version 1 vom 30.4.2013
für prüfung 1

Christian Glatthard

VESYS Zusammenfassung

Inhalt

1 Einführung 4
1.1 Definition “Verteiltes System” 4
1.2 Klassifikation 4
1.2.1 Client-Server System 4
1.2.2 Verteilte Applikation 4
1.2.3 P2P Netzwerk 4
1.3 Interaktionsmodelle 4
1.3.1 Kooperation 4
1.3.2 Kommunikation 4
1.4 Kommunikationsstile 4
1.4.1 RPC (Remote Procedure Calls) 4
1.4.2 Nachrichtenbasierte Systeme 5
2 Java Networking 6
2.1 IP Socket Verbindungen 6
2.2 Class InetAdress 6
2.2.1 Statische Factory Methoden 6
2.3 Instanzmethoden 6
2.4 Class NetworkInterface 6
2.5 Stream Socket 6
2.6 Class Socket 6
2.7 class ServerSocket 7
2.8 ObjectStreams 7
2.9 Class DatagramSocket 7
3 Internet 8
3.1 HTTP (HyperText Transfer Protocol) 8
3.1.1 Request 8
3.1.2 Response 8
3.2 Common Header Lines 8
3.2.1 MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) 9
3.3 HTTP Status Codes 9
3.3.1 1xx: Information 9
3.3.2 2xx: Successful 9

3.3.3 3xx: Redirection 9
3.3.4 4xx: Client Error 9
3.3.5 5xx: Server Error 10
3.4 GET vs POST 10
4 Webservices 12
4.1 XML-RPC (Remote Procedure Call) 12
4.1.1 Primitive Datentypen 12
4.1.2 Structs 12
4.1.3 Arrays 12
4.1.4 XML-RPC Request 12
4.1.5 XML-RPC Response 13
4.1.6 Fault Result 13
4.1.7 Apache XML-RPC Sample Server 13
4.1.8 Apache XML-RPC Client 14
4.2 SOAP 14
4.2.1 WSDL 14
4.2.2 JAX-WS (Java API for XML Web Services) 15
4.2.3 JAX-WS HTTP Request 19
4.2.4 JAX-WS HTTP Response 19
4.2.5 SOAP Message Structure 20
4.3 Vergleich von SOAP und XML-RPC 20
4.3.1 Allgemein 20
4.3.2 Features 20
5 REST (Representational State Transfer) 21
5.1 Prinzipien 21
5.2 REST in 5 Schritten 21
5.3 REST vs SOAP 22
5.4 REST Client Seite 22
5.5 REST Server Seite 22
5.6 JSR 311: Java API for RESTful Web Services (JAX-RS) 22
5.6.1 HTTP Methoden 22
5.6.2 JAX-RS Injection 22
5.6.3 Content Negotiaton 23
5.6.4 JAX-RS Data Binding 24
5.6.5 JAX-RS Antworten 24
5.6.6 JAX-RS Cache Control 25

5.6.7 JAX-RS Concurrency 25
5.7 JAX-RS Deployment 25
5.7.1 Server-Implementationen 25
6 Glossar 26
6.1 CRLF (Carriage Return [and] Line Feed) 26
7 Code Beispiele 26
7.1 StringBuilder 26
7.2 Netzwerkinterfaces ausgeben 26
7.3 Example WSDL 2.0 code 26

1 Einführung

1.1 Definition “Verteiltes System”

Ein verteiltes System ist eine Menge von unabhängigen Computern die von ihren Usern als ein einziges zusammenhängendes System wahrgenommen wird.

1.2 Klassifikation

Es gibt verschiedene Varianten von verteilten Systemen:

1.2.1 Client-Server System

Mehrere Clients benutzen denselben Server (z.B. Webserver)

1.2.2 Verteilte Applikation

Ein Algorithmus läuft auf mehreren „Slaves“, zentral koordiniert, mobiler Code (z.B. SETI@Home)

1.2.3 P2P Netzwerk

Gleichwertige autonome Knoten (z.B. Kazaa, Gnutella usw.)

1.3 Interaktionsmodelle

Da die verschiedenen Knoten in verteilten Systemen zum Teil auf dieselben Daten zugreifen müssen und sich auch teilweise Daten hin und herschicken müssen gibt es zwei Arten von Interaktionen.

1.3.1 Kooperation

Verschiedene verteilte Prozesse arbeiten auf demselben freigegebenen Repository. → Symmetrisch

1.3.2 Kommunikation

Ein Prozess sendet Daten als Nachrichten an anderen Prozess. → Asymmetrisch (sender/receiver)

Kommunikation kann wiederum in zwei Teilbereiche zerlegt werden.

1.3.2.1 Synchrone Kommunikation

- Sender wartet bis Kommunikation beendet
- Sender & Empfänger synchronisieren Kommunikation
- Beispiel: HTTP

1.3.2.2 Asynchrone Kommunikation

- Sender & Empfänger laufen unabhängig
- Sender wartet nicht auf Antwort
- Beispiel: Email, SMS

1.4 Kommunikationsstile

1.4.1 RPC (Remote Procedure Calls)

- Ähnlich wie lokale Prozeduraufrufe, Operationen beschrieben durch Name, Parameter und Rückgabewert
- Typischerweise synchron (Client wartet bis Kommunikation beendet)

Prozedural:

- Server stellt (i.d.R. zustandslose [stateless]) Operationen zur Verfügung
- Technologien: SOAP (JAX-RPC), XML-RPC

OO-RPC:

- Server hostet Set von Objekten
- Verteilte Objekte haben typischerweise einen eigenen Zustand
- Technologien: RMI, Corba

1.4.2 Nachrichtenbasierte Systeme

- Informationsaustausch durch Nachrichten, typischerweise asynchron
- Sender & Empfänger getrennt durch Message Queue Service
- Sender & Empfänger müssen sich nicht kennen
- Technologien: SOAP (JAX-WS), JMS, Akka

2 Java Networking

2.1 IP Socket Verbindungen

Auf dem Server muss ein Service auf einem speziellen Port auf eingehende Requests warten. Wenn der Client sich zu einem Server Service verbindet, muss er seine eigene Adresse und Port bekannt geben um eine Antwort zu erhalten.

