

Лекция 22

SOAP

Интернет объединяет в себе много различных платформ, а информация содержится в разнообразных источниках данных.

Концепция веб-сервисов (Web Services) призвана решить эту задачу объединения, интеграции разнородных систем на основе открытых стандартов.

Основные положения модели веб-сервисов

Веб-сервисы являются концепцией создания таких приложений, функции которых можно использовать при помощи стандартных протоколов Интернет.

Концепция веб-сервисов реализуется при помощи ряда технологий, которые стандартизованы World Wide Web Consortium (W3C).

Взаимосвязь этих технологий можно условно представить следующим образом.



XML является фундаментом для создания большинства технологий, связанных с веб-сервисами.

Для удаленного взаимодействия с веб-сервисами используется Simple Object Access Protocol (SOAP).

SOAP обеспечивает взаимодействие распределенных систем, независимо от объектной модели, операционной системы или языка программирования.

Данные передаются в виде особых XML документов особого формата.

Согласно определению W3C, веб-сервисы это приложения, которые доступны по протоколам, которые являются стандартными для Интернет.

Нет требования, чтобы веб-сервисы использовали какой-то определенный транспортный протокол.

Спецификация SOAP определяет, каким образом связываются сообщения SOAP и транспортный протокол

Технология Universal Description, Discovery and Integration (UDDI) предполагает ведения реестра веб-сервисов.

Подключившись к этому реестру, потребитель сможет найти веб-сервисы, которые наилучшим образом удовлетворяют его потребностям

Веб-сервисы позиционируются как программное обеспечение промежуточного слоя.

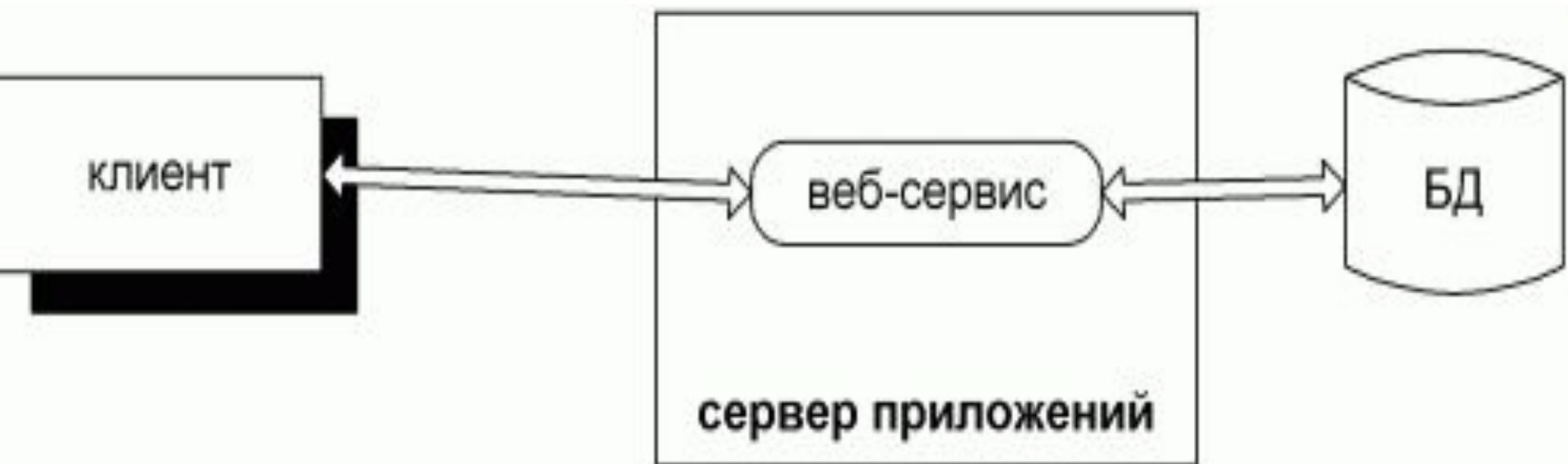
Использовать веб-сервисы могут как клиентские приложения, непосредственно работающие с пользователем, так и другие приложения.

Веб-сервисы размещаются на серверах приложений.

Существует несколько концепций применения Веб-сервисов.

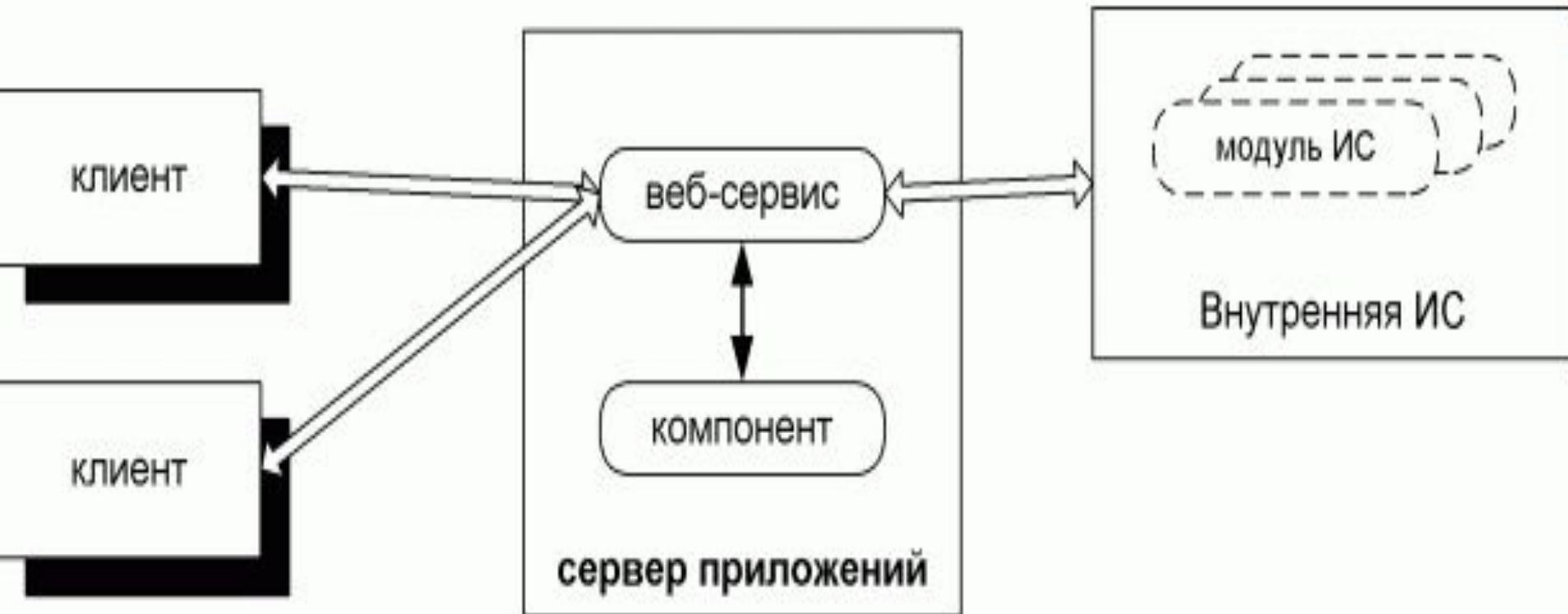
1. Веб-сервисы как реализация логики приложения (бизнес-логики).

То есть, создание нового приложения бизнес-логика, которого реализуется в веб-сервисе.



2. Веб-сервисы как средство интеграции.

То есть, использование веб-сервиса как способа доступа удаленных клиентов к внутренней ИС компании, или для организации взаимодействия компонента (например, EJB, COM-компонента) с различными удаленными клиентами.



Рассмотрим пример создания и развертывания Веб – сервиса.

Пусть Веб-сервис возвращает строку клиенту.

Тогда класс, реализующий данный Веб-сервис будет иметь вид (HelloService.java):

```
package samples.mysimple;  
public class HelloService{  
    private static int a=25;  
    public HelloService(){  
        a++;  
    }  
    public String myMethod(String s){  
        return s+Integer.toString(a);  
    }  
}
```

Таким образом, логика Веб-сервиса заключена в методе myMethod.

Клиент, вызывающий данный Веб-сервис будет иметь следующий вид (Client.java):

```
package samples.mysimple;  
  
import org.apache.axis.client.Call;  
import org.apache.axis.client.Service;  
import org.apache.axis.encoding.XMLType;  
import javax.xml.rpc.ParameterMode;  
import javax.xml.namespace.QName;  
public class Client{  
    public static void main(String [] args) throws Exception {  
        String endpoint = "http://localhost:8080/axis/services/HelloService";  
        String method = "myMethod";  
        String s1 = "Hello";
```

//Создаем клиента для использование Web-сервиса

Service service = new Service();

//Создаем класс динамического связывания клиента с Веб-сервисом

Call call = (Call) service.createCall();

//Указываем где находится Веб -Сервис

call.setTargetEndpointAddress(new java.net.URL(endpoint));

//Указываем метод, который будем вызывать.

