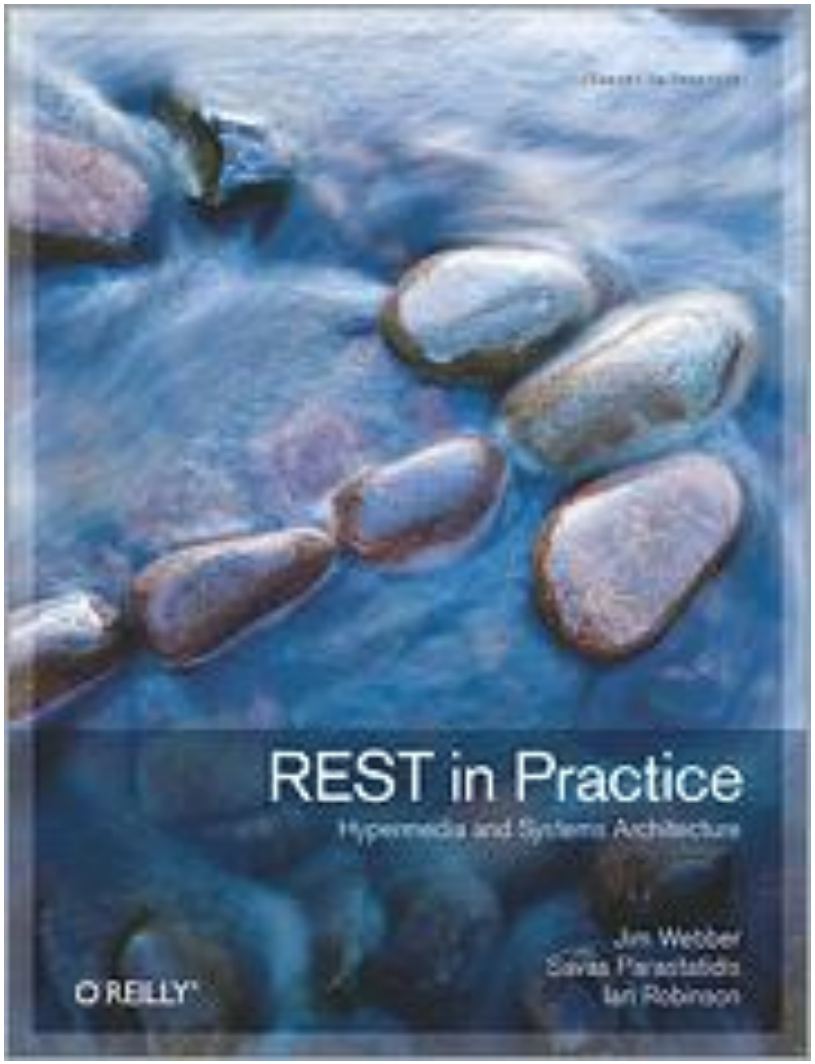
integrata
Cegos Group

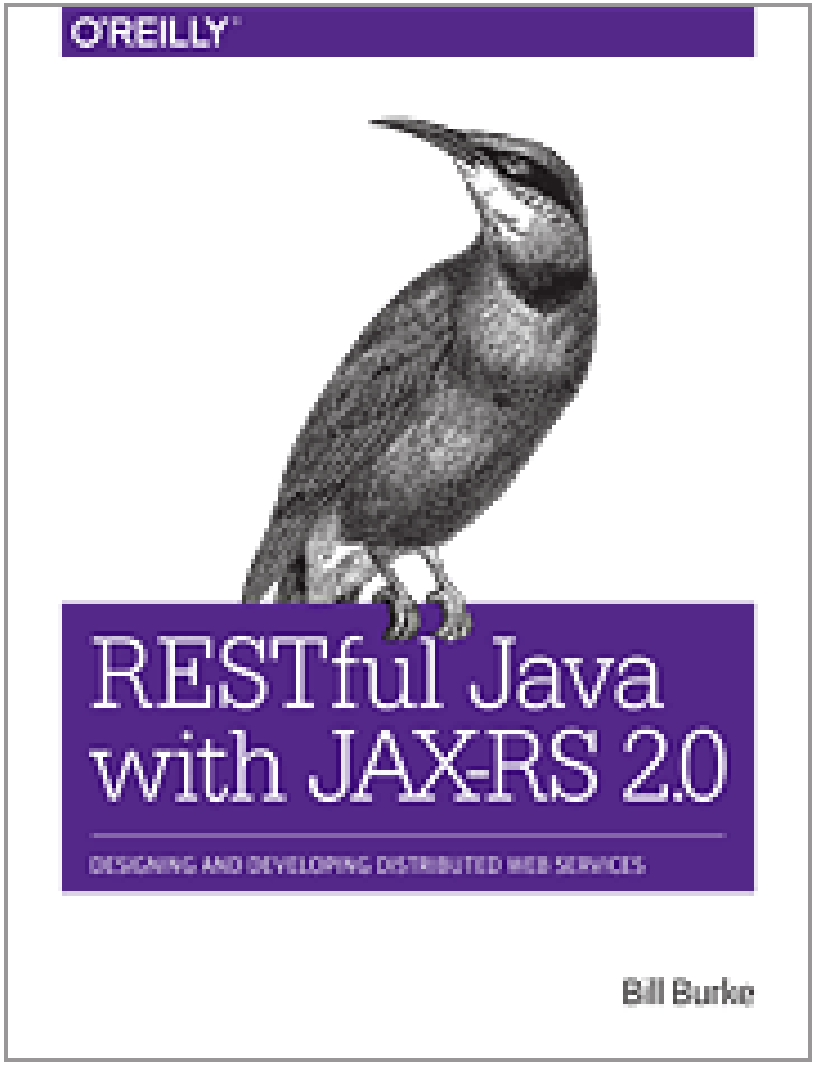
inspire
qualify
change

RESTful WebServices

Literatur und Quellen

integrata Cegos Group
inspire qualify change





Einige Hinweise

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Die in diesem Seminar verwendete Werkzeuge und Frameworks sind Open Source
  - LPGL Lizenzmodell
- Dies ist ein Programmier-Seminar
  - Damit werden die Inhalte durch Übungen vertieft und verinnerlicht
  - Musterbeispiele werden zur Verfügung gestellt
  - Diese können am Ende des Seminars als ZIP-Datei kopiert werden
    - USB-Stick oder ähnliches
- Dokumentation und Ressourcen stehen auch im Internet zur Verfügung
- Konventionen
  - Befehle werden in `Courier-Schriftart` dargestellt
  - Dateinamen werden in *`kursiver Courier-Schriftart`* dargestellt
  - Links werden in `unterstrichener Courier-Schriftart` dargestellt
  - Zitate werden in *"Anführungszeichen kursiv"* formatiert, die Quellenangabe steht eingerückt darunter

