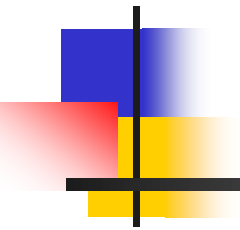
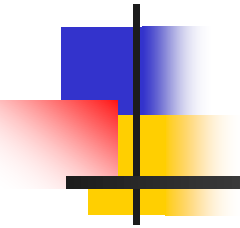


Tema 6: Diseño e Implementación de Servicios Web REST

6.1. Descripción del Caso de Estudio
6.2. Introducción a los Servicios Web REST
6.3. Caso de Estudio: Diseño e Implementación de un Servicio Web REST

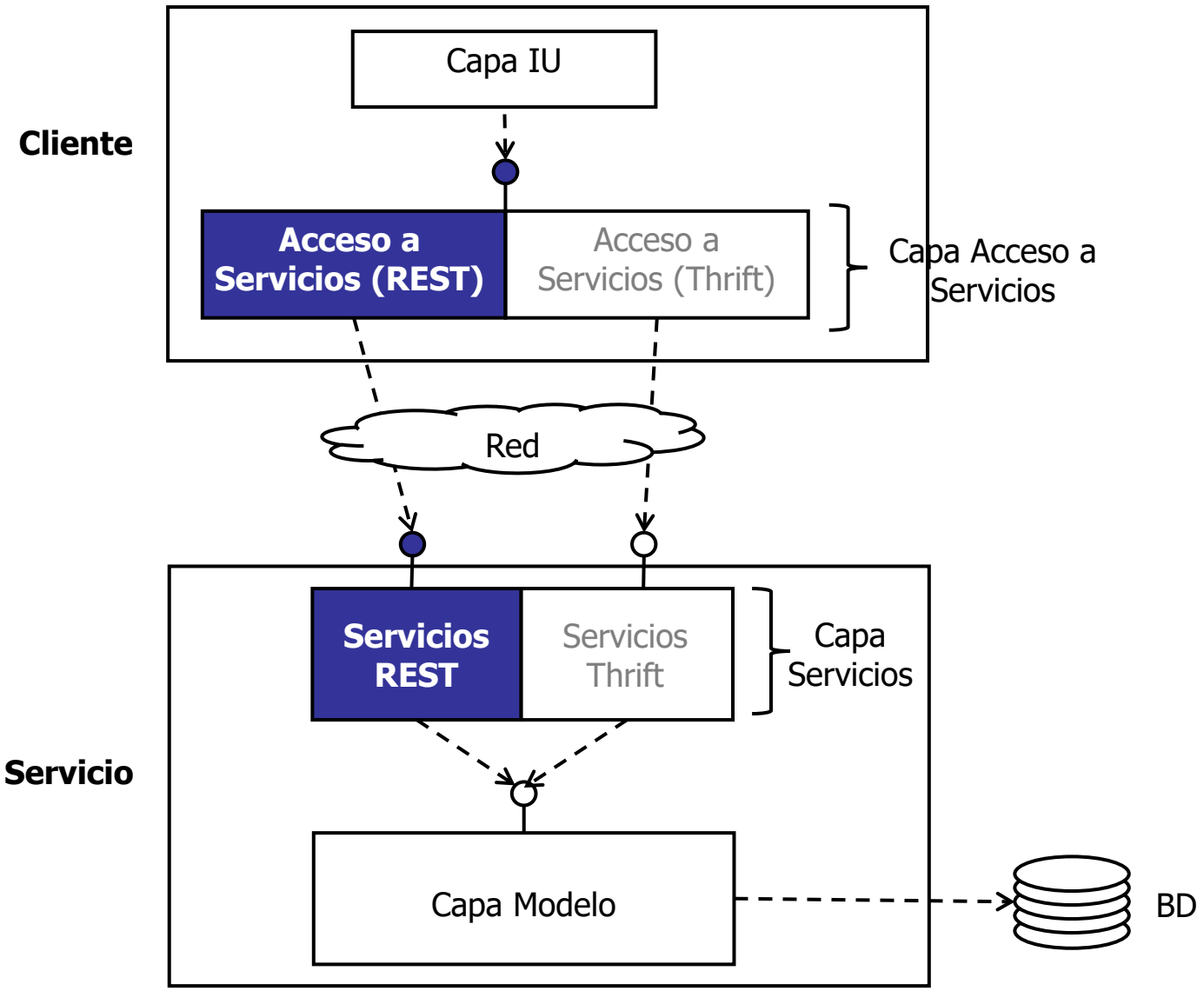
Tema 6.1: Descripción del Caso de Estudio



Descripción del caso de estudio

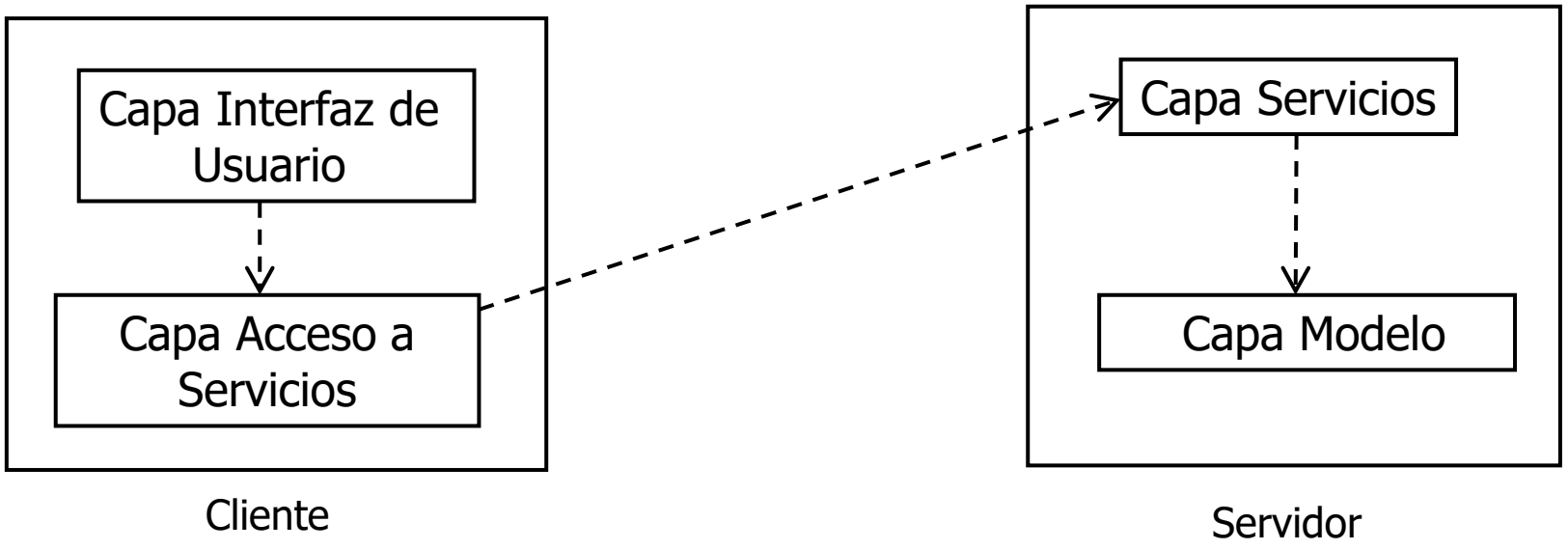
- Retomamos el ejemplo ilustrado en los temas 3 y 5
- Expondremos la capa modelo desarrollada como un servicio web usando REST y como un servicio Apache Thrift
- En nuestro ejemplo, el cliente será una sencilla aplicación de línea de comandos
- El cliente puede configurarse (sin necesidad de recompilación) para usar el servicio web REST o Thrift

Arquitectura general de Movies



Diseño por Capas (1)

- En el caso de estudio usaremos el diseño por capas para ocultar las tecnologías de acceso e implementación de los servicios



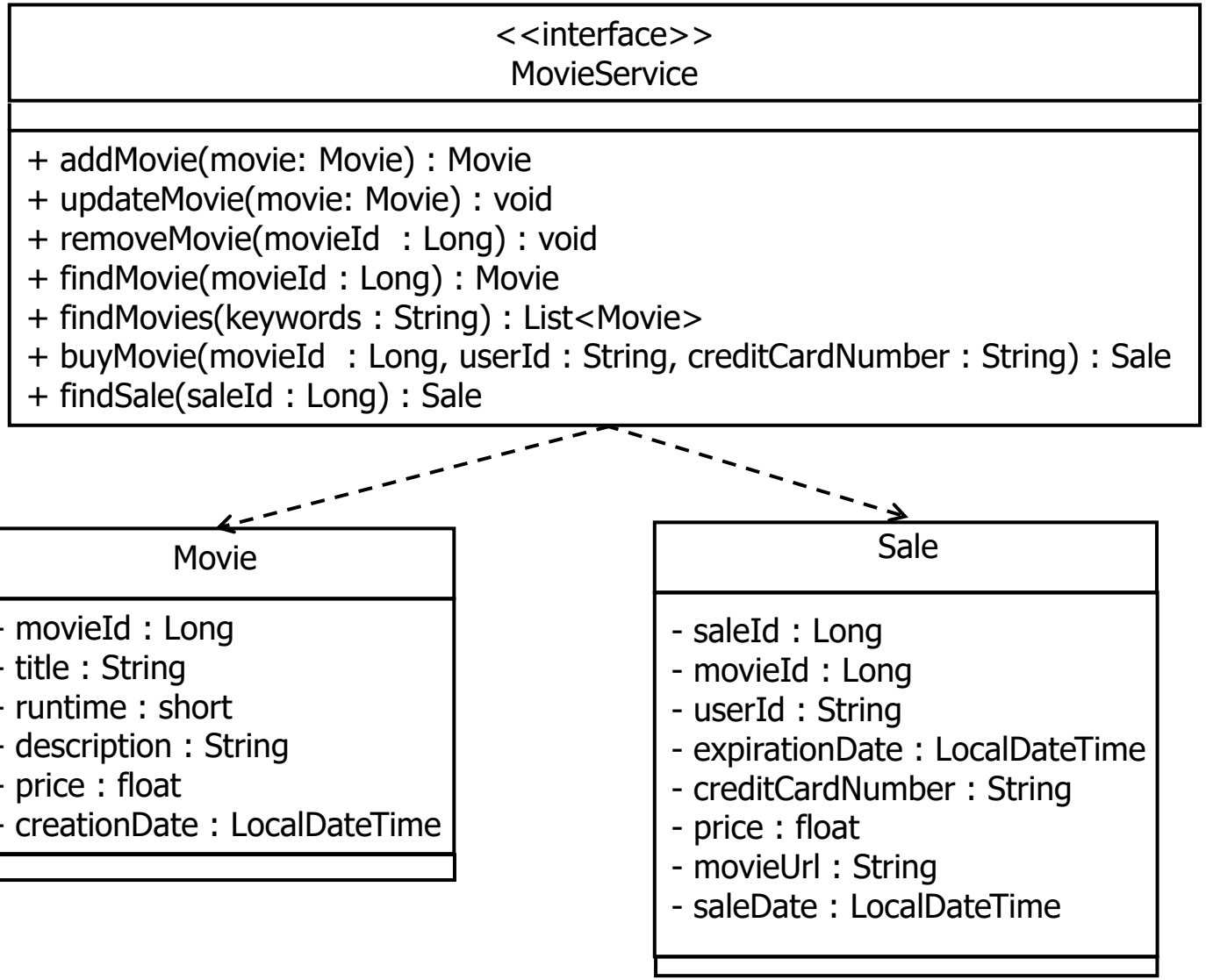
Diseño por capas (2)

- Capa **Interfaz de Usuario (o lógica de la aplicación cliente)**
  - Implementa la interfaz de usuario (y/o la lógica de la aplicación cliente)
  - No depende de la tecnología de acceso al servicio
- Capa **Acceso a Servicios**
  - Implementa el acceso a los servicios
  - Ofrece una API que oculta la tecnología usada para acceder a los servicios
- Capa **Servicios**
  - Utiliza una tecnología para implementar los servicios
  - Delega en la capa Modelo
- Capa **Modelo**
  - Implementa la lógica de la aplicación
  - No depende de la tecnología de implementación de los servicios

Diseño por capas (y 3)

- El uso de diseño por capas en este caso tiene las ventajas y riesgos habituales
  - La persona (o el grupo de personas) que se encarga del desarrollo de las capas IU y Modelo no tienen porque saber nada sobre las tecnologías de los servicios
  - Cada capa puede ser desarrollada en paralelo
  - Se facilita el mantenimiento del software
    - Cambios en la implementación de una capa (e.g. uso de nuevas tecnologías) no conllevan cambios en el resto de capas
- Riesgos
  - El software es más complejo
    - Si el software a construir es muy sencillo (e.g. un prototipo), puede no valer la pena
  - A veces, el que el modelo conozca los detalles de la tecnología de implementación del servicio podría permitir ciertas optimizaciones

Interfaz de la Capa Modelo



Capa Servicios (1)

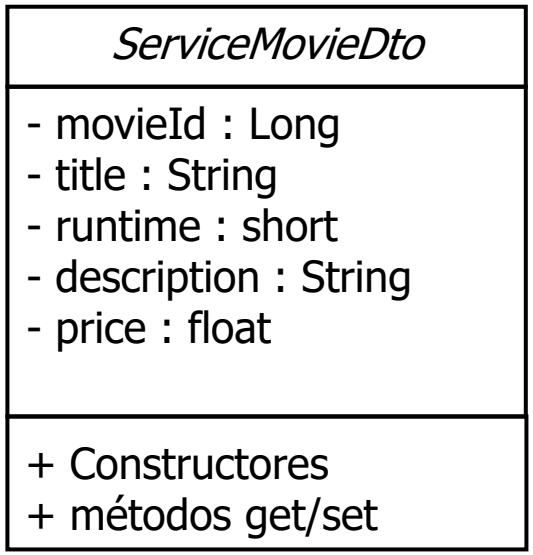
- Expone remotamente la capa modelo que creamos en el Tema 3
- Sin embargo, los servicios no expondrán directamente los objetos **`Movie`** y **`Sale`** del modelo
- La razón es que en este ejemplo se asume que el acceso remoto lo van a realizar aplicaciones externas
  - La fecha de creación de la película en la BD es un dato interno que no se desea exponer a aplicaciones externas
  - En cuanto a las ventas, los clientes externos sólo necesitan los identificadores de venta y película, la fecha de expiración y la url para ver la película
- Por tanto, los servicios utilizarán dos objetos alternativos: **`ServiceMovieDto`** y **`ServiceSaleDto`**

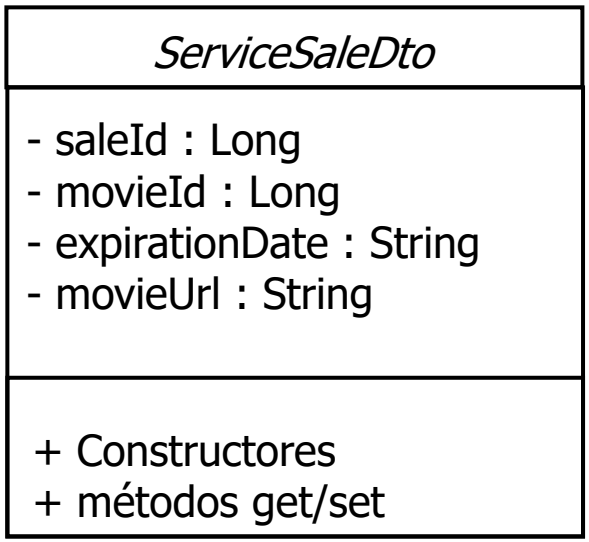
Capa Servicios (2)

