gRPC

Server Grpc

- Nella classe HelloServiceGrpcServer sono necessarie alcune definizioni preliminari standard

```
@Autowired
private HelloService helloService;

@Value("${asw.helloservice.grpc.port}")
private int port;

private Server server;

@PostConstruct
public void start() throws IOException {
    this.server = ServerBuilder.forPort(port)
                .addService( new HelloServiceImpl() )
                .build().start();
}

@PreDestroy
public void stop() {
    if (server != null) { server.shutdown(); }
}
```

```
# application.properties
asw.helloservice.grpc.port=50051
```

classe che estende lo skeleton, da definire

Parentesi: @PostConstruct e @PreDestroy

- Nel framework Spring (ma anche in altri framework a componenti e basati su contenitori) è comune l'uso di alcune annotazioni
  - l'inizializzazione dello stato di un componente (o bean) va effettuata in un metodo annotato **@PostConstruct**
    - i metodi annotati in questo modo vengono eseguiti dopo la costruzione (da parte del contenitore) di un'istanza del componente – dopo l'iniezione delle dipendenze, ma prima che sia possibile invocare i metodi del componente
    - a tal fine, non è invece opportuno definire dei costruttori
  - l'eventuale deallocazione delle risorse del componente (o bean) va effettuata in un metodo annotato **@PreDestroy**
    - i metodi annotati in questo modo vengono eseguiti subito prima della distruzione (da parte del contenitore) di un'istanza del componente

Server Grpc

- Il collegamento tra il server gRPC e il servizio helloService viene realizzato mediante la classe interna HelloServiceImpl – che deve estendere lo skeleton HelloServiceGrpc.HelloServiceImplBase

```
private class HelloServiceImpl
            extends HelloServiceGrpc.HelloServiceImplBase {

   @Override
   public void sayHello(HelloRequest request,
             StreamObserver<HelloReply> responseObserver) {

      String name = request.getName();
      String greeting = helloService.sayHello(name);
      HelloReply reply = HelloReply.newBuilder()
                .setGreeting(greeting)
                .build();
      responseObserver.onNext(reply);
      responseObserver.onCompleted();

   }

}
```

Server Grpc

- Il collegamento tra il server gRPC e il servizio helloService viene realizzato mediante la classe interna HelloServiceImpl – che deve estendere lo skeleton HelloServiceGrpc.HelloServiceImplBase
  - questa classe è il cuore dell'adattatore (lato server) – il ruolo di un adattatore inbound è quello di interpretare richieste del client (in questo caso, richieste gRPC), trasformarle in richieste all'oggetto adattato (in questo caso, il servizio helloService), ottenere risposte dall'adattato, trasformarle in risposte al client
  - si noti pertanto l'adattamento svolto dal metodo sayHello per gestire una chiamata tramite gRPC
    - estrae i parametri della chiamata dall'oggetto richiesta request
    - invoca l'operazione richiesta del servizio helloService e ottiene il risultato
    - a partire dal risultato, crea l'oggetto risposta reply
    - richiede la trasmissione della risposta reply al client

- Client Grpc

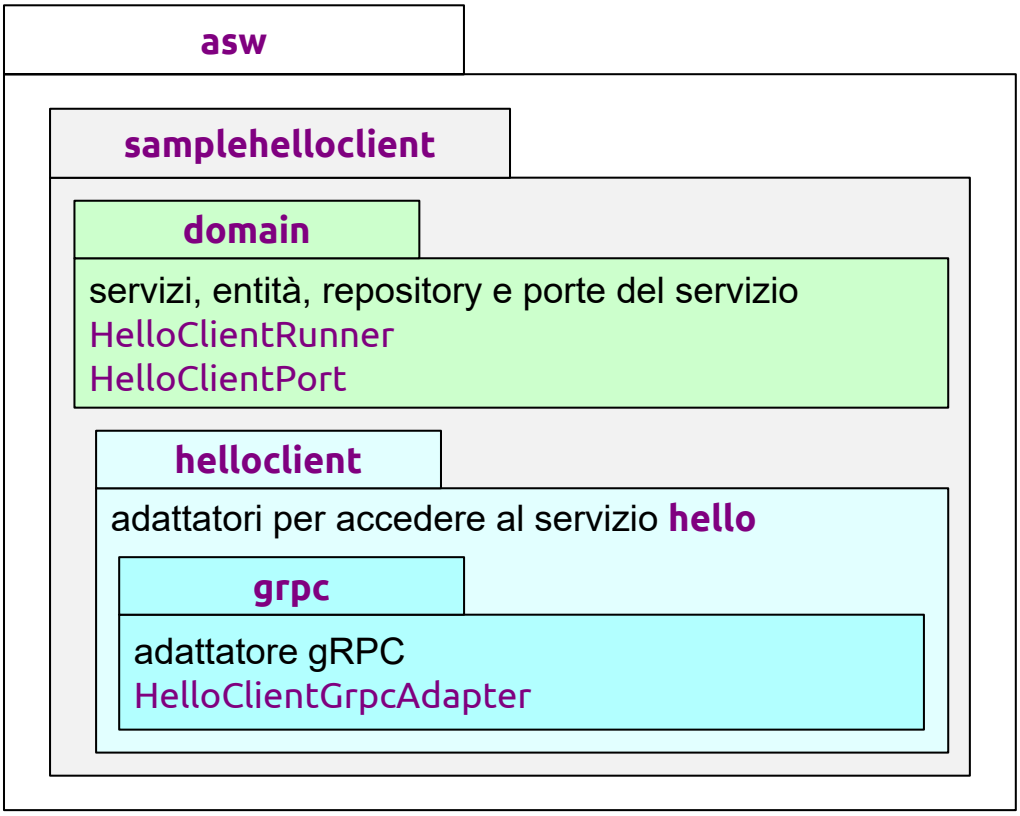
- Il lato client è evidentemente relativo a un'altra applicazione o servizio che vuole accedere, in questo esempio, al servizio Hello
  - supponiamo che sia un'altra applicazione Spring Boot, il cui package di base è asw.samplehelloclient
  - nel suo dominio va definita un'interfaccia richiesta (una porta) HelloClientPort per accedere al servizio Hello

```
package asw.samplehelloclient.domain;

public interface HelloClientPort {

   public String sayHello(String name);

}
```