Copyright und Impressum

Javacream

Dr. Rainer Sawitzki

Alois-Gilg-Weg 6
81373 München

Inhalt

integrata Cegos Group
inspire qualify change

1

ÜBERSICHT

1.1

DER REST-ANSATZ

Der Representional State Transfer

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Doktorarbeit von Roy Fielding, 2000
- Siehe http://en.wikipedia.org/wiki/REST

Representational state transfer

From Wikipedia, the free encyclopedia
(Redirected from REST)

"REST" redirects here. For other uses, see Rest.

Representational state transfer (**REST**) is a software architectural style consisting of a coordinated set of architectural constraints applied to components, connectors, and data elements, within a distributed hypermedia system. REST ignores the details of component implementation and protocol syntax in order to focus on the roles of components, the constraints upon their interaction with other components, and their interpretation of significant data elements.[1][2]

The term *representational state transfer* was introduced and defined in 2000 by Roy Fielding in his doctoral dissertation at UC Irvine.[1][3] REST has been applied to describe desired web architecture, to identify existing problems, to compare alternative solutions, and to ensure that protocol extensions would not violate the core constraints that make the web successful. Fielding used REST to design HTTP 1.1 and Uniform Resource Identifiers (URI).[4][5] The REST architectural style is also applied to the development of web services[6] as an alternative to other distributed-computing specifications such as SOAP.

Contents [hide]

Kern-Konzepte

- Die Arbeitsweise des Internet abstrahiert
  - Was sind Ressourcen?
  - Wie werden Ressourcen identifiziert?
  - Was sind Ressourcen-Operationen?
  - Wie werden Services beschrieben?
  - Was sind Stateless Operationen?
  - Voraussetzungen und Umsetzung von Caching-Mechanismen
  - Optional: Übertragung von Skript-Logik auf den Client
- Grundlegendes Konzept sind die verlinkten HyperText-Dokumente
- Nicht überraschend: „Das Internet ist ein Beispiel für die Implementierung eines REST-basierten Systems“

1.2

REST UND HTTP

Das http-Protokoll

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Eine umfassende Spezifikation des w3w-Konsortiums
  - Siehe http://en.wikipedia.org/wiki/Http

Hypertext Transfer Protocol

From Wikipedia, the free encyclopedia
(Redirected from Http)

The **Hypertext Transfer Protocol** (**HTTP**) is an application protocol for distributed, collaborative, hypermedia information systems.[1] HTTP is the foundation of data communication for the World Wide Web.

Hypertext is structured text that uses logical links (hyperlinks) between nodes containing text. HTTP is the protocol to exchange or transfer hypertext.

The standards development of HTTP was coordinated by the Internet Engineering Task Force (IETF) and the World Wide Web Consortium (W3C), culminating in the publication of a series of Requests for Comments (RFCs), most notably RFC 2616 (June 1999), which defines HTTP/1.1, the version of HTTP in common use.

Contents [hide]

Internet protocol suite

Application layer
BGP • DHCP (DHCPv6) • DNS • FTP • **HTTP** • IMAP • IRC • LDAP • MGCP • NNTP • NTP • POP • RPC • RTP • RTSP • RIP • SIP • SMTP • SNMP • SOCKS • SSH • Telnet • TLS/SSL • XMPP • *more...*

Transport layer
TCP • UDP • DCCP • SCTP • RSVP • *more...*

Internet layer
IP (IPv4 • IPv6) • ICMP • ICMPv6 • ECN • IGMP • IPsec • *more...*

Link layer
ARP/InARP • NDP • OSPF • Tunnels (L2TP) • PPP • Media access control (Ethernet • DSL • ISDN • FDDI • DOCSIS) • *more...*

V • T • E

Elemente der http-Spezifikation

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Definition von URIs
  - Pfad
  - Parameter
- http-Request und http-Response
  - Daten-Container mit Header und Body
  - Encodierung
- Umfassender Satz von Header-Properties
  - Content-Length
  - Accepts
  - Content-Type

Elemente der http-Spezifikation II

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- http-Methoden
  - PUT
  - GET
  - POST
  - DELETE
  - OPTIONS
  - HEAD
- Statuscodes für Aufrufe
  - 404: „Not found“
  - 204: „Created“
  - …

MimeTypes

- Definition der Datentypen des Internet
  - Nicht zu verwechseln mit einem XML-Schema
  - Ein MimeType ist „nur“ eine strukturierte Zeichenkette
  - Eigene Erweiterungen sind möglich

REST und http

- REST hat mit http prinzipiell nichts zu tun
  - REST ist eine abstrakte Architektur
  - http ist ein konkretes Kommunikationsprotokoll
- Aber
  - http passt als Kommunikations-Protokoll der „Referenz-Implementierung“ Internet natürlich perfekt zum REST-Stil

Mapping REST - http

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- http Methoden und Ressourcen-Operationen
  - PUT
    - Neu-Anlegen einer Ressource
    - Aktualisierung
  - GET
    - Lesen einer Ressource
  - POST
    - Aktualisierung
    - Neuanlage
  - DELETE
    - Löschen
- Idempotenz
  - Idempotente Operationen dürfen beliebig oft aufgerufen werden und verursachen keine Nebeneffekte
  - REST verlangt eine idempotente Implementierung für PUT und DELETE