Hostname / IP# identifiziert Host – genutzt von IP (L3)

Port# identifiziert Applikation auf dem Host – genutzt von TCP/UDP (L4)

2.2 Class InetAdress

2.2.1 Statische Factory Methoden

- getByName(String name)
- getByAdress(4/16 bytes)
- getAllByName(String host)
- getLocalHost()

2.3 Instanzmethoden

- byte[] getAddress()
- String getHostAddress()
- String getHostName()
- String getCanonicalHostName()
- boolean isReachable(int timeout)
- boolean isMulticastAddress()

2.4 Class NetworkInterface

Erlaubt Zugriff auf die lokalen Netzwerkinterfaces.

2.5 Stream Socket

- Permanent und zuverlässige Verbindung zwischen 2 Maschinen (TCP)
- Socket erstellt In- & Outputstream
- Nach Übertragung schliessen eine oder beide Seiten die Verbindung
- Lowest-Level Form der Kommunikation aus Entwicklersicht
    - Programmierer ist verantwortlich den Flow der Bytes zwischen den Maschinen zu managen
    - Higher-Level Techniken:
        - Nachrichtenübermittlungssysteme (SOAP, JMS)
        - Erweiterungen zu Web Servern (Servlets, JSP, ASP, …)
        - Verteilte Objekte (RMI)

2.6 Class Socket

Für das Aufbauen von Verbindungen zu einem offenen ServerSocket.

Methoden:

- InetAddress getInetAddress()
- InetAddress getLocalAddress()
- Int getPort()

- Int getLocalPort()
- InputStream getInputStream()
- OutputStream getOutputStream()
- void close()
- void shutdownOutput()
- void shutdownInput()

2.7 class ServerSocket

- Läuft auf einem Server und wartet auf eingehende Verbindungen
- Gebunden an IP Adresse und Port
- Nur ein Prozess pro Port!

Methoden:

- Socket accept() // blockiert bis eine Verbindung angefordert wird

2.8 ObjectStreams

- Klasse muss java.io.Serializable interface implementieren
    - Alternativ kann sie auch Externalizable implementieren

2.9 Class DatagramSocket

- UDP

Methoden:

- connect(addr, port) // erlaubt Senden/Empfangen nur für angegebenen Host
- disconnect() // löst Restriktion auf
- getInetAddress() // gibt Restriktions-Host zurück (oder Null)
- getPort()
- isConnected() // gibt zurück ob restringiert
- close() // gibt an, dass Socket nicht mehr in Verwendung
- send(DatagramPacket)
- receive(DatagramPacket)

3 Internet

3.1 HTTP (HyperText Transfer Protocol)

http://www.tutorialspoint.com/http/http_messages.htm

- Stateless
- Basiert auf TCP/IP

3.1.1 Request

```
POST /test/demo_form.asp HTTP/1.1  // Request (method path version)
Host: w3schools.com                // Header Lines (header: value <CRLF>)
Content-Type: text/plain           // “
Content-Length: x                  // “
                                   // <CRLF>
name1=value1&name2=value2          // Message Body (hier spez. POST Query)
```

3.1.2 Response

```
HTTP/1.1 200 OK                            // Response (version status )
Date: Fri, 31 Dec 1999 23:59:59 GMT        // Header Lines
Content-Type: text/html
Content-Length: 1354
Host: w3schools.com

<html>                          // Response Body
<body>
<h1>Header</h1>
(more file contents)
  .
</body>
</html>
```

3.2 Common Header Lines

Header-Line	Description
Allow	Liste von unterstützten http Methoden (Allow: GET,HEAD)
Content-Encoding	In erster Linie genutzt um kompressierte Dokumente mit ihrem ursprünglichen Media Type zu versenden. (Content-Encoding: x-gzip)
Content-Length	Gibt die Länge des Message Bodys an
Content-Type	Siehe MIME (Content-Type: text/plain)
Date	(Date: Tue, 15 Nov 1994 08:12:31 GMT)
Expires	Gibt Datum & Zeit ab wann das Objekt nicht mehr gültig ist
From	E-Mail Adresse der zuständigen Person (From: hans@müller.ch)
If-Modified-Since	Konditionelle GET Requests. Falls nicht erfüllt wird bloss 304 (not modified) zurückgegeben ohne Body.
Location	Verwendet mit Redirects (Status 3xx) um den neuen Ort der Ressource anzugeben.
Pragma	(Pragma = "Pragma" ":" 1#pragma-directive) (pragma-directive = "no-cache" | extension-pragma) (extension-pragma = token ["=" word])
Referer	Gibt an von woher die URL aufgerufen wurde.
User-Agent	Information über den User-Agent der den Request verursacht hat.