**call.setOperationName(new QName("http://mysimple.samples",
method));**

// Определяем тип параметра, передаваемого в метод, в XML формате

**call.addParameter("op1",
org.apache.axis.encoding.XMLType.XSD_STRING,
ParameterMode.IN);**

//Определяем тип возвращаемого методом значения, в XML формате

```
call.setReturnType(org.apache.axis.encoding.  
XMLType.XSD_STRING);
```

//Вызываем метод

```
String ret = (String)call.invoke(  
new Object [] { s1 });
```

```
System.out.println("Got result : " + ret);
```

```
}
```

```
}
```

Рассмотрим процедуру развертывания
данного Веб-сервиса.

Для использования данного Веб-сервиса
необходимы:

1. Apache Tomcat
2. Apache axis(axis2)
3. Пакет Xerces-J-bin.2.11.0.zip(сайт Apache)
4. xml-security-bin-1_4_4.zip(сайт Apache)

(Далее предполагается, что Apache Tomcat
уже установлен в директории C:\Tomcat)

1. Разворачиваем пакет axis-bin-1_4.zip в
директорию C:\axis

2. Копируем папку axis из директории c:\axis\webapp в директорию c:\tomcat\webapp
3. Копируем все jar файлы из директории c:\axis\lib в директорию c:\tomcat\webapps\axis\WEB-INF\lib\, а также их архивов Xerces-J-bin.2.11.0.zip и xml-security-bin-1_4_4.zip
4. Создаем переменные окружения

```
set AXIS_HOME=/usr/axis
```

```
set AXIS_LIB=$AXIS_HOME/lib
```

```
set AXISCLASSPATH
```

```
=$AXIS_LIB/axis.jar:$AXIS_LIB/commons-discovery.jar:
```

```
$AXIS_LIB/commons-logging.jar:
```

```
$AXIS_LIB/jaxrpc.jar:$AXIS_LIB/saaj.jar:
```

```
$AXIS_LIB/log4j-1.2.8.jar:$AXIS_LIB/xml-apis.jar:
```

```
$AXIS_LIB/xercesImpl.jar
```

```
export AXIS_HOME;
```

```
export AXIS_LIB;
```

```
export AXISCLASSPATH
```

5. Создаем папку `c:\axis\samples\mysimple\` и копируем туда файлы `Client.java` и `HelloService.java`

6. Копируем данные файлы

```
>javac -cp "все необходимые jar файлы из папки c:\tomcat\webapps\axis\WEB-INF\lib\" *.java
```

7. Создаем дескрипторы развертывания в папке `c:\axis\samples\mysimple\`

`deploy.wsdd`

`undeploy.wsdd`

Файл deploy.wsdd имеет вид:

```
<deployment
  xmlns="http://xml.apache.org/axis/wsdd/"
  xmlns:java="http://xml.apache.org/axis/wsdd/
                                providers/java">
  <service name="HelloService" provider="java:RPC">
    <parameter name="className"
      value="samples.mysimple>HelloService"/>
    <parameter name="allowedMethods" value="*" />
  </service>
</deployment>
```

Файл `undeploy.wsdd` имеет вид:

```
<undeployment
  xmlns="http://xml.apache.org/axis/wsdd/">
  <service name="HelloService"/>
</undeployment>
```

8. Создаем папку `mysimple` в каталоге
`c:\tomcat\webapps\axis\WEB-`

`INF\classes\samples\`

9. Копируем в эту папку файл `HelloService.class`

10. Запускаем Tomcat

```
c:\tomcat\bin\>startup
```

11. Разворачиваем Веб-сервис

```
c:\axis\samples\mysimple\>java -cp "все необходимые  
jar файлы из папки  
c:\tomcat\webapps\axis\WEB-INF\lib\  
org.apache.axis.client.AdminClient deploy.wsdd
```

На экране должно появиться

```
<Admin>Done processing</Admin>
```

А также в файле c:\tomcat\webapps\axis\WEB-INF\server-config.wsdd

запись типа:

```
<service name="HelloService" provider="java:RPC">  
  <parameter name="allowedMethods" value="*" />  
  <parameter name="className"  
    value="samples.mysimple.HelloService" />  
</service>
```

12. Запускаем клиент

```
>java -cp "все необходимые jar файлы из папки c:\tomcat\webapps\axis\WEB-INF\lib\" samples.mysimple.Client
```

Общая структура SOAP сообщения

SOAP-сообщение представляет собой XML-документ; сообщение состоит из трех основных элементов:

конверт (SOAP Envelope)

заголовок (SOAP Header)

тело (SOAP Body)