  - applicando l'architettura esagonale, va definito un outbound adapter per accedere al servizio Hello, che implementa questa porta/interfaccia
    - definiamo il package asw.samplehelloclient.helloclient.grpc con la classe HelloClientGrpcAdapter

Architettura esagonale

- Architettura esagonale del servizio **sample-hello-client**



Client Grpc

- Che cosa faccia il client finale di questo servizio è, in effetti, poco rilevante per la nostra discussione
  - tuttavia, ecco una porzione di esempio del nostro client – si noti la dipendenza dalla sola porta HelloClientPort – e soprattutto che il client non dipende in alcun modo da gRPC

```
package asw.samplehelloclient.domain;

import ...;

@Component
public class HelloClientRunner implements CommandLineRunner {

   @Autowired
   private HelloClientPort helloClientAdapter;

   public void run(String[] args) {

      ... helloClientAdapter.sayHello("Luca") ...
      ... helloClientAdapter.sayHello("World") ...

   }

}
```

Client Grpc

- Lato client, la classe HelloClientGrpcAdapter implementa l'adattatore gRPC per l'accesso al servizio Hello

```
package asw.samplehelloclient.helloclient.grpc;

import asw.samplehelloclient.domain.HelloClientPort;
import asw.hello.grpc.proto.*;

import io.grpc.*;

import java.util.concurrent.*;
import com.google.common.util.concurrent.ListenableFuture;

import org.springframework.stereotype.Service;
import org.springframework.beans.factory.annotation.Value;
import jakarta.annotation.*;

@Service
public class HelloClientGrpcAdapter implements HelloClientPort {

    ... vedi dopo ...

}
```


Client Grpc

- Anche nella classe HelloClientGrpcAdapter sono necessarie alcune definizioni preliminari standard

```
@Value("${asw.helloservice.grpc.host}")
private String host;
@Value("${asw.helloservice.grpc.port}")
private int port;

private ManagedChannel channel;
private HelloServiceGrpc.HelloServiceBlockingStub blockingStub;
private HelloServiceGrpc.HelloServiceFutureStub futureStub;
```

```
# application.properties
asw.helloservice.grpc.host=localhost
asw.helloservice.grpc.port=50051
```

  - intuitivamente
    - il channel rappresenta una connessione gRPC con uno specifico server (localizzato mediante host e porta)
    - i due stub (blocking e future) sono dei proxy per l'invocazione remota, in modalità sincrona e asincrona, rispettivamente – in effetti, è sufficiente usare solo lo stub di interesse

Client Grpc

- Anche nella classe HelloClientGrpcAdapter sono necessarie alcune definizioni preliminari standard
  - metodi di supporto all'inizializzazione e alla deallocazione della connessione gRPC

```
@PostConstruct
public void init() {
   this.channel = ManagedChannelBuilder.forAddress(host, port)
                     .usePlaintext()
                     .build();
   this.blockingStub = HelloServiceGrpc.newBlockingStub(channel);
   this.futureStub = HelloServiceGrpc.newFutureStub(channel);
}

@PreDestroy
public void shutdown() throws InterruptedException {
   channel.shutdown().awaitTermination(5, TimeUnit.SECONDS);
}
```


Client Grpc

- Ecco il metodo sayHello della classe HelloClientGrpcAdapter, che implementa l'accesso all'operazione remota

```
public String sayHello(String name) {

   String greeting = null;
   HelloRequest request = HelloRequest.newBuilder()
                             .setName(name).build();
   try {
      HelloReply reply =
                   blockingStub.sayHello(request);   // bloccante
      greeting = reply.getGreeting();
   } catch (StatusRuntimeException e) {
      ... gRPC failed ...
   }
   return greeting;

}
```

  - in questo caso è stato utilizzato il blockingStub

Client Grpc

- In questo caso, l'adapter (lato client) realizza un adattamento tra il client – che è la logica di business del servizio (che vuole fare chiamate Java) – e l'adattato – che è il server remoto gRPC (che vuole ricevere chiamate gRPC)
  - il ruolo di un adattatore outbound è quello di interpretare richieste della logica di business tramite una porta inbound (in questo caso, richieste Java), trasformarle in richieste all'entità esterna adattata (in questo caso, richieste gRPC al servizio **hello**), ottenere risposte dall'entità esterna adattata, trasformarle in risposte alla logica di business