3.2.1 MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions)

Format : media-type = type / subtype { « ; » parameter }

z.B. `text-html; charset=ISO-8859-1`

Liste gültiger MIME Types: http://www.iana.org/assignments/media-types

3.3 HTTP Status Codes

3.3.1 1xx: Information

Message:	Description:
100 Continue	Only a part of the request has been received by the server, but as long as it has not been rejected, the client should continue with the request
101 Switching Protocols	The server switches protocol

3.3.2 2xx: Successful

Message:	Description:
200 OK	The request is OK
201 Created	The request is complete, and a new resource is created
202 Accepted	The request is accepted for processing, but the processing is not complete
203 Non-authoritative Information	
204 No Content	
205 Reset Content	
206 Partial Content	

3.3.3 3xx: Redirection

Message:	Description:
300 Multiple Choices	A link list. The user can select a link and go to that location. Maximum five addresses
301 Moved Permanently	The requested page has moved to a new url
302 Found	The requested page has moved temporarily to a new url
303 See Other	The requested page can be found under a different url
304 Not Modified	
305 Use Proxy	
306 *Unused*	This code was used in a previous version. It is no longer used, but the code is reserved
307 Temporary Redirect	The requested page has moved temporarily to a new url

3.3.4 4xx: Client Error

Message:	Description:
400 Bad Request	The server did not understand the request
401 Unauthorized	The requested page needs a username and a password
402 Payment Required	*You can not use this code yet*
403 Forbidden	Access is forbidden to the requested page
404 Not Found	The server can not find the requested page
405 Method Not Allowed	The method specified in the request is not allowed
406 Not Acceptable	The server can only generate a response that is not accepted by the client
407 Proxy Authentication Required	You must authenticate with a proxy server before this

	request can be served
408 Request Timeout	The request took longer than the server was prepared to wait
409 Conflict	The request could not be completed because of a conflict
410 Gone	The requested page is no longer available
411 Length Required	The "Content-Length" is not defined. The server will not accept the request without it
412 Precondition Failed	The precondition given in the request evaluated to false by the server
413 Request Entity Too Large	The server will not accept the request, because the request entity is too large
414 Request-url Too Long	The server will not accept the request, because the url is too long. Occurs when you convert a "post" request to a "get" request with a long query information
415 Unsupported Media Type	The server will not accept the request, because the media type is not supported
416	
417 Expectation Failed	

3.3.5 5xx: Server Error

Message:	Description:
500 Internal Server Error	The request was not completed. The server met an unexpected condition
501 Not Implemented	The request was not completed. The server did not support the functionality required
502 Bad Gateway	The request was not completed. The server received an invalid response from the upstream server
503 Service Unavailable	The request was not completed. The server is temporarily overloading or down
504 Gateway Timeout	The gateway has timed out
505 HTTP Version Not Supported	The server does not support the "http protocol" version

3.4 GET vs POST

	GET	POST
BACK button/Reload	Harmless	Data will be re-submitted (the browser should alert the user that the data are about to be re-submitted)
Bookmarked	Can be bookmarked	Cannot be bookmarked
Cached	Can be cached	Not cached
Encoding type	application/x-www-form-urlencoded	application/x-www-form-urlencoded or multipart/form-data. Use multipart encoding for binary data
History	Parameters remain in browser	Parameters are not saved in

	history	browser history
Restrictions on data length	Yes, when sending data, the GET method adds the data to the URL; and the length of a URL is limited (maximum URL length is 2048 characters)	No restrictions
Restrictions on data type	Only ASCII characters allowed	No restrictions. Binary data is also allowed
Security	GET is less secure compared to POST because data sent is part of the URL Never use GET when sending passwords or other sensitive information!	POST is a little safer than GET because the parameters are not stored in browser history or in web server logs
Visibility	Data is visible to everyone in the URL	Data is not displayed in the URL

4 Webservices

4.1 XML-RPC (Remote Procedure Call)

XML-RPC verwendet ebenfalls XML um RPCs zu kodieren. Verglichen mit der Architektur von SOAP hat es eine simplere Architektur. XML-RPC ist eher bescheiden in seinen Zielen. Es versucht nicht die Lösung für jedes Problem zu sein, stattdessen versucht es eine einfach und effektiv zu sein in dem was es kann – das Anfragen und Erhalten von Informationen.

4.1.1 Primitive Datentypen

- int, i4 signed 32bit Integer
- string ASCII string (no latin1)
- boolean either 0 or 1
- double double-precision floating point number
- dateTime.iso8601 z.B. 20050717T14:08:14
- base64 raw binary data, base64 encoded

```
<i4 >13 </i4 >
<boolean >0 </ boolean >
```

4.1.2 Structs

- Struct enthält Members mit Name und Wert.
- können rekursiv sein (Structs die Structs enthalten)

```
<struct >
  <member >
    <name >from </ name >
    <value ><i4 > -5 </i4 ></ value >
  </ member >
  <member >
    <name >to </ name >
    <value ><i4 >5 </i4 ></ value >
  </ member >
</ struct >
```

4.1.3 Arrays

Element-Typen können gemischt werden

```
<array >
  <data >
    <value ><i4 >-5 </i4 ></ value >
    <value >< string >44 </ string ></ value >
    <value >< boolean >1 </ boolean ></ value >
  </data >
</array >
```

4.1.4 XML-RPC Request

```
<? xml version =" 1.0 " encoding ="UTF -8"?>
<methodCall >
  <methodName > Echo . getEcho </ methodName >
```

```
    <params >
      <param >
        <value >World </ value >
      </param >
    </ params >
</ methodCall >
```

4.1.5 XML-RPC Response

4.1.5.1 Single Result

```
<? xml version =" 1.0 " encoding ="UTF -8"?>
<methodResponse >
  <params >
    <param >
      <value > Hello World , welcome to XML -RPC </ value >
    </param >
  </ params >
</ methodResponse >
```

Als Resultat kann nur ein Wert zur□uckkommen, dieser kann jedoch auch ein Struct oder ein Array sein.