SOAP-ENV: Envelope

SOAP-ENV: Header

SOAP-ENV: Body

Пример SOAP сообщения:

```
<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV=http://www.w3.org/2003/05/soap
  -envelope
                                xmlns:t="www.example.com">
<SOAP-ENV:Header> </SOAP-ENV:Header>
<SOAP-ENV:Body>
  <t:CurrentDate>
    <Year>2011</Year>
    <Month>February</Month>
    <Day>12</Day>
    <Time>18:02:00</Time>
  </t:CurrentDate>
</SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```

Конверт (SOAP Envelope)

SOAP Envelope является самым «верхним» элементом SOAP сообщения.

Содержит корневой элемент XML-документа. Описывается с помощью элемента Envelope с обязательным пространством имен <http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope> для версии 1.2 и <http://schemas.xmlsoap.org/soap/> для версии 1.1.

У элемента Envelope могут быть атрибуты xmlns, определяющие пространства имен, и другие атрибуты, снабженные префиксами.

Envelope может иметь необязательный дочерний элемент Header с тем же пространством имен — заголовок.

Если этот элемент присутствует, то он должен быть первым прямым дочерним элементом конверта.

Следующий дочерний элемент конверта должен иметь имя Body и то же самое пространство имен - тело.

Это обязательный элемент и он должен быть вторым прямым дочерним элементом конверта, если есть заголовок, или первым — если заголовка нет.

Элементы Header и Body могут содержать элементы из различных пространств имен

Заголовок SOAP (SOAP Header)

Первый прямой дочерний элемент конверта.

Не обязательный.

Заголовок кроме атрибутов xmlns может содержать 0 или более стандартных атрибутов:

- **encodingStyle**
- **actor** (или **role** для версии 1.2)
- **mustUnderstand**
- **relay**

Атрибут `encodingStyle`

В SOAP-сообщениях могут передаваться данные различных типов (числа, даты, массивы, строки и т.п.).

Определение этих типов данных выполняется в схемах XML (обычно — XSD).

Типы, определенные в схеме, заносятся в пространство имен, идентификатор которого служит значением атрибута `encodingStyle`.

Атрибут `encodingStyle` может появиться в любом элементе SOAP-сообщения, но версия SOAP 1.2 запрещает его появление в корневом элементе `Envelope`.

Атрибут actor

Тип данных URI.

Задаёт адрес конкретного SOAP-сервера, которому предназначено сообщение.

SOAP-сообщение может пройти через несколько SOAP-серверов или через несколько приложений на одном сервере.

Эти приложения выполняют предварительную обработку блоков заголовка послания и передают его друг другу.

Все эти серверы и/или приложения называются SOAP-узлами (SOAP nodes).

Спецификация SOAP не определяет правила прохождения послания по цепочке серверов.

Для этого разрабатываются другие протоколы, например, Microsoft WS-Routing.

В версии 1.2 атрибут actor заменен атрибутом role, потому что в этой версии SOAP каждый узел играет одну или несколько ролей.

Спецификация пока определяет три роли SOAP-узла:

Роль

<http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope/role/ultimateReceiver> играет конечный, целевой узел, который будет обрабатывать заголовок.

Роль

<http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope/role/next> играет промежуточный или целевой узел.

Такой узел может играть и другие, дополнительные роли.

Роль

<http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope/role/none>
не должен играть ни один SOAP-узел.

Атрибут mustUnderstand

Тип данных — boolean.

По умолчанию 0.

Если значение равно 1, то SOAP-узел при обработке элемента обязательно должен учитывать его синтаксис, определенный в схеме документа, или совсем не обрабатывать сообщение.

Это повышает точность обработки сообщения.

В версии SOAP 1.2 вместо цифр нужно писать true или false.

Атрибут relay

Тип данных — boolean.

Показывает, что заголовочный блок, адресованный SOAP- посреднику, должен быть передан дальше, если он не был обработан.

Необходимо отметить, что если заголовочный блок обработан, правила обработки SOAP требуют, чтобы он был удален из уходящего сообщения.

В блоках заголовка могут быть атрибуты role, actor и mustUnderstand.

Действие этих атрибутов относится только к данному блоку.

Рассмотрим пример:

<env:Header>

<t:Transaction

xmlns:t=http://example.com/transaction

env:role="http://www.w3.org/2003/05/

soapenvelope/role/ultimateReceiver"

env:mustUnderstand="true">

5

</t:Transaction>

</env:Header>

SOAP-сообщения с вложениями

Существуют ситуации, когда клиент и сервер должны обмениваться данными в формате, отличном от текстового.

С точки зрения обмена данными все нетекстовые данные рассматриваются как данные в двоичных кодах.

Двоичные данные включаются в сообщение в виде «вложения».

Структура SOAP-сообщения с вложениями имеет вид:

SOAP-ENV: Envelope

SOAP-ENV: Header

SOAP-ENV: Body

Attachments

Этот протокол определяет пересылку SOAP-сообщения внутри MIME-сообщения, состоящего из нескольких частей.

Первая часть MIME-сообщения - часть SOAP - содержит XML: конверт SOAP с вложенными в него заголовком и телом сообщения.

Остальные части - вложения - содержат данные в любом формате, двоичном или текстовом.

Каждая часть предваряется MIME-заголовком, описывающим формат данных части и содержащим идентификатор части

Рассмотрим пример:

MIME-Version: 1.0

Content-Type: Multipart/Related;

boundary=MIME_boundary;

type="application/xop+xml";

start="<soapmsg.xml@leonardo.com>";

start-info="text/xml"

Content-Description: An XML document with

binary data in it

--MIME_boundary

Content-Type: application/xop+xml;

charset=UTF-8;

type="text/xml"

Content-Transfer-Encoding: 8bit

Content-ID: soapmsg.xml@daily-moon.com

<env:Envelope . . . >

<env:Header>

. . .

</env:Header>

<env:Body>

. . .

<xop:include

xmlns:xop='http://www.w3.org/2004/08/xop/include'

href='cid:http://leonardo.com/mona_liza.jpg'/>

. . .

</env:Body>

</env:Envelope>

--MIME_boundary

Content-Type: image/jpg

Content-Transfer-Encoding: binary

Content-ID:

<http://leonardo.com/mona_liza.jpg>

// двоичное представление файла
изображения

--MIME_boundary--

Axis2

В основе инфраструктуры Web-сервисов Apache Axis2 лежит новая модель XML документов AXIOM, обеспечивающая эффективную обработку сообщений SOAP, в отличии от Axis.

AXIOM - одна из основных инноваций в Axis2, и одна из причин того, что Axis2 показывает гораздо лучшие рабочие характеристики, чем оригинальный Axis.

API модели AXIOM ближе всего к DOM по общим свойствам, но имеет собственные характерные черты.

Например, методы доступа построены на основе `java.util.Iterator` экземпляров класса для доступа к компонентам.

Вместо индексации компонентов в списке навигатор использует методы **`getNextOMSibling()`** и **`getPreviousOMSibling()`** из класса `org.apache.axiom.om.OMNode` для последовательного продвижения по узлам на уровне дерева документа (сходные с DOM в этом случае).

Такое структурирование методов доступа и навигации отвечает работе по построению дерева по требованию, поскольку это значит, что AXIOM может позволить перейти к первому дочернему элементу стартового элемента без необходимости сперва обработать все родительские элементы для стартового.

AXIOM построен на основе интерфейса StAX анализатора.

Таким образом, AXIOM использует интерфейсы StAX Reader и Writer для обмена с внешним миром, как показано на схеме:

StAX Reader

API



StAX Writer

API



Естественно, можно использовать SAX и DOM для взаимодействия с AXIOM.

AXIOM использует “builder”, чтобы построить XML модель в памяти, но не всю модель, а только часть.

Рассмотрим пример использования AXIOM модели.

Пусть имеется XML фрагмент:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

```
<s:rotag xmlns:s="http://www.a.org/" >
```

```
<Employees>
```

```
  <Employee>
```

```
    <Name>Eran Chinthaka</Name>
```

```
    <Project>Axis2</Project>
```

```
    <WorkPlace>
```

```
      Ambalangoda, Sri Lanka
```

```
    </WorkPlace>
```

```
  </Employee>
```

```
  <Employee>
```

```
    <Name>Ajith Harshana</Name>
```

```
    <Project>Axis2</Project>
```

```
    <WorkPlace>Kuliyapitiya, Sri Lanka</WorkPlace>
```

```
  </Employee>
```

```
</Employees>
```

```
</s:rotag>
```

Предположим пользователь хочет получить проект первого служащего.

Таким образом, в памяти достаточно построить модель представляющую только первые четыре строки.

Остальные строки остаются нетронутыми в потоке.

Тогда, если понадобится проект второго сотрудника `builder` построит первые 9 строк.

Стоит заметить, что АХИОМ архитектура не зависит от языка программирования.

Код использующий АХИОМ будет иметь вид:

```
import org.apache.axiom.om.*;
import org.apache.axiom.om.impl.builder
    .StAXOMBuilder;

import java.io.*;
import javax.xml.stream.*;
import java.util.*;
public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        try{
            FileReader soapFileReader = new FileReader("my.xml");
            XMLStreamReader parser =
                XMLInputFactory.newInstance().createXMLStreamReader(
soapFileReader);

            OMFactory omFactory = OMAbstractFactory.getOMFactory();
            StAXOMBuilder builder = new StAXOMBuilder(omFactory, parser);
            OMElement documentElement = builder.getDocumentElement();

            //получаем элементы дочерние к rottag
            OMElement childElement=documentElement.getFirstElement();
```

//Получаем дочерние элементы у первого Employees

```
OMElement employeesChild=childElement.getFirstElement();
```

```
int i=0;
```

```
for (Iterator iter = employeesChild.getChildElements();  
iter.hasNext();) {
```

```
    OMNode child = (OMNode)iter.next();
```

```
    if(i==1){
```

```
        //На экране элемент <Project>Axis2</Project>
```

```
        child.serialize(System.out);
```

```
    }
```

```
    i++;
```

```
}
```

Одним из наиболее интересных свойств АХИОМ является его встроенная поддержка стандартов W3C XOP и MTOM, используемых в последних версиях приложений SOAP.

Эти два стандарта работают вместе:

оптимизированная двоичная компоновка XML - XML-binary Optimized Packaging (XOP) обеспечивает логическое включение в XML любых двоичных данных;

механизм оптимизации передачи сообщений MTOM (SOAP Message Transmission Optimization Mechanism) применяет технику XOP к сообщениям SOAP.

XOP и MTOM являются принципиальными характеристиками нового поколения инфраструктур Web-серверов, поскольку они обеспечивают поддержку интероперабельных приложений (т.е. взаимодействие приложений) и тем самым устраняют текущие проблемы в данной области.

XOR работает с данными, представленными в системе кодировки символов с основанием 64.

Base64 кодировка преобразует любые значения данных в ASCII символы, пригодные для печати, используя один символ ASCII для представления каждых 6 битов информации исходных данных.

Поскольку двоичные данные не могут быть размещены в XML (XML работает только с символами, а не непосредственно с байтами; даже использование номера кода символа недопустимо в XML), кодировка base64 незаменима для размещения двоичных данных в сообщениях XML.

Язык WSDL

Для описания интерфейса программной компоненты, включая спецификацию корректных сообщений, был разработан язык WSDL (Web Service Definition Language).

Описание на языке WSDL включает в себя следующие семь составляющих:

Описание
типов данных

Типы данных
Сообщения

Описание
абстрактных
операций

Операции
Типы портов
Привязки

Описание
интерфейса

Порт
Служба

- Описание типов передаваемых данных. При использовании кодирования SOAP Document оно состоит из схемы XML, определяющей корректные сообщения, получаемые программной компонентой в теле пакета SOAP.
- Описание входящих и исходящих сообщений, которые связываются с описанными типами данных.
- Описание операций (сервисов программной компоненты), с каждой из которых связывается входящее и исходящее сообщение.

- Описание типов портов (идентификаторов программных компонент), с каждым из которых связывается некоторый набор операций.
- Описание привязок (binding), связывающие типы портов и их сообщений с определенным типом кодирования тела пакета, а также с версией протокола SOAP.
- Описание портов, связывающие типы портов и соответствующие им привязки с конкретными URL.
- Общее описание службы (интерфейса программной компоненты) как совокупности портов.

Рассмотрим описание на языке WSDL интерфейса компоненты, которое содержит два сервиса – сложение двух чисел и сложение последовательности чисел.

В корневом элементе указаны все используемые пространства имен, включая пространство протокола SOAP 1.2

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>  
  <wsdl:definitions  
    xmlns:tns="http://summa.test/webservices"  
    xmlns:s="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"  
    xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/  
                                                         wsdl/soap12/"  
    targetNamespace="http://summa.test/webservices"  
    xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
```

В элементе `wsdl:types` описываются все типы данных. Тип `Add` будет связан со входящим сообщением сервиса сложения двух чисел, а тип `AddResponse` – с его исходящим сообщением.

```
<wsdl:types>  
<s:schema elementFormDefault="qualified"  
targetNamespace="http://summa.test/webservices">  
<s:element name="Add">  
<s:complexType>  
<s:sequence>  
<s:element minOccurs="1" maxOccurs="1"  
name="message" type="tns:AddMessage" />  
</s:sequence>  
</s:complexType>  
</s:element>
```

```
<s:complexType name="AddMessage">
  <s:sequence>
    <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1"
                name="a" type="s:int" />
    <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1"
                name="b" type="s:int" />
  </s:sequence>
</s:complexType>

<s:element name="AddResponse">
  <s:complexType>
    <s:sequence>
      <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1"
                  name="AddResult" type="s:int" />
    </s:sequence>
  </s:complexType>
</s:element>
```

Типы SumList и SumListResponse предназначены для сообщений сервиса сложения списка чисел.

```
<s:element name="SumList">  
  <s:complexType>  
    <s:sequence>  
      <s:element minOccurs="0" maxOccurs="1"  
        name="list" type="tns:ArrayOfInt" />  
    </s:sequence>  
  </s:complexType>  
</s:element>
```

```
<s:complexType name="ArrayOfInt">
  <s:sequence>
    <s:element minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"
                name="int" type="s:int" />
  </s:sequence>
</s:complexType>
<s:element name="SumListResponse">
  <s:complexType>
    <s:sequence>
      <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1"
                  name="SumListResult" type="s:int" />
    </s:sequence>
  </s:complexType>
</s:element>
</s:schema>
</wsdl:types>
```

В элементах `wsdl:message` типы данных связываются с идентификаторами сообщений.

```
<wsdl:message name="AddSoapIn">
  <wsdl:part name="parameters" element="tns:Add" />
</wsdl:message>
<wsdl:message name="AddSoapOut">
  <wsdl:part name="parameters" element="tns:AddResponse" />
</wsdl:message>
<wsdl:message name="SumListSoapIn">
  <wsdl:part name="parameters" element="tns:SumList" />
</wsdl:message>
<wsdl:message name="SumListSoapOut">
  <wsdl:part name="parameters"
                element="tns:SumListResponse" />
</wsdl:message>
```

В элементе `wsdl:portType` описываются абстрактные операции и используемые ими сообщения.

```
<wsdl:portType name="MathServiceSoap">  
  <wsdl:operation name="Add">  
    <wsdl:documentation  
      xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">  
      Операция Add складывает два числа  
    </wsdl:documentation>  
    <wsdl:input message="tns:AddSoapIn" />  
    <wsdl:output message="tns:AddSoapOut" />  
  </wsdl:operation>
```

```
<wsdl:operation name="SumList">
```

```
<wsdl:documentation
```

```
xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
```

Операция SumList складывает несколько
чисел

```
</wsdl:documentation>
```

```
<wsdl:input message="tns:SumListSoapIn" />
```

```
<wsdl:output message="tns:SumListSoapOut" />
```

```
</wsdl:operation>
```

```
</wsdl:portType>
```

В элементе `wsdl:binding` операции связываются с транспортным протоколом (HTTP), версией протокола SOAP (1.2) и типом кодирования тела пакета (SOAP-Document).

```
<wsdl:binding name="MathServiceSoap12"
              type="tns:MathServiceSoap">
  <soap12:binding
    transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
  <wsdl:operation name="Add">
    <soap12:operation
      soapAction="http://summa.test/webservices/Add"
      style="document" />
    <wsdl:input>
      Данный тег определяет как части сообщения будут располагаться в теле SOAP body, атрибут use определяет как сообщение будет кодироваться. Значение literal означает, что части сообщения определяются схемой типов.
      <soap12:body use="literal" />
    </wsdl:input>
```

```
<wsdl:output>
  <soap12:body use="literal" />
</wsdl:output>
</wsdl:operation>
<wsdl:operation name="SumList">
  <soap12:operation
    soapAction="http://summa.test/webservices/SumList"
    style="document" />
  <wsdl:input>
    <soap12:body use="literal" />
  </wsdl:input>
  <wsdl:output>
    <soap12:body use="literal" />
  </wsdl:output>
</wsdl:operation>
</wsdl:binding>
```

В элементе `wsdl:service` интерфейс программной компоненты связывается с типом порта, с некоторой привязкой, а также с конкретным URL, используемым в дальнейшем для вызова веб службы.

```
<wsdl:service name="MathService">  
  <wsdl:port name="MathServiceSoap12"  
    binding="tns:MathServiceSoap12">  
    <soap12:address  
      location="http://summa.test/webservices/  
        summa.asmx" />  
    </wsdl:port>  
  </wsdl:service>  
</wsdl:definitions>
```

Стоит заметить, что в настоящий момент существует два различных способа представления информации в теле пакета SOAP – кодирование SOAP RPC (в двух вариантах) и кодирование SOAP Document.

Кодирование SOAP RPC предназначено исключительно для передачи параметров удаленного вызова и определяет сообщение как имя метода и список параметров.

При использовании кодирования SOAP Document, которое является фактическим стандартом в настоящий момент, сообщение представляет собой XML документ со схемой и пространством имен, заданными в описании сервиса на языке WSDL.

Хотя обычно сообщение и состоит из имени метода удаленного объекта и списка его параметров, но сама спецификация кодирования не фиксирует как либо его содержание.

Получение кода из WSDL

В состав Axis2 входит инструмент WSDL2Java, служащий для формирования кода из описания сервиса WSDL.

Можно использовать этот инструмент напрямую, запуская класс `org.apache.axis2.wsdl.WSDL2Java` из приложения Java, или посредством задачи Ant, подключаемого модуля Maven или подключаемых модулей Eclipse или IDEA.

В инструменте WSDL2Java реализовано множество параметров командной строки, и их число постоянно растёт.

В документации по Axis2 содержится полный список этих параметров, поэтому здесь мы рассмотрим только наиболее важные из их числа:

- **-o path** — Определяет директорию, в которой будут создаваться классы и файлы (по умолчанию используется рабочая директория)
- **-p package-name** — Определяет пакет, в который будут записываться формируемые классы (по умолчанию используется пространство имен WSDL)
- **-d name** — Определяет среду связывания данных (adb для ADB, xmlbeans для XMLBeans, none для отключения связывания данных; по умолчанию используется adb)
- **-uw** — Распаковывает упакованные документально-литеральные сообщения, только для поддерживаемых сред (на сегодняшний день это ADB)
- **-s** — Формирует только синхронный клиентский интерфейс
- **-ss** — Формирует серверный код
- **-sd** — Формирует файлы для установки на сервере
- **-uri path** — Задаёт путь к WSDL для формируемого сервиса

Формирование WSDL из кода

В состав Axis2 также входит инструмент Java2WSDL, который вы можете использовать для создания определения сервиса WSDL на основе существующего кода сервиса.

Однако полезность этого инструмента страдает от множества ограничений, в том числе невозможности работы с классами коллекций Java и отсутствия гибкости при структурировании XML, формируемого классами Java.

В Axis2 (начиная с версии 1.2) реализована полная поддержка нескольких вариантов связывания и готовится поддержка еще нескольких.

Рассмотрим некоторые из них.

Axis2 Data Binding

ADB (Связывание данных Axis2) - это расширение Axis2 для связывания данных.

В отличие от других сред связывания данных, код ADB можно использовать только вместе с Web-сервисами Axis2.

Это обстоятельство значительно ограничивает использование ADB, однако оно также даёт определенные преимущества.

Поскольку ADB интегрировано с Axis2, код может быть оптимизирован под требования Axis2

В WSDL2Java реализована полная поддержка формирования кода ADB, в том числе формирование классов модели данных, соответствующих компонентам схемы XML.

В базовом варианте формирования кода ADB используется прямая модель, в которой каждому входящему и исходящему сообщению, используемому в каждой операции, назначается отдельный класс.