Client Grpc

- In questo caso, l'adapter (lato client) realizza un adattamento tra il client – che è la logica di business del servizio (che vuole fare chiamate Java) – e l'adattato – che è il server remoto gRPC (che vuole ricevere chiamate gRPC)
  - si noti pertanto l'adattamento svolto dal metodo sayHello per effettuare una chiamata tramite gRPC
    - crea l'oggetto richiesta request che codifica i parametri dell'invocazione remota
    - invoca l'operazione remota tramite lo stub – in questo caso il blockingStub – e ottiene la risposta reply dal server
    - estrae il risultato dalla risposta reply e lo restituisce al suo chiamante

Client Grpc

- Alcune osservazioni
  - il server gRPC non riceverà questo oggetto richiesta request – infatti potrebbe essere realizzato con un linguaggio di programmazione differente! – piuttosto, riceverà un oggetto che è un clone di questa richiesta request
  - in modo analogo, il client gRPC non riceverà l'oggetto risposta reply che viene creato dal server – piuttosto, riceverà un oggetto che è un clone di una tale risposta reply
  - tra il servizio client e il servizio server (che, in questo caso, vogliono uno fare richieste Java e l'altro ricevere richieste Java) ci sono in mezzo due adattatori – uno lato client (da Java a gRPC) e uno lato server (da gRPC a Java)
  - i messaggi scambiati in rete per l'invocazione del servizio sono conformi alla specifica di Protocol Buffers

Client Grpc

- Una variante del metodo sayHello, che implementa l'accesso all'operazione remota mediante il futureStub

```
public String sayHello(String name) {

   String greeting = null;
   HelloRequest request = HelloRequest.newBuilder()
                              .setName(name).build();
   try {
      ListenableFuture<HelloReply> futureReply =
            futureStub.sayHello(request);     // non bloccante
      ... qui è possibile eseguire altre azioni ...
      HelloReply reply = futureReply.get();    // bloccante
      greeting = reply.getGreeting();
   } catch (StatusRuntimeException e) {
      ... gRPC failed ...
   } catch (InterruptedException | ExecutionException e) {
      ... other exceptions ...
   }
   return greeting;

}
```

- Discussione

- Ecco alcune considerazioni su gRPC
  - consente di esporre un servizio e di invocarlo remotamente
  - l'interfaccia del servizio viene definita (in modo neutrale rispetto ai linguaggi di programmazione supportati) usando un file *proto*
  - dal file *proto* vengono generati i proxy lato server e lato client per il servizio
  - è necessario scrivere del codice aggiuntivo sia lato server che lato client, per collegare la logica di business con i proxy
    - nell'architettura esagonale, vanno realizzati gli adapter inbound e outbound per il servizio, in due "esagoni" diversi

Discussione

- Ulteriori considerazioni su gRPC
  - nel file *proto*, è possibile specificare messaggi con campi ripetuti (come sarà discusso più avanti)
  - le operazioni del servizio possono effettuare lo streaming lato client (il client invia uno stream di richieste), lo streaming lato server (il server invia uno stream di risposte) e lo streaming bidirezionale
    - qui consideriamo solo l'RPC "unario" – senza streaming
  - le operazioni possono essere invocate in modo bloccante oppure non bloccante
  - è possibile definire dei timeout e richiedere la cancellazione delle invocazioni (sia da parte del client che da parte del server)
  - è possibile l'autenticazione
  - un'invocazione remota può terminare con un'eccezione StatusRuntimeException (discusso più avanti)

Discussione – errori

- gRPC può generare degli errori (eccezioni remote) in varie circostanze – ad es., un fallimento della rete o connessioni non autenticate – a cui sono associati diversi codici di stato
  - errori generali

Case	Status code
Client application cancelled the request	GRPC_STATUS_CANCELLED
Deadline expired before server returned status	GRPC_STATUS_DEADLINE_EXCEEDED
Method not found on server	GRPC_STATUS_UNIMPLEMENTED
Server shutting down	GRPC_STATUS_UNAVAILABLE
Server threw an exception (or did something other than returning a status code to terminate the RPC)	GRPC_STATUS_UNKNOWN

Discussione – errori

- errori di rete

Case	Status code
No data transmitted before deadline expires. Also applies to cases where some data is transmitted and no other failures are detected before the deadline expires	GRPC_STATUS_DEADLINE_EXCEEDED
Some data transmitted (for example, the request metadata has been written to the TCP connection) before the connection breaks	GRPC_STATUS_UNAVAILABLE

Discussione – errori

- errori di protocollo

Case	Status code
Could not decompress but compression algorithm supported	GRPC_STATUS_INTERNAL
Compression mechanism used by client not supported by the server	GRPC_STATUS_UNIMPLEMENTED
Flow-control resource limits reached	GRPC_STATUS_RESOURCE_EXHAUSTED
Flow-control protocol violation	GRPC_STATUS_INTERNAL
Error parsing returned status	GRPC_STATUS_UNKNOWN
Unauthenticated: credentials failed to get metadata	GRPC_STATUS_UNAUTHENTICATED
Invalid host set in authority metadata	GRPC_STATUS_UNAUTHENTICATED
Error parsing response protocol buffer	GRPC_STATUS_INTERNAL
Error parsing request protocol buffer	GRPC_STATUS_INTERNAL

Discussione – semantica

- Semantica dell'invocazione remota di gRPC
  - *attenzione, la fonte sono alcune discussioni su Stack Overflow, ma non ho trovato documentazione ufficiale in proposito*
  - la semantica di default di gRPC sembra essere *maybe* – anche se qualcuno parla di *at-most once*
  - inoltre, è possibile configurare un client gRPC per la ritrasmissione automatica dei messaggi in caso di errori – in questo caso la semantica sembra essere *at-least once*