Konzeption eines RESTful Services: Neuanlage

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Mit PUT
  - Der Client muss die Ressourcen-ID mit angeben
  - Rückgabe ist ein Statuscode „201: Created“
- Mit POST
  - Der Server entscheidet, ob er eine neue Ressource anlegen muss
  - Falls ja:
    - Statuscode „201: Created“
    - Gesetzter `Location`-Header mit URI der eben angelegten Ressource
    - Optional: Body enthält die angelegte Ressource

Konzeption eines RESTful Services: Update

- Mit PUT
  - Statuscode „200: OK“ oder „204: No content
  - PUT ist idempotent (!)
- Mit POST
  - POST wird für nicht-idempotente Updates benutzt

Konzeption eines RESTful Services: Delete

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Mit DELETE
  - Statuscode „200: OK“ oder „204: No content
  - PUT ist idempotent (!)
- Konzeptionell muss unterschieden werden:
  - Ein „echtes“ DELETE löscht die Ressource
  - Ein fachliches Löschen (z.B. Storno) ist eigentlich ein Update der Ressource
    - Ein überladen des http-DELETE ist für diese Zwecke jedoch durchaus legitim
      - `DELETE order/ISBN42?cancel=true`

1.3

REST UND WEB ANWENDUNGEN IM BROWSER

Ist der Browser RESTful?

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Die Datenerfassung im Browser erfolgt klassischerweise in HTML-Formularen
- Ein Formular-Submit ohne Einsatz von JavaScript unterstützt jedoch nur die http-Methoden GET und POST!
  - Damit müssen DELETE und PUT-Operationen irgendwie nachgebildet werden
    - Dieses Problem kann auch im Zusammenspiel mit Firewalls auftreten, die nur GET- und POST-Requests durchlassen
  - Beispielsweise durch die Übertragung eines Request-Parameters im Rahmen eines POST-Requests
    - `http://host:port/application/resource/id?method=delete`
    - `http://host:port/application/resource/id?method=create`
  - Der Server steuert in Abhängigkeit des `method`-Parameters die Anwendungslogik

Nicht ganz: Probleme

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Dieser Workaround passt nicht auf die http-Spezifikation
  - Statuscodes
  - Idempotenz und Caching
- Programmierer benutzen Request-Parameter „für Alles“
  - `http://host:port/application/resource?id=00815&method=create&title=BookTitle&price=19.99`
  - Damit geht der REST-Stil komplett verloren
- Im Internet entstand eine Parallel-Welt, bestehend aus
  - den originalen RESTful „statischen“ Ressourcen-Zugriffen
  - Dynamischen Action-Urls, die verkappt einen Remote Procedure Call via http definieren

JavaScript: RESTful Reloaded

- Im Zusammenhang mit der zunehmenden Verbreitung und Akzeptanz von JavaScript wurden RESTful Web Services konsequenter und strukturierter benutzt
  - AJAX-Requests unterstützen in allen Browsern alle http-Methoden
  - Das JSON-Format ermöglicht einen kompakten, Sprach-übergreifenden Datenaustausch

Beispiel: http-Aufrufe mit jQuery

integrata Cegos Group
inspire qualify change

```
loadPerson = function(url){
      jQuery.getJSON(url, callback);
};
deletePerson = function(url){
      jQuery.ajax({
          type: "DELETE",
          url: url,
          contentType: "application/json"
      }); };
createPerson = function(url, data){
      jQuery.ajax({
          type: "PUT",
          url: url,
          contentType: "application/json",
          data: data
      });};
updatePerson = function(url, data){
      jQuery.ajax({
          type: "POST",
          url: url,
          contentType: "application/json",
          data: data
      });};
```

2

SERVICES

2.1

„KLASSISCHE“ WEB SERVICES MIT WSDL UND SOAP

Web Services mit SOAP – Eine Lösung?

- SOAP-basierte Web Services verlangen eine Schnittstellen-Beschreibung
  - Formulierung in der Web Services Description Language, WSDL
  - WSDL ist ein XML-Schema zur Beschreibung eines Interfaces bestehend aus
    - Typen
    - Operationen
    - Ports
  - Eine WSDL ist damit ein XML-Dokument
- Ein SOAP-Envelope definiert den Aufruf
  - SOAP ist ebenfalls ein XML-Schema
  - Das SOAP-Dokument wird an die Zieladresse des Web Services, den Endpoint gesendet