Рассмотрим пример подобного связывания.

Пусть необходимо создать Web сервис, который производит сложение двух целых чисел.

1. Создадим абстрактный класс, в котором определена операция сложения

```
package hello;  
public abstract class Hello{  
    public abstract Result add(Input in); }
```

2. Классы Result и Input имеют вид:

```
package hello;  
public class Input{  
    private int a;  
    private int b;  
    public void setA(int a){ this.a=a; }  
    public void setB(int b){ this.b=b; }  
    public int getA(){ return a; }  
    public int getB(){ return b; } }
```

```
package hello;  
public class Result{  
    private int res;  
    public void setRes(int r){ res=r; }  
    public int getRes(){ return res; } }
```

3. Данные классы Hello.java, Result.java и Input.java необходимо скомпилировать, поместив их в директорию hello

```
javac hello/Hello.java
```

4. Необходимо сгенерировать описание сервиса WSDL (или написать вручную, тогда пункты 1-3 не нужны)

```
java2wsdl -cn hello.Hello -cp . -sn Hello
```

Как результат получим следующий wsdl файл:

```
<wsdl:definitions .....>
<wsdl:types>
  <xs:schema attributeFormDefault="qualified"
              elementFormDefault="qualified"
              targetNamespace="http://hello/xsd">
    <xs:complexType name="Input">
      <xs:sequence>
        <xs:element minOccurs="0" name="a" type="xs:int"/>
        <xs:element minOccurs="0" name="b" type="xs:int"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:complexType name="Result">
      <xs:sequence>
        <xs:element minOccurs="0" name="res" type="xs:int"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:schema>
```

```
<xs:schema xmlns:ax22="http://hello/xsd" attributeFormDefault="qualified"
    elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://hello">
  <xs:import namespace="http://hello/xsd"/>
  <xs:element name="add">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element minOccurs="0" name="args0" nillable="true"
            type="ax21:Input"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:element name="addResponse">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element minOccurs="0" name="return" nillable="true"
            type="ax21:Result"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
</wsdl:types>
```

```
<wsdl:message name="addRequest">
  <wsdl:part name="parameters" element="ns:add"/>
</wsdl:message>
<wsdl:message name="addResponse">
  <wsdl:part name="parameters"
    element="ns:addResponse"/>
</wsdl:message>
<wsdl:portType name="HelloPortType">
  <wsdl:operation name="add">
    <wsdl:input message="ns:addRequest"
      wsaw:Action="urn:add"/>
    <wsdl:output message="ns:addResponse"
      wsaw:Action="urn:addResponse"/>
  </wsdl:operation>
</wsdl:portType>
```

```
<wsdl:binding name="HelloSoap11Binding"
               type="ns:HelloPortType">
  <soap:binding
    transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
    style="document"/>
  <wsdl:operation name="add">
    <soap:operation soapAction="urn:add"
                    style="document"/>
    <wsdl:input>
      <soap:body use="literal"/>
    </wsdl:input>
    <wsdl:output>
      <soap:body use="literal"/>
    </wsdl:output>
  </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
```

```
<wsdl:binding name="HelloSoap12Binding"
               type="ns:HelloPortType">
  <soap12:binding
    transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
    style="document"/>
  <wsdl:operation name="add">
    <soap12:operation soapAction="urn:add"
      style="document"/>
    <wsdl:input>
      <soap12:body use="literal"/>
    </wsdl:input>
    <wsdl:output>
      <soap12:body use="literal"/>
    </wsdl:output>
  </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
```

```
<wsdl:binding name="HelloHttpBinding"
               type="ns:HelloPortType">
  <http:binding verb="POST"/>
  <wsdl:operation name="add">
    <http:operation location="add"/>
    <wsdl:input>
      <mime:content type="text/xml"
                    part="parameters"/>
    </wsdl:input>
    <wsdl:output>
      <mime:content type="text/xml"
                    part="parameters"/>
    </wsdl:output>
  </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
```

```
<wsdl:service name="Hello">
  <wsdl:port name="HelloHttpSoap11Endpoint"
            binding="ns:HelloSoap11Binding">
    <soap:address
      location="http://localhost:8080/axis2/services/Hello"/>
  </wsdl:port>
  <wsdl:port name="HelloHttpSoap12Endpoint"
            binding="ns:HelloSoap12Binding">
    <soap12:address
      location="http://localhost:8080/axis2/services/Hello"/>
  </wsdl:port>
  <wsdl:port name="HelloHttpEndpoint"
            binding="ns:HelloHttpBinding">
    <http:address
      location="http://localhost:8080/axis2/services/Hello"/>
  </wsdl:port>
</wsdl:service>
</wsdl:definitions>
```

5. Создаем скелет Web сервиса на основе wsdl файла Hello.wsdl, созданного на предыдущем шаге.

```
wSDL2java -uri Hello.wsdl -ss -sd
```

6. Логика Web сервиса должна быть заключена в классе **HelloSkeleton.java**.

Данный класс имеет вид:

```
package hello;
```

```
public class HelloSkeleton{
```

```
    public hello.AddResponse add ( hello.Add add ) {
```

//Данный код был добавлен в ручную, это логика Web сервиса

```
        hello.AddResponse resp=new hello.AddResponse();
```

```
        hello.xsd.Input inp=add.getArgs0();
```

```
        hello.xsd.Result res=new hello.xsd.Result();
```

```
        res.setRes(inp.getA()+inp.getB());
```

```
        resp.set_return(res);
```

```
        return resp;
```

```
    }
```

```
}
```

7. Компилируем и создаем пакет **Hello.aar**, используя ant. build.xml создается автоматически.

8. Генерируем клиентский stub

wSDL2Java -uri Hello.wsdl -o client

В результате в папке client появятся два файла

HelloStub.java

HelloCallbackHandler.java

9. Развертываем axis2 под Tomcat. Для этого в каталоге webapps создаем поддиректорию axis2 и копируем туда директорию webapps в axis2. А затем копируем lib из axis2 в lib Tomcat

10. Запускаем Tomcat и заходим по ссылке

localhost:8086/axis2/axis2-admin/

Вводим

login: admin

password: axis2

11. Разворачиваем Web сервис, заходя по ссылке <http://localhost:8086/axis2/axis2-admin/upload> и выбирая файл Hello.aar.

12. Клиент, обращающийся к Web сервису будет иметь вид:

```
import hello.*;  
public class Main {  
    public static void main(String[] args) {  
        try {  
            HelloStub stub = new HelloStub(null,  
                "http://localhost:8080/axis2/services/Hello");  
            HelloStub.Add add=new HelloStub.Add();  
            HelloStub.Input inp=new HelloStub.Input();  
            inp.setA(30);  
            inp.setB(20);  
            add.setArgs0(inp);  
        }  
    }
```

```
HelloStub.AddResponse resp=stub.add(add);  
    System.out.println(resp.get_return().getRes());  
} catch (org.apache.axis2.AxisFault e) {  
    e.printStackTrace  
}catch(java.rmi.RemoteException e){  
    e.printStackTrace();  
}  
}  
}  
}
```

*После запуска на экране
появится 50.*

XMLBeans

XMLBeans - это общая среда обработки XML, в состав которой входит слой связывания данных.

Она создавалась как проект BEA Systems, а впоследствии была передана организации Apache Foundation.

XMLBeans была первой формой связывания данных, поддерживаемой Axis2, и продолжает быть наиболее популярным вариантом работы с Axis2, особенно со сложными определениями схем.

XMLBeans отличается от ADB тем, что в ней добавляется класс для документа, который содержит класс ввода или вывода.

Совокупный эффект при использовании XMLBeans по сравнению с ADB состоит в добавлении уровня создания объектов.

В Axis2 нет поддержки распаковки XMLBeans, поэтому и нет способа избежать этого дополнительного уровня объектов.

В результате классы, сформированные XMLBeans, получаются более сложными для использования, чем их эквиваленты в других средах связывания данных.

Рассмотрим тот же пример с сложением двух целых чисел, что и в случае ADB.

Шаги 1-4 остаются теми же самыми, что и в случае ADB.

Шаг 5. Создаем скелет Web сервиса на основе wsdl файла Hello.wsdl, созданного на предыдущем шаге.

```
wsdl2java -uri Hello.wsdl -ss -sd -d
```

```
xmlbeans
```

Шаг 6. Логика Web сервиса должна быть заключена в классе **HelloSkeleton.java**.

Данный класс имеет вид:

```
package hello;
public class HelloSkeleton{
    public hello.AddResponseDocument add(
                                                hello.AddDocument add ) {
        hello.AddDocument.Add addd=add.getAdd();
        hello.xsd.Input inp=addd.getArgs0();
        int sum=inp.getA()+inp.getB();
        hello.xsd.Result res=hello.xsd.Result.Factory.newInstance();
        res.setRes(sum);

        hello.AddResponseDocument respDoc=
            hello.AddResponseDocument.Factory.newInstance();
        hello.AddResponseDocument.AddResponse addResp =
hello.AddResponseDocument.AddResponse.Factory.newInstance();
        addResp.setReturn(res);
        respDoc.setAddResponse(addResp);
        return respDoc;
    }
}
```

Шаг 7. Компилируем и создаем пакет **Hello.aar**, используя `ant. build.xml` создается автоматически.

Шаг 8. Генерируем клиентский stub
wSDL2java -uri Hello.wsdl -d xmlbeans -o client

В результате в папке `client` появятся папки `resources`
`src`
с набором `java` файлов и `xsd` файлов.

Шаг 9-11 аналогичны ADB.

Шаг 12. Клиент, обращающийся к Web сервису будет иметь вид:

```
public static void main(String[] args) {  
    try {  
        HelloStub stub =  
new HelloStub(null,"http://localhost:8086/axis2/services/Hello");  
        hello.AddDocument adds=  
            hello.AddDocument.Factory.newInstance();  
        hello.xsd.Input inp=hello.xsd.Input.Factory.newInstance();  
        inp.setA(20);  
        inp.setB(30);  
        hello.AddDocument.Add addd=  
            hello.AddDocument.Add.Factory.newInstance();  
        addd.setArgs0(inp);  
        adds.setAdd(addd);  
    }  
}
```

```
hello.AddResponseDocument resp= stub.add(adds);
    System.out.println(resp.getAddResponse()
        .getReturn().getRes());
    }catch (org.apache.axis2.AxisFault e) {
        e.printStackTrace();
    }catch(java.rmi.RemoteException e){
        e.printStackTrace();
    }
}
```

На экране получим 50.

Стоит отметить, что клиент не запустится без папки **schemaorg_apache_xmlbeans**, находящейся в директории `resources`(в папке `client`).

Перед запуском клиента необходимо прописать путь к этой папке, либо скопировать ее к другим пакетам клиентского приложения в соответствующей среде разработки.

Restful services

Архитектура REST отличается своей простотой, требуя от приложений обеспечить только возможность приема сообщений с HTTP-заголовками. Эта функция легко реализуется простыми Web-контейнерами для Java-приложений.

REST-приложения часто создаются на основе сервлетов. Сервлеты не предписывают какие-либо конкретные походы к разработке.

Как правило, сервлеты получают на обработку запросы, анализируют их заголовки, в том числе URI, чтобы определить, к какому ресурсу выполняется обращение.

Стандарт Rest описан в документе JSR-311.

Также спецификация JAX-RS 1.0, описывающая подход к созданию REST-сервисов на основе аннотаций.

В отличие от модели на основе сервлетов, аннотации JAX-RS позволяют разработчикам сосредоточиться на прикладных ресурсах и данных, не отвлекаясь на вопросы, связанные с обменом информацией

JAX-RS задает унифицированный способ описания ресурсов на основе своей модели программирования.

Он включает пять основных компонентов:

корневые ресурсы

дочерние ресурсы

методы ресурсов

методы дочерних ресурсов

локаторы дочерних ресурсов

Корневые ресурсы

Корневыми ресурсами являются Java-классы, отмеченные аннотацией `@Path`.

Эта аннотация включает атрибут `value`, задающий путь к ресурсу.

Его значением могут быть строка символов, переменные, а также переменные в сочетании с регулярным выражением

Пример корневого ресурса в JAX-RS

```
import javax.ws.rs.Path;  
@Path(value="/contacts")  
public class ContactsResource { ... }
```

Дочерние ресурсы

Дочерними ресурсами (subresources) являются Java-классы, полученные в результате вызова локатора.

Они аналогичны корневым ресурсам за тем исключением, что они не помечаются аннотацией `@Path`, поскольку путь к ним описывается в локаторе.

Дочерние ресурсы, как правило, содержат методы с аннотациями, задающими тип обрабатываемых HTTP-запросов.

Если они не содержат таких методов, то делегируют обработку запросов подходящему локатору дочерних ресурсов.

Пример дочернего ресурса в JAX-RS

```
import javax.ws.rs.GET;  
public class Department {  
  @GET  
  public String getDepartmentName() { ... }  
}
```

Методы ресурсов

Методами ресурсов называются методы Java-классов, представляющих собой корневые или дочерние ресурсы.

Эти методы привязаны к типам HTTP-запросов при помощи аннотаций

Пример метода ресурса в JAX-RS

```
import java.util.List;  
import javax.ws.rs.GET;  
import javax.ws.rs.Path;  
@Path(value="/contacts")  
public class ContactsResource {  
    @GET public List<ContactInfo> getContacts() { ... }  
}
```

Методы дочерних ресурсов

Методы дочерних ресурсов аналогичны методам ресурсов за тем исключением, что они дополнительно отмечены аннотацией `@Path`, уточняющей, в каких случаях их следует вызывать.

Пример метода дочернего ресурса в JAX-RS

```
import java.util.List;
import javax.ws.rs.GET;
import javax.ws.rs.Path;
@Path(value="/contacts")
public class ContactsResource {
    @GET
    public List<ContactInfo> getContacts() { ... }
    //дочерний ресурс
    @GET
    @Path(value="/ids")
    public List<String> getContactIds() { ... }
}
```

Локаторы дочерних ресурсов

Локаторы дочерних ресурсов представляют собой методы, служащие для уточнения того, какой ресурс должен обрабатывать входящий запрос.

Подобно методам дочерних ресурсов они отмечаются аннотацией `@Path`, однако в отличие от тех, они не привязаны к типам HTTP-запросов, в частности, у них аннотации `@GET`.

Пример локатора дочернего ресурса в JAX-RS

```
@Path(value="/contacts")
```

```
public class ContactsResource {
```

```
@GET
```

```
public List<ContactInfo> getContactss() { ... } @GET
```

```
@Path(value="/ids")
```

```
public List<String> getContactIds() { ... }
```

```
//локатор дочернего ресурса
```

```
@Path(value="/contact/{contactName}/department")
```

```
public Department getContactDepartment(
```

```
    @PathParam(value="contactName") String contactName) { ... }
```

```
}
```

Любой HTTP-запрос, отправленный по адресу `/contact/{contactName}/department`, будет обработан локатором `getContactDepartment`.

Фрагмент `{contactName}` относительного пути запроса означает, что вслед за префиксом `contact` может следовать любая последовательность символов, удовлетворяющая правилам URL.

Аннотации

Рассмотрим основные аннотации и варианты их применения.

Аннотация `@Path`

Аннотация `@Path` используется для описания пути к корневому ресурсу, дочернему ресурсу или описания метода дочернего ресурса.

Атрибут `value` может содержать символы, простые переменные, а также переменные, включающие регулярные выражения.

```
@Path(value="/contacts")
```

```
public class ContactsResource {
```

```
@GET @Path(value="/{emailAddress:..+@.+\.[a-z]+}")
```

```
public ContactInfo getByEmailAddress(
```

```
    @PathParam(value="emailAddress") String emailAddress) { ... }
```

```
@GET @Path(value="/{lastName}")
```

```
public ContactInfo getByLastName(
```

```
    @PathParam(value="lastName") String lastName) { ... }
```

```
}
```

Аннотации @GET, @POST, @PUT, @DELETE, @HEAD

Аннотации @GET, @POST, @PUT, @DELETE и @HEAD соответствуют типам HTTP-запросов.

Их можно использовать для привязки методов корневых и дочерних ресурсов к запросам соответствующих типов.

Запросы типа GET передаются на обработку методам, аннотированным @GET, запросы типа @POST – методам с аннотацией @POST и т.д.

При этом существует возможность определения дополнительных аннотаций для обработки нестандартных HTTP-запросов.

Для этого служит аннотация @HttpMethod.

Объявление новой аннотации, соответствующей HTTP-запросам типа GET

```
import java.lang.annotation.ElementType;
import java.lang.annotation.Retention;
import java.lang.annotation.RetentionPolicy; import
java.lang.annotation.Target;
import javax.ws.rs.HttpMethod;
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Target(ElementType.METHOD)
@HttpMethod("GET")
public @interface CustomGET { }
```

Аннотации @Consumes и @Produces

Аннотация @Consumes задает типы содержимого MIME, принимаемые ресурсом, а @Produces – типы MIME, возвращаемые ресурсом.

Этими аннотациями могут отмечаться ресурсы, дочерние ресурсы, методы ресурсов и дочерних ресурсов, а также локаторы дочерних ресурсов.

Примеры использования аннотаций @Consumes/@Produces

@Path(value="/contacts")

```
public class ContactsResource {
```

```
@GET
```

```
@Path(value="/{emailAddress:..+@.+\.[a-z]+}")
```

```
@Produces(value={"text/xml", "application/json"})
```

```
public ContactInfo getByEmailAddress(
```

```
    @PathParam(value="emailAddress") String emailAddress) { ... }
```

```
@GET
```

```
@Path(value="/{lastName}")
```

```
@Produces(value="text/xml")
```

```
public ContactInfo getByLastName(
```

```
    @PathParam(value="lastName") String lastName) { ... }
```

```
@POST
```

```
@Consumes(value={"text/xml", "application/json"})
```

```
public void addContactInfo(ContactInfo contactInfo) { ... }
```

```
}
```

Методы **getByEmailAddress** и **addContactInfo**, могут обрабатывать запросы с типом содержимого `text/xml` и `application/json`.

Представление входящего или возвращаемого ресурса зависит от параметров в заголовке HTTP-запроса, устанавливаемых клиентом.

Значение аннотации `@Consumes` сверяется с параметром `Content-Type` для того, чтобы определить, способен ли метод обработать содержимое полученного запроса.

Провайдеры

Провайдерами в JAX-RS называются компоненты, определяющие три ключевых аспекта в поведении приложения: связывание с данными, сопоставление исключений и разрешение контекста (примером последнего может служить предоставление экземпляров `JAXBContext` среде выполнения).

Каждый провайдер JAX-RS должен быть отмечен аннотацией `@Provider`.

Ниже приведен пример провайдеров `MessageBodyWriter` и `MessageBodyReader`, реализующих операции связывания с данными.

Провайдер `MessageBodyWriter`

Экземпляры этого класса используются средой выполнения JAX-RS для сериализации представления возвращаемого клиенту ресурса.

Реализации сред выполнения, удовлетворяющие JSR-311, должны самостоятельно поддерживать общеупотребительные типы данных, в том числе `java.lang.String`, `java.io.InputStream`, объекты JAXB и т.д., однако пользователь может указать среде, что следует использовать предоставленный ей провайдер (класс-наследник `MessageBodyWriter`).

@Provider

@Produces("text/xml")

```
public class ContactInfoWriter implements MessageBodyWriter<ContactInfo> {  
    public long getSize(java.lang.Class<ContactInfo> type,  
                        java.lang.reflect.Type genericType,  
                        java.lang.annotation.Annotation[] annotations,  
                        MediaType mediaType) { ... }  
  
    public boolean isWriteable(java.lang.Class<ContactInfo> type,  
                               java.lang.reflect.Type genericType,  
                               java.lang.annotation.Annotation[] annotations,  
                               MediaType mediaType) { return true; }  
  
    public void writeTo(ContactInfo contactInfo,  
                        java.lang.Class<ContactInfo> type,  
                        java.lang.reflect.Type genericType,  
                        java.lang.annotation.Annotation[] annotations,  
                        MediaType mediaType,  
                        MultivaluedMap< java.lang.String,  
                        java.lang.Object> httpHeaders,  
                        java.io.OutputStream entityStream) {  
        contactInfo.serialize(entityStream);  
    }  
}
```

Класс `ContactInfoWriter` будет вызываться средой JAX-RS перед сериализацией возвращаемых клиенту ресурсов.

Если метод `isWriteable` провайдера возвращает `true`, а значение его аннотации `@Produces` наиболее точно соответствует значению той же аннотации метода ресурса, то будет вызван метод `writeTo`.

В этом случае класс `ContactInfoWriter` будет отвечать за сериализацию содержимого экземпляра `ContactInfo` в нижележащий поток вывода (`OutputStream`).

Провайдер `MessageBodyReader`

Провайдеры `MessageBodyReaders` выполняют функцию, обратную по отношению к `MessageBodyWriter`.

Реализации JAX-RS самостоятельно поддерживают восстановление из потока ввода (эта операция называется десериализацией) экземпляров тех же типов, что и для сериализации.

При этом пользователи могут предоставлять среде собственные классы-наследники `MessageBodyReader`.

Основная функция такого провайдера заключается в чтении данных из потока ввода (`InputStream`) и восстановлении содержимого Java-объектов, которые ожидает получить на вход метод ресурса, из неструктурированного набора байтов.

@Provider

@Consumes("text/xml")

public class ContactInfoReader implements

MessageBodyReader<ContactInfo> {

**public boolean isReadable(java.lang.Class<ContactInfo> type,
java.lang.reflect.Type genericType,
java.lang.annotation.Annotation[] annotations,
MediaType mediaType) { return true; }**

**public ContactInfo readFrom(java.lang.Class<ContactInfo> type,
java.lang.reflect.Type genericType,
java.lang.annotation.Annotation[] annotations,
MediaType mediaType,
MultivaluedMap< java.lang.String,java.lang.String>httpHeaders,
java.io.InputStream entityStream) {
return ContactInfo.parse(entityStream);**

}

}

Подобно методу `MessageBodyWriter.isWriteable`, метод `isReadable` класса `ContactInfoReader` будет вызываться средой JAX-RS чтобы определить, способен ли провайдер десериализовать поступающие на вход данные.

Если этот метод возвращает `true`, а значение аннотации `@Consumes` наиболее точно соответствует значению той же аннотации метода ресурса, то провайдер будет выбран для десериализации.

Метод `readFrom` должен возвращать экземпляры класса `ContactInfo`, содержимое которых было восстановлено из потока ввода (`InputStream`).

Классы, описывающие конфигурацию

Выше были рассмотрены классы ресурсов JAX-RS, а также некоторые из классов-провайдеров (`MessageBodyReader` и `MessageBodyWriter`).

Далее мы перейдем к вопросам конфигурирования этих классов внутри среды выполнения JAX-RS, которое производится при помощи расширения класса `javax.ws.rs.core.Application`.

Этот класс предоставляет список классов (или объектов-синглетонов), включающих набор всех корневых ресурсов и провайдеров приложения JAX-RS.

```
public class ContactInfoApplicaiton extends Application {  
    public Set<Class<?>> getClasses() {  
        Set<Class<?>> classes = new HashSet<Class<?>>();  
        classes.add(ContactsResource.class);  
        classes.add(ContactInfoWriter.class);  
        classes.add(ContactInfoReader.class);  
    }  
    public SetSet<Object<?>> getSingletons() {  
        // Пустой метод, поскольку синглтоны не  
        // используются  
    }  
}
```

Среда выполнения JAX-RS вызывает метод `getClasses` для получения списка классов, предоставляющих все необходимые метаданные.

Применение синглетонов для ресурсов JAX-RS должно тщательно продумываться и в общем случае не рекомендуется.

Рассмотрим пример простейшего Rest сервиса(используется jersey 2.0)

```
package ua.rest;  
  
import javax.ws.rs.GET;  
import javax.ws.rs.Path;  
import javax.ws.rs.Produces;  
import javax.ws.rs.core.MediaType;  
  
@Path("/service/rest")  
public class RestService {  
    @GET  
    @Produces(MediaType.TEXT_HTML)  
    public String getTitle(){  
        return "<p>Hello,Alex</p>";  
    }  
}
```

Web.xml для этого сервиса имеет вид

```
<web-app>  
  <display-name>FirstRestFulApplication</display-name>  
  <servlet>  
    <servlet-name>Rest</servlet-name>  
    <servlet-class>org.glassfish.jersey.servlet.ServletContainer  
                                          </servlet-class>  
    <init-param>  
      <param-name>jersey.config.server.provider.packages</param-name>  
      <param-value>ua.rest</param-value>  
      // где искать классы с сервисами  
    </init-param>  
    <load-on-startup>1</load-on-startup>  
  </servlet>  
  <servlet-mapping>  
    <servlet-name>Rest</servlet-name>  
    <url-pattern>/api/*</url-pattern>  
  </servlet-mapping>  
</web-app>
```

WebSockets

Метод WebSockets, который появился в HTML5.