- DTO: Data Transfer Object. Objeto para transferir datos entre aplicaciones. Encapsula diferencias con los objetos internos de cada aplicación
  - Porque no son relevantes externamente (nuestro caso)
  - Porque queremos objetos más "gruesos" para minimizar llamadas remotas.
  - Ejemplo
    - Supongamos que tenemos también información de actores
    - Los actores tienen su propia tabla en la BD, su clase y su DAO
    - Entre otros casos de uso para manejar información de actores, el modelo ofrece el método **`getActorsByMovie`**, que recibe un **`movieId`** y devuelve una lista de actores
    - Si sabemos que la mayoría de los clientes, al buscar información de películas van a querer los actores, podríamos hacer que el objeto **`ServiceMovieDto`** incluyese ya la lista
      - La operación **`findMovies`** del servicio invocaría a **`findMovies`** del Modelo y, para cada película, invocaría a **`getActorsByMovie`** para obtener los actores

Capa Servicios (3)

- Visión ofrecida por la capa servicios



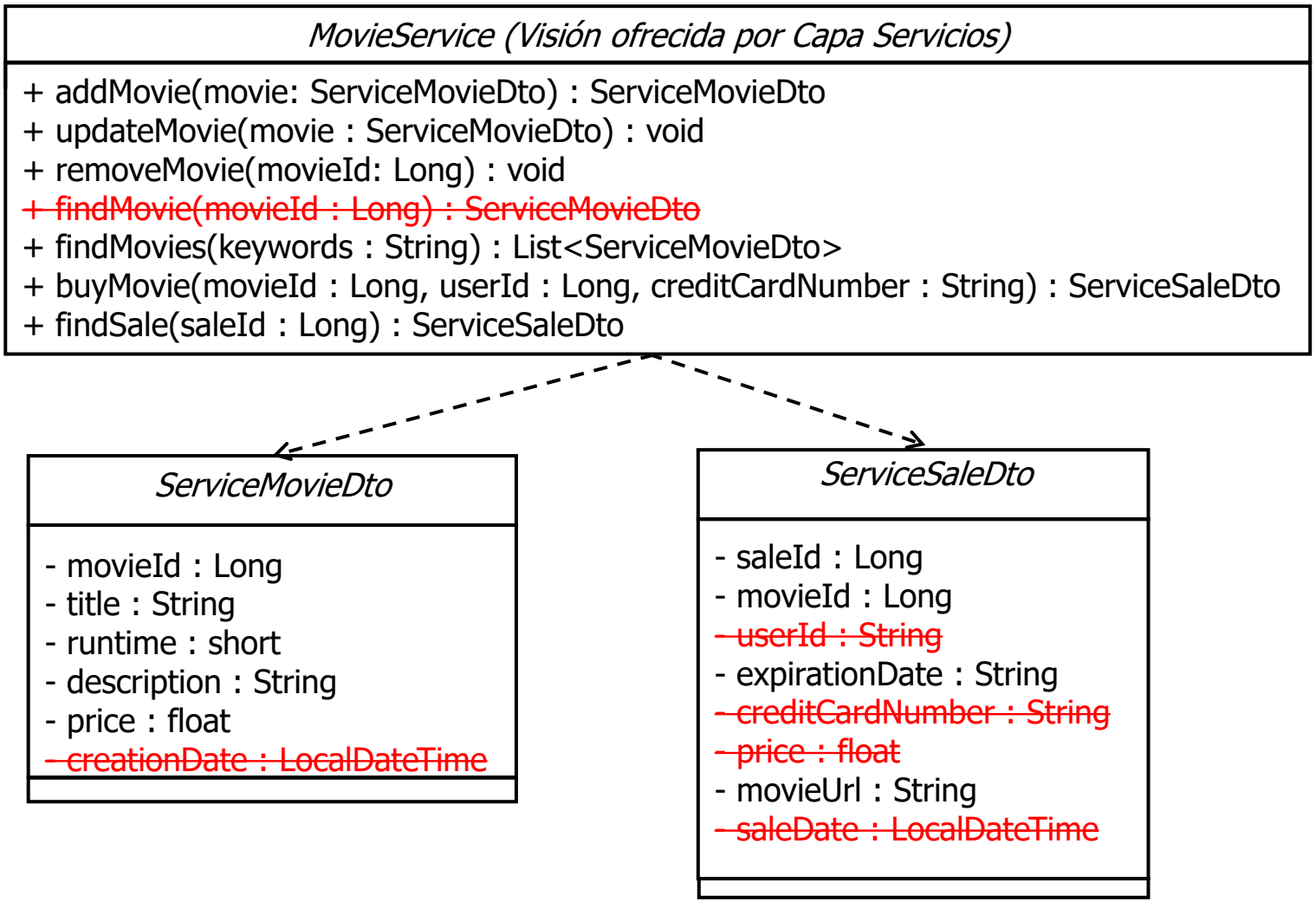


Capa Servicios (y 4)

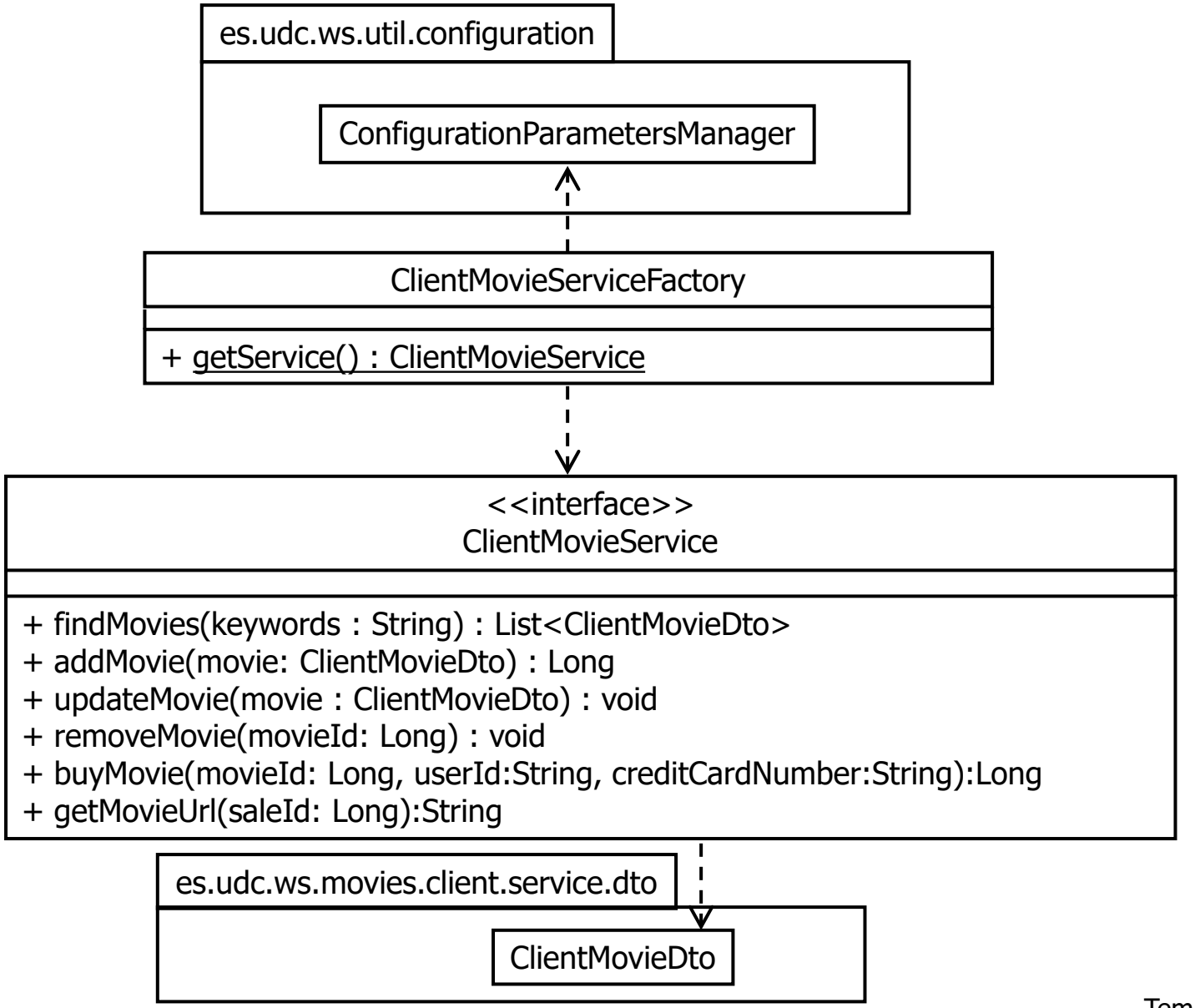
- Esto ilustra el hecho común de que a las aplicaciones externas se les expone una API diferente que a las internas
  - Diferencias en los objetos expuestos
  - No exponemos la operación **`findMovie`**
  - En casos más complejos podrían ser necesarias validaciones o pasos adicionales antes de invocar a la capa modelo
- En nuestro caso, asumimos que las aplicaciones internas que necesiten acceder a más datos de las películas y ventas que los expuestos por la capa Servicios diseñada para las aplicaciones externas, accederían a través de otra capa Servicios con una API menos restringida

- **NOTA**: En **`ServiceSaleDto`** la propiedad **`expirationDate`** es tipo **`String`** en lugar de **`LocalDateTime`**
  - La fecha se envía al cliente como un String

Interfaz de la Capa Servicios



Capa Acceso a Servicios (1)



Capa Acceso a Servicios (2)

- Define una **sencilla API** para acceder al servicio
- **Oculta la tecnología** usada para acceder al servicio
- Paquete **`es.udc.ws.movies.client.service`**
- **`ClientMovieService`**
  - Patrón Facade
  - Interfaz con un método por cada una de las operaciones del servicio
- **`ClientMovieServiceFactory`**
  - Patrón Factory
  - Permite construir una instancia de **`ClientMovieService`** sin que el llamador necesite conocer la clase que implementa el interfaz
  - **`getService`**
    - Lee de un fichero de configuración el nombre de la clase que implementa la interfaz
    - Construye una instancia de esa clase

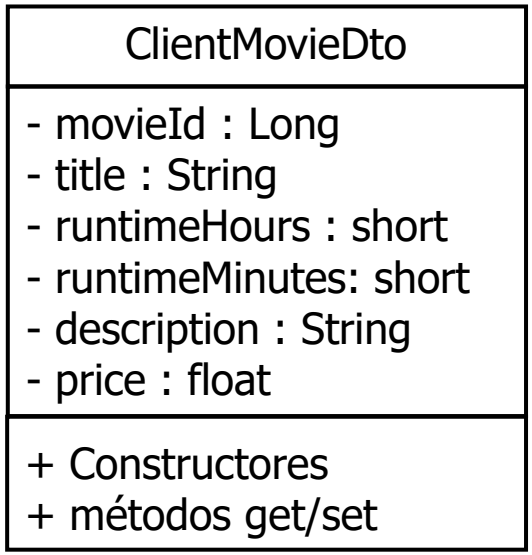
Capa Acceso a Servicios (3)

- **`ClientMovieService` + `ClientMovieServiceFactory`**
  - Además de las anteriores ventajas (sencillez + ocultación de tecnología), permiten que el cliente pueda acceder a distintas implementaciones del servicio sin necesidad de recompilarlo
    - Basta especificar en la configuración la implementación de **`ClientMovieService`** que se desea
  - El caso de estudio proporciona dos implementaciones de **`ClientMovieService`**: una para acceder a un servicio web REST y otra para acceder a un servicio Thrift
    - En ambos casos, los clientes son los mismos (**no se han implementado dos veces**)
- Ejemplo de uso

```
ClientMovieService service =
    ClientMovieServiceFactory.getService();
List<ClientMovieDto> movies =
    service.findMovies("batman");
```

Capa Acceso a Servicios (4)

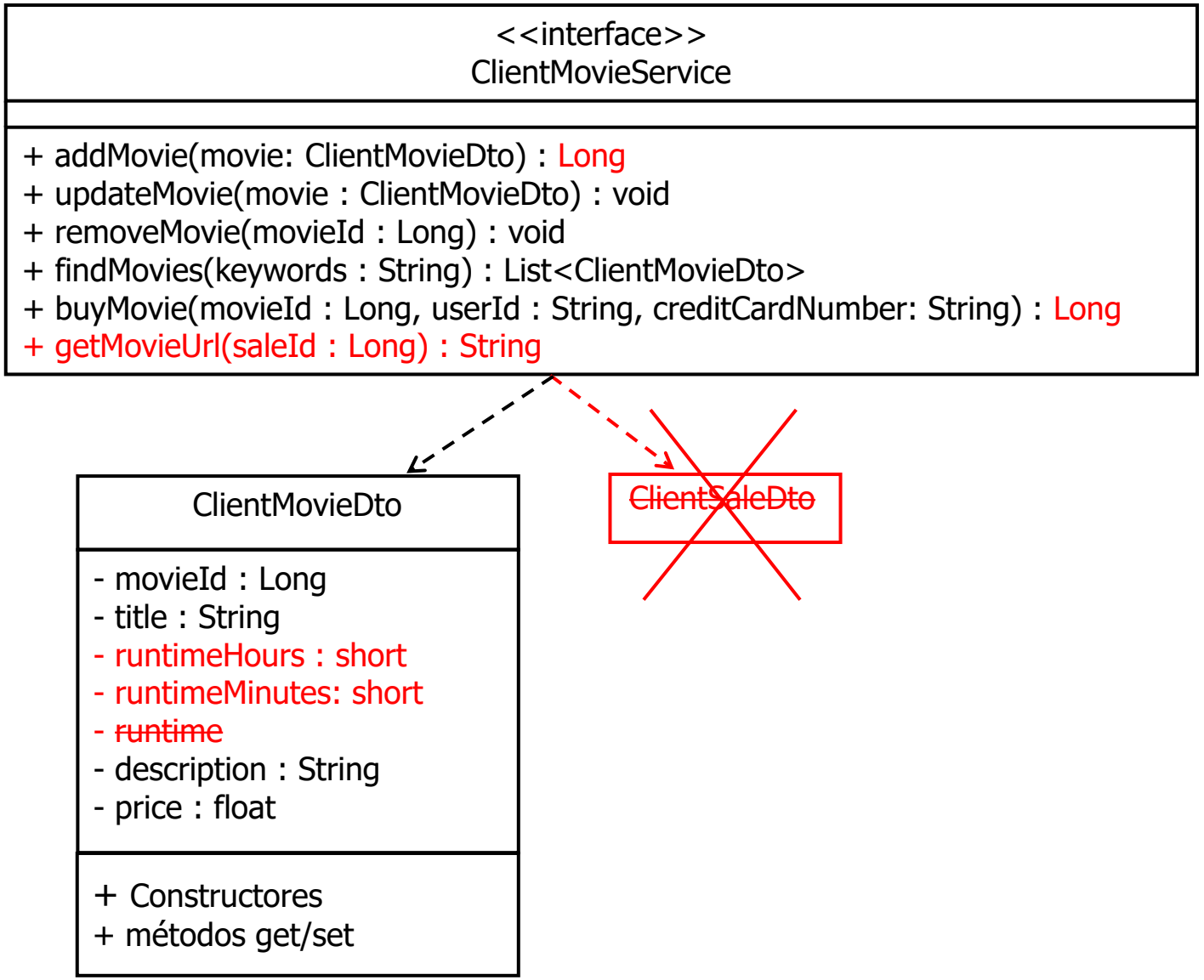
- La aplicación cliente usará el **`runtime`** dividido en horas y minutos, por lo que usa su propio objeto para representar la información de películas
- Paquete **`es.udc.ws.movies.client.service.dto`**



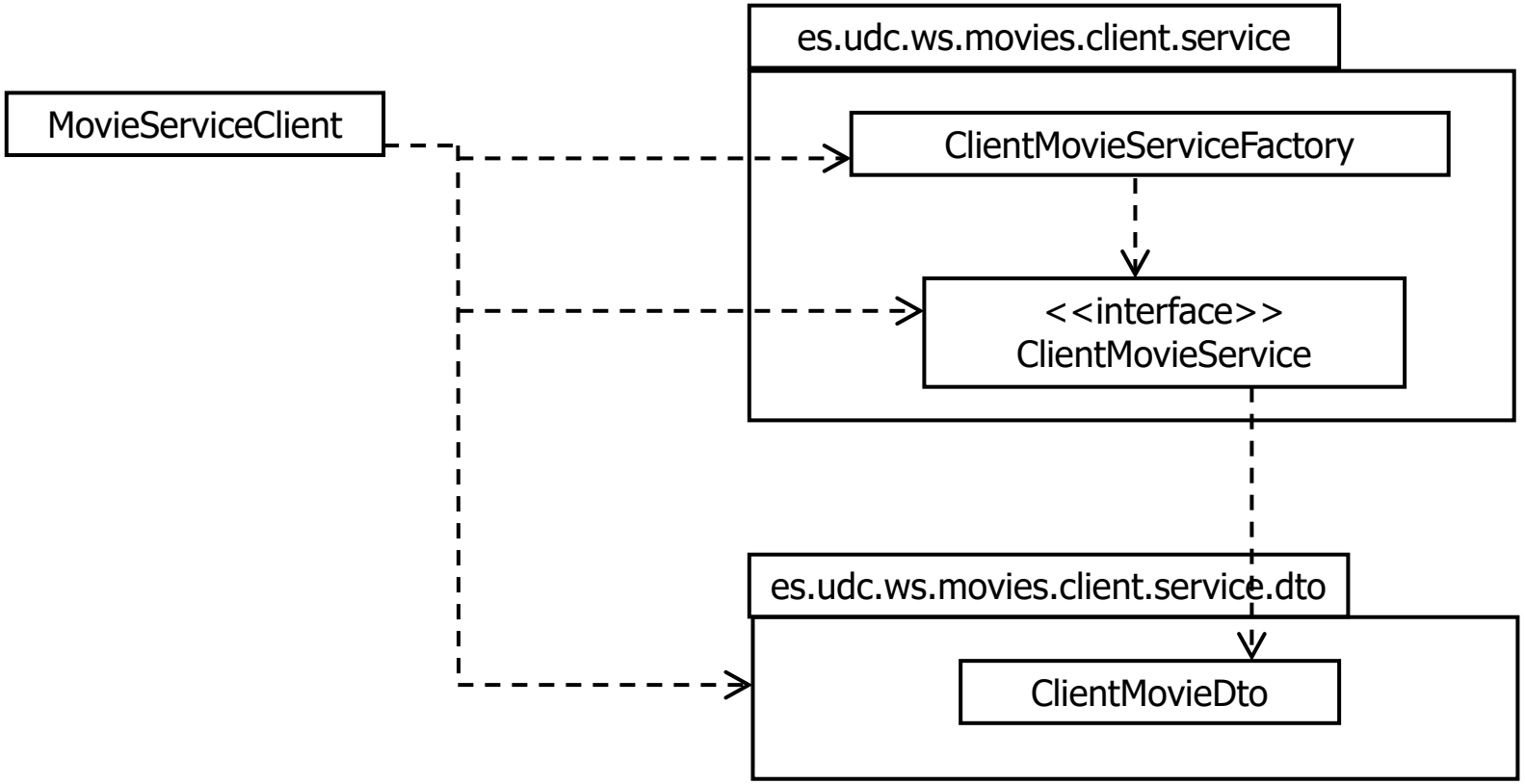
Capa Acceso a Servicios (y 5)

- En los casos reales, lo habitual es que cada cliente use sus propios objetos ya que
  - Permite adaptar los objetos a lo que el cliente necesita
  - Es más natural tener objetos con sólo lo que necesitas
  - Ejemplo
    - Al escribir esta diapositiva, la API de Facebook expone 38 campos y 42 relaciones para un usuario
    - Una aplicación que te avise del cumpleaños de tus amigos sólo necesita dos atributos en su objeto User (name, birthday)

Interfaz de la Capa Acceso a Servicios



Capa Interfaz de Usuario (1)



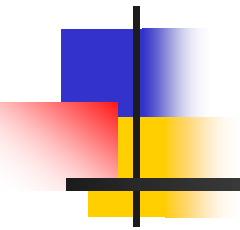
Capa Interfaz de Usuario (2)

- Cliente MovieServiceClient
  - Añadir película
    - MovieServiceClient -a <title> <hours> <minutes> <description> <price>
  - Borrar película
    - MovieServiceClient -r <movieId>
  - Actualizar película
    - MovieServiceClient -u <movieId> <title> <hours> <minutes> <description> <price>
  - Buscar películas por keywords en el título
    - MovieServiceClient -f <keywords>
  - Comprar película
    - MovieServiceClient -b <movieId> <userId> <creditCardNumber>
  - Ver película (recuperar venta)
    - MovieServiceClient -g <saleId>

Capa Interfaz de Usuario (y 3)

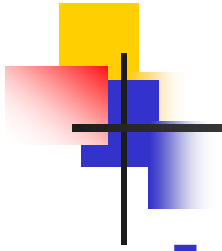
- NOTA
  - Tenemos un único cliente que puede ejecutarse desde la intranet del servicio o desde Internet
  - Sin embargo, en un caso real, posiblemente habría al menos dos tipos de clientes
    - Uno para las labores de administración que se ejecutaría normalmente desde la intranet del servicio
    - Otro para buscar, comprar y ver películas que se usaría normalmente desde Internet
  - El cliente especifica la duración de la película separándola en horas y minutos

Tema 6.2: Introducción a los Servicios Web REST



Índice

Introducción



- REpresentational State Transfer. Estilo arquitectónico propuesto por Roy Fielding en 2000
- La Web es, sin duda, la aplicación distribuida más exitosa de la historia
- REST: Estilo arquitectónico para construir aplicaciones distribuidas inspirado en las características de la Web

Introducción (y 2)

- Aunque es independiente de la tecnología, se suele implementar usando directamente HTTP y algún lenguaje de intercambio (como XML o JSON), sin tecnologías adicionales
  - A menudo los servicios REST reales no siguen estrictamente todos los principios del estilo arquitectónico REST
  - A los servicios que sí siguen fielmente todos los principios REST, se les denomina a veces servicios web RESTful

Recordatorio de HTTP

- HTTP: HyperText Transfer Protocol
  - Estandarizado por el W3C y la IETF
- La última versión es HTTP 3
- Protocolo cliente/servidor utilizado en la Web
- Inicialmente construido para transferir páginas HTML, pero puede transferir cualquier contenido
  - Las peticiones y respuestas HTTP usan las cabeceras Accept y Content-Type para indicar el tipo de MIME (e.g. text/html, application/json, image/jpeg, etc.) que indica la naturaleza de la información que se espera recibir (e.g. Accept: application/json) o se envía en el cuerpo (e.g. Content-Type: application/json), respectivamente
- Esquema petición/respuesta

Peticiones HTTP (1)

- Concepto clave: URL como identificador **global** de recursos
- Una petición HTTP consta de
  - Una URL, que identifica al recurso sobre el que actúa la petición
  - Un método de acceso (GET, POST, PUT,…), que especifica la acción a realizar sobre el recurso
  - Cabeceras
    - Metainformación de la petición que indican información adicional que puede ser necesaria para procesar la petición (e.g. información de autenticación)
  - Cuerpo del mensaje (opcional)
    - Solo con algunos métodos de acceso

Peticiones HTTP (2)

- Métodos de acceso
  - GET
    - Solicita una representación del recurso especificado (e.g. página HTML)
    - Es seguro (*safe*)
      - Semántica esencialmente de solo lectura
      - El cliente no pide ni espera que se produzcan cambios en el servidor como resultado de realizar una petición sobre un recurso utilizando este método
      - Un cliente puede utilizarlo sin miedo a causar efectos indeseados
    - Pueden especificarse parámetros en la URL (consultas). Se especifican como pares campo=valor, separados por el carácter '&'

      http://www.bookshop.com/search?tit=Java&author=John+Smith

Peticiones HTTP (3)

- Métodos de acceso
  - PUT
    - Carga en el servidor una representación de un recurso (que podría existir previamente o no)
    - La nueva representación del recurso va en el cuerpo de la petición
    - No es seguro
  - DELETE
    - Elimina el recurso especificado
    - No es seguro
  - POST
    - Envía datos al recurso indicado para que los procese
      - Los datos van en el cuerpo de la petición
      - Puede utilizarse para solicitar la ejecución de cualquier acción en el servidor
    - No es seguro

Peticiones HTTP (4)

- Peticiones GET, PUT, DELETE deben ser idempotentes
  - Múltiples peticiones iguales deben tener el mismo efecto en el servidor que una sola
- Las peticiones POST no tienen porque ser idempotentes

Peticiones HTTP (y 5)

- Cabeceras de la petición
  - Tipo MIME de datos enviados en el cuerpo
  - Tipo MIME de datos esperados (e.g. HTML, XML, JSON,…)
    - El cliente puede especificar qué formatos entiende y en que formato prefiere recibir la representación
  - Encoding esperado
  - Lenguaje esperado
  - Peticiones condicionales (If-Modified-Since, Etags)
    - Solicita una representación sólo si ha cambiado desde un momento determinado
    - Caches en el cliente
  - Credenciales de autenticación /autorización
  - Información para proxies
  - Agente del usuario (e.g. navegador utilizado)
  - …

Respuestas HTTP (1)

- Una respuesta HTTP contiene
  - Código de Status
    - 200 OK
    - 201 Created
    - 400 Bad Request
    - 403 Forbidden
    - 404 Not Found
    - 500 Internal Error
  - Lista completa:
    https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc9110.html#name-overview-of-status-codes
  - Cabeceras. Metainformación de la respuesta.
  - Cuerpo del mensaje (opcional)
    - GET: representación del recurso invocado
    - POST: vacío o con el resultado del procesamiento realizado por el servidor
    - PUT: normalmente, el cuerpo viene vacío
    - DELETE: normalmente, el cuerpo viene vacío
    - En caso de error, puede incluir información con más detalle

Respuestas HTTP (y 2)

- Las cabeceras especifican metainformación adicional sobre las respuestas. Entre otras
  - Tipo MIME de datos devueltos
  - Encoding de la respuesta
  - Lenguaje de la respuesta
  - Antigüedad de la respuesta
  - Longitud de la respuesta
  - Control de cache: si el recurso se puede cachear o no, tiempo de expiración (si se puede cachear), momento de última modificación,…
  - Control de reintentos
  - Identificación del servidor
  - …

Características Servicios REST (1)

- Los servicios web REST se estructuran de forma similar a un sitio de la WWW
- Sin embargo, en lugar de páginas HTML, normalmente accederemos a información estructurada (e.g. películas, clientes, etc.)
- Al igual que la WWW está compuesta de muchos sitios web autónomos, los servicios web REST se consideran autónomos entre sí
- Al igual que en la WWW, un servicio REST puede referenciar a otro (links) y habrá una serie de servicios generales (e.g. caches) que pueden funcionar sobre cualquier servicio

Características Servicios REST (y 2)

- Cliente – Servidor
- Servicios sin estado ("stateless")
- Recursos y representaciones
- Interfaz uniforme
- Sistema en capas: Intermediarios
- Hipermedia (no lo veremos)
- Representaciones autodescriptivas (no lo veremos)

Servicios "Stateless" (1)

- Cliente-Servidor
  - Clientes invocan directamente URLs para acceder a recursos
- El servidor no guarda información de estado para cada cliente
- Ejemplo de servicio con estado: FTP
  - El servidor guarda el directorio en el que está cada cliente
  - El resultado de la ejecución de un comando (e.g. get, para obtener un fichero) depende de ese estado
  - Si el fichero `file.pdf` está en la ruta `/docs` y el cliente está en ese directorio el comando `get file.pdf` transferirá el fichero. En otro caso, dará error
- Ejemplo de servicio sin estado: HTTP
  - Cada petición de un cliente debe contener toda la información necesaria para que el servidor la responda
  - Ejemplo: `http://www.fileserver.com/docs/file.pdf`

Servicios “Stateless” (y 2)

- Ventajas de los servicios sin estado
  - Replicación del servicio en múltiples máquinas es muy sencilla: basta usar un balanceador de carga que dirige cada petición a una instancia del servicio
    - En un servicio con estado, es necesario o bien garantizar que todas la peticiones de la misma "sesión" van al mismo servidor o bien usar un servidor de sesiones
  - El servidor no necesita reservar recursos para cada sesión
    - Disminuye los recursos que necesita el servicio
    - Si el cliente falla o se cae en el medio de la sesión, el servidor no tiene que preocuparse de detectarlo ni de liberar recursos
- En general: mejora la escalabilidad de los servicios
- Inconveniente: puede ser necesario enviar información adicional con cada petición

Recursos y Representaciones (1)

- Una aplicación REST se compone de recursos
- Suelen corresponderse con las entidades persistentes
- Hay dos tipos de recursos
  - Colección: identifican una serie de recursos del mismo tipo (películas en nuestro ejemplo, clientes de una empresa, …)
  - Individuales: identifican un elemento concreto (una película, un cliente,…)
- Cada recurso es identificado mediante un identificador único y global (típicamente URLs)
  - http://www.movieprovider.com/movies/
    - Recurso colección que representa todas las películas
  - http://www.movieprovider.com/movies/3
    - Una película de movieprovider.com
  - http://www.acme.com/customers/01235
    - Un cliente de acme.com

Recursos y Representaciones (2)

- Los identificadores (URLs) son globales
  - Todo recurso tiene un nombre único a nivel inter-aplicación
  - Por tanto, cualquier servicio puede referenciar y acceder a un recurso de cualquier otro servicio

Recursos y Representaciones (3)