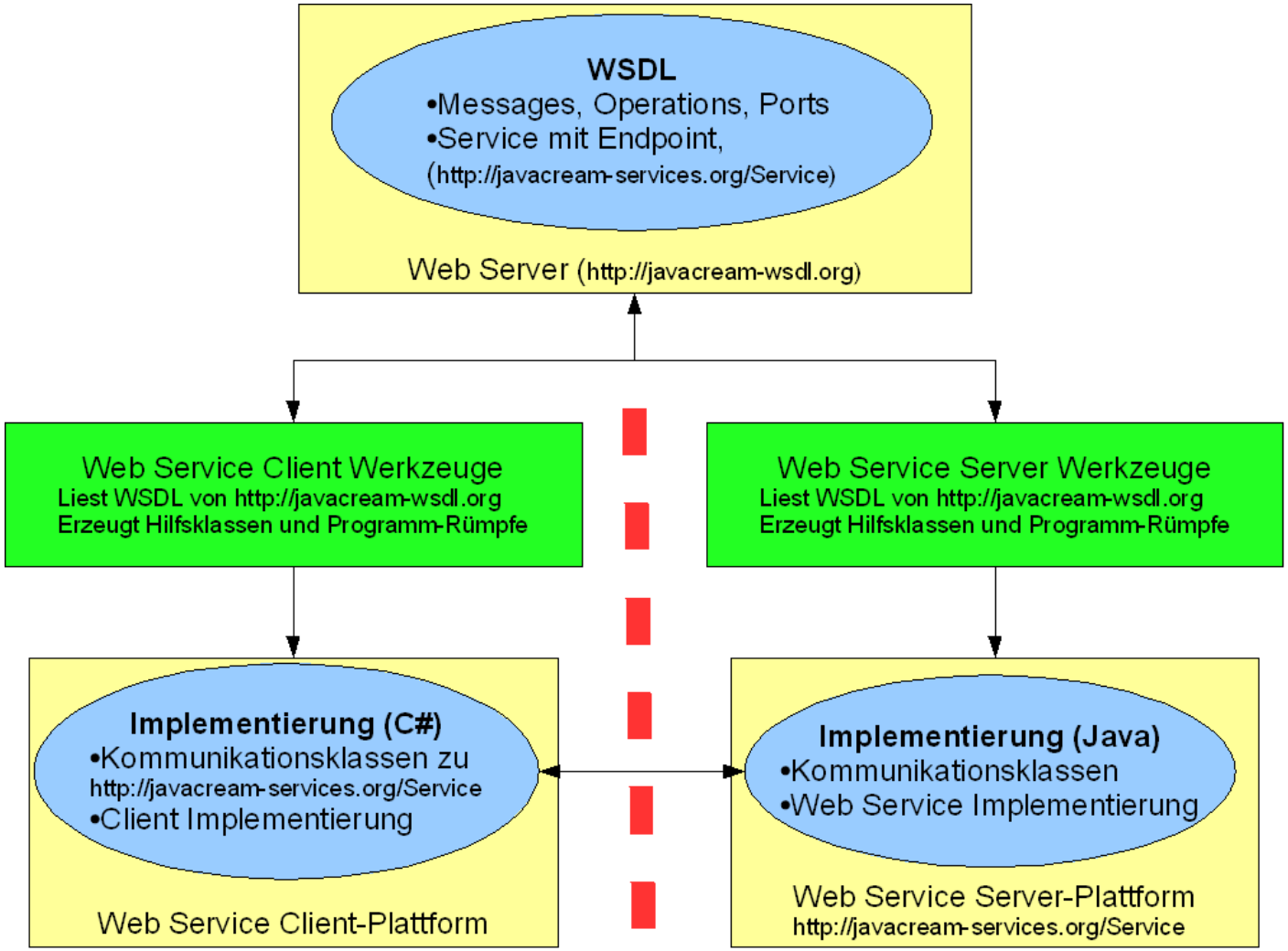
Benutzung von SOAP-basierten Web Services

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Definiert wird eine Service-Beschreibung in Form einer WSDL
- Realisierung
  - Für die Server-Implementierung werden Code-Rümpfe erzeugt,
  - für den Client fertige Stub-Klassen
- Beim Aufruf werden die SOAP-Envelopes über das Netzwerk ausgetauscht

Beispiel eines SOAP-WebServices

integrata Cegos Group
inspire qualify change



Das Web interessiert sich nicht für SOAP!

- Keine einzige Browser-Implementierung erzeugt beispielsweise beim Formular-Submit einen SOAP-Envelope
- JavaScript könnte dies zwar prinzipiell, es gibt aber hierfür keine einzige ernst zu nehmende Utilities-Bibliothek
- Hardware und Software von Systemen sind auf http-Requests ausgerichtet
  - Firewalls
  - Load Balancer und Router
  - Cache-Lösungen

2.2

RESTFUL WEB SERVICES

Service-Beschreibung

- Ein RESTful Web Service benötigt in erster Näherung keine gesonderte Beschreibung
  - PUT, GET, POST, DELETE decken alle relevanten Ressourcen-Operationen ab
  - Datentypen werden durch MIME-Types bestimmt
- Die einzige notwendige Information ist die Endpoint-Addresse
- In der Praxis werden jedoch in den meisten Fällen zusätzliche Informationen benötigt
  - Ein GET auf den Endpoint liefert beispielsweise eine Liste aller Ressourcen
  - Aber:
    - Liste aller Informationen oder Referenzen?
    - Bestimmung der Sortierreihenfolge?
    - …

- Analog zur WSDL wird eine detailliertere Service-Beschreibung geliefert
  - Web Application Description Language (WADL)
    - http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Application_Description_Language
  - Rest Service Description Language (RSDL)
    - http://en.wikipedia.org/wiki/RSDL

Ein komplett anderer Ansatz: HATEOAS

- Hypertext as the Engine of Application State
  - http://en.wikipedia.org/wiki/HATEOAS
- Grundidee: Jeder Response enthält eine Menge von Verlinkungen, die die weiteren sinnvollen Aktionen definieren
  - „Hört sich an, wie eine Web Anwendung!“
  - Aber nun konsequent mit PUT, DELETE!

REST Service Description Language

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Die WADL enthält analog zur WSDL eine detailliertere Service-Beschreibung
- http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Application_Description_Language

2.3

REALISIERUNG MIT JAX-RS

- Ab der JEE 7 verpflichtender Teil der Java Enterprise Edition (JEE)
  - Ältere Versionen werden durch separate Bibliotheken unterstützt
- Die Semantik des RESTful Web Services wird auf Java-Methoden gemapped
  - Dazu definiert das JAX-RS-API vorwiegend Annotationen
  - Encoder und Decoder unterstützen die Umwandlung von/nach Java-Objekten
    - Eine JSON-Bibliothek ist Bestandteil der Standard-Bibliothek

JAX-RS-API

integrata Cegos Group | inspire qualify change

All Classes

Packages
javax.ws.rs
javax.ws.rs.client
javax.ws.rs.container
javax.ws.rs.core
javax.ws.rs.ext

Annotation Types
ApplicationPath
BeanParam
ConstrainedTo
Consumes
CookieParam
DefaultValue
DELETE
Encoded
FormParam
GET
HEAD
HeaderParam
HttpMethod

The Java API for RESTful Web Services provides portable APIs for developing, exposing and accessing Web applications d
compliance with principles of REST architectural style.

See:

Description

Packages

javax.ws.rs	High-level interfaces and annotations used to create RESTful service resources.
javax.ws.rs.client	The JAX-RS client API
javax.ws.rs.container	Container-specific JAX-RS API.
javax.ws.rs.core	Low-level interfaces and annotations used to create RESTful service resources.
javax.ws.rs.ext	APIs that provide extensions to the types supported by the JAX-RS API.

The Java API for RESTful Web Services provides portable APIs for developing, exposing and accessing Web applications d
compliance with principles of REST architectural style.

Web resources

3

SERVER

3.1

COMPONENTS

Was sind JAX-RS-Komponenten?

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Als Komponenten werden annotierte Klassen identifiziert
  - `@Provider`
  - `@Path`
    - Implizit ebenfalls ein Provider
- Instanzen von Komponenten werden vom Context der JAX-RS-Runtime verwaltet
  - Lifecycle
  - Dependency Injection
- Methoden von Components werden für einen RESTful-Request aufgerufen
  - Im einfachsten Fall identifiziert JAX-RS exakt eine einzige Component Method
  - Filter und Interceptors erweitern dies zu einer Sequenz von Aufrufen

Dependency Injection

- Prinzipiell unabhängig vom CDI-Framework
  - Eine Integration mit CDI ist aber nahtlos möglich
- Methoden von Komponenten können bei Bedarf annotierte Parameterlisten definieren, um Zugriff auf notwendige Referenzen zu bekommen
  - Request-Parameter
  - Informationen aus dem Context selbst
    - Dazu dient die `@Context`-Annotation
      - Annotiert wird ein Parameter oder ein Attribut
    - Gültige Typen sind beispielsweise
      - Der komplette `Request`
      - Die `HttpHeader`
      - `UriInfo`
      - Konfigurationsinformationen über `Configurable`

Code-Beispiel: Eine annotierte Java-Klasse

integrata Cegos Group | inspire qualify change

```java
@Path("/people")
@Produces(MediaType.APPLICATION_JSON)
public class RestPeopleWebController {
    private PeopleController peopleController = new PeopleController();
    @GET
    @Path("/{id}")
    public Person findPerson( @PathParam("id") Long id) {
        return peopleController.findPersonById(id);
    }

    @GET
    public List<Person> findPeople() {
        return peopleController.findPeople();
    }

    @PUT
    @Path("/{id}")
    @Consumes(MediaType.APPLICATION_JSON)
    public void insertPerson(@PathParam("id") Long id, Person p){
        peopleController.insertPerson(id, p);
    }

    @POST
    @Path("/{id}")
    @Consumes(MediaType.APPLICATION_JSON)
    public void updatePerson(@PathParam("id") Long id, Person p){
        peopleController.updatePerson(id, p);
    }

    @DELETE
    @Path("/{id}")
    public void deletePersonById(@PathParam("id") Long id){
        peopleController.deletePersonById(id);
    }
}
```

3.2

DEPLOYMENT

Web Archive

- Das Deployment des RESTful Web Services erfolgt als Web-Anwendung
  - WAR-Datei mit der bekannten Verzeichnis-Struktur
    - `WEB-INF`
    - `WEB-INF/classes`
    - `WEB-INF/lib`
  - Konfigurationsmöglichkeiten über `web.xml`
  - Verwendung vorhandener Servlet-Filter-Implementierungen

Application

- Eine Application-Implementierung definiert die zu verwendenden Services

```
@ApplicationPath("/rest")
public class RestApplication extends Application{
 private HashSet<Class<?>> classes;
 {
 classes = new HashSet<>();
 classes.add(RestBooksServiceFacade.class);
 }
 @Override
 public Set<Class<?>> getClasses() {
 return classes;
 }
}
```

- Mehrere Implementierungen gleichzeitig sind möglich

Annotation Scanning

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Scannen nach Klassen mit Component-Annotationen
- Aktivierung des Scanners durch „leere“ `Application`

```
@ApplicationPath("/rs")
public class AnnotationScannerApplication extends
  Application {
public Set<Class<?>> getClasses() {
return Collections.emptySet();
}
@Override
public Set<Object> getSingletons() {
return Collections.emptySet();
}
}
```

3.3

REQUEST-VERARBEITUNG

URI-Auflösung

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Die http-Requests werden durch `@Path`-Annotationen auf Java-Signaturen gemappt
- Die verschiedenen Mappings müssen aber nicht disjunkt sein
  - Bei überlappenden Anweisungen wird ein komplexerer Algorithmus zur Bestimmung der aufzurufenden Methode durchlaufen
    - Prinzipiell: Das speziellste Mapping gewinnt
    - Details sind der JAX-RS-Spezifikation zu entnehmen

Parameter-Übertragung an den Server

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- `@PathParam`
- `@QueryParam`
- `@FormParam`
- `@CookieParam`
- `@HeaderParam`
- `@MatrixParam`
- `@BeanParam`
  - Hier wird eine Java-Bean-Klasse angegeben, deren Properties mit obigen Annotationen versehen sind
- `@DefaultValue`
  - Zusätzliche Annotation zum Setzen eines optionalen Default-Wertes

Dependency Injection

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Alle Informationen werden über annotierte Parameter via Depenency Injection gesetzt
  - `public String javaService(@QueryParam("order") String order, @PathParam Long id)`
- Bei Bedarf kann der Java-Aufruf aber auch noch als (zusätzlichen) Parameter eine Referenz auf den konkreten Request definieren
  - `javax.ws.core.Request`

3.4

CONTENT HANDLER

Content Handler

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Der Rückgabewert des Java-Aufrufs muss in den benötigten MIME-Type encodiert werden
  - Dies kann automatisch durch Content Handler erfolgen
    - Low-Level Content Handler sind Bestandteil der Spezifikation
- Der Content Type im Header des Responses wird durch die `@Produces`-Annotation gesetzt
  - In `javax.ws.rs.core.MediaType` sind statische Konstanten für gebräuchliche Types definiert
    - `MediaType.APPLICATION_JSON`
    - `MediaType.TEXT_PLAIN`
  - Die `Produces-Annotation` wird für das Auflösen der aufzurufenden Component-Methode berücksichtigt
    - Der Client sendet den http-Header Accepts