4.1.6 Fault Result

```
<? xml version =" 1.0 " encoding ="UTF -8"?>
<methodResponse >
  <fault >
    <value >
      <struct >
        <member >
          <name > faultCode </ name >
          <value ><i4 >0 </i4 ></ value >
        </ member >
        <member >
          <name > faultString </ name >
          <value >No such handler : Echo .foo </ value >
        </ member >
      </ struct >
    </value >
  </fault >
</ methodResponse >
```

4.1.7 Apache XML-RPC Sample Server

```
import org . apache . xmlrpc . server .*;
import org . apache . xmlrpc . webserver . WebServer ;
3
public class HelloServer {
  public static void main ( String [] args ) throws Exception {
    PropertyHandlerMapping phm = new PropertyHandlerMapping ();
    phm . addHandler (" Echo ", ch. fhnw .ds. xmlrcp . echo . EchoImpl .
class );
    WebServer server = new WebServer (80) ;
    XmlRpcServer xmlRpcServer = server . getXmlRpcServer ();
    xmlRpcServer . setHandlerMapping ( phm);
    server . start ();
    System . out . println (" Server started at port 80");
  }
```

```
}
```

4.1.7.1 Handler Class Server

```
public class EchoImpl {
  public String getEcho ( String name ) {
  return "[XML - RPC ] Hello "+ name +", welcome to XML - RPC ";
  }
}
```

Nur Instanzmethoden der Handlerklasse sind zugreifbar. Keine void Methoden. Public Default Constructor zwingend.

4.1.8 Apache XML-RPC Client

```
import java . util .*;
import org . apache . xmlrpc .*;
public class HelloClient {
  public static void main ( String [] args ) throws Exception {
    XmlRpcClientConfigImpl config = new XmlRpcClientConfigImpl ();
    config . setServerURL ( new URL (" http :// localhost / xmlrpc "));
    XmlRpcClient client = new XmlRpcClient ();
    client . setConfig ( config );
    List params = new ArrayList ();
    params . add ( args [0]) ;
    Object result = client . execute (" Echo . getEcho ", params );
    System . out . println (" The result is: "+ result . toString ());
  }
}
```

4.2 SOAP

- Einfaches, schlankes Protokoll um strukturierte und typisierte Informationen im Web auszutauschen
- Protokolle: HTTP, SMTP, raw TCP/IP, …
- Format: XML
- Message Typ: one-way oder Request / Response
- Body: kann zusätzliche Meta Infos enthalten
- Design Ziel: auf bereits existierenden und akzeptierten Standards aufbauen

4.2.1 WSDL

WSDL ist eine XML basierte Interface Beschreibungssprache die genutzt wird um die Funktionalität von Webservices zu beschreiben. Eine WSDL Beschreibung eines Webservices enthält:

- Wie der Service aufgerufen werden kann
- Welche Parameter er erwartet
- Welche Datenstruktur er zurückgibt

WSDL 1.1 Term	WSDL 2.0 Term	Description
Service	**Service**	Contains a set of system functions that have been exposed to the Web-based protocols.
Port	**Endpoint**	Defines the address or connection point to a Web service. It is typically

		represented by a simple HTTP URL string.
Binding	**Binding**	Specifies the interface and defines the SOAP binding style (RPC/Document) and transport (SOAP Protocol). The binding section also defines the operations.
PortType	**Interface**	Defines a Web service, the operations that can be performed, and the messages that are used to perform the operation.
Operation	**Operation**	Defines the SOAP actions and the way the message is encoded, for example, "literal." An operation is like a method or function call in a traditional programming language.
Message	**n/a**	Typically, a message corresponds to an operation. The message contains the information needed to perform the operation. Each message is made up of one or more logical parts. Each part is associated with a message-typing attribute. The message name attribute provides a unique name among all messages. The part name attribute provides a unique name among all the parts of the enclosing message. Parts are a description of the logical content of a message. In RPC binding, a binding may reference the name of a part in order to specify binding-specific information about the part. A part may represent a parameter in the message; the bindings define the actual meaning of the part. Messages were removed in WSDL 2.0, in which XML schema types for defining bodies of inputs, outputs and faults are referred to simply and directly.
Types	**Types**	Describes the data. The XML Schema language (also known as XSD) is used (inline or referenced) for this purpose.

4.2.2 JAX-WS (Java API for XML Web Services)

JAX-WS ist eine Java API um Webservices zu erstellen. Es ist Teil der Java EE (Enterprise Edition) Plattform von Sun Microsystems. Wie auch andere Java EE APIs nutzt JAX-WS Annotationen (@Webservice, @WebMethod usw). Basiert auf SOAP. Nur WSDL 1.1 unterstützt.

4.2.2.1 Anleitung

4.2.2.1.1 Interface erstellen

Ein Interface heisst SEI (Service Endpoint Interface)

```
package ch.fhnw.ds.jaxws.server;
import javax.jws.WebService;
@WebService
public interface HelloService {
      String sayHello(@WebParam(name = "name") String name);
}
```

4.2.2.1.2 Interface implementieren

Die Implementation heisst SIB (Service Implementation Bean)

```
package ch.fhnw.ds.jaxws.server;
import java.util.Date;
@WebService
public class HelloServiceImpl implements HelloService {
      @Override
      public String sayHello(@WebParam(name = "name") String name){
            return "Hello " + name + " from SOAP at " + new Date();
      }
```

```
}
```

4.2.2.1.3 Java Objekte für XML Requests & Responses generieren

```
% wsgen -cp bin -keep -s src -d bin
ch.fhnw.ds.jaxws.server.HelloServiceImpl
```

–-cp <path> classpath

–-keep keep generated files

–-s <path> path where to place generated source files

–-d <path> path where to place generated output files

–<SEI> specify a SIB (service implementation bean)

4.2.2.1.3.1 SayHello

```
package ch.fhnw.ds.jaxws.server.jaxws;
import ...;
@XmlRootElement(name = "sayHello",
            namespace = "http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/")
@XmlAccessorType(XmlAccessType.FIELD)
@XmlType(name = "sayHello",
            namespace = "http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/")
public class SayHello {

      @XmlElement(name = "name", namespace = "")
      private String name;
      public String getName() { return this.name; }
      public void setName(String name) { this.name = name; }
}
```