- Al invocar la URL (usando GET), el cliente obtiene una **representación** del recurso
- La representación debe contener información útil sobre el recurso
  - Recursos colección: normalmente lista de los elementos de la colección con información resumen y un enlace para obtener la información completa
  - Recursos individuales: datos del elemento individual (e.g. datos de la película, datos del cliente,…)
- La representación de un recurso puede variar en el tiempo
  - El identificador está ligado al recurso, no a la representación
  - Si cambian los datos de un cliente de Acme, cambiará la representación
    - La URL apuntará siempre a la representación actual del recurso

Recursos y Representaciones (4)

- Ejemplo representación recurso colección

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<customers xmlns="http://www.acme.com/restws/customers">

   <customer>
       <cid>1234</cid>
       <cname>Roadrunner</cname>
       <link href="http://www.acme.com/restws/customers/1234"/>
   </customer>
   <customer>
       <cid>1235</cid>
       <cname>Coyote</cname>
       <link href="http://www.acme.com/restws/customers/1235"/>
   </customer>
   …
</customers>
```

Recursos y Representaciones (y 5)

- Ejemplo representación recurso individual

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<customer xmlns="http://www.acme.com/restws/customers">
    <cid>1234</cid>
    <cname>Roadrunner</cname>
    <address> Monument Valley, 5 </address>
    <description> He is fast</description>
    <rating> Good </rating>
</customer>
```

Interfaz Uniforme (1)

- Las operaciones disponibles sobre los recursos son siempre las mismas
- Las normas REST no dicen cuáles deben ser esas operaciones, sólo que deben ser siempre las mismas y funcionar igual en todos los servicios
- Los tipos de respuesta (tanto de éxito como de error) que pueden devolver estas operaciones deben estar también estandarizados
- Nuevamente, REST no impone un conjunto de códigos de respuesta concretos, sólo que deben ser los mismos para todos los servicios

Interfaz Uniforme (2)

- En la práctica, se utiliza HTTP
  - GET
    - Acceso a representaciones
    - Consultas sobre recursos colección

      http://www.movieprovider.com/movies?keywords=Dark+Knight
    - Es segura y es idempotente
  - PUT
    - Reemplaza la representación de un recurso
    - Si la URL no existe, y el servicio lo permite, crea el recurso
    - No suele permitirse sobre recursos colección
    - No es segura y es idempotente
  - DELETE
    - Borra el recurso
    - No suele permitirse sobre recursos colección
    - No es segura y es idempotente

Interfaz Uniforme (3)

- En la práctica, se utiliza HTTP (cont.)
  - POST
    - Sobre recursos colección, suele usarse para crear un nuevo recurso en la colección (e.g. añadir una película)
      - El servidor devuelve la URL del nuevo elemento usando una cabecera estándar HTTP
    - Sobre recursos individuales (o colección), puede usarse para modelar operaciones no seguras que no encajen con los otros métodos ➔ **overloaded POST**
      - En este caso la petición debe incluir en algún otro lugar (en la URI, cabeceras o cuerpo) información sobre la operación a invocar sobre el recurso
      - Semejante a estilo RPC (no sigue principios de interfaz uniforme)
    - No es segura y puede no ser idempotente

Interfaz Uniforme (4)

- Códigos de respuesta estándar HTTP
  - 200 – OK
  - 201 – Created
  - 400 – Bad Request
  - 403 – Forbidden
  - 404 – Not Found
  - 410 – Gone
  - 500 – Internal Error
  - …

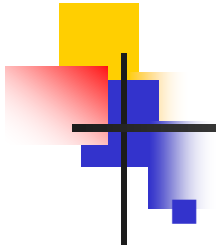
Interfaz Uniforme (5)

- Códigos de error permanente / temporal
  - Para la mayoría de códigos de respuesta de error la especificación HTTP no dice explícitamente si tienen asociada una semántica de error permanente o temporal
  - Dentro de una organización siempre es posible establecer convenciones sobre qué códigos representan errores permanentes o temporales
  - Si queremos poder utilizar intermediarios transparentemente (como veremos a continuación) también deben utilizar las mismas convenciones
  - En la asignatura no utilizaremos ninguna convención

Interfaz Uniforme (y 6)

- Cabeceras HTTP estándar para enviar información adicional en la petición y en las respuestas
  - Autenticación
  - Formatos aceptados / enviados
  - Manejo de caches: tiempos de expiración, soporte para peticiones condicionales, …
  - …

Intermediarios (1)



- El uso de una interfaz uniforme permite que haya intermediarios entre el cliente y el servicio que proporcionen funcionalidad adicional sin necesidad de saber nada adicional sobre ellos
- Los intermediarios son transparentes para el cliente y el servicio
- Esto es posible porque todos los servicios soportan una interfaz uniforme (operaciones, códigos de respuesta, cabeceras)

Intermediarios (2)

- Ejemplo: Servidores de Cache intermedios
  - En la WWW y en los servicios REST pueden existir múltiples servidores de cache entre cliente y servicio
    - Los servidores de cache sirven una copia del recurso solicitado si la tienen y, si no, invocan al sitio web/servicio real
  - Ejemplos de servidores de cache
    - Los grandes servicios de Internet (e.g. Google) pueden usar DNS para redirigir a los clientes a servidores cache de acuerdo a su zona geográfica
    - El administrador de la red de una organización (e.g. UDC) puede instalar un proxy que proporcione servicio de caching para optimizar tiempos y ancho de banda

Intermediarios (3)

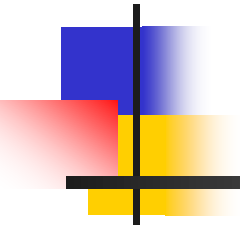
- Ejemplo: Servidores de Cache intermedios (cont.)
  - Las caches funcionan con cualquier servicio y cliente sin necesidad de ninguna pre-configuración ni en el servicio ni en el sistema cache
  - La WWW y los servicios REST tienen esta propiedad porque la interfaz uniforme proporciona la información necesaria para el intermediario
    - Las respuestas a peticiones GET son cacheables a no ser que se indique lo contrario en las cabeceras de la respuesta
    - En general, las respuestas a peticiones POST, PUT y DELETE no son cacheables
    - Las peticiones POST, PUT y DELETE (no seguras) invalidan las copias de un recurso en cache cuando reciben un código de respuesta que no es de error
    - Cabeceras de cache proporcionan soporte genérico para indicar tiempo de expiración, recursos que no deben cachearse, peticiones condicionales,…

Intermediarios (4)

- Otros ejemplos de intermediarios soportados por la WWW y por los servicios REST
  - Proxies. Pueden reintentar transparentemente peticiones para proporcionar tolerancia a fallos
    - Necesitan saber si una petición es idempotente o no
    - Además, si dentro de la organización se establecen convenciones sobre qué códigos representan errores permanentes o temporales, también es necesario conocer si el código de estado de la respuesta es permanente o temporal
  - Traducción de formatos. Traducción transparente a un formato de representación no soportado por el servicio
    - Ejemplos: cliente espera XML y servicio proporciona JSON
      - Cliente indica en la petición que acepta sólo XML
      - Como el intermediario sabe que es capaz de traducir de JSON a XML, modifica la petición para añadir JSON como formato aceptado
      - El servicio responde indicando que el formato es JSON
      - El intermediario transforma de JSON a XML y se lo envía al cliente
    - Necesitan una manera estándar de especificar los distintos formatos (tipos MIME), saber qué formatos acepta el cliente (cabeceras Accept) y en que formato viene la respuesta del servidor (cabecera Content-type)

Intermediarios (y 5)

- Otros ejemplos de intermediarios soportados por la WWW y por los servicios REST (cont.)
  - Seguridad
    - Supongamos que tenemos un servicio ya hecho y difícil de modificar, que no tiene control de acceso
    - Deseamos exponer su funcionalidad a otras aplicaciones pero aplicando políticas de control de acceso
    - Es posible añadir un intermediario que permita el acceso sólo a ciertos clientes
    - Necesita que el formato en el que se envía información de autenticación / autorización sea estándar (cabeceras HTTP)



Tema 6.3. Caso de Estudio: Diseño e Implementación de un Servicio REST

Índice

- Protocolo REST
- Implementación REST de la capa Servicios
- Implementación REST de la capa Acceso a Servicios
- Comentarios finales

Protocolo REST (1)

- Seguiremos la misma aproximación que la mayoría de servicios web REST reales
  - URLs únicas y globales para cada recurso
  - Uso consistente de GET, PUT, POST y DELETE
  - Uso consistente de los códigos de respuesta HTTP
  - Uso de algunas cabeceras estándar HTTP
  - En la asignatura Integración de Aplicaciones se profundizará sobre el uso de estos conceptos

Protocolo REST (2)

- Recursos
  - `/movies` Recurso colección
    - GET
      - Lista todas las películas
      - La información de cada película se representa en JSON en el formato del apartado 5.4
      - El parámetro keywords permite filtrarlas por palabras clave en el título: `/movies?keywords=Dark+Knight`
      - Devuelve el código `200 Ok`
    - POST
      - Añade una nueva película
      - La película se envía en el cuerpo de la petición en el formato JSON del apartado 5.4 (sin identificador)
      - Devuelve el código de respuesta HTTP: `201 Created`
      - Devuelve la URL de la nueva película usando la cabecera estándar HTTP `Location`
      - El cuerpo de la respuesta devuelve la nueva película creada

Protocolo REST (3)

- Obtener películas filtradas por palabras clave

Petición GET a http://XXX/ws-movies-service/movies?keywords=Dark+Night

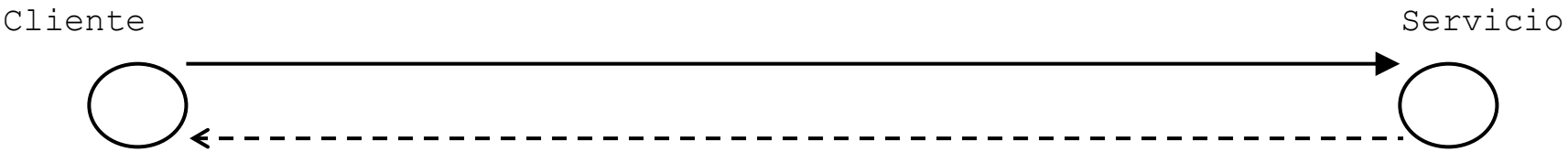

```
HTTP/1.1 200 OK
…

[
  {
    "movieId": 3,
    "title": "Dark Knight Rises Again",
    "runtime": 165,
    "price": 4.99,
    "description": "Ocho años después de ... "
  },
  {
    "movieId": 5,
    "title": "Dark Knight Returns",
    ...
  }
]
```

Protocolo REST (4)

- Añadir la información de una película

Petición POST a http://XXX/ws-movies-service/movies

```
{
  "title": "Dark Knight Rises Again",
  "runtime": 165,
  "price": 4.99,
  "description": "Ocho años después de ... "
}
```




```
HTTP/1.1 201 Created
…
Location: http://XXX/ws-movies-service/movies/3

{
  "movieId": 3,
  "title": "Dark Knight Rises Again",
  "runtime": 165,
  "price": 4.99,
  "description": "Ocho años después de ... "
}
```

Protocolo REST (5)

- Recursos
  - `/movies/{id}` Recurso individual por película
    - PUT
      - Modifica la película
      - La película se envía en el cuerpo de la petición en el formato JSON del apartado 5.4
      - El cuerpo de la respuesta va vacío
      - Devuelve el código `204 No Content`
    - DELETE
      - Borra la película
      - El cuerpo de la respuesta va vacío
      - Devuelve el código `204 No Content`

Protocolo REST (6)

- Actualizar la información de una película

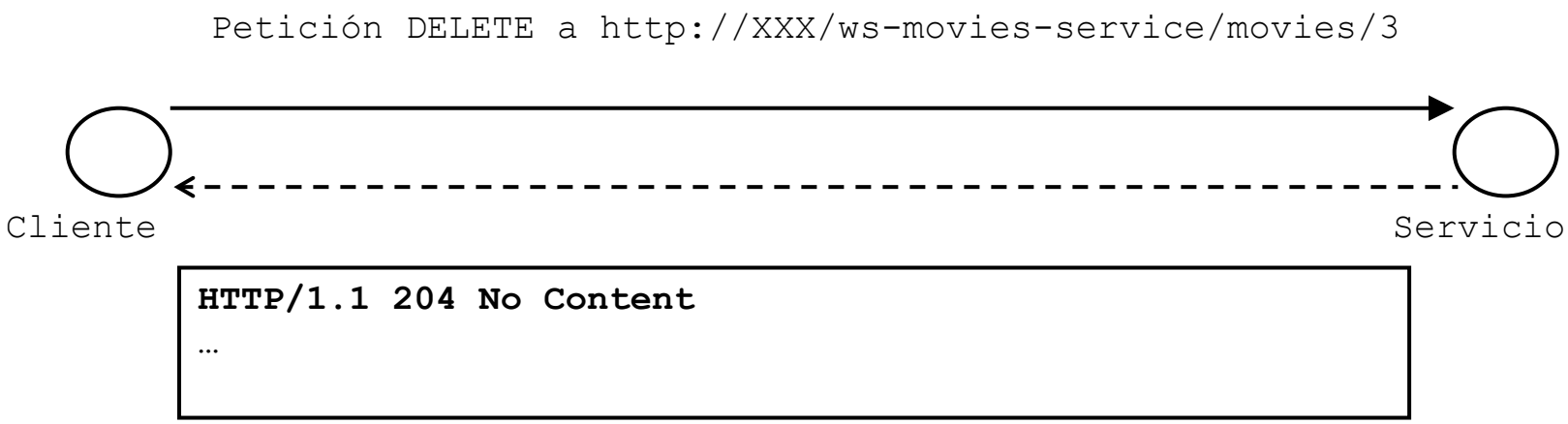
Petición PUT a http://XXX/ws-movies-service/movies/3

```
{
  "movieId": 3,
  "title": "Dark Knight Rises Again",
  "runtime": 165,
  "price": 3.99,
  "description": "Ocho años después de ... "
}
```


```
HTTP/1.1 204 No Content
…
```

Protocolo REST (7)

- Eliminar la información de una película



Protocolo REST (8)

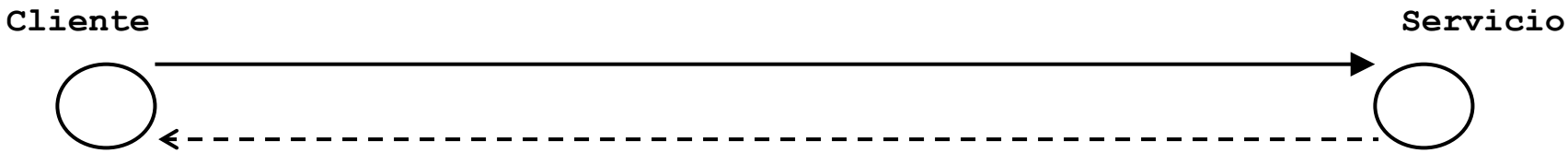
- Recursos
  - `/sales` Recurso colección
    - POST
      - Añade una nueva venta (equivalente a comprar película)
      - Los datos de la venta (**`userId`**, **`movieId`**, **`creditCardNumber`**) se reciben como parámetros
      - Devuelve el código de respuesta HTTP: `201 Created`
      - Devuelve la URL de la nueva venta usando la cabecera estándar HTTP `Location`
      - El cuerpo de la respuesta devuelve los datos de la nueva venta creada
  - `/sales/{id}` Recurso individual por venta
    - GET
      - Obtiene la información de la venta
      - La información de cada venta se representa en JSON
    - No es posible borrar ni modificar ventas una vez producidas

Protocolo REST (9)

- Añadir la información de una venta

Petición POST a http://XXX/ws-movies-service/sales

```
movieId=7&userId=username&creditCardNumber=1234567890123456
```

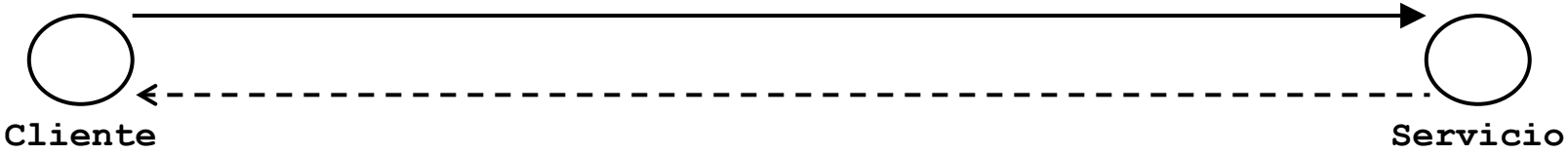



```
HTTP/1.1 201 Created
…
Location: http://XXX/ws-movies-service/sales/5

{
  "saleId": 5,
  "movieId": 7,
  "movieUrl": "http://ws-movies.udc.es/sale/stream/7/...",
  "expirationDate": "2020-04-17T20:12:47"
}
```

Protocolo REST (10)

- Obtener la información de una venta

Petición GET a http://XXX/ws-movies-service/sales/5




```
HTTP/1.1 200 OK
…

{
  "saleId": 5,
  "movieId": 7,
  "movieUrl": "http://ws-movies.udc.es/sale/stream/7/...",
  "expirationDate": "2020-04-17T20:12:47"
}
```

Protocolo REST (11)

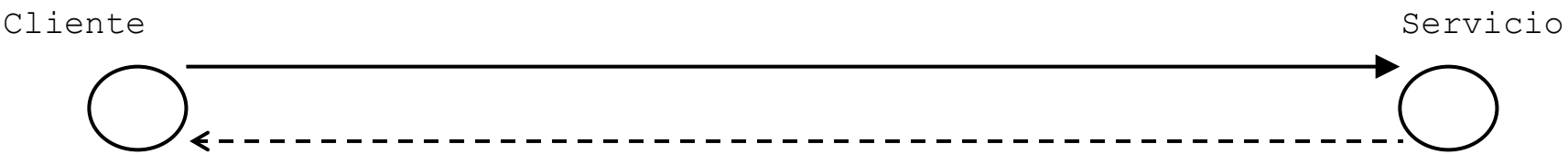
- Errores: se utilizan los códigos HTTP más próximos a la semántica de la respuesta
  - Parámetros incorrectos: 400 Bad Request
    - Similar a **`InputValidationException`**
  - Recurso no existe: 404 Not Found
    - Similar a **`InstanceNotFoundException`**
  - Recurso existió pero ya no existe: 410 Gone
    - Similar a **`SaleExpirationException`**
  - Se deniega el acceso a la acción solicitada: 403 Forbidden
    - Similar a **`MovieNotRemovableException`**
  - Error interno de ejecución: 500 Internal Error
- Pero el cuerpo del mensaje puede llevar información adicional (en formato JSON)
  - Normalmente un mismo código de error estará asociado a varias excepciones ➔ Debe indicarse de alguna forma a cuál se refiere en cada caso
  - Representación de los datos de la excepción

Protocolo REST (y 12)

- Crear una película con datos incorrectos

Petición POST a http://XXX/ws-movies-service/movies

```
{
  "title": "Dark Knight Rises Again",
  "runtime": -165,
  "price": 4.99,
  "description": "Ocho años después de ... "
}
```




```
HTTP/1.1 400 Bad Request
…
{
    "errorType": "InputValidation",
    "message": "Invalid runtime value (it must be
greater than 0 and lower than 1000): -165"
}
```

Consideraciones Diseño REST (1)

- Creación de recursos con POST
  - La URL en la cabecera `Location` permite al cliente conocer la URL del nuevo recurso creado para referirse a él más tarde
  - Usar una cabecera estándar permite proporcionar semántica para cualquier intermediario y cliente, aunque no conozcan los formatos de nuestro servicio
    - Ejemplo: intermediario que hace transparentemente copia de seguridad de los recursos que se crean
  - Devolver completo el nuevo recurso creado en el cuerpo es útil si creemos que el cliente va a utilizarlo de inmediato (ahorra al cliente una petición HTTP)
  - … pero si la representación puede ser grande y no es seguro que el cliente la necesite inmediatamente, puede ser mejor enviar sólo el identificador
  - ¿Parámetros o representación ad-hoc en el cuerpo?
    - Usar parámetros es más simple pero está limitado al envío de pares campo/valor

Consideraciones Diseño REST (2)

- Códigos de respuesta y de error
  - La ventaja de usar códigos estandarizados es que cualquier cliente o intermediario que utilice ese estándar conoce la semántica de la respuesta
  - Por ejemplo, se puede reintentar una petición correspondiente a una operación idempotente que ha devuelto un código de error sin miedo a causar efectos indeseados
    - Además si se sabe si el error es temporal o permanente se sabe si el reintento puede funcionar o no
  - En caso de error, el cuerpo del mensaje puede llevar información adicional para los clientes específicos del servicio
    - Ejemplo: cuánto hace que expiró la venta

Consideraciones Diseño REST (y 3)

- ¿Cómo se modelarían otras operaciones que no encajasen con operaciones CRUD? ➔ **Overloaded POST**

- Ejemplo 1: Marcar una película como "destacada"

```
Petición POST a http://XXX/ws-movies-service/movies/{id}/highlight
```

- Ejemplo 2: Poner de rebajas una película (e.g. especificando el porcentaje de rebaja)

```
Petición POST a http://XXX/ws-movies-service/movies/{id}/reduce
```

```
percentage=50
```

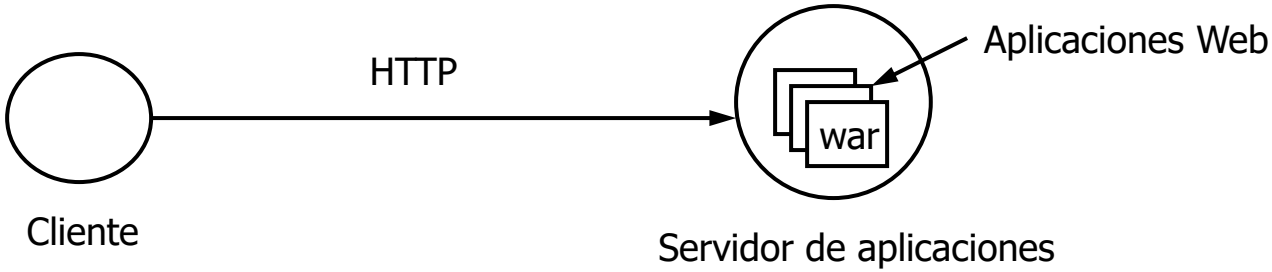
- Ejemplo 3: Rebajar el precio de las películas más antiguas que una cierta fecha (e.g. especificando el porcentaje de rebaja)

```
Petición POST a http://XXX/ws-movies-service/movies/reduce
```

```
date=01-01-2015&percentage=30
```

Aplicaciones Web Java EE / Jakarta EE (1)

- En Java EE / Jakarta EE, las **aplicaciones Web** se instalan en **servidores (contenedores) de aplicaciones**



- **La API de programación Web que ofrece el servidor de aplicaciones está estandarizada**
  - Una aplicación web Java EE puede instalarse en cualquier servidor de aplicaciones Java EE
- **Las aplicaciones Web se distribuyen en ficheros WAR**
  - Un fichero WAR (Web ARchive) es un fichero JAR con una estructura de directorios estandarizada
  - Contiene clases objeto (`.class`), librerías (`.jar`), ficheros de configuración y otras abstracciones propias de una aplicación Web

Aplicaciones Web Java EE / Jakarta EE (y 2)

- Las APIs de programación Web Java no están pensadas para devolver sólo HTML/XHTML, sino cualquier tipo de información sobre HTTP
- En consecuencia, se pueden utilizar para implementar servicios Web
- Utilizaremos la **API de Servlets** para implementar Servicios Web REST

Visión Global del Framework de Servlets (1)

- Para la implementación de la capa servicios usaremos la API de Servlets
- Un servlet es una clase que
  - Se asocia a una o varias URLs
  - Cuando el servidor recibe una petición sobre esa URL, invoca al servlet asociado
  - El servlet
    - Accede al contenido de la petición
      - Ejemplo web: valores de un form HTML de búsqueda
    - Ejecuta el código deseado para obtener la respuesta
      - Ejemplo web: búsqueda en BD por los parámetros del form
    - Codifica la respuesta en el formato deseado
      - Ejemplo web: página HTML con los resultados de la búsqueda
  - La respuesta devuelta por el servlet será la respuesta enviada por el servidor de aplicaciones al cliente

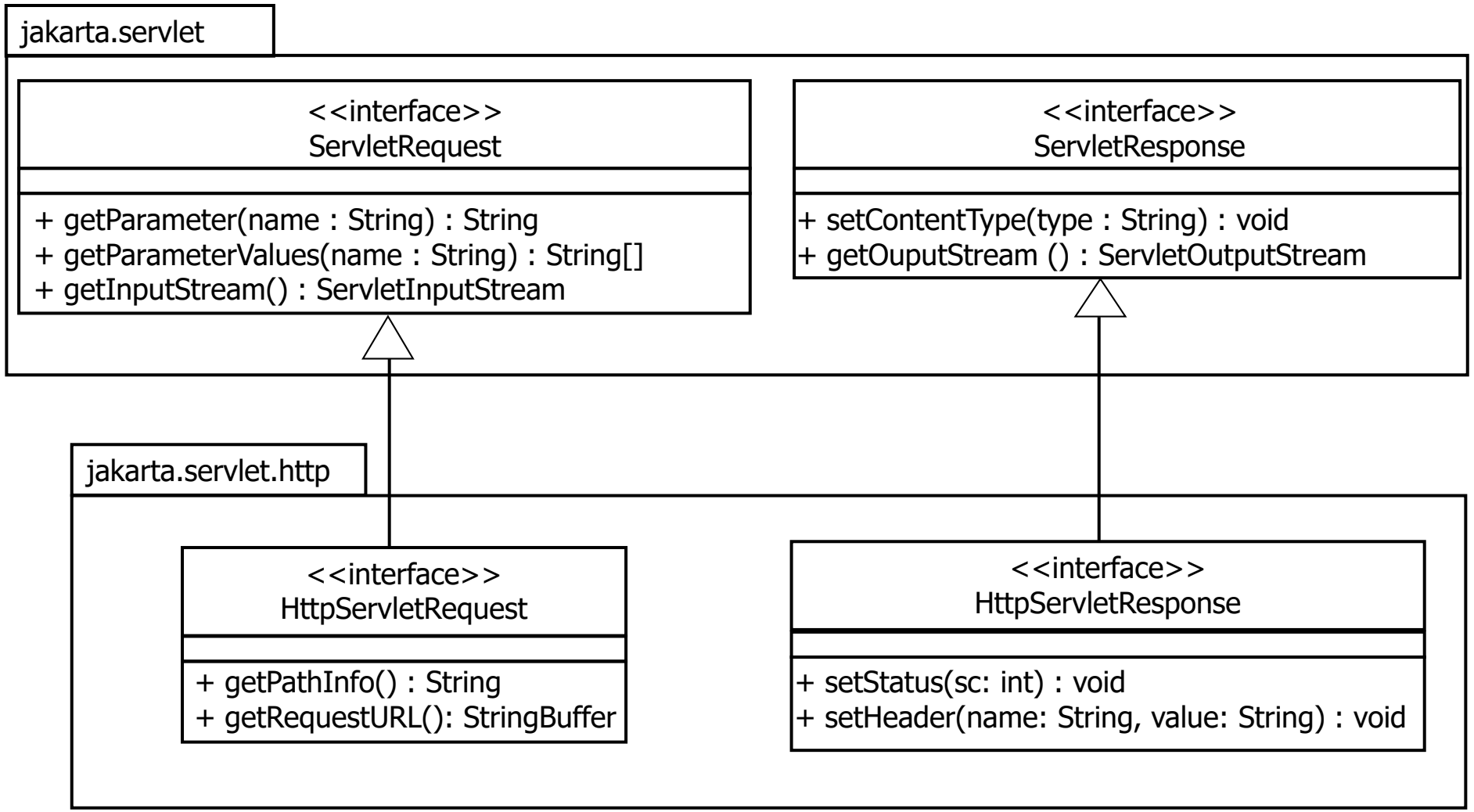
Visión Global del Framework de Servlets (2)

- El desarrollador implementa un servlet extendiendo de **`HttpServlet`** y redefine los métodos **`doXXX`** (e.g. **`doGet`**, **`doPost`**, **`doPut`**, **`doDelete`**, etc.) necesarios, según el tipo de peticiones que vaya a aceptar su servlet
- Cuando el servidor de aplicaciones recibe una petición dirigida a un servlet, invoca la operación correspondiente en función del método de la petición (**`doGet`**, **`doPost`**, **`doPut`**, **`doDelete`**, etc., según la petición HTTP sea GET, POST, PUT, DELETE, etc.)

Visión Global del Framework de Servlets (3)

- Modelo multi-thread de procesamiento de peticiones
  - Cada vez que el servidor de aplicaciones recibe una petición dirigida a un servlet, la petición se procesa en un thread independiente

Visión Global del Framework de Servlets (4)



Visión Global del Framework de Servlets (5)

- **`ServletRequest`**
  - **`String getParameter(String name)`**

    Permite obtener el valor de un parámetro univaluado
  - **`String[] getParameterValues(String name)`**
    - Permite obtener el valor de un parámetro multivaluado
    - También se puede usar con parámetros univaluados
  - NOTA
    - Un parámetro multivaluado es aquel que tiene (o puede tener) varios valores
    - Al realizar la petición HTTP el parámetro (en la URI o en el cuerpo del mensaje, dependiendo del tipo de petición) se especifica "n" veces, cada una con su valor
      - Ejemplo: http://example.com/weather?city=Coruna&city=Santiago
  - **`ServletInputStream getInputStream()`**
    - Permite leer el cuerpo de la petición
    - **`ServletInputStream`** es una clase abstracta que extiende **`java.io.InputStream`**

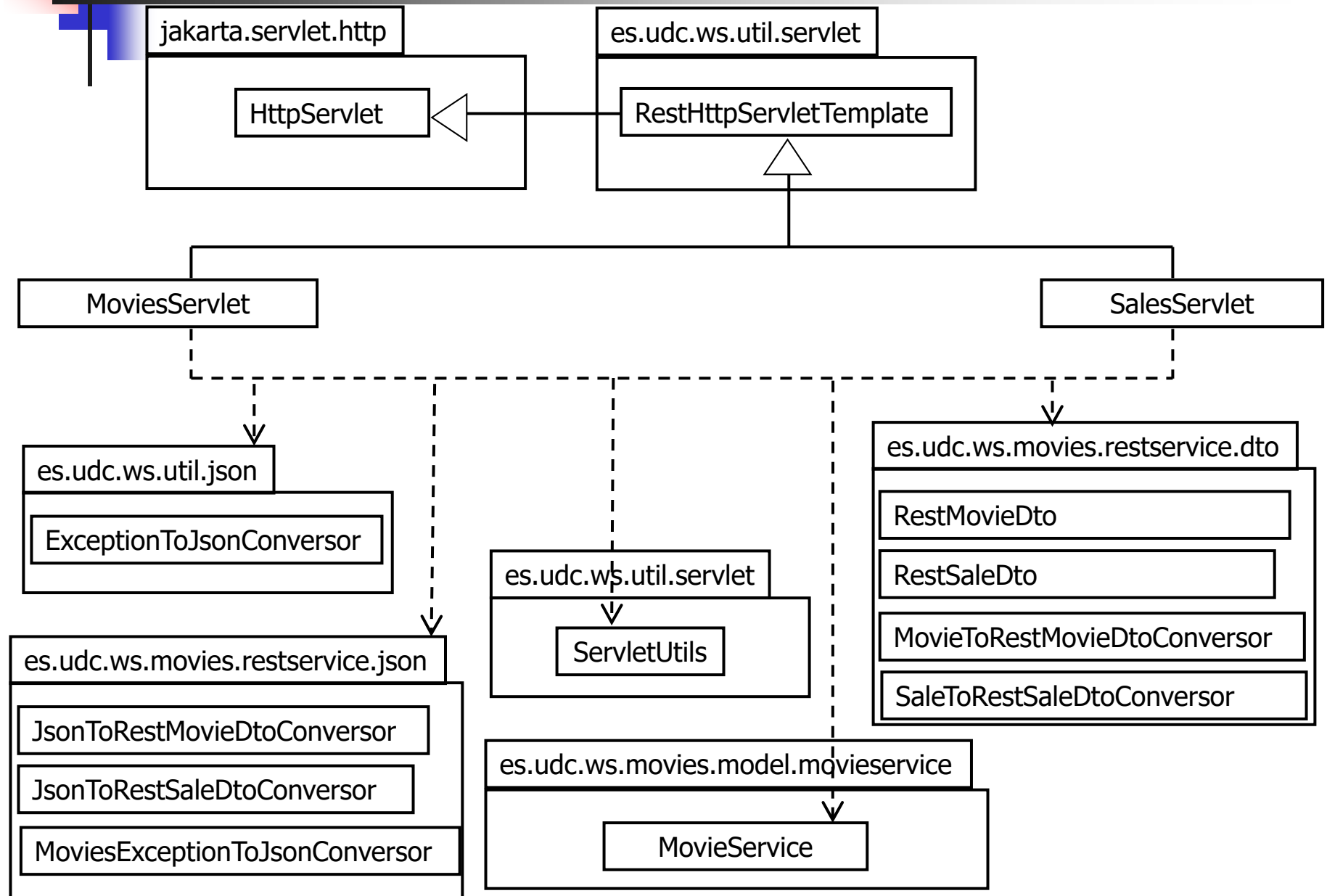
Visión Global del Framework de Servlets (5)

- **`HttpServletRequest`**
  - **`String getPathInfo()`**
    - Devuelve el fragmento del path de la petición a partir de la URL asociada al Servlet (y siempre empieza por '/')
    - Si un Servlet tiene asociado un patrón de URL del tipo **`/movies/*`** devuelve la parte que encaja con **`*`**, precedida de '/'
    - Ejemplos
      - /movies ➔ **`getPathInfo`** devuelve **`null`**
      - /movies/ ➔ **`getPathInfo`** devuelve **`"/"`**
      - /movies/123 ➔ **`getPathInfo`** devuelve **`"/123"`**
      - /movies/123/ ➔ **`getPathInfo`** devuelve **`"/123/"`**
  - **`String getRequestURL()`**
    - Devuelve la URL completa que utilizó el cliente para realizar la petición (sin incluir parámetros)

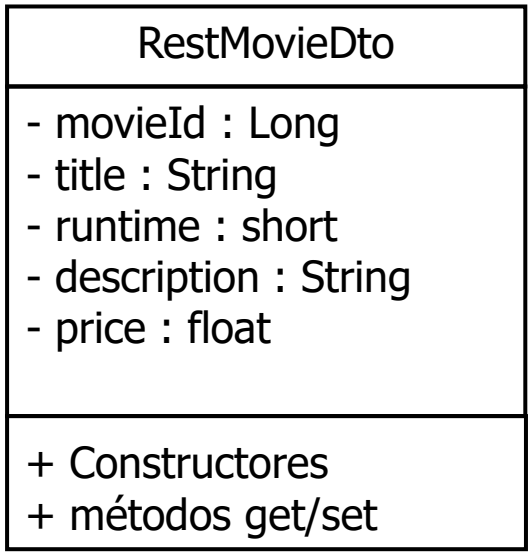
Visión Global del Framework de Servlets (y 6)

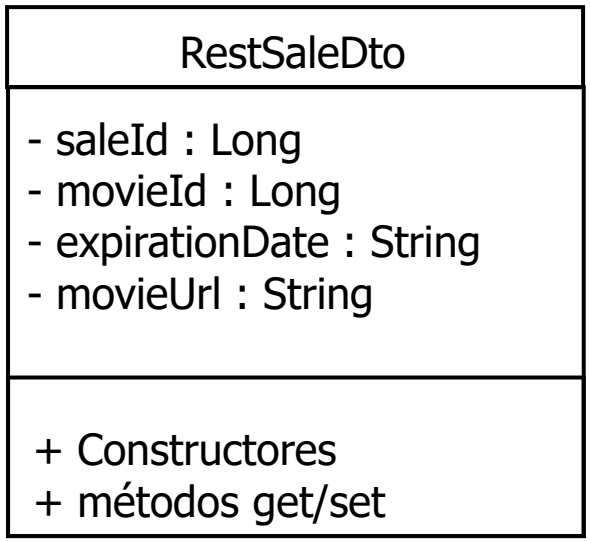
- **`ServletResponse`**
  - **`void setContentType(String type)`**
    - Especifica el tipo de contenido de la respuesta (e.g. `"application/json"`)
  - **`ServletOutputStream getOutputStream()`**
    - Permite escribir el cuerpo de la respuesta
    - **`ServletOutputStream`** es una clase abstracta que extiende **`java.io.OutputStream`**
- **`HttpServletResponse`**
  - **`void setStatus(int sc)`**
    - Especifica el código de estado de la respuesta
  - **`void setHeader(String name, String value)`**
    - Añade una cabecera con el nombre y el valor especificados a la respuesta

Capa Servicios (1)
[es.udc.ws.movies.restservice.servlets]



Capa Servicios (2)
[es.udc.ws.movies.restservice.dto]





- **`MovieToRestMovieDtoConversor`**
  - Realiza conversiones entre **`Movie`** y **`RestMovieDto`**
- **`SaleToRestSaleDtoConversor`**
  - Realiza conversiones entre **`Sale`** y **`RestSaleDto`**

Capa Servicios (3) [es.udc.ws.movies.restservice.json y es.udc.ws.util.json]

- **`JsonToRestMovieDtoConversor`**
  - Realiza conversiones de **`RestMovieDto`** a/desde JSON
  - Su implementación la vimos en la sección 5.4
- **`JsonToRestSaleDtoConversor`**
  - Transforma a JSON los objetos **`RestSaleDto`**
- **`MoviesExceptionToJsonConversor`**
  - Transforma las excepciones del Modelo a su representación JSON, que será un objeto con los siguientes campos:
    - Un campo llamado **`errorType`** cuyo valor indica el tipo de excepción/error (e.g. **`SaleExpiration`**)
    - Un campo por cada propiedad de la excepción
- **`ExceptionToJsonConversor`**
  - Transforma las excepciones del módulo de utilidades a su representación JSON siguiendo el mismo esquema que **`MoviesExceptionToJsonConversor`**

Capa Servicios (4)
[es.udc.ws.util.servlet]

- **`ServletUtils`**
  - Clase con métodos utilidad para implementar Servlets

ServletUtils
+ writeServiceResponse(response : HttpServletResponse, responseCode:int, rootNode : JsonNode, headers : Map<String,String>) : void + normalizePath(url : String) : String + getMandatoryParameter(req : HttpServletRequest, paramName : String) : String + getMandatoryParameterAsLong(req : HttpServletRequest, paramName : String) : Long + checkEmptyPath(req : HttpServletRequest) : void + getIdFromPath(req : HttpServletRequest, resourceName : String) : Long

  - **`writeServiceResponse`** escribe una respuesta HTTP. Recibe como parámetros
    - Un objeto de tipo **`HttpServletResponse`**
    - El código a enviar en la respuesta
    - El cuerpo a enviar en la respuesta
      - Objeto **`JsonNode`** de Jackson que debe ser el nodo raíz del árbol cuyo JSON se quiere enviar
    - Un mapa con los nombres y valores de cabeceras a añadir a la respuesta

Capa Servicios (y 5)
[es.udc.ws.util.servlet]

- **`ServletUtils`**
  - **`normalizePath`** recibe un String y devuelve otro String igual al recibido quitándole el carácter '/' en caso de que finalice con él
  - **`getMandatoryParameter`** obtiene el valor del parámetro indicado o lanza una **`InputValidationException`** si el parámetro no viene en la petición
  - **`getMandatoryParameterAsLong`** hace lo mismo que el método anterior pero además convierte el valor del parámetro a Long y lanza una **`InputValidationException`** si no es posible
  - **`checkEmptyPath`** comprueba si el path de una petición HTTP es vacío, nulo o está compuesto solo por "/" y en caso negativo lanza una **`InputValidationException`**
  - **`getIdFromPath`** obtiene un identificador de tipo Long a partir del path de una petición HTTP que siga el formato "/<id>". En caso de no poder obtener el identificador lanza una **`InputValidationException`**

es.udc.ws.util.servlet.RestHttpServletTemplate (1) [Capa Servicios]

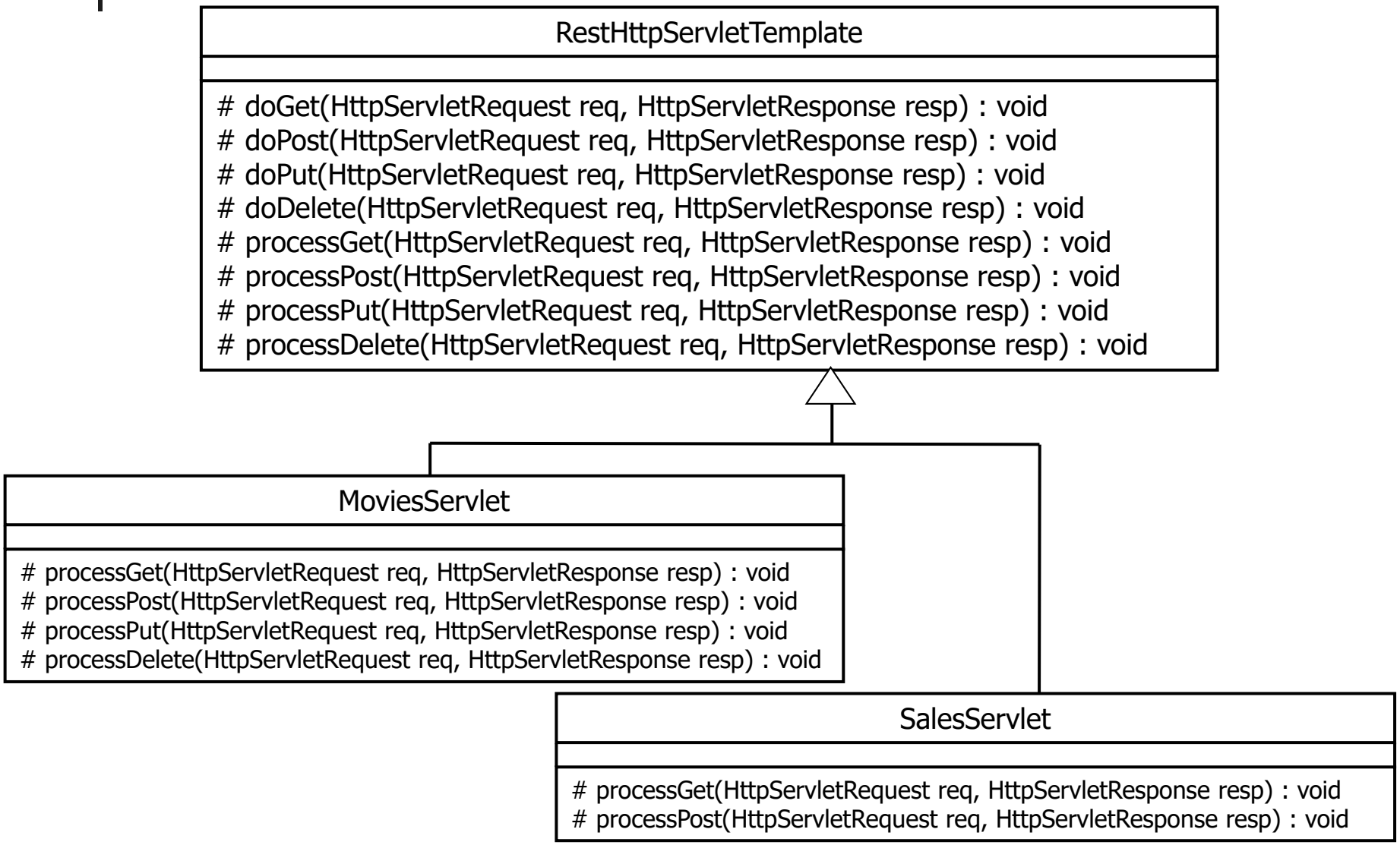
```
public class RestHttpServletTemplate extends HttpServlet {

    @Override
    protected void doGet(HttpServletRequest req, HttpServletResponse resp)
            throws IOException {
        try {

            processGet(req, resp);

        } catch (InstanceNotFoundException ex) {
            ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
                HttpServletResponse.SC_NOT_FOUND,
                ExceptionToJsonConversor.toInstanceNotFoundException(ex), null);

        } catch (InputValidationException ex) {
            ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
                HttpServletResponse.SC_BAD_REQUEST,
                ExceptionToJsonConversor.toInputValidationException(ex), null);

        } catch (ParsingException ex) {
            ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
                HttpServletResponse.SC_BAD_REQUEST,
                ExceptionToJsonConversor.toInputValidationException(
                    new InputValidationException(ex.getMessage())), null);
        }
    }
```

es.udc.ws.util.servlet.RestHttpServletTemplate (2) [Capa Servicios]

```
    protected void processGet(HttpServletRequest req,
          HttpServletResponse resp) throws IOException,
          InstanceNotFoundException, InputValidationException {

       ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
          HttpServletResponse.SC_NOT_IMPLEMENTED,null,null);
    }


    @Override
    protected void doPost(HttpServletRequest req, HttpServletResponse resp)
       throws IOException {...}

    protected void processPost(HttpServletRequest req,
       HttpServletResponse resp) throws IOException,
       InstanceNotFoundException, InputValidationException {...}


    // doPut + processPut
    ...

    // doDelete + processDelete
    ...

}
```

es.udc.ws.util.servlet.RestHttpServletTemplate (y 3) [Capa Servicios]

RestHttpServletTemplate



Comentarios

- **`RestHttpServletTemplate`**
  - Clase para facilitar la implementación de Servlets que invoquen a operaciones de una capa Modelo que lance excepciones definidas en **`ws-util`**
  - Extiende a **`HttpServlet`**
  - Patrón Template Method: implementa las operaciones **`doXXX`** (Get, Post, Put y Delete) llamando a la operación **`processXXX`**
    - Se capturan las excepciones del módulo **`ws-util`** al procesar cualquier petición y se envía la respuesta adecuada para cada una de ellas ➔ los Servlets que extiendan de esta clase no tienen que preocuparse de tratar estas excepciones
  - La implementación por defecto de **`processXXX`** devuelve un código de respuesta **`501`** (**`SC_NOT_IMPLEMENTED`**) para indicar que esa operación no está implementada
    - Los Servlets que extiendan de esta clase solo tienen que implementar los métodos processXXX acordes a los métodos HTTP que deban soportar

es.udc.ws.movies.restservice.servlets.MoviesServlet (1) [Capa Servicios]

```
public class MoviesServlet extends RestHttpServletTemplate {

    @Override
    protected void processGet(HttpServletRequest req, HttpServletResponse resp)
            throws IOException, InputValidationException {

        ServletUtils.checkEmptyPath(req);
        String keyWords = req.getParameter("keywords");

        List<Movie> movies =
            MovieServiceFactory.getService().findMovies(keyWords);

        List<RestMovieDto> movieDtos =
            MovieToRestMovieDtoConversor.toRestMovieDtos(movies);

        ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
            HttpServletResponse.SC_OK,
            JsonToRestMovieDtoConversor.toArrayNode(movieDtos),
            null);

    }
```

es.udc.ws.movies.restservice.servlets.MoviesServlet (2) [Capa Servicios]

```
@Override
protected void processPost(HttpServletRequest req, HttpServletResponse resp)
      throws IOException, InputValidationException {

   ServletUtils.checkEmptyPath(req);

   RestMovieDto movieDto =
      JsonToRestMovieDtoConversor.toRestMovieDto(req.getInputStream());
   Movie movie = MovieToRestMovieDtoConversor.toMovie(movieDto);

   movie = MovieServiceFactory.getService().addMovie(movie);

   movieDto = MovieToRestMovieDtoConversor.toRestMovieDto(movie);
   String movieURL =
      ServletUtils.normalizePath(req.getRequestURL().toString()) + "/" +
         movie.getMovieId();
   Map<String, String> headers = new HashMap<>(1);
   headers.put("Location", movieURL);

   ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
      HttpServletResponse.SC_CREATED,
      JsonToRestMovieDtoConversor.toObjectNode(movieDto),
      headers);
}
```

es.udc.ws.movies.restservice.servlets.MoviesServlet (3) [Capa Servicios]

```
@Override
protected void processDelete(HttpServletRequest req, HttpServletResponse resp)
     throws IOException, InputValidationException, InstanceNotFoundException {

   Long movieId = ServletUtils.getIdFromPath(req, "movie");

   try {
      MovieServiceFactory.getService().removeMovie(movieId);
   } catch (MovieNotRemovableException ex) {
      ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
         HttpServletResponse.SC_FORBIDDEN,
         MoviesExceptionToJsonConversor.toMovieNotRemovableException(ex),
         null);
      return;
   }

   ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
      HttpServletResponse.SC_NO_CONTENT, null, null);

}
```

es.udc.ws.movies.restservice.servlets.MoviesServlet (y 4) [Capa Servicios]

```
    @Override
    protected void processPut(HttpServletRequest req, HttpServletResponse resp)
            throws IOException, InputValidationException,
            InstanceNotFoundException {

        Long movieId = ServletUtils.getIdFromPath(req, "movie");

        RestMovieDto movieDto =
            JsonToRestMovieDtoConversor.toRestMovieDto(req.getInputStream());
        if (!movieId.equals(movieDto.getMovieId())) {
            throw new InputValidationException("Invalid Request: invalid movieId");
        }
        Movie movie = MovieToRestMovieDtoConversor.toMovie(movieDto);

        MovieServiceFactory.getService().updateMovie(movie);

        ServletUtils.writeServiceResponse(resp,
            HttpServletResponse.SC_NO_CONTENT, null, null);
    }

}
```

Comentarios

- **`SalesServlet`**
  - **`processPost`**: similar al de **`MoviesServlet`** (invocando a la operación **`buyMovie`** del modelo)
    - A diferencia del **`processPost`** de **`MovieServlet`**, el cliente envía los datos de entrada como parámetros en el cuerpo de la petición en lugar de usar una representación JSON (en un POST los parámetros van en el cuerpo y no en la URL)
    - Los parámetros se leen de la misma forma que si fuese una petición GET y los parámetros figurasen en la URL (usando los métodos **`getParameter`** o **`getParameterValues`** de **`HttpServletRequest`**)
  - **`processGet`**: obtiene el identificador de la venta del path de la petición (de forma similar a **`processDelete`** de **`MoviesServlet`**)

- Los servlets no tratan **`RuntimeException`**
  - Representa errores relativos a la infraestructura usada
  - El servidor de aplicaciones captura las excepciones de runtime, y si se producen, devuelve una respuesta con código de estado 500 (INTERNAL SERVER ERROR), que es lo que deseamos

Empaquetamiento de una aplicación Web (1)

- **`jar cvf aplicacionWeb.war directorio`**
  - Opciones similares al comando Unix **`tar`**
  - El nombre de una aplicación Web no tiene porque coincidir con el de su fichero **`.war`**
    - El nombre se decide al instalar el fichero **`.war`** en el servidor de aplicaciones
- Maven genera automáticamente ficheros **`.war`** para los módulos con empaquetamiento "war"
- Estructura de un fichero **`.war`**
  - Directorio **`WEB-INF/classes`**
    - Ficheros **`.class`** que conforman la aplicación Web, agrupados en directorios según su estructura en paquetes
    - ¡Sin ficheros fuente!
  - Directorio **`WEB-INF/lib`**
    - Ficheros **`.jar`** de librerías que usa la aplicación
    - ¡Sin ficheros fuente!

Empaquetamiento de una aplicación Web (y 2)

- Estructura de un fichero **`.war`** (cont)
  - **`WEB-INF/web.xml`**
    - Configuración estándar de la aplicación Web

- Un fichero **`.war`** se puede instalar (deployment) en cualquier servidor de aplicaciones Java EE / Jakarta EE

web.xml (1)
[Capa Servicios]

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<web-app version="2.4"
         xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/j2ee"
         xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
         xsi:schemaLocation="http://java.sun.com/xml/ns/j2ee
   http://java.sun.com/xml/ns/j2ee/web-app_2_4.xsd">
  <display-name>JavaExamples Movies Service</display-name>

  <!-- REST service -->
  <servlet>
    <display-name>MoviesServlet</display-name>
    <servlet-name>MoviesServlet</servlet-name>
    <servlet-class>
        es.udc.ws.movies.restservice.servlets.MoviesServlet
    </servlet-class>
  </servlet>

  <servlet>
    <display-name>SalesServlet</display-name>
    <servlet-name>SalesServlet</servlet-name>
    <servlet-class>
        es.udc.ws.movies.restservice.servlets.SalesServlet
    </servlet-class>
  </servlet>
```

web.xml (y 2)
[Capa Servicios]

```
  <servlet-mapping>
    <servlet-name>MoviesServlet</servlet-name>
    <url-pattern>/movies/*</url-pattern>
  </servlet-mapping>

  <servlet-mapping>
    <servlet-name>SalesServlet</servlet-name>
    <url-pattern>/sales/*</url-pattern>
  </servlet-mapping>

  ...

</web-app>
```

Comentarios (1)

- **`display-name`**
  - Nombre visual que mostrará la aplicación de administración del servidor de aplicaciones para esta aplicación Web
- **`servlet`**
  - Permite definir un servlet, especificando un nombre visual (**`display-name`**), un nombre (**`servlet-name`**) para referirse al servlet desde el resto del fichero **`web.xml`** y el nombre completo de la clase que lo implementa (**`servlet-class`**)

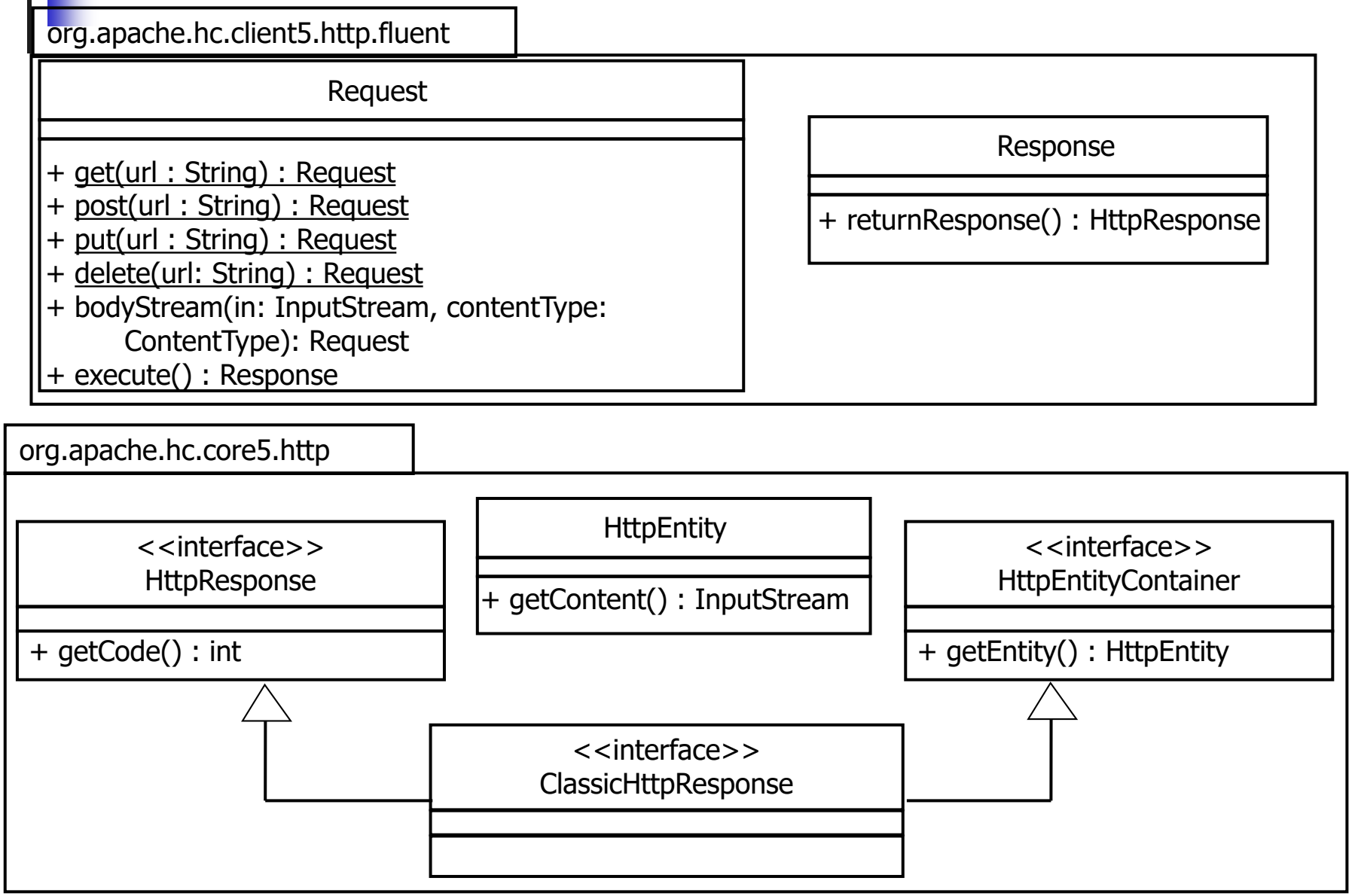
Comentarios (y 2)

- **`servlet-mapping`**
  - Permite especificar las URLs a las que responderá el servlet especificado en **`servlet-name`**
  - **`url-pattern`** permite especificar una URL concreta o un patrón, como en el ejemplo (e.g. **`/movies/*`**)
  - NOTA: las URLs especificadas no incluyen la parte inicial (**`http://direcciónServidor[:puerto]/nombreAplicaciónWeb`**)
    - Si el servicio cambia de dirección y/o puerto, o la aplicación Web se reinstala con otro nombre, no hay que cambiar el fichero **`web.xml`**

Visión global de HttpClient (1)

- Para la implementación de la capa Acceso a Servicios utilizaremos HttpClient
- Framework open-source de Apache
- Forma parte de Apache HttpComponents (https://hc.apache.org)
- Utilizaremos la "Fluent API"
  - Simplifica el uso de HttpClient, permitiendo que el desarrollador no tenga que ocuparse de aspectos como el manejo y liberación de conexiones
  - Utiliza la idea de "Method chaining"
  - No permite utilizar toda la funcionalidad de HttpClient, solo la más común

Visión global de HttpClient (2)



Visión global de HttpClient (3)

- **`Request`**
  - Representa una petición HTTP
  - Por cada tipo de operación HTTP (GET, POST, etc.) existe un método del mismo nombre que recibe la URL del recurso
  - El método **`bodyStream`** permite asignar un contenido cualquiera al cuerpo de la petición
  - El método **`execute`** envía la petición y devuelve un objeto **`Response`** que representa la respuesta a la petición
    - El método **`returnResponse`** de **`Response`** permite obtener un objeto que implementa **`HttpResponse`**. Esta interfaz permite acceder al código de respuesta pero no al contenido del cuerpo
    - Haremos un cast a la interfaz **`ClassicHttpResponse`** para poder acceder al código de respuesta y al contenido del cuerpo
  - Ejemplo