Standard Java-Datentypen

- Deklaration eines Parameters einer Component-Methode
  - Dieser wird injected
  - Eine Annotation dieses Parameters ist nicht notwendig
- Unterstützt werden:
  - `java.io.InputStream` und `java.io.Reader` zum direkten Lesen des Request Message Bodies
  - `java.io.File` als Rückgabe einer Datei
    - Der Dateityp ist dann natürlich als Content Type anzugeben
  - `byte[]`, `char[]` und `String` sind zum Lesen (Parameter) und Schreiben (Rückgabewert) erlaubt
  - `javax.xml.transform.Source` für Requests und/oder Responses im XML-Format

JAX-RS-Typen

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- `javax.ws.rs.core.StreamingOutput`
  - Direktes Streamen einer Antwort
  - Wrapper-Interface um einen `java.io.OutputStream`
    ```
    public void write(OutputStream output) throws
    IOException,    WebApplicationException
    ```
  - Rückgabewert einer Component-Methode
- `javax.ws.rs.core.MultivaluedMap`
  - Für Formular-Eingaben

JAXB

- Mit JAXB erfolgt ein Mapping von Java-Objekten nach XML und umgekehrt
- Ein Content Handler steht zur Verfügung, der als Rückgabetyp Java-Klassen mit JAXB-Annotationen akzeptiert
  - Die Methode ist mit `@Produces(MediaType.APPLICATION_XML)` zu annotieren

JSON

- Die Erzeugung einer JSON-Antwort kann mit Hilfe des JSON-APIs in `javax.json` erfolgen
  - `JsonObject`
  - `JsonArray`
  - `JsonObjectBuilder und JsonArrayBuilder`
  - `JsonParser`
- Die jackson-Bibliothek enthält einen Content Handler, der automatisch ein Marshalling von Java-Objekten nach JSON und umgekehrt durchführt

Custom Content Handlers

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Eigene Content Handlers implementieren
  - `javax.ws.rs.ext.MessageBodyWriter`
  - `javax.ws.rs.ext.MessageBodyReader`
- Die implementierende Klasse wird als Component definiert und einem Content Type zugeordnet

```
@Provider
@Produces("application/xml")
public class MyJAXBMarshaller implements
  MessageBodyWriter{…}
```

oder

```
@Provider
@Consumes("application/xml")
public class MyJAXBUnmarshaller implements
  MessageBodyReader{…}
```

3.5

CONTENT NEGOTIATION

@Produces

- Bisher:
  - Festlegung des Content Types der Antwort
- Erweiterung:
  - Wird auch beim Matching-Prozess zum Auflösen der aufzurufenden Java-Methode benutzt
    - Dazu wird natürlich der `Accept-Header` ausgewertet
      - Aktuell noch keine Annotation-basierte Unterstützung für `Accept-Language` und `Accept-Encoding`
  - Algorithmus analog zu `@Path`
    - Der speziellste Treffer gewinnt

Einige Details

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- `@Produces` akzeptiert ein Array von Content Types
  - Content Handler können je nach aktuellem `Accept`-Header automatisch den angeforderten Typ liefern
- Komplexes Dispatching kann auch programmatisch erfolgen
  - Zugriff auf den http-Header durch Injection
    - `publicBook findBookByIsbn(@Context HttpHeaders headers, @PathParam("isbn")String isbn) {…}`

Eigene MIME-Types

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Empfohlene Namenskonvention:
  - `application/vnd.<company>.<type-name>`
    - `application.vnd.javacream.book`
- Ein „Parent“-Mechanismus wird unterstützt
  - `application/vnd.<company>.<type-name>`**`+parent`**
    - `application.vnd.javacream.book`**`+xml`**
- Zusätzliche Meta-Informationen durch key=value-Paare
  - `application/vnd.<company>.<type-name>+parent`**`;key=value`**
    - `application.vnd.javacream.book+xml`**`;version=1.0`**

Content Negotiation aus HTML-Seiten

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Browser senden ohne zusätzliche PlugIns ausschließlich ihren vordefinierten `Accept`-Header
  - Damit ist eine Content Negotiation über Links und Formulare nicht automatisch möglich
- Lösungen
  - Senden der Informationen über Request-Parameter und dispatching im Programmcode
    - Path, Query
  - Die meisten Provider unterstützen Content Negotiation durch die „File“-Endung des Requests
    - Diese Endung wird vor der eigentlichen Verantwortung automatisch aus dem Request entfernt
    - Die Provider-Laufzeit enthält ein Mapping zwischen Endung und echtem MIME-Type

3.6

RESPONSE UND EXCEPTIONS

Standard Response Codes

- RESTful Web Services mappen den Status der Request-Verarbeitung auf die http-Status Codes
  - http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616-sec9.html
- Diese sind von der JAX-RS-Spezifikation direkt übernommen worden
  - und werden von den Component Methods automatisch dem Response zugeordnet

Status Codes und Exceptions

- Um eine Fehler-Situation signalisieren zu können enthält das API die `javax.ws.rs.WebApplicationException`
  - Eine Runtime-Exception
  - Erzeugung beispielsweise mit einem Status-Code-Wert
  - Vorsicht: Es liegt in der Verantwortung des Programmierers, nur Codes zu benutzen
    - Ein PUT darf nicht in der Antwort einen „404: Not Found“-Status setzen

Exception Hierarchie

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Zur Vereinfachung existiert eine ganze Hierarchie vordefinierter Exception-Klassen

Exception	Status code	Description
BadRequestException	400	Malformed message
NotAuthorizedException	401	Authentication failure
ForbiddenException	403	Not permitted to access
NotFoundException	404	Couldn't find resource
NotAllowedException	405	HTTP method not supported
NotAcceptableException	406	Client media type requested not supported
NotSupportedException	415	Client posted media type not supported
InternalServerErrorException	500	General server error
ServiceUnavailableException	503	Server is temporarily unavailable or busy

Response und ResponseBuilder

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Mit Hilfe des `javax.ws.rs.core.ResponseBuilder`s kann der Programmierer den `javax.ws.rs.core.Response` feingranular erzeugen

```
public Response getBook() {
String book = ...;
ResponseBuilder builder = Response.ok(book);
builder.language("fr")
.header("Some-Header", "some value");
return builder.build();
}
```

- Der `javax.ws.rs.core.Response` enthält
  - Das vom Content Handler zu konvertierende Java-Objekt
    - Die „Entity“
  - Den Statuscode
  - Die zu setzenden Header als `MultivaluedMap`

4

CLIENT

4.1

CLIENT API

Übersicht

- JAX-RS stellt ein generisches Client-API zur Verfügung
  - `Client client = ClientBuilder.newClient();`
- Mit Hilfe des `client` werden RESTful-Zugriffe ausgeführt
  - Fluentes API
  - ```
    Response res =
    client.target("http://example.org/hello").request("text/
    plain").get();
    ```
  - ```
    WebTarget messages =
    client.target("http://example.org/messages/{id}");
    WebTarget msg123 = messages.resolveTemplate("id", 123);
    WebTarget msg456 = messages.resolveTemplate("id", 456);
    ```

Alternative Clients

- `java.net.URL`
  - REST ist normales HTTP
- Apache HttpClient
  - Open Source Utility-Bibliothek zur vereinfachten Programmierung von HttpClients
  - Bestandteil der Java-Umgebung von Android-basierten Geräten
- RESTEasy
  - Open Source-Bibliothek von JBoss/RedHat mit extrem einfacher Client-Programmierung

4.2

FILTER UND INTERCEPTORS

Übersicht

- Filter
  - Querschnittsfunktionen, die den Zugriff auf Header-Informationen benötigen
    - `javax.ws.rs.container.ContainerRequestFilter`
    - `javax.ws.rs.container.ContainerResponseFilter`
    - `javax.ws.rs.client.ClientRequestFilter`
    - `javax.ws.rs.client.ClientResponeFilter`
  - Der Request-Filter ist in zwei Phasen aufgeteilt
    - `javax.ws.rs.container.PreMatching`-Annotation
    - Nicht-annotiert: „PostMatching“
- Interceptors
  - Querschnittsfunktionen, die den Body verändern
    - `javax.ws.rs.ext.ReaderInterceptor`
    - `javax.ws.rs.ext.WriterInterceptor`

Beispiel: Filter

integrata Cegos Group
inspire qualify change

```
@PreMatching
public class DelaySimulationFilter implements ContainerRequestFilter {
@Override
public void filter(ContainerRequestContext containerRequestContext)
throws IOException {
   String delayString = containerRequestContext.getUriInfo()
   .getQueryParameters().getFirst("delay");
   System.out.println("Delaying request, delay=" + delayString);
   if (delayString != null) {
         long delay = Long.parseLong(delayString);
         try {
                Thread.sleep(delay);
         } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
         }
   }
}
```

Beispiel: Interceptor

integrata Cegos Group | inspire qualify change

```
@Provider
public class GZIPEncoder implements WriterInterceptor
  {
  public void aroundWriteTo(WriterInterceptorContext
  ctx)
  throws IOException, WebApplicationException {
      GZIPOutputStream os = new
      GZIPOutputStream(ctx.getOutputStream());
      ctx.getHeaders().putSingle("Content-Encoding",
  "gzip");
      ctx.setOutputStream(os);
      ctx.proceed();
  }
}
```

Einige Details: Reihenfolge

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- `javax.annotation.Priority`-Annotation
  - @Provider @Priority(42)
- Einige Konstanten definiert in `javax.ws.rs.Priorities`
  - `@Priority(Priorities.AUTHENTICATION)`

Einige Details: NameBinding

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Anwendung eines Filters/Interceptors pro Methode
- Definition einer `@NameBinding`-Annotation

```
@NameBinding
@Target({ElementType.METHOD, ElementType.TYPE})
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
public @interface MyBinding {}
```

- Benutzung der Annotation auf Klassen- oder Methodenebene

Einige Details: Dynamic Features

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Programmatische Konfiguration des JAX-RS-Kontextes

```
@Provider

public class MyFeature implements DynamicFeature {
  public void configure(ResourceInfo ri, FeatureContext
   ctx) {
    MyAnnotation ann =
    ri.getResourceMethod().getAnnotation(MyAnnotationclass
);
    if (ann == null) return;
    MyFilter filter = new MyFilter();
    ctx.register(filter);
  }
}
```

  - MyFilter ist kein `@Provider`!

4.3

ASYNCHRONE AUFRUFE

Client mit Future

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Das Client-API unterstützt Aufrufe unter Verwendung von `java.util.concurrent` mit `Future<T>`

```
Client client = ClientBuilder.newClient();
Future<Response> futureResponse =
  client.target(uri).request().async().get();
//...
Response response = futureResponse.get();
//...
```

Client mit Callback

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Dazu dient das Interface

```
javax.ws.rs.client.InvocationCallback
public class MyCallback implements
  InvocationCallback<Response> {
public void completed(Response response) {
//…
}
public void failed(Throwable throwable) {
//…
}
```

- Benutzung

```
client.target(uri).request().async().get(new MyCallback());
```

Server: `AsyncResponse`

integrata Cegos Group | inspire qualify change

- Auch der Server kann die Verarbeitung asynchron durchführen
- Dies muss der Programmierer vorsehen:
  - `void`-Methode
  - Injection eines Parameter vom Typ `javax.ws.rs.container.AsyncResponse`
    - `public void myService( @Suspended AsyncResponse asyncResponse)`
  - Benutzung des `AsyncResponse` in separatem Thread

```
new Thread() {
  public void run() {
  asyncResponse.resume(result);
  }
}.start();
```