4.2.2.1.3.2 SayHelloResponse

```
package ch.fhnw.ds.jaxws.server.jaxws;
import ...;
@XmlRootElement(name = "sayHelloResponse",
            namespace = "http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/")
@XmlAccessorType(XmlAccessType.FIELD)
@XmlType(name = "sayHelloResponse",
            namespace = "http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/")
public class SayHelloResponse {

      @XmlElement(name = "return", namespace = "")
      private String _return;
      public String getReturn() { return this._return; }
      public void setReturn(String _return) {
            this._return = _return;
      }
}
```

4.2.2.1.4 Publish the Service

```
package ch.fhnw.ds.jaxws.server;
import javax.xml.ws.Endpoint;

public class HelloServicePublisher {
```

```
	public static void main(String[] args){
		Endpoint.publish(
			"http://127.0.0.1:9876/hs", // publication URI
			new HelloServiceImpl()); // SIB instance
		System.out.println("service published");
	}
}
```

4.2.2.2 Generierte Webservice Definition anschauen

```
http://localhost:9876/hs?wsdl
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <definitions
	xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
	xmlns:tns="http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/"
	xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
	xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
	targetNamespace="http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/"
	name="HelloServiceImplService">
<types>
	<xsd:schema>
		<xsd:import namespace="http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/"
schemaLocation="http://localhost:9876/hs?xsd=1">
		</xsd:import>
	</xsd:schema>
</types>
<message name="sayHello">
<part name="parameters"
element="tns:sayHello">
</part>
</message>
<message name="sayHelloResponse">
<part name="parameters"
element="tns:sayHelloResponse">
</part>
</message>
<portType name="HelloServiceImpl">
<operation name="sayHello">
<input message="tns:sayHello"></input>
<output message="tns:sayHelloResponse"></output>
</operation>
</portType>
<binding name="HelloServiceImplPortBinding"
type="tns:HelloServiceImpl">
<soap:binding
transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
style="document">
</soap:binding>
<operation name="sayHello">
<soap:operation soapAction=""></soap:operation>
<input>
<soap:body use="literal"></soap:body>
</input>
<output>
<soap:body use="literal"></soap:body>
```

```
</output>
</operation>
</binding>
<service name="HelloServiceImplService">
<port name="HelloServiceImplPort"
binding="tns:HelloServiceImplPortBinding">
<soap:address location="http://localhost:9876/hs">
</soap:address>
</port>
</service>
</definitions>
```

Referenzierte Schema Definition:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:tns="http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/"
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
version="1.0"
targetNamespace="http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/">
<xs:element name="sayHello" type="tns:sayHello"></xs:element> <xs:element
name="sayHelloResponse" type="tns:sayHelloResponse"></xs:element>
<xs:complexType name="sayHello"> <xs:sequence> <xs:element name="name"
type="xs:string" minOccurs="0"></xs:element> </xs:sequence>
</xs:complexType> <xs:complexType name="sayHelloResponse"> <xs:sequence>
<xs:element name="return" type="xs:string" minOccurs="0"></xs:element>
</xs:sequence>
 </xs:complexType>
</xs:schema>
```

4.2.2.3 Client Proxy generieren

```
% wsimport -keep -p ch.fhnw.ds.jaxws.client.jaxws -d bin -s src

http://localhost:9876/hs?wsdl
```

–-keep keep generated files

–-p <package> specify (overwrite) target package

–-s <path> path where to place generated source files

–-d <path> path where to place generated output files

–<WSDL> Web Service Definition

–=> HelloServiceImpl generated interface

–=> HelloServiceImplService factory class

4.2.2.4 Client Applikation schreiben

```
package ch.fhnw.imvs.client;
import ch.fhnw.imvs.client.jaxws.HelloServiceImpl;
import ch.fhnw.imvs.client.jaxws.HelloServiceImplService;

public class Client {
      public static void main(String[] args) {
            HelloServiceImplService service =
```

```
                new HelloServiceImplService();
          HelloServiceImpl port =
                service.getHelloServiceImplPort();
          String result = port.sayHello("Dominik");
          System.out.println(result);
     }
}
```

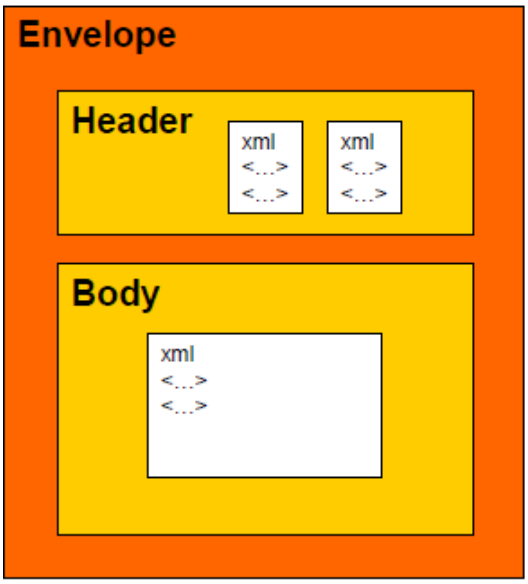
4.2.3 JAX-WS HTTP Request

```
POST /hs HTTP/1.1                                   HTTP Request
Accept: text/xml, multipart/related
User-Agent: JAX-WS RI 2.2.4-b01
Host: 127.0.0.1:9877
Connection: keep-alive
Content-Length: 209
Content-Type: text/xml; charset=utf-8               SOAP HTTP Binding
SOAPAction:
"http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/HelloServiceImpl/sayHelloRequest"