Discussione – concorrenza

- Con gRPC, il server esegue le operazioni remote in modo concorrente
  - il server gRPC vive in un processo distinto da quello dei client gRPC – che possono essere molti, e accedere al server in modo concorrente
  - ciascuna diversa invocazione remota viene eseguita nell'ambito di un thread (lato server) differente e separato
    - dunque, il server gRPC potrebbe essere occupato nell'esecuzione concorrente di più operazioni remote
  - attenzione dunque a possibili interferenze nell'esecuzione di operazioni concorrenti
    - ad es., potrebbe essere utile (ma talvolta è invece dannoso) dichiarare synchronized i metodi remoti – i metodi "sincronizzati" di uno stesso oggetto vengono sempre eseguiti in modo mutuamente esclusivo da thread separati

Discussione – presentation model

- Con gRPC e Protocol Buffers, la comunicazione tra client e server avviene mediante delle strutture di dati che sono nettamente distinte da quelle usate nel dominio delle applicazioni client e server
  - in questo semplice esempio
    - le strutture di dati usate nel dominio sia del client che del server sono delle semplici stringhe (per il nome e per il saluto)
    - le strutture di dati utilizzate nella comunicazione corrispondono ai messaggi del file *proto* – che rappresentano richieste, risposte e altri messaggi
  - questa è un'applicazione del pattern *Presentation Model* (discusso di seguito)

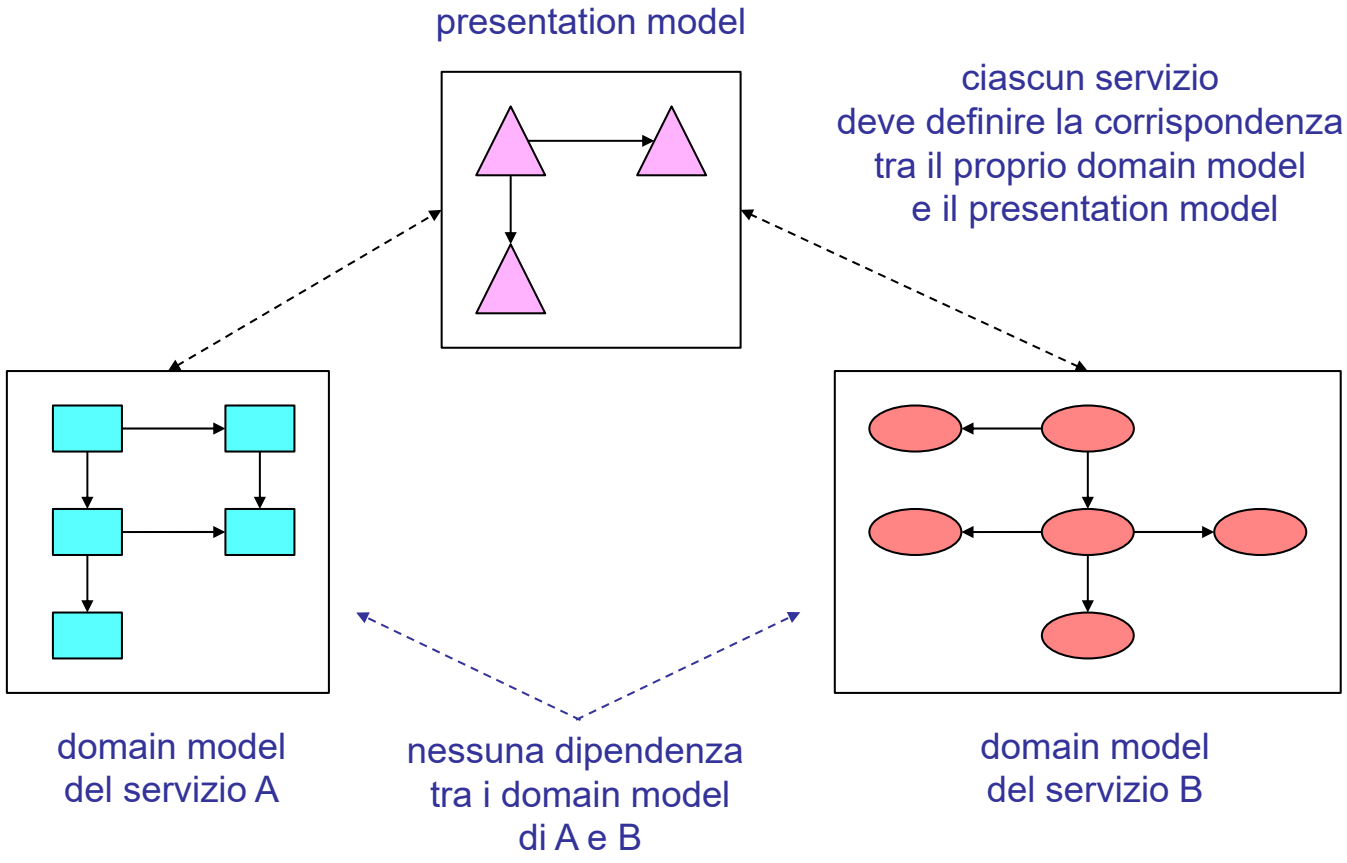
- Presentation model

- Pattern *Presentation Model*
  - all'interno di un servizio applicativo, i dati sono organizzati sulla base di un "modello di dominio"
  - tuttavia, nell'interazione con altri servizi applicativi o entità esterne, questo pattern suggerisce di organizzare i dati sulla base di un "modello di presentazione"
    - un "modello di presentazione" è basato su una "rappresentazione" degli oggetti di dominio specifica per l'interazione con altre entità – che è in genere differente dalla rappresentazione del modello di dominio
    - questo è utile, ad es., se gli oggetti di dominio contengono dati privati che non è opportuno trasmettere in rete, oppure per consentire di variare le strutture di dati usate nel dominio di un servizio senza dover cambiare l'interfaccia del servizio

Presentation model

- Pattern *Presentation Model*
  - l'interazione con altri servizi applicativi o entità esterne può essere basata sull'utilizzo di adapter
    - ciascun adapter deve in genere effettuare una trasformazione tra il modello di dominio del proprio servizio e il modello di presentazione usato nella comunicazione con un altro servizio
    - nell'interazione tra due servizi, ciascun servizio deve conoscere solo il proprio modello di dominio ("privato") e il presentation model (condiviso con l'altro servizio) – pertanto ognuno dei servizi è completamente disaccoppiato dal modello di dominio dell'altro servizio

Presentation model



- Il servizio restaurant-service

- Consideriamo ora il servizio **restaurant-service** per la gestione di un insieme di ristoranti – nell'ambito di un'applicazione **efood** per la gestione di un servizio di ordinazione e spedizione a domicilio di pasti da ristoranti, su scala nazionale – già introdotto in una dispensa precedente
  - la gestione dei ristoranti avviene tramite il servizio **RestaurantService**
  - i ristoranti sono definiti come un'entità JPA **Restaurant** – con attributi **id**, **name** e **location**
  - internamente al servizio, i ristoranti vengono acceduti da una base di dati mediante un repository **RestaurantRepository**

Il servizio RestaurantService

- La gestione dei ristoranti avviene tramite il servizio **RestaurantService**, con le seguenti operazioni

```
package asw.efood.restaurantservice.domain;

import ...

@Service
public class RestaurantService {

   ...

   public Restaurant createRestaurant(String name, String location) {
      ...
   }

   public Restaurant getRestaurant(Long id) { ... }

   public Collection<Restaurant> getAllRestaurants() { ... }

}
```


- Definizione dell'interfaccia del servizio

- Il file RestaurantService.proto specifica l'interfaccia del servizio

```
syntax = "proto3";

option java_multiple_files = true;
option java_package = "asw.efood.restaurantservice.api.grpc";

service RestaurantService {

  rpc createRestaurant(CreateRestaurantRequest)
         returns (CreateRestaurantReply) {}

  rpc getRestaurant(GetRestaurantRequest)
         returns (GetRestaurantReply) {}

  rpc getAllRestaurants(GetAllRestaurantsRequest)
         returns (GetAllRestaurantsReply) {}

}
```

  - da questo, verrà generato il package asw.efood.restaurantservice.api.grpc con la classe RestaurantServiceGrpc per i proxy – da condividere tra server e client

Definizione dell'interfaccia del servizio

- Il file RestaurantService.proto specifica l'interfaccia del servizio

```
message CreateRestaurantRequest {
  string name = 1;
  string location = 2;
}

message CreateRestaurantReply {
  int64 restaurantId = 1;
}
```

```
message GetRestaurantRequest {
  int64 restaurantId = 1;
}

message GetRestaurantReply {
  int64 restaurantId = 1;
  string name = 2;
  string location = 3;
}
```

```
message GetAllRestaurantsRequest {
}

message GetAllRestaurantsReply {
  repeated GetRestaurantReply restaurants = 1;
}
```

  - questi messaggi definiscono un modello di presentazione "neutrale" per interagire con il nostro servizio

- Server Grpc

- Lato server, la classe RestaurantServiceGrpcServer nel package asw.efood.restaurantservice.grpc implementa l'adattatore inbound per gRPC per il nostro servizio

```
package asw.efood.restaurantservice.grpc;

import asw.efood.restaurantservice.domain.*;

import asw.efood.restaurantservice.api.grpc.*;

import ...

@Component
public class RestaurantServiceGrpcServer {

    ... vedi dopo ...

}
```

Server Grpc

- Nella classe RestaurantServiceGrpcServer è necessaria innanzitutto l'iniezione del servizio RestaurantService

```
@Autowired
private RestaurantService restaurantService;
```

  - in questo modo, l'adattatore può invocare le operazioni definite dalla logica di business del servizio

Server Grpc

- Nella classe RestaurantServiceGrpcServer sono poi necessarie anche alcune definizioni preliminari standard per l'utilizzo di GRPC

```
@Value("${asw.efood.restaurantservice.grpc.port}")
private int port;

private Server server;

@PostConstruct
public void start() throws IOException {
    this.server = ServerBuilder.forPort(port)
              .addService( new RestaurantServiceImpl() )
              .build().start();
}

@PreDestroy
public void stop() {
    if (server != null) { server.shutdown(); }
}
```

```
# application.properties
asw.efood.restaurantservice.grpc.port=50052
```

Server Grpc

- Il collegamento tra il server gRPC e il servizio restaurantService è realizzato mediante la classe interna RestaurantServiceImpl

```
private class RestaurantServiceImpl
        extends RestaurantServiceGrpc.RestaurantServiceImplBase {

   @Override
   public void createRestaurant(...) { ... }

   @Override
   public void getRestaurant(...) { ... }

   @Override
   public void getAllRestaurants(...) { ... }

}
```