Einige Details zum `AsyncResponse`

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Ein AsyncResponse kann abgebrochen werden
  - `cancel()`
- Timeout
  - `setTimeout(timeValue, timeUnit)`
- Registrierung von Callback-Handlern
  - `javax.ws.rs.container.TimeoutHandler`
  - `javax.ws.rs.container.CompletionCallback`
  - `javax.ws.rs.container.ConnectionCallback`

5

WEITERE THEMEN

5.1

HATEOAS

Grundidee

- Einbetten von Links in der Antwortstruktur
  - XML
  - JSON
- Die Antwort enthält damit
  - die Ergebnisse sowie
  - die nächsten sinnvollen Aktionen

Atom Links

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Standard für Links in XML
  - `<link href= "…" hreflang= "…" rel= "…" type= "…"/>`
  - **`href`**
    - **Ziel der Verlinkung**
  - **`rel`:**
    - **Logische Bedeutung der Verlinkung als beliebige Zeichenkette**
      - **`next`, `previous`, `edit`**
  - **`type`**
    - Media Type
  - **`hreflang`**
    - Sprache

Link-Header

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Alternative zu den Atom Links
- `Link`-Header
  - `Link: <http://resource.url>;rel=next,type=application/xml`

JAX-RS und HATEOAS

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- `javax.ws.rs.core.UriBuilder`
  - Hilfsklasse zur Erzeugung von URIs
    - Absolut
    - Relativ
    - Mit Query-Parametern
    - Mit Templates
- `javax.ws.rs.core.Link`
  - Hilfsklasse zur Erzeugung von Atom Links und Link-Headern

5.2

SECURITY

JEE Security

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Anbindung an ein Benutzerverwaltungssystem erfolgt administrativ
  - Konfiguration von „Realm“
- Dann stehen zur Verfügung
  - Security Constraints der `web.xml`
    - Authentication
    - Encryption
    - Authorization
  - Security Annotations
    - `@RolesAllowed`
    - `@PermitAll`
  - Authentication Schemas
    - BASIC
    - DIGEST
    - CLIENT_CERT
    - FORM

Server-Security und JAX-RS

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- `javax.ws.rs.core.SecurityContext`mit Zugriff auf
  - Principal
  - Rolle des authentifizierten Benutzers
  - Das Authentifizierungsschema
- Injection via `@Context`-Annotation

Client-Security und JAX-RS

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Der `ClientBuilder` enthält folgende relevanten Methoden für eine SSL-Verbindung
  - `keyStore(final KeyStore keyStore, final String password)`
    - Der `KeyStore` enthält das Client-Zertifikat
  - `keyStore(final KeyStore keyStore, final String password)`
    - Der `KeyStore` enthält den Schlüssel zur Verifizierung des Server-Zertifikats
- Provider können zusätzliche RequestFilter zur Verfügung stellen
  - Diese werden beim Client mit der Methode `register(…)` angemeldet
  - Beispiel
    - `org.jboss.resteasy.client.jaxrs.BasicAuthentication`

5.3

CACHING

http und Caching

- Proxy-Server versuchen aus Performance-Gründen Aufrufe zu cachen
  - `Expires`-Header
    - Kann über den `Response` bzw. im `ResponseBuilder` gesetzt werden
  - Ab HTTP 1.1 `Cache-Control` mit reichhaltigen Properties
    - Klasse `javax.ws.rs.core.CacheControl`
    - Kann über den `Response` bzw. im `ResponseBuilder` gesetzt werden

Conditional GET

- Conditional GET
  - `Last-Modiefied`-Header in der Antwort des Servers
  - GET-Anfrage mit `If-Modified-Since`-Header
    - Bei Änderung „200: OK“ mit geändertem Inhalt
    - Sonst: „304: Not modified“
- JAX-RS
  - Auswertung im `javax.ws.rs.core.Request`

ETags

- ETag
  - Hash-Wert, der vom Server eindeutig aus dem Inhalt des Responses berechnet wird
  - `ETag`-Header in der Antwort des Servers
  - GET-Anfrage mit `If-None-match`-Header
    - Bei Änderung „200: OK“ mit geändertem Inhalt
    - Sonst: „304: Not modified“
- JAX-RS
  - `javax.ws.rs.core.EntityTag`
  - Auswertung im `javax.ws.rs.core.Request`

Conditional PUT und POST

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Vermeidung inkonsistenter Zustände durch konkurrierende Client-Zugriffe
- Header-Property `If-Unmodified-Since`
  - Im Fehlerfall „412: Precondition Failed“
- Auswertung in JAX-RS ebenfalls wieder über den `Request`

5.4

WERKZEUGE UND PROVIDER

Generatoren

- Arbeitsweise und Umfang der Generatoren ist nicht Bestandteil der JAX RS-Spezifikation
- Prinzipiell kann erzeugt werden:
  - WADL aus annotierter Java-Klasse
  - Code-Rümpfe für Server-Implementierung aus WADL
  - Client-Stubs aus WADL
  - Client-Stubs aus annotierter Java-Klasse

Laufzeitumgebung

integrata Cegos Group
inspire qualify change

- Die Annotationen werden durch eine Laufzeitumgebung ausgewertet
  - Diese wird von einem Provider bereit gestellt
    - Jersey
    - RestEasy
    - Apache CXF
  - Ab der JEE 7 ist JAX-RS verpflichtender Bestandteil eines Applikationsservers

Jersey- Die Referenzimplementierung

RESTEasy

- Ein von JBoss/RedHat implementierter JAX-RS-Stack
- Insbesondere interessant das Client-API
  - Hier wird einfach das Konzept der Annotationen auf Server-Seite für den Client wiederverwendet
    - Annotiert wird ein Interface
    - Eine Stub-Implementierung wird von RESTEasy dynamisch generiert