<?xml version="1.0" ?>                              SOAP Payload
<S:Envelope xmlns:S="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
     <S:Body>
          <ns2:sayHello xmlns:ns2="http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/">
               <name>Dominik</name>
          </ns2:sayHello>
     </S:Body>
</S:Envelope>
```

4.2.4 JAX-WS HTTP Response

```
HTTP/1.1 200 OK                                     HTTP Response
Transfer-encoding: chunked
Content-type: text/xml; charset=utf-8
Date: Mon, 18 Mar 2013 00:06:44 GMT
Content-Length: 277

<?xml version="1.0" ?>                              SOAP Payload
<S:Envelope xmlns:S="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
<S:Body>
<ns2:sayHelloResponse
xmlns:ns2="http://server.jaxws.ds.fhnw.ch/">
<return>
Hello Dominik from SOAP at Mon Mar 18 01:06:44 CET 2013
</return>
</ns2:sayHelloResponse>
</S:Body>
</S:Envelope>
```

4.2.5 SOAP Message Structure



Header ist optional

4.3 Vergleich von SOAP und XML-RPC

Quelle: http://weblog.masukomi.org/2006/11/21/xml-rpc-vs-soap

4.3.1 Allgemein

- SOAP produziert mehr Overhead
- XML-RPC ermöglicht beinahe alles zu erledigen mit möglichst wenig Aufwand
- SOAP bietet viel mehr Optionen und Möglichkeiten

4.3.2 Features

Feature	XML-RPC	SOAP
Structs	Yes	Yes
Arrays	Yes	Yes
Named structs & arrays	No	Yes
Short learning curve	Yes	No
Developer specified character set	No	Yes
Developer defined data types	No	Yes
Can specify recipient	No	Yes
Require client understanding	No	Yes
Message specific processing instructions	No	yes

5 REST (Representational State Transfer)

REST ist eine relativ neue Variante um verteilte Systeme aufzubauen. Der Begriff wurde erstmals im Jahr 2000 in einer Doktorarbeit verwendet.

5.1 Prinzipien

- Jede Ressource ist adressierbar über eine URI
- Als Requesttypen werden die bestehenden http Requests verwendet:
  - GET, HEAD → READ
    - Informationen über eine Repräsentation erhalten
    - Keine Nebeneffekte, möglicherweise gecached
    - Kann Query Parameter enthalten
  - POST → CREATE
    - Neue Sub-Ressource erstellen ohne bekannte ID
  - PUT → CREATE & UPDATE
    - Existierende Ressource updaten oder
    - Neue Ressource mit bekannter ID erstellen
  - DELETE
    - Ressource(n) löschen
  - OPTIONS
    - Erlaubte Operationen zurückgeben
- Repräsentationsorientiert, d.h. es werden mehrere Repräsentationen einer Ressource erlaubt
  - text/html
  - text/plain
  - application/json
  - application/xml
- Dinge verknüpfen
  - Referenzen zu anderen Ressourcen können in Repräsentationen genutzt werden

```
<order>
<
date>16.03.2013</
date>
<amount>23</amount>
<product ref="http://example.com/products/4711" />
<customer ref="http://example.com/customers/1234" />
</order>
```

- HTTP Protokoll
  - Standard Antwortcodes (201 Created, 404 Not Found, 405 Method not Allowed)
  - Caching

5.2 REST in 5 Schritten

1. Allem eine ID geben (in URI Form)
2. Dinge verknüpfen (Ressource-Referenzen)
3. Standardmethoden verwenden (http POST/GET/PUT/DELETE)
4. Verschiedene Repräsentationen
   a. Inhaltverhandlung
   b. URL basierte Repräsentationen
5. Zustandslose Kommunikation

5.3 REST vs SOAP

REST	SOAP
–Resource Oriented –Messages represented in different formats –HTTP used as protocol –HTTP verbs are used for access and manipulation –HTTP error codes are used as error messages –No formal interface description language (=> WADL) –GET requests can be cached in a proxy	–Service oriented –Messages represented in XML –Can be bound to different protocols –Access and Manipulation is service specific –Fault Elements in SOAP body describes errors –WSDL is used as interface description language –All requests are POST requests, no caching!

5.4 REST Client Seite

Für einen REST Client wird eine HTTP Client Library benötigt.

- java.net.HttpURLConnection
- Jakarta Commons HTTPClient Library (http Components Project)
- Jersey Client Library
- RESTEasy Client Library
- cURL (Command Line Tool um http Requests zu übermitteln)

todo:
- code example jersey
- jersey api (queryparam, headerparam etc)

5.5 REST Server Seite

5.6 JSR 311: Java API for RESTful Web Services (JAX-RS)

Es gibt verschiedene Implementationen von JAX-RS:

- Jersey: Reference Implementation
- JBoss RESTEasy JAX-RS
- CXF
- Wink
- Restlet

```
@Singleton  /* eine Instanz handelt alle Requests, sonst wird eine neue
Instanz erstellt für jeden Request */
@Path(„/polls“)
public class … {
  @GET
  @Path(”{id}“}
  public String getPoll(@PathParam(“id”) String key) { … }
}
```

5.6.1 HTTP Methoden

- Mit den Annotationen @GET, @POST, @PUT, @DELETE, @HEAD wird die http Methode angegeben
- Der Name der Java Methode kann frei gewählt werden
- Eigene http Methoden können definiert werden (WebDAV) indem neue Annotationen verwendet werden
  `@HttpMethod(“LOCK“)`

5.6.2 JAX-RS Injection

Typ	Beschreibung

PathParam	Werte aus den URI Template Parametern zu extrahieren
MatrixParam	Exakte Matrix Parameter (/images/cars;color=blue/2012/)
QueryParam	Query Parameter aus der URI (/images/cars?color=blue)
FormParam	Werte aus geposteten Formulardaten
HeaderParam	Request Header Daten
CookieParam	Werte aus HTTP cookies

```
@Path("/hello")
public class HelloResource {
//hello/meier-3?size=20

@GET
@Path("{name}-{id}")
public String getHello(
      @PathParam("name") String name,
      @PathParam("id") int id,
      @QueryParam("size") int size,
      @HeaderParam("Referer") Stringreferer,
      @CookieParam("customrerId") Cookie custId) {
      ...
      }
}
```

5.6.2.1 *Automatische Typkonvertierung*

Strings werden automatisch zu ihren primitiven Typen konvertiert (int, short, float, double, byte, char, Boolean).

5.6.2.2 *Default-Werte*

Es können Default Werte definiert werden für den Fall, dass der Parameter nicht mit dem Request mitgegeben wird.