  - nell'implementazione di queste operazioni, si noti l'adattamento tipico di un adapter (in questo caso di tipo inbound, lato server) – e l'adattamento tra il modello di dominio interno del servizio e il modello di presentazione usato con gRPC

Server Grpc

- L'operazione createRestaurant

```
public void createRestaurant(CreateRestaurantRequest request,
      StreamObserver<CreateRestaurantReply> responseObserver) {

   String name = request.getName();
   String location = request.getLocation();
   Restaurant restaurant =
         restaurantService.createRestaurant(name, location);
   CreateRestaurantReply reply =
         CreateRestaurantReply.newBuilder()
                .setRestaurantId(restaurant.getId())
                .build();
   responseObserver.onNext(reply);
   responseObserver.onCompleted();

}
```

Server Grpc

- L'operazione getRestaurant

```
public void getRestaurant(GetRestaurantRequest request,
      StreamObserver<GetRestaurantReply> responseObserver) {

   Long restaurantId = request.getRestaurantId();
   Restaurant restaurant =
         restaurantService.getRestaurant(restaurantId);
   GetRestaurantReply reply = GetRestaurantReply.newBuilder()
                .setRestaurantId(restaurant.getId())
                .setName(restaurant.getName())
                .setLocation(restaurant.getLocation())
                .build();
   responseObserver.onNext(reply);
   responseObserver.onCompleted();

}
```

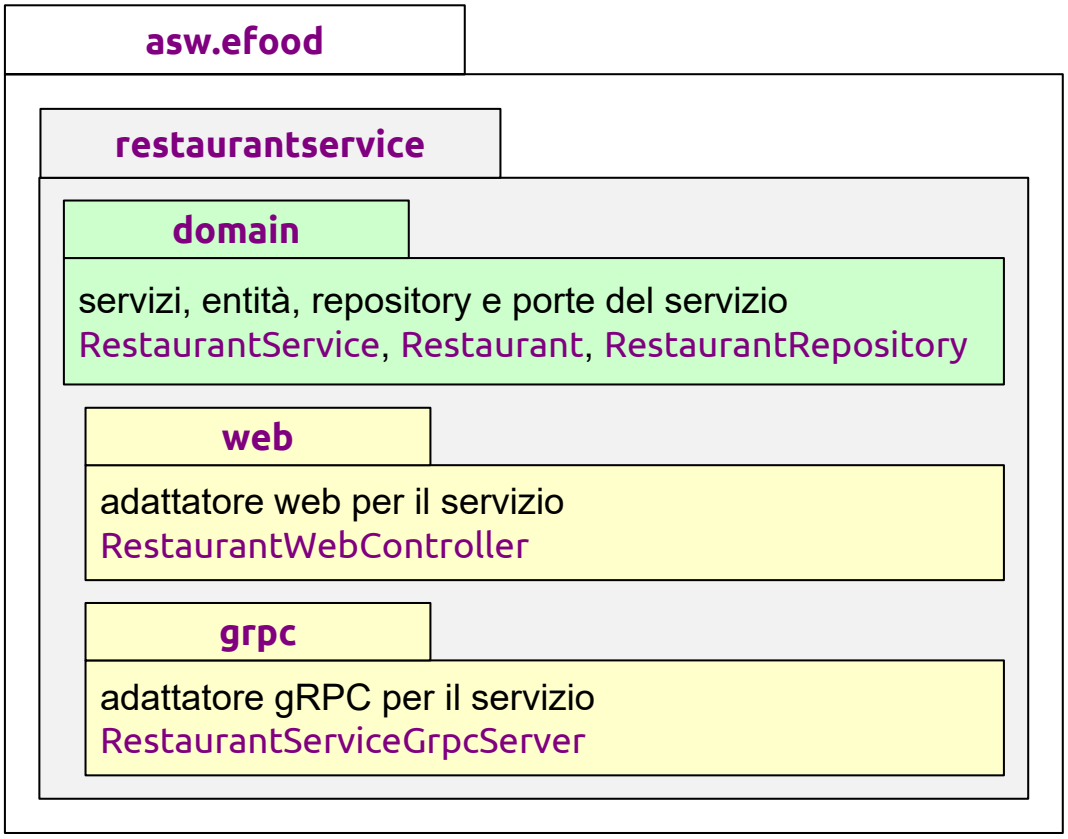

Server Grpc

- L'operazione getAllRestaurants

```
public void getAllRestaurants(GetAllRestaurantsRequest request,
      StreamObserver<GetAllRestaurantsReply> responseObserver) {

   Collection<Restaurant> restaurants =
         restaurantService.getAllRestaurants();
   List<GetRestaurantReply> rr = restaurants.stream()
         .map(restaurant -> GetRestaurantReply.newBuilder()
                .setRestaurantId(restaurant.getId())
                .setName(restaurant.getName())
                .setLocation(restaurant.getLocation())
                .build())
         .collect(Collectors.toList());
   GetAllRestaurantsReply reply =
         GetAllRestaurantsReply.newBuilder()
                .addAllRestaurants(rr)
                .build();
   responseObserver.onNext(reply);
   responseObserver.onCompleted();

}
```

Architettura esagonale del servizio

- Architettura esagonale del servizio applicativo **restaurant-service**



- Client Grpc

- Il lato client è un'altra applicazione o servizio che vuole accedere, in questo esempio, al servizio **restaurant-service**
  - supponiamo che sia un'altra applicazione Spring Boot, il cui package di base è asw.efood.samplerestaurantclient
  - nel package asw.efood.samplerestaurantclient.domain va definita un'interfaccia richiesta (una porta) RestaurantClientPort per accedere al servizio dei ristoranti
  - poi, applicando l'architettura esagonale, va definito un outbound adapter per accedere al servizio dei ristoranti
    - a tal fine, definiamo il package asw.efood.samplerestaurantclient.restaurantclient.grpc con la classe RestaurantClientGrpcAdapter

Client Grpc

- Lato client, l'interfaccia RestaurantClientPort

```
package asw.efood.samplerestaurantclient.domain;

import java.util.*;

public interface RestaurantClientPort {

    Long createRestaurant(String name, String location);
    Restaurant getRestaurant(Long restaurantId);
    List<Restaurant> getAllRestaurants();

}
```

  - questa è sostanzialmente la controparte dell'interfaccia del servizio RestaurantService nel dominio del server

Client Grpc

- Lato client, nello stesso package, definiamo anche una classe Restaurant
  - che è la controparte dall'entità Restaurant nel dominio del server

```
public class Restaurant {

   private Long id;
   private String name;
   private String location;

    … costruttori e metodi get, set e toString …

}
```

  - si tratta però una classe diversa dalla classe Restaurant nel dominio del server – in particolare, non è un'entità

Client Grpc

- Attenzione, l'interfaccia lato client per il servizio dei ristoranti potrebbe anche essere definita diversamente dall'interfaccia del servizio lato server – e potrebbe anche far riferimento a un modello di dominio differente
  - ad es., potrebbe essere definita così – ma noi consideriamo la definizione precedente

```
/* Definizione alternativa dell'interfaccia del servizio
 * per i ristoranti. */
public interface ServizioRistoranti {

    Long crea(String nome, String città);
    Ristorante getRistorante(Long id);
    List<Ristorante> getRistoranti();

}

public class Ristorante {
    ...
}
```


Client Grpc

- Anche in questo caso, che cosa faccia il client finale di questo servizio è poco rilevante per la nostra discussione
  - tuttavia, ecco una porzione di esempio del nostro client – si noti la dipendenza dall'interfaccia/porta RestaurantClientPort – e soprattutto che il client non dipende in alcun modo da gRPC

```
package asw.efood.samplerestaurantclient.domain;

import ...;

@Component
public class RestaurantClientRunner implements CommandLineRunner {

   @Autowired
   private RestaurantClientPort restaurantClientAdapter;

   public void run(String[] args) {

      ... restaurantClientAdapter.getRestaurant(42L) ...

   }

}
```

Client Grpc

- Lato client, la classe RestaurantClientGrpcAdapter

```
package asw.efood.samplerestaurantclient.restaurantclient.grpc;

import asw.efood.samplerestaurantclient.domain.*;

import asw.efood.restaurantservice.api.grpc.*;

import ...;

@Service
public class RestaurantClientGrpcAdapter
                implements RestaurantClientPort {

   ... vedi dopo ...

}
```


Client Grpc

- Alcune definizioni preliminari nella classe RestaurantClientGrpcAdapter

```
@Value("${asw.efood.restaurantservice.grpc.host}")
private String host;
@Value("${asw.efood.restaurantservice.grpc.port}")
private int port;
```

```
# application.properties
asw.efood.restaurantservice.grpc.host=localhost
asw.efood.restaurantservice.grpc.port=50052
```

```
private ManagedChannel channel;
private HelloServiceGrpc.HelloServiceBlockingStub blockingStub;
```

Client Grpc

- Alcune definizioni preliminari nella classe RestaurantClientGrpcAdapter
  - metodi di supporto all'inizializzazione ed alla deallocazione della connessione con il server gRPC

```
@PostConstruct
public void init() {
   this.channel = ManagedChannelBuilder.forAddress(host, port)
                     .usePlaintext()
                     .build();
   this.blockingStub =
         RestaurantServiceGrpc.newBlockingStub(channel);
}

@PreDestroy
public void shutdown() throws InterruptedException {
   channel.shutdown().awaitTermination(5, TimeUnit.SECONDS);
}
```


Client Grpc

- Il metodo createRestaurant

```
public Long createRestaurant(String name, String location) {

   Long restaurantId = null;
   CreateRestaurantRequest request =
         CreateRestaurantRequest.newBuilder()
            .setName(name)
            .setLocation(location)
            .build();
   try {
      CreateRestaurantReply reply =
                     blockingStub.createRestaurant(request);
      restaurantId = reply.getRestaurantId();
   } catch (StatusRuntimeException e) { ... gRPC failed ... }
   return restaurantId;

}
```

  - si noti l'adattamento tipico di un adapter (in questo caso outbound, lato client) – e l'adattamento tra il modello di dominio interno e il modello di presentazione usato con gRPC

Client Grpc

- Il metodo getRestaurant

```
public Restaurant getRestaurant(Long restaurantId) {

   Restaurant restaurant = null;
   GetRestaurantRequest request =
         GetRestaurantRequest.newBuilder()
            .setRestaurantId(restaurantId).build();
   try {
      GetRestaurantReply reply =
                     blockingStub.getRestaurant(request);
      if (reply!=null) {
         restaurant = new Restaurant(
                           reply.getRestaurantId(),
                           reply.getName(),
                           reply.getLocation());
      }
   } catch (StatusRuntimeException e) { ... gRPC failed ... }
   return restaurant;

}
```

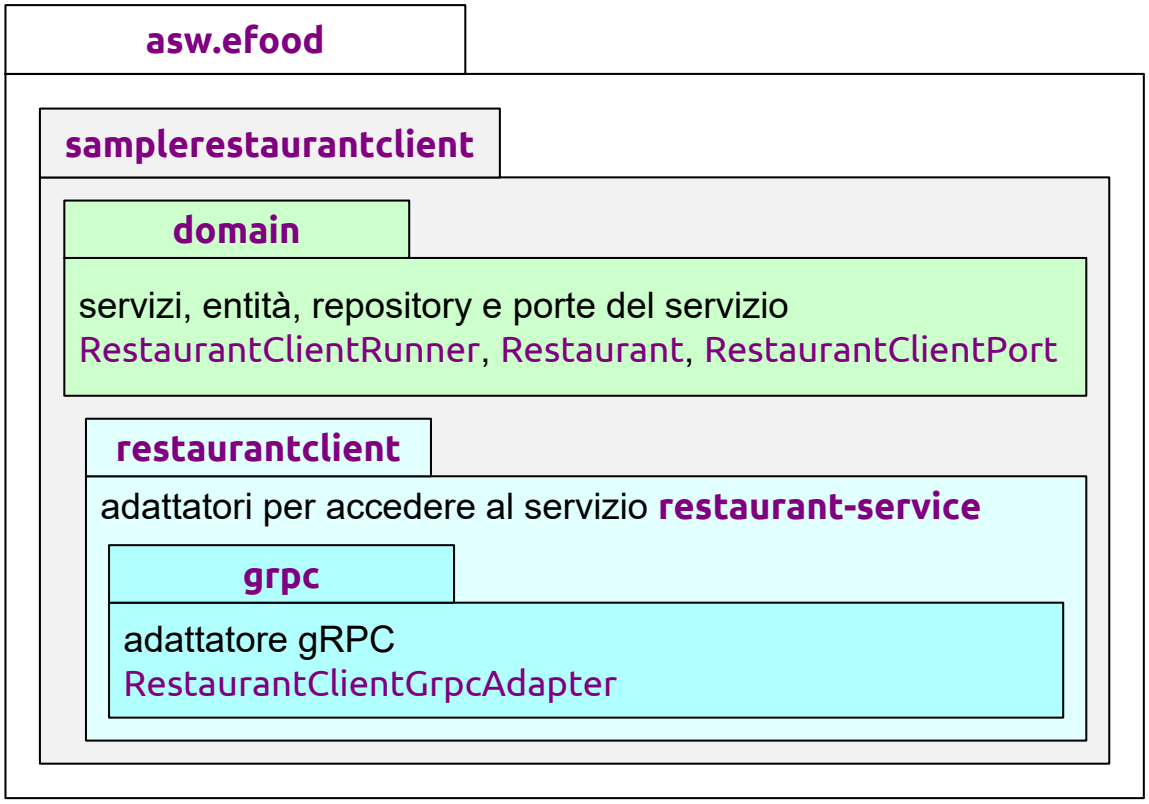

Client Grpc

- Il metodo getAllRestaurants

```
public List<Restaurant> getAllRestaurants() {

   List<Restaurant> restaurants = null;
   GetAllRestaurantsRequest request =
         GetAllRestaurantsRequest.newBuilder().build();
   try {
      GetAllRestaurantsReply reply =
                     blockingStub.getAllRestaurants(request);
      if (reply!=null) {
         restaurants = reply.getRestaurantsList().stream()
            .map( restaurant -> new Restaurant(
                                 restaurant.getRestaurantId(),
                                 restaurant.getName(),
                                 restaurant.getLocation()) )
            .collect(Collectors.toList());
      }
   } catch (StatusRuntimeException e) { ... gRPC failed ...}
   return restaurants;

}
```

Architettura esagonale del servizio

- Architettura esagonale del servizio **sample-restaurant-client**



- Esercizio

- In un precedente esercizio è stato richiesto di estendere il servizio per la gestione dei ristoranti con la gestione dei menu dei ristoranti
  - nel dominio del servizio dei ristoranti, il menu **RestaurantMenu** di un ristorante **Restaurant** è un elenco di **MenuItem** (ciascuno con un id, un nome e un prezzo)
  - andavano definite un'operazione per trovare il menu di un ristorante e un'operazione per creare il menu di un ristorante
  - qui si chiede
    - lato server, di esporre queste funzionalità mediante gRPC
    - lato client, di invocare queste funzionalità
    - si supponga che, nel dominio del client, un ristorante **Restaurant** abbia una lista di **RestaurantMenuItem** (ciascuno con un id, una descrizione e un prezzo) – infatti, il modello di dominio del server e del client possono essere strutturati in modi differenti

* Discussione

- gRPC è un framework open source per l'invocazione remota (RPC), moderno, ad alte prestazioni e interoperabile
  - l'uso di gRPC (come di altri framework e strumenti di RPC e RMI) richiede
    - la specifica dell'interfaccia del servizio da esporre remotamente, mediante un IDL – in questo caso, basata su Protocol Buffers
    - la scrittura di adapter lato server e lato client per il servizio – scritti con riferimento ai proxy (lato server e lato client) generati automaticamente da gRPC
    - i dati scambiati tra server e client vengono in genere rappresentati da un opportuno Presentation Model – in questo caso, quello generato automaticamente tramite Protocol Buffers a partire dal file *proto*
    - attenzione alla semantica dell'invocazione remota