```
ClassicHttpResponse response = (ClassicHttpResponse)
    Request.post("http://...").
    bodyStream(toInputStream(someJsonContent),
      ContentType.create("application/json")).
    execute().returnResponse();
```

Visión global de HttpClient (4)

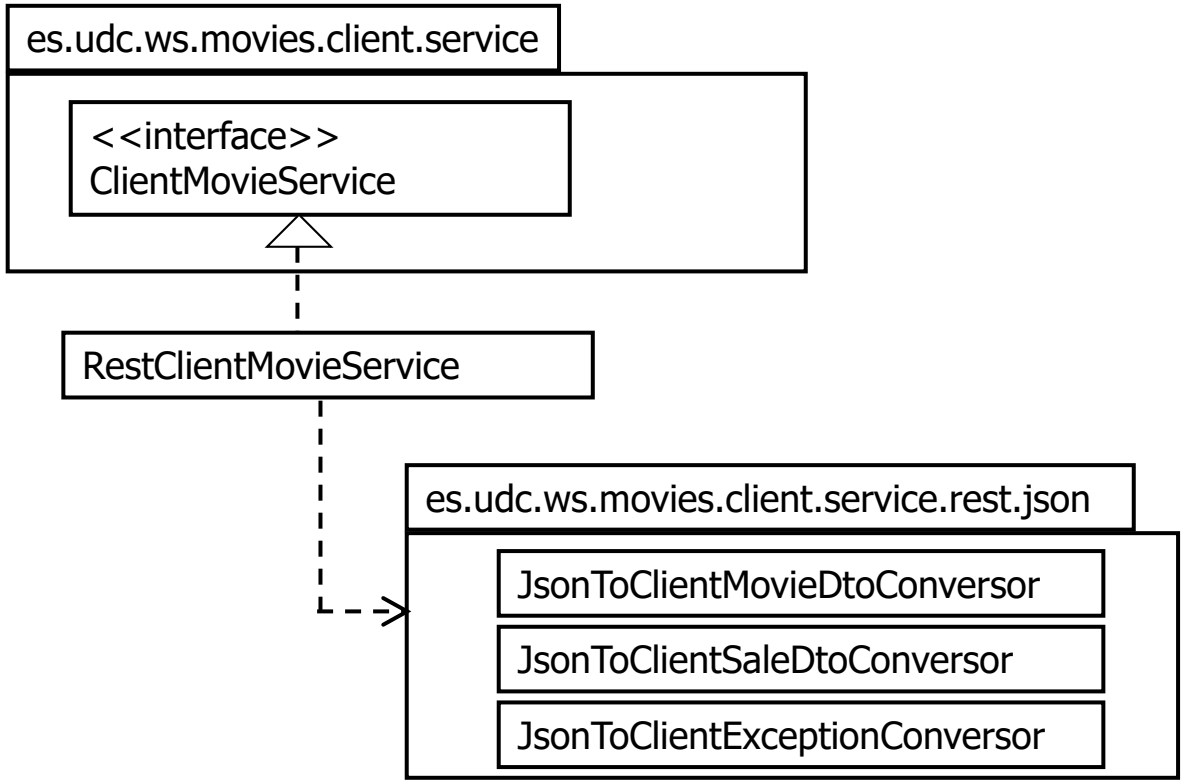
- **`Request`** (cont.)
  - En peticiones GET los parámetros se envían en la URL
  - En peticiones POST, van en el cuerpo de la petición en un formato establecido (el mismo utilizado para enviar datos de formularios HTML)
  - El método **`bodyForm`** permite incluir en el cuerpo de la petición parámetros en este formato
  - Ejemplo

```
ClassicHttpResponse response = (ClassicHttpResponse)
    Request.post("http://...").
    bodyForm(Form.form().add("param1","value1").add(
      "param2","value2").build()).
    execute().returnResponse();
```

Visión global de HttpClient (y 5)

- **`ClassicHttpResponse`**
  - Representa la respuesta a una petición HTTP
  - El código de respuesta puede obtenerse llamando a **`getCode()`**
    - La clase **`HttpStatus`** Declara constantes para cada uno de los códigos de estado: **`SC_OK`** (200), **`SC_NOT_FOUND`** (404), **`SC_INTERNAL_SERVER_ERROR`** (500), etc.
  - El cuerpo de la respuesta puede obtenerse llamando a **`getEntity().getContent()`**

Capa Acceso a Servicios (1) [es.udc.ws.movies.client.service.rest]

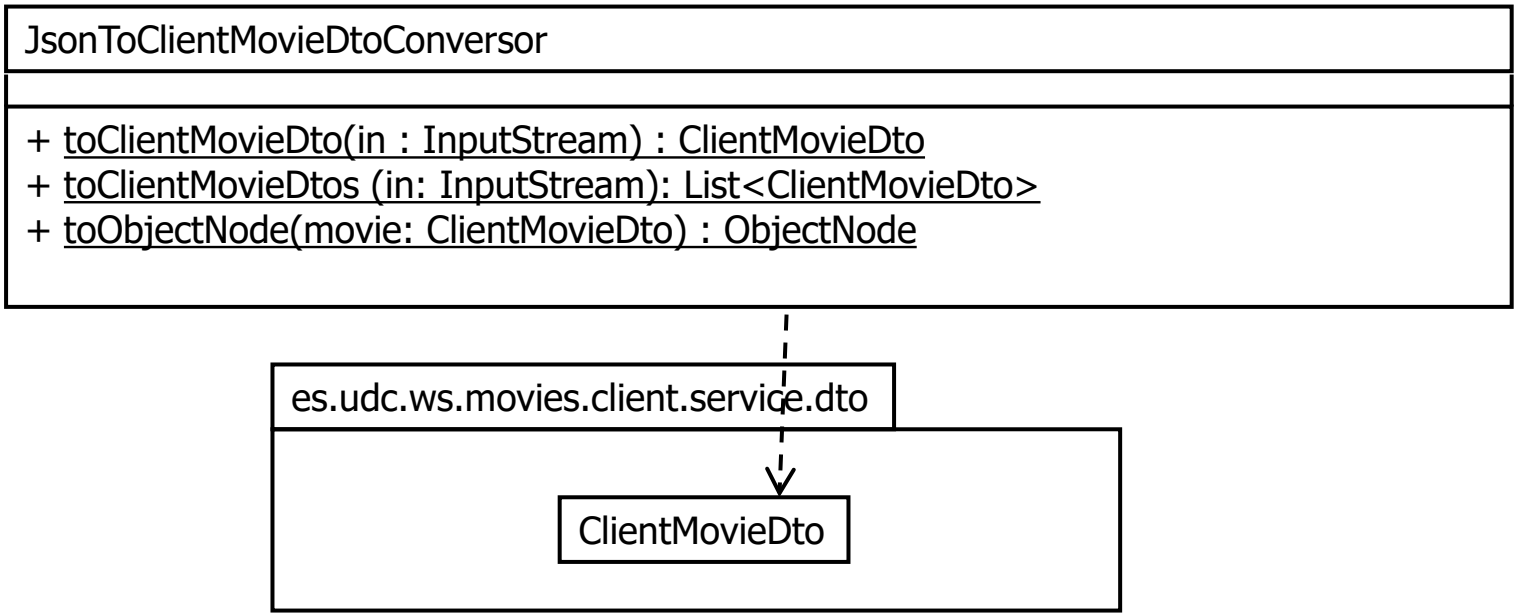


- **`RestClientMovieService`**
  - Utiliza Jakarta Commons HttpClient para realizar las peticiones HTTP
  - Utiliza las clases del subpaquete **`json`** para parsear / generar JSON

Capa Acceso a Servicios (2) [es.udc.ws.client.service.rest.movies.json]

`JsonToClientMovieDtoConversor`

- Realiza conversiones de `ClientMovieDto` a/desde JSON
- `toClientMovieDto` y `toObjectNode`
  - Su implementación es muy similar a la de los métodos equivalentes en `JsonToRestMovieDtoConversor` (ver sección 5.4), pero usando `ClientMovieDto` en lugar de `RestMovieDto`
- `toClientMovieDtos`
  - Recibe un stream conteniendo una lista de películas en JSON
  - Se utiliza para parsear las películas resultado de una consulta



Capa Acceso a Servicios (y 3) [es.udc.ws.client.service.rest.movies.json]

- **`JsonToClientSaleDtoConversor`**
  - Obtiene los datos de una venta (`ClientSaleDto`) desde su representación en JSON
  - No se necesitan métodos que conviertan una venta a su representación JSON, ni que conviertan listas de ventas

- **`JsonToClientExceptionConversor`**
  - Convierte desde la representación en JSON de las excepciones a las excepciones usadas por el cliente

es.udc.ws.movies.client.service.rest.RestClientMovieService (1) [Capa Acceso a Servicios]

```
@Override
public Long addMovie(ClientMovieDto movie) throws InputValidationException {
    try {
        ClassicHttpResponse response = (ClassicHttpResponse)
            Request.post(getEndpointAddress() + "movies").
                bodyStream(toInputStream(movie),
                    ContentType.create("application/json")).
                execute().returnResponse();

        validateStatusCode(HttpStatus.SC_CREATED, response);

        return JsonToClientMovieDtoConversor.toClientMovieDto(
                response.getEntity().getContent()).getMovieId();

    } catch (InputValidationException e) {
        throw e;
    } catch (Exception e) {
        throw new RuntimeException(e);
    }
}
```

es.udc.ws.movies.client.service.rest.RestClientMovieService (2) [Capa Acceso a Servicios]

```
@Override
public List<ClientMovieDto> findMovies(String keywords) {
    try {
       ClassicHttpResponse response = (ClassicHttpResponse)
          Request.get(getEndpointAddress() + "movies?keywords="
                   + URLEncoder.encode(keywords, "UTF-8")).
              execute().returnResponse();

       validateStatusCode(HttpStatus.SC_OK, response);

       return JsonToClientMovieDtoConversor.toClientMovieDtos(
             response.getEntity().getContent());

    } catch (Exception e) {
       throw new RuntimeException(e);
    }

}
```

es.udc.ws.movies.client.service.rest.RestClientMovieService (3) [Capa Acceso a Servicios]

```
@Override
public void removeMovie(Long movieId) throws InstanceNotFoundException,
      ClientMovieNotRemovableException {

   try {
      ClassicHttpResponse response = (ClassicHttpResponse)
         Request.delete(getEndpointAddress() + "movies/" + movieId).
            execute().returnResponse();

      validateStatusCode(HttpStatus.SC_NO_CONTENT, response);

   } catch (InstanceNotFoundException |
               ClientMovieNotRemovableException e) {
      throw e;
   } catch (Exception e) {
      throw new RuntimeException(e);
   }

}
```

es.udc.ws.movies.client.service.rest.RestClientMovieService (4) [Capa Acceso a Servicios]

```
@Override
public Long buyMovie(Long movieId, String userId, String creditCardNumber)
      throws InstanceNotFoundException, InputValidationException {

   try {
      ClassicHttpResponse response = (ClassicHttpResponse)
         Request.post(getEndpointAddress() + "sales").
            bodyForm(Form.form().
               add("movieId", Long.toString(movieId)).
               add("userId", userId).
               add("creditCardNumber", creditCardNumber).
               build()).
            execute().returnResponse();

        validateStatusCode(HttpStatus.SC_CREATED, response);

        return JsonToClientSaleDtoConversor.toClientSaleDto(
              response.getEntity().getContent()).getSaleId();

   } catch (InputValidationException | InstanceNotFoundException e) {
      throw e;
   } catch (Exception e) {
      throw new RuntimeException(e);
   }

}
```

es.udc.ws.movies.client.service.rest.RestClientMovieService (5) [Capa Acceso a Servicios]

```
private InputStream toInputStream(ClientMovieDto movie) {
    try {
        ByteArrayOutputStream outputStream = new ByteArrayOutputStream();
        ObjectMapper objectMapper = ObjectMapperFactory.instance();

        objectMapper.
            writer(new DefaultPrettyPrinter()).
            writeValue(outputStream,
                       JsonToClientMovieDtoConversor.toObjectNode(movie));

        return new ByteArrayInputStream(outputStream.toByteArray());

    } catch (IOException e) {
        throw new RuntimeException(e);
    }

}
```

es.udc.ws.movies.client.service.rest.RestClientMovieService (y 6) [Capa Acceso a Servicios]

```
private void validateStatusCode(int successCode, ClassicHttpResponse
        response) throws Exception {
    try {
        int statusCode = response.getCode();
        /* Success? */
        if (statusCode == successCode) { return; }

        /* Handler error. */
        switch (statusCode) {
            case HttpStatus.SC_NOT_FOUND -> throw
                JsonToClientExceptionConversor.fromNotFoundErrorCode(
                    response.getEntity().getContent());
            case HttpStatus.SC_BAD_REQUEST -> throw
                JsonToClientExceptionConversor.fromBadRequestErrorCode(
                    response.getEntity().getContent());
            case HttpStatus.SC_FORBIDDEN -> throw
                JsonToClientExceptionConversor.fromForbiddenErrorCode(
                    response.getEntity().getContent());
            case HttpStatus.SC_GONE -> throw
                JsonToClientExceptionConversor.fromGoneErrorCode(
                    response.getEntity().getContent());
            default -> throw new RuntimeException(
                    "HTTP error; status code = " + statusCode);
        }
    } catch (IOException e) {
        throw new RuntimeException(e);
    }
}
```

Comentarios

- **`toInputStream`** convierte un objeto **`ClientMovieDto`** a su representación JSON y devuelve un **`InputStream`** del que poder leer el JSON

- No se muestran los métodos
  - **`updateMovie`**: invoca un PUT sobre el recurso `/movies/{id}` enviando los datos de la película en el cuerpo (similar a **`addMovie`**)
  - **`getMovieUrl`**: invoca un GET sobre el recurso `/sales/{id}` y devuelve la URL del objeto **`ClientSaleDto`** obtenido como respuesta
  - **`getEndpointAddress`**: Obtiene la parte fija de la URL desde el fichero de configuración usando la clase **`ConfigurationParametersManager`**

- **`validateStatusCode`**
  - En el caso de estudio el código de error HTTP permitiría identificar la excepción
  - Sin embargo, en general, debe usarse el cuerpo del mensaje ya que podría haber varias excepciones asociadas al mismo código HTTP (ver implementación de los métodos **`JsonToClientExceptionConversor.fromXXXErrorCode`**)

Validación de documentos (1)

- Tanto los clientes como el servicio del ejemplo comprueban que el JSON está bien formado
  - Lo hace Jackson automáticamente
- Ni los clientes ni el servicio comprueban que el documento es válido
  - **Sin embargo, se hacen las comprobaciones necesarias**
  - La capa modelo comprueba que los parámetros y datos recibidos son válidos (e.g. números de tarjeta de crédito)

Validación de documentos (2)

- Ventajas de no realizar una validación estricta
  - Eficiencia
    - Especialmente importante para la implementación de servicios (que potencialmente pueden recibir muchas peticiones concurrentes)
  - Evolución en el tiempo
    - Es posible extender el JSON/XML del protocolo sin que dejen de funcionar clientes y/o servicios
    - **NOTA**: Con JSON Schema sería posible hacer una validación no estricta, es decir, validar solamente un conjunto fijo de campos y no dar error si el documento contiene más campos
      - Puede conseguirse no usando **`additionalProperties`** en los objetos (o especificando **`true`** como valor)
      - Estas características, que no tienen los esquemas XML, ayudan a facilitar la evolución en el tiempo

Validación de documentos (3)

- Ejemplo 1 (evolución en el tiempo)
  - Muchas empresas han construido clientes de búsqueda de películas
  - Más adelante la proveedora del servicio decide añadir el tag **`rating`** (puntuación) a la información de una película
  - Modifica la implementación del servicio y el esquema JSON/XML. En este momento, los clientes no están actualizados
  - Sin embargo, no dejan de funcionar, dado que en el JSON/XML que reciben sólo preguntan por los tags que conocen (e.g. **`movieId`**, **`title`**, **`runtime`**, etc.)
  - Si los clientes tuviesen una copia local del viejo esquema e intentasen validar contra ella, fallaría la validación hasta que se actualizase el esquema
    - Podría descargarse el esquema cada vez, pero es ineficiente

Validación de documentos (y 4)

- Ejemplo 2 (evolución en el tiempo)
  - Los clientes que introdujesen datos de nuevas películas sin el nuevo tag también podrían seguir funcionando
  - No enviarían la puntuación de la película
  - El servicio tendría que tratar el tag **`rating`** como opcional (podría validarse siempre que el esquema especificase este elemento como opcional)