```
@DefaultValue(10) @QueryParam(“size“) int size,
```

5.6.2.3 *Kontext*

Javax.ws.rs.core.Context erlaubt es verschiedene Helfer Objekte einzufügen.

@Context UriInfo	getBaseUri, getPath, getAbsolutePath, getQueryParameters
@Context HttpHeaders	getRequestHeaders, getRequestHeader, getMediaType, getLanguage, get Cookies, getAcceptableLanguages, getAcceptableMediaTypes
@Context Request	getMethod, evaluatePrecondition
@Context SecurityContext	
@Context Providers	

5.6.3 Content Negotiaton

@Produces: deklariert den Typ des Rückgabewertes (default: alle Rückgabewerte unterstützt)

```
@Path("/polls") // sets the path for this service
public class DoodleResource {
      @GET @Path("{id}")
      @Produces({"text/plain", "text/html"})
      public String getPollAsText(@PathParam("id") String id){
        ...
      }
```

```
      @GET @Path("{id}")
      @Produces("application/xml")
      public Poll getPoll (@PathParam("id") String id){
        ...
      }
}
```

@Consumes: deklariert akzeptierte Typen (PUT/POST)

```
@Path("/polls") // sets the path for this service
public class DoodleResource {
      @PUT @Path("{id}")
      @Consumes("application/x-www-form-urlencoded")
      @Produces("text/html")
      public String setPollForm(@PathParam("id") String id,
                  @FormParam("name") String name ){
        ...
      }
      @PUT @Path("/{id}")
      @Consumes("application/xml")
      public void setPoll(@PathParam("id") String id, Poll p){
        ...
      }
}
```

5.6.4 JAX-RS Data Binding

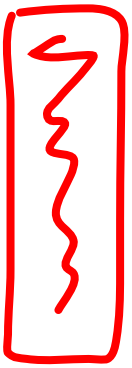
5.6.4.1 @Provider

- Provider Interface implementieren um proprietäre Medientypen zu unterstützen
- Klasse mit @Provider markieren und
    - MessageBodyReader<T>
        - readFrom: inputStream => T
    - MessageBodyWriter<T>
        - writeTo:

5.6.5 JAX-RS Antworten

5.6.5.1 Standardantworten

code examples?



- 200 OK (wen nein Wert zurückgegeben wird)
- 204 No Content (für void Methoden)
- 404 Not Found (wenn kein Ressourcen-Handler gefunden wurde)
- 406 Not Acceptable (wenn eine angeforderte Repräsentation nicht angeboten wird)
- 405 Method not allowed (wenn HTTP Methode nicht unterstützt wird)

5.6.5.2 WebApplicationException

Errorstatus kann definiert werden.

5.6.5.3 Exception Mapping

Es kann ein Mapper definiert werden, welcher Application Exceptions zu Antworten mappt

5.6.5.4 Komplexe Antworten

Das Builder Pattern wird benutzt um Antworten zu erstellen. ResponseBuilder wird durch statische Methoden als Antwort (status(), ok(), noContent(), notModified()…) erstellt.

5.6.6 JAX-RS Cache Control

```
Date lastMod= ...; // get the timestamp
CacheControl cc = new CacheControl();
cc.setMaxAge(1000); // HTTP max-age field, in seconds
ResponseBuilder builder = request.evaluatePreconditions(lastMod);
if(builder != null){
builder.cacheControl(cc);
return builder.build(); // returns 304 Not Modified
}
builder = Response.ok(response, type);

builder.cacheControl(cc);
builder.lastModified(lastMod);
return builder.build();
```

5.6.6.1 Cache-Control Header

- Private: caching in zwischengeschalteten Proxies ist nicht erlaubt
- Public: Antwort kann von jeder Zwischenstelle gecached werden
- No-cache: Antwort soll nicht gecached werden. Kann gespeichert werden, aber muss reevaluiert werden
- No-store: Antwort wird nicht auf der Disk gespeichert
- No-transform: Antwort wird nicht in einer veränderten Form gespeichert (z.b. kompressiert)
- Max-age: definiert wie lange ein Cache gültig ist (in Sekunden)

5.6.7 JAX-RS Concurrency

Da alle Aktionen auf der Client Seite ausgeführt werden, müssen wir Versionenkonflikte verhindern. Versionierung wird am einfachsten mithilfe des ETag oder des Änderungsdatums realisiert.

```
Date lastMod = ...; // get the timestamp
EntityTag tag = new EntityTag(...); // compute hash code
ResponseBuilder builder =
request.evaluatePreconditions(
lastMod, tag
);
if(builder != null){
return builder.build();
// returns 412 Precondition Failed
}
... perform the update ...
return Response.noContent().build();
```

5.7 JAX-RS Deployment

5.7.1 Server-Implementationen

- Jersey
- JBoss
- CXF
- Wink
- Restlet

6 Glossar

6.1 CRLF (Carriage Return [and] Line Feed)

In der Informatik ist CRLF ein Zeilenumbruch, auch bekannt als end-of-line (EOL). CRLF ist ein Sonderzeichen. Darauf folgender Text wird auf einer neuen Zeile angezeigt.

7 Code Beispiele

7.1 StringBuilder

```
public String decorateTheString(String orgStr){
            StringBuilder builder = new StringBuilder();
            builder.append(orgStr);
            builder.deleteCharAt(orgStr.length()-1);
            builder.insert(0,builder.hashCode());
            return builder.toString();
}
```

7.2 Netzwerkinterfaces ausgeben

```
public static void main(String[] args) throws SocketException {
  Enumeration<NetworkInterface> interfaces =
  NetworkInterface.getNetworkInterfaces();
  while(interfaces.hasMoreElements()){
    NetworkInterface intf = interfaces.nextElement();
    System.out.print(intf.getName());
    System.out.println(" ["+intf.getDisplayName()+"]");
    Enumeration<InetAddress> adr = intf.getInetAddresses();
    while(adr.hasMoreElements()){
      System.out.println("\t" + adr.nextElement());
    }
    byte[] hardwareAddress = intf.getHardwareAddress();
  }
}
```

7.3 Example WSDL 2.0 code

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<description xmlns="http://www.w3.org/ns/wsdl"
             xmlns:tns="http://www.tmsws.com/wsdl20sample"
             xmlns:whttp="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/http/"
             xmlns:wsoap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
             targetNamespace="http://www.tmsws.com/wsdl20sample">

<!-- Abstract type -->
   <types>
      <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
                 xmlns="http://www.tmsws.com/wsdl20sample"
                 targetNamespace="http://www.example.com/wsdl20sample">

         <xs:element name="request">
            <xs:complexType>
               <xs:sequence>
                  <xs:element name="header" maxOccurs="unbounded">
```

```
                    <xs:complexType>
                       <xs:simpleContent>
                          <xs:extension base="xs:string">
                             <xs:attribute name="name" type="xs:string"
use="required"/>
                          </xs:extension>
                       </xs:simpleContent>
                    </xs:complexType>
                 </xs:element>
                 <xs:element name="body" type="xs:anyType" minOccurs="0"/>
              </xs:sequence>
              <xs:attribute name="method" type="xs:string"
use="required"/>
              <xs:attribute name="uri" type="xs:anyURI" use="required"/>
           </xs:complexType>
        </xs:element>

        <xs:element name="response">
           <xs:complexType>
              <xs:sequence>
                 <xs:element name="header" maxOccurs="unbounded">
                    <xs:complexType>
                       <xs:simpleContent>
                          <xs:extension base="xs:string">
                             <xs:attribute name="name"  use="required"/>
                          </xs:extension>
                       </xs:simpleContent>
                    </xs:complexType>
                 </xs:element>
                 <xs:element name="body" type="xs:anyType" minOccurs="0"/>
              </xs:sequence>
              <xs:attribute name="status-code" type="xs:anySimpleType"
use="required"/>
              <xs:attribute name="response-phrase" use="required"/>
           </xs:complexType>
        </xs:element>
     </xs:schema>
  </types>

<!-- Abstract interfaces -->
  <interface name="RESTfulInterface">
     <fault name="ClientError" element="tns:response"/>
     <fault name="ServerError" element="tns:response"/>
     <fault name="Redirection" element="tns:response"/>
     <operation name="Get" pattern="http://www.w3.org/ns/wsdl/in-out">
        <input messageLabel="In" element="tns:request"/>
        <output messageLabel="Out" element="tns:response"/>
     </operation>
     <operation name="Post" pattern="http://www.w3.org/ns/wsdl/in-out">
        <input messageLabel="In" element="tns:request"/>
        <output messageLabel="Out" element="tns:response"/>
     </operation>
     <operation name="Put" pattern="http://www.w3.org/ns/wsdl/in-out">
        <input messageLabel="In" element="tns:request"/>
        <output messageLabel="Out" element="tns:response"/>
```

```
      </operation>
      <operation name="Delete" pattern="http://www.w3.org/ns/wsdl/in-out">
         <input messageLabel="In" element="tns:request"/>
         <output messageLabel="Out" element="tns:response"/>
      </operation>
   </interface>

<!-- Concrete Binding Over HTTP -->
   <binding name="RESTfulInterfaceHttpBinding"
interface="tns:RESTfulInterface"
            type="http://www.w3.org/ns/wsdl/http">
      <operation ref="tns:Get" whttp:method="GET"/>
      <operation ref="tns:Post" whttp:method="POST"
                 whttp:inputSerialization="application/x-www-form-
urlencoded"/>
      <operation ref="tns:Put" whttp:method="PUT"
                 whttp:inputSerialization="application/x-www-form-
urlencoded"/>
      <operation ref="tns:Delete" whttp:method="DELETE"/>
   </binding>

<!-- Concrete Binding with SOAP-->
   <binding name="RESTfulInterfaceSoapBinding"
interface="tns:RESTfulInterface"
            type="http://www.w3.org/ns/wsdl/soap"
            wsoap:protocol="http://www.w3.org/2003/05/soap/bindings/HTTP/"
            wsoap:mepDefault="http://www.w3.org/2003/05/soap/mep/request-
response">
      <operation ref="tns:Get" />
      <operation ref="tns:Post" />
      <operation ref="tns:Put" />
      <operation ref="tns:Delete" />
   </binding>


<!-- Web Service offering endpoints for both bindings-->
   <service name="RESTfulService" interface="tns:RESTfulInterface">
      <endpoint name="RESTfulServiceHttpEndpoint"
                binding="tns:RESTfulInterfaceHttpBinding"
                address="http://www.example.com/rest/"/>
      <endpoint name="RESTfulServiceSoapEndpoint"
                binding="tns:RESTfulInterfaceSoapBinding"
                address="http://www.example.com/soap/"/>
   </service>
</description>
```