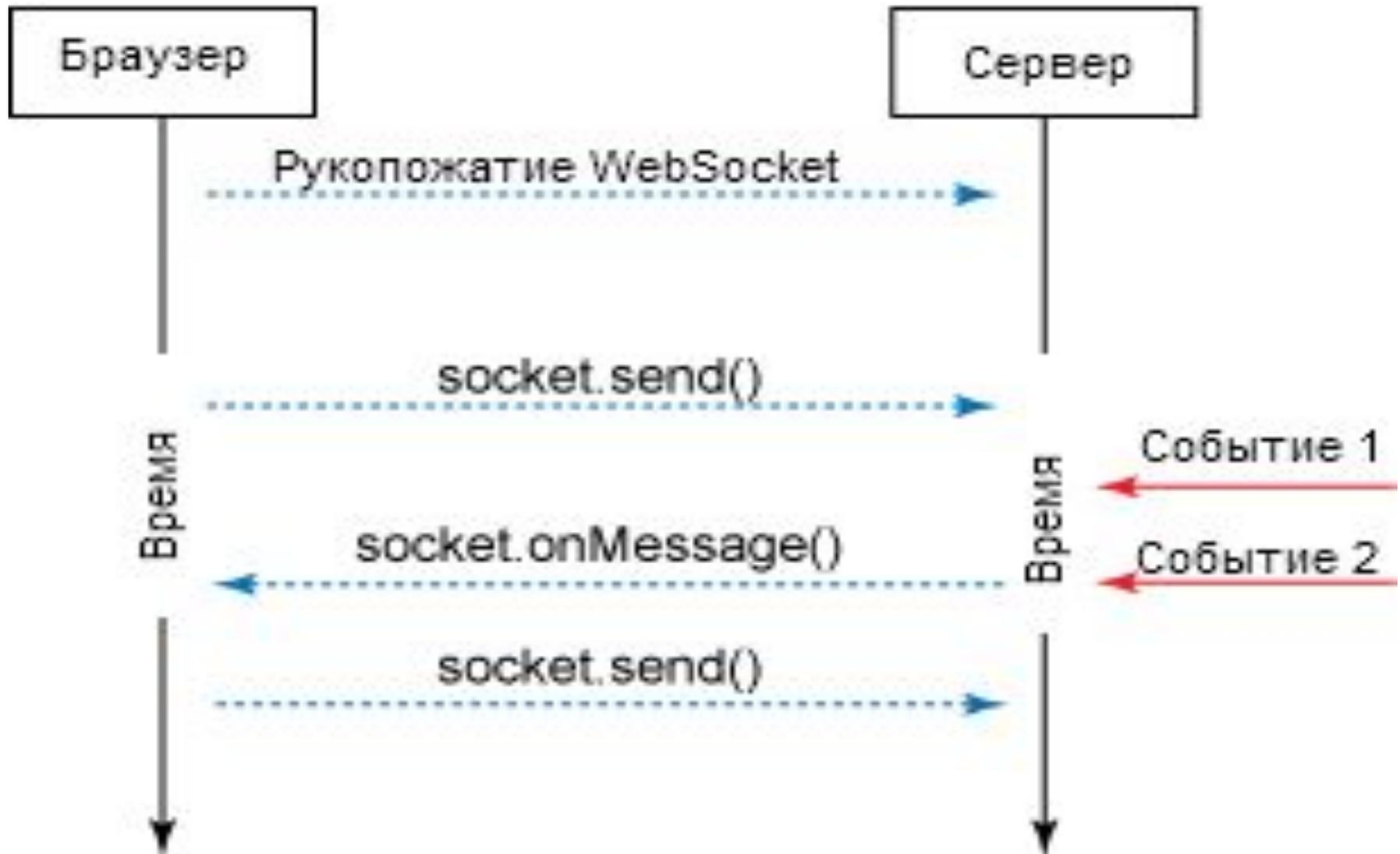
WebSockets создает двунаправленные, дуплексные каналы связи.

Соединение открывается посредством HTTP-запроса со специальными заголовками, который называется рукопожатием WebSockets.

Это соединение сохраняется постоянно, и через него можно записывать и получать данные посредством JavaScript, как при использовании стандартного сокета TCP.

URL WebSocket начинается с `ws://` или `wss://` (по SSL).

Временная диаграмма на иллюстрирует связь с использованием WebSockets



JavaScript позволяет использовать WebSockets, если эту возможность поддерживает браузер.

```
var ws = new WebSocket('ws://127.0.0.1:8080/async');  
ws.onopen = function() {  
  // вызывается при открытии соединения  
};  
ws.onerror = function(e) {  
  // вызывается в случае ошибки, например, при обрыве связи  
};  
ws.onclose = function() {  
  // вызывается при закрытии соединения  
};  
ws.onmessage = function(msg) {  
  // вызывается, когда сервер посылает сообщение клиенту.  
  // сообщение содержится в msg.data.  
};  
ws.send('some data');  
ws.close();
```

Отправляемые и получаемые данные могут быть любого типа. WebSockets можно рассматривать как TCP сокет, так что решение о том, какой тип данных использовать, остается за клиентом и сервером.

При создании объекта JavaScript WebSocket в HTTP-запросах в консоли браузера видны заголовки рукопожатия WebSocket.

Request URL:ws://127.0.0.1:8080/async

Request Method:GET

Status Code:101 WebSocket Protocol Handshake

Request Headers

Connection:Upgrade

Host:127.0.0.1:8080

Origin:http://localhost:8080

Sec-WebSocket-Key1:1 &1~ 33188Yd]r8dp W75q

Sec-WebSocket-Key2:1 7; 229 *043M 8

Upgrade:WebSocket

(Key3):B4:BB:20:37:45:3F:BC:C7

Response Headers

Connection:Upgrade

Sec-WebSocket-Location:ws://127.0.0.1:8080/async

Sec-WebSocket-Origin:http://localhost:8080

Upgrade:WebSocket

(Challenge

Response):AC:23:A5:7E:5D:E5:04:6A:B5:F8:CC:E7:AB:6D:1A:39

Все заголовки используются процессом рукопожатия WebSocket для установки и настройки долгоживущего соединения.

Объект WebSocket JavaScript также содержит два полезных свойства:

ws.url

Возвращает URL сервера WebSocket.

ws.readyState

Возвращает значение текущего состояния соединения:

CONNECTING = 0

OPEN = 1

CLOSED = 2

На стороне сервера получим(используются WebSockets Tomcat):

```
@ServerEndpoint("/ws")
```

```
public class WebSocket {
```

```
    @OnOpen
```

```
    public void onOpen(Session session){
```

```
        System.out.println(session.getId() + " has opened a connection");
```

```
        try {
```

```
            session.getBasicRemote().sendText("Connection Established");
```

```
        } catch (IOException ex) {
```

```
            ex.printStackTrace();
```

```
        }
```

```
    }
```

@OnMessage

```
public void onMessage(String message, Session session, boolean
last){
    System.out.println("Message from " + session.getId() + ": " +
message);
    try {
        session.getBasicRemote().sendText(message);
    } catch (IOException ex) {
        ex.printStackTrace();
    }
}
```

@OnClose

```
public void onClose(Session session){
    System.out.println("Session " +session.getId()+" has ended");
}
}
```

Клиент может иметь следующий вид:

```
<html>
  <head>
<script type="text/javascript">
  var socket = new WebSocket("ws://localhost:8084/WebApplication13/ws");
  socket.onopen = function() {
    alert("Соединение установлено.");
  };
  socket.onclose = function(event) {
    if (event.wasClean) {
      alert('Соединение закрыто');
    } else {
      alert('Обрыв соединения');
    }
    alert('Код: ' + event.code + ' причина: ' + event.reason);
  };
  socket.onmessage = function(event) {
    var logarea = document.getElementById("log");
    logarea.value = event.data+"\n"+logarea.value;
  };
};
```

```
socket.onerror = function(error) {  
    alert("Ошибка " + error.message);  
};
```

```
function send() {  
    var s = document.getElementById("in").value;  
    socket.send(s);  
};
```

```
</script>
```

```
</head>
```

```
<body>
```

```
<form>
```

```
<input type="text" id="in" />
```

```
<input type="button" onclick="send()" value="send" />
```

```
<textarea id="log" rows="8" cols="20"></textarea>
```

```
</form>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

Стоит заметить, что клиентом не обязательно может выступать Web browser. Клиентом может быть обычное java приложение.

@ClientEndpoint

```
public class JavaApplication103 {  
public static void main(String[] args) throws URISyntaxException,  
DeploymentException, IOException, InterruptedException {  
WebSocketContainer wsContainer =  
ContainerProvider.getWebSocketContainer();  
Session session = wsContainer.connectToServer(JavaApplication103.class,  
new URI("ws://localhost:8084/WebApplication13/ws"));  
session.getBasicRemote().sendText("Here is a message!");  
Thread.sleep(1000);  
session.close();  
}  
@OnMessage  
public void processMessage(String message){  
System.out.println(message);  
}  
}
```