

基于语义 Web 服务的业务过程集成的研究及实现

郭学俊, 秦雪杰, 杜 春

(河海大学 计算机与信息工程学院, 江苏 南京 210098)

摘 要:文中在分析目前业务过程集成所存在的问题(如缺乏统一描述、各系统之间缺乏语义等问题)的基础上,采用最新的语义 Web 服务技术设计了一种基于语义 Web 服务的业务过程集成模型,该模型不仅支持跨企业的业务合作,而且使在本领域内有共同的语义基础及业务过程规范,从而增强了企业间业务集成能力和协调能力。最后给出了一个简化的供应链上企业间业务过程集成的应用实例的设计与实现。

关键词:语义 Web 服务; OWL-S; 业务过程集成

中图分类号: TP301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3751(2006)02-0106-04

Research and Implementation of Business Process Integration Based on Semantic Web Services

GUO Xue-jun, QIN Xue-jie, DU Chun

(Computer and Information Engineering College, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the analysis of current problems of the business process integration such as lack of uniform description and semantic among different systems, this paper makes use of the latest technology called semantic Web services, and designs a business process model based on semantic Web services. This model not only supports the business cooperation across the business enterprise, but also there are the common language foundation and the business process norms in one field, strengthening the ability of the business integration and adjusting among different enterprises. At last, give out a simple implementation example of business process integration among different enterprises on the enterprise supply chain.

Key words: semantic Web services; OWL-S; business process integration

0 引言

随着电子商务和 B2B 应用的发展和需求的加深,业务过程自动化和业务价值链集成越来越得到业界的重视,集成的广度和深度不断延伸,企业内部跨业务部门的横向业务集成和横跨业务伙伴之间的企业间业务过程集成已经成为关注的焦点。但由于企业内部私有过程和企业间公共协作过程缺乏统一描述^[1],各企业间没有统一的标准来规范合作行为,使得企业内部的业务逻辑只能适用于特定环境,为不同企业间业务过程的集成和信息交互带来许多困难。因此如何有效支持跨部门、跨企业之间的业务过程集成及其自动化,已经成为新一代企业信息系统面临的重大挑战。

同时,以开放标准和技术为核心,强调开放性和互操作性的面向服务的 Web 服务计算模式正在走向成熟,已经成为更大范围内业务过程集成的一种重要使能技术。Web 服务架构针对服务的描述、服务注册、注册服务的动态发现、服务组织和访问等,引进 WSDL, SOAP, UDDI 等

开放技术标准,提供了一个独立于实现平台和实现语言的松耦合集成支持环境。但是由于单个 Web 服务仅仅具有支持标准协议来进行简单交互的能力,因此其功能粒度有限。另外 Web 服务接口描述语言 WSDL 只是给出了消息、操作、传输协议绑定等的语法层次的描述,不能描述操作之间的协调关系等语义特征,使 Web 服务之间不能真正地“理解”相互交互的内容,不能进行自动化处理。因此现有的 Web 服务技术仍难以满足企业级应用的过程层集成需求^[2]。

语义 Web 服务的出现为以上问题提供了解决方法。因此文中设计了一个基于语义 Web 服务的业务过程集成模型,利用语义 Web 服务的 Web 服务本体描述语言进行 Web 服务语义描述及业务过程建模,把 Web 服务和业务过程有机地结合起来。这样不仅支持跨企业的业务合作,而且使在本领域内有共同的语义基础及业务过程规范,增强了企业间业务集成能力和协调能力。

1 语义 Web 服务技术介绍

语义 Web 服务是将语义网技术应用到 Web 服务领域,在 Web 服务中加入语义的支持,使得 Web 服务之间

收稿日期:2005-05-22

作者简介:郭学俊(1954—),男,江苏南京人,副教授,研究方向为数据库、信息系统。

能够理解互相通信的内容。因此语义网技术和 Web 服务技术是语义 Web 服务两个基本支撑技术。W3C 推出的专门针对服务语义服务本体描述语言 OWL-S 是连接语义 Web 服务两大支撑技术的桥梁,且目前语义 Web 服务的研究也主要围绕 OWL-S 展开^[3]。

OWL-S 包含了 UDDI, WSDL 及 BPEL 的很多方面的内容,可以实现 Web 服务的发现、执行和组合自动化^[4]。它为描述服务提供的本体结构包括 3 部分: Service Profile, Process Model 和 Service Grounding。其中 Service Profile 描述了 Web 服务的性能和服务提供者信息,类似于 UDDI 中的 WSDL,但描述信息具有语义; Process Model 规定了 Web 服务所完成的所有任务、执行任务的顺序以及完成各个任务的结果,其功能类似于 WSCI 和 BPEL4WS; 而 Service Grounding 则规定了客户端程序或代理如何访问 Web 服务,包括使用的协议、端口以及输入输出的定义等等。

图 1 表示了使用 OWL-S 的 Web 服务构架,它结合了 Web 服务构架已有的如 SOAP, WSDL, UDDI 等标准和技术,为企业间的业务过程集成提供了一个独立于实现平台和实现语言的松耦合集成支持环境。

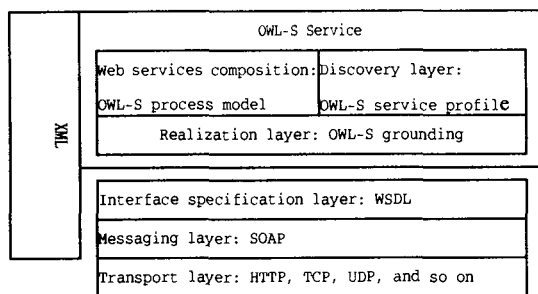


图 1 利用 OWL-S 的 Web 服务体系架构

另外, OWL-S 把一个 Web 服务认为是一个过程 (Process) 包括原子过程和组合过程,用过程模型 (Process Model) 来描述 Web 服务的执行和组合。在过程模型 (Process Model) 中有两大本体: 过程本体和过程控制本体。过程本体集成了包括 AI 领域对于规划的标准化工作、编程语言和分布式系统、已有的过程建模的标准和工作流技术等多个领域的工作,通过输入、输出、前提、效果可以非常自然地表达复合服务的逻辑过程,使服务能够进行规划、动态组合及互操作; 过程控制本体则通过 OWL-S 提供的包括 Sequence, Split, Split + Join, Choice, Unordered, Condition, If - Then - Else, Iterate, Repeat - While, Repeat - Until 等的一个控制结构的最小集合来完成对现实中组合 Web 服务的建模及服务执行过程的监控^[5]。因而在 OWL-S 中,对服务的工作机制的建模实际上就成为服务的过程建模,为建立和描述业务流程提供了借鉴和工具。

由此可以看出,语义 Web 服务不仅为企业间的业务过程集成提供了一个独立于实现平台和实现语言的以 Internet 为基础平台的松耦合集成支持环境,而且为业务过程描述提供了框架,使不同企业的业务过程有了统一的标

准和规范的合作行为,增强企业间的业务合作和交流,为企业间的过程层集成提供了可能。

2 基于语义 Web 服务的业务过程集成模型的设计

业务过程集成指实现面向过程的集成,通过组件技术把业务逻辑和数据存取功能都集中封装成一个组件对象,用户可以利用这些独立的组件对象来“装配”完整的企业流程,实现跨越多个异构的应用系统的业务过程的自动化完成,满足用户需求^[6]。根据以上讨论,语义 Web 服务技术为企业间的过程层集成及其自动化提供了技术支持,即通过使用 Web 服务,企业能够根据自己的业务需要,自由地选择适合自己的服务组件,并且将它们组装在一起,满足现在和将来延伸的需求。图 2 给出了基于语义 Web 服务的业务过程集成模型。

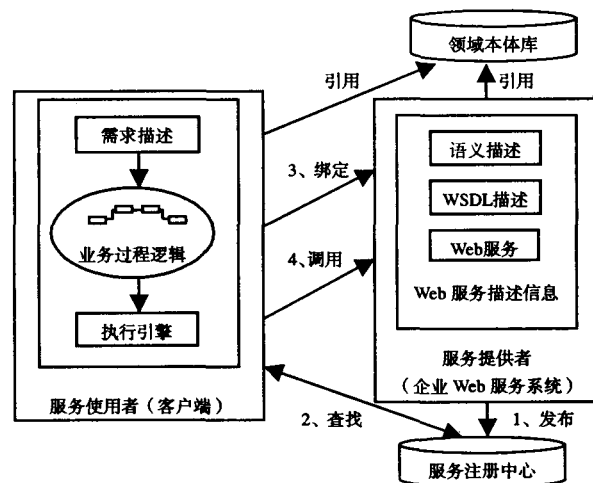


图 2 基于语义 Web 服务的业务过程集成模型

根据 Web 服务体系架构,该模型可划分为 4 个功能模块: 服务提供者、服务使用者、服务注册中心及领域本体库。其中服务提供者即企业 Web 服务系统不仅提供完成某种业务需求的 Web 服务功能实体,而且根据领域本体库准确地对服务进行语义描述,然后发布到服务注册中心供其他企业查找使用; 服务使用者是一个用户或其他企业 Web 服务系统,它根据业务需求和领域本体库建立业务过程逻辑,当需要调用其它企业提供的业务过程时,只需要在注册中心查找所需要的服务,然后绑定、调用查找到的服务; 领域本体库为实现企业间的信息共享和交互提供了基础。

利用该模型进行业务过程集成的流程如下:

(1) 服务提供者即企业 Web 服务系统首先服务提供者建立自己的 Web 服务,生成 Web 服务的基本描述 WSDL 文档,并引用系统所提供的领域本体库中的概念元素准确地对服务进行语义描述,然后在服务注册中心注册发布自己的服务描述信息;

(2) 作为服务使用者的客户端根据业务需求,引用系统所提供的领域本体库中的概念元素指明实现该功能的各个参数的语义描述信息,建立业务逻辑描述;

(3) 服务使用者端的业务过程开始执行,进行实例化。执行引擎提取出活动的需求描述,通过和服务注册中心中注册的 Web 服务进行动态资源匹配,找出符合活动需求的 Web 服务,进行资源的绑定,设置调用的输入参数和输出参数,准备具体调用该 Web 服务;

(4) 执行引擎和企业 Web 服务系统通过 SOAP 进行通信,真正调用 Web 服务,并根据 WSDL 文件进行相应的参数传递,完成任务实例。

同样,企业 Web 服务系统可以通过步骤(2~4),作为客户端访问其他企业 Web 服务系统,使得该企业的业务过程把其他企业应用程序提供的部分功能动态、松耦合地集成起来,作为一个逻辑上的整体,实现企业的业务功能。

总之,该模型基于开放的标准、技术并支持语义层面的服务描述及业务过程描述,这不仅屏蔽了不同部门不同企业之间的差异性,而且降低了业务过程与具体的业务实现之间的耦合程度。另外该模型把业务过程逻辑、功能逻辑和具体的功能实现分隔开来最大程度地降低了三者之间的耦合程度,业务过程逻辑的变化不会影响功能逻辑和实现,反之,功能实现的变化也不会影响到过程逻辑。这在竞争日趋激烈;业务过程变化越来越频繁;个性化服务要求越来越普遍的当今企业业务环境中,更具价值。

3 系统的设计与实现

下面以在线销售网站的航空售票系统中在线机票销售业务为例,说明如何利用语义 Web 服务技术对业务过程进行建模,并把 Web 服务组件集成到业务过程中,完成在线机票销售的业务需求。

3.1 需求描述

在线航班售票网站(AirOnline)主要功能是在线预定和销售机票。其系统基本功能及大致业务流程如图 3 所示。AirOnline 首先接受客户的购票请求。然后分别调用售票系统的和网上银行提供的服务,前者完成提取机票和转账;后者完成客户的金额转账。最后,AirOnline 将索取机票的信息转交给客户,比如通过 Email 将信息送到客户的电子邮箱。

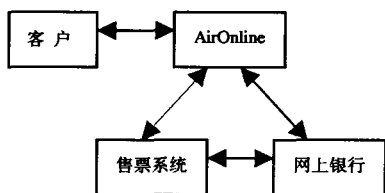


图 3 航空售票网站基本功能

下面详细说明其设计过程。

3.2 实验技术及平台

本实验在 J2EE1.4 平台下开发、部署 Web 服务;使用 Axis1.1 作为调用 Web 服务的 SOAP 引擎;在 protégé 3.0 建立领域本体库及对 Web 服务进行语义描述及业务过程建模;利用 OWL-S API 作为业务过程执行引擎。

3.3 原型系统设计及实现

3.3.1 领域本体信息库的建立

根据需求,本例所使用的本体如下(由于篇幅有限只给出其中一部分):

```

<owl:Class rdf:ID="From" />
<owl:Class rdf:ID="To" />
<owl:Class rdf:ID="Time" />
<owl:Class rdf:ID="TypeNo" />
<owl:Class rdf:ID="result" />
...
  
```

3.3.2 Web 服务的建立及描述

售票系统及网上银行所提供的服务的说明如下:

售票系统的 Web 服务名称为 AirSupplyService,它提供了一个远程过程 Supply,有出发站、目的站、日期时间等输入参数以及机票号、日期时间等输出参数,该过程返回一个 short 类型的返回值,以表示交易是否成功。

网上银行 Web 服务的名称叫 AccountTransferService,它提供了一个远程过程 Transfer,有源账号、密码、目的账号、金额 4 个参数,该过程返回一个 short 类型的返回值,以表示转账是否成功。

本例中,采用了普通的 Java 类和 JavaBeans 来实现基本功能,使用 SOAP Toolkit 来完成对 WSDL 的基本描述,在 WSDL 基本描述的基础上,根据领域本体库对其进行语义描述,然后在服务注册中心注册发布自己的服务描述信息。由于篇幅有限,在此就不给出其相关代码。

3.3.3 实现在线航班购票

实现在线航班购票包括业务过程建模、业务过程执行两部分。

(1) 业务过程建模。

AirOnline 作为提供 B2C 服务的电子商务网站系统,一方面,它需要向客户销售机票;另一方面,它需要从不同售票系统在线索取机票信息和使用各家网上银行提供的在线转账服务,所以它需要发现可以提供这些功能的 Web 服务,然后将它们集成到自己的服务中。根据图 3 的业务流程可以完成该流程的语义描述。部分代码如下:

```

<rdf:RDF>
...
<service:Service rdf:ID="AirOnlineService" />
<process:AtomicProcess rdf:ID="AirSupplyProcess" />
<process:AtomicProcess rdf:ID="AccountTransferProcess" />
<process:AtomicProcess rdf:ID="ExceptionProcess" />
<process:CompositeProcess rdf:ID="AirOnlineProcess" >
  <process:composedOf>
    <process:Sequence rdf:ID="sequence1" >
      <process:components rdf:resource="components1" />
    </process:Sequence>
  </process:composedOf>
</process:CompositeProcess>
<process:ControlConstructList rdf:ID="construct1" >
  
```

```

...
<process:If-Then-Else rdf:ID="If1">
  <process:ifCondition>
    <expr:Condition rdf:ID="HaveAirOrNo"></expr:
Condition>
  </process:ifCondition>
  <process:then>
    <process:Perform rdf:ID="IfTrue">
      <process:process>
        <process:AtomicProcess rdf:ID="AccountService"/>
    </process:process>
  </process:then>
  <process:else>
    <process:Perform rdf:ID="IfFalse">
      <process:process rdf:resource="#ExceptionService"/>
    </process:Perform>
  </process:else>
</process:If-Then-Else>
</process:ControlConstructList>
<process:Perform rdf:ID="perform1">
  <process:process>
    <process:AtomicProcess rdf:ID="AirSupplyService"/>
  </process:process>
</process:Perform>
</process:ControlConstructList>
</rdf:RDF>

```

(2) 业务过程的执行。

根据 AirOnLine 系统中机票销售业务过程描述, 在服务注册中心中查找匹配 Web 服务, 并选择调用最合适的服务。其部分执行代码如下:

```

public RunAirOnline() {
  reader = OWLSFactory.createOWLSReader();
  exec = OWLSFactory.createExecutionEngine();
  ...

```

```

public void runAirSupply() throws Exception {
  service = reader.read(URI.create("http://localhost:8080/test/
AirOnline.owl"));
  process = service.getProcess();
  emptyvalues = OWLSFactory.createValueMap();
  ...
  values = exec.execute(process, values);
  ...
}

```

4 结束语

文中设计了一种基于语义 Web 服务的业务过程集成模型, 并给出了一个基于该模型的系统实例的设计和实现。语义 Web 服务技术不仅使服务之间能够理解相互交互的内容, 而且为业务过程建模提供了工具, 把 Web 服务和业务过程有机地结合起来实现企业间的过程层集成。这样不仅支持跨企业的业务合作, 而且使在本领域内有共同的语义基础, 增强了企业间业务集成能力和协调能力, 使过程层集成朝着自动化的方向发展。

参考文献:

- [1] 吕庆中, 韩燕波, 麦中凡. Web 服务环境中的业务过程建模语言比较框架[J]. 计算机工程与应用, 2003, 23: 7-9.
- [2] 崔航, 马殿富, 王勇, 等. 组合 Web 服务建模工具的设计与实现[J]. 北京航空航天大学学报, 2003, 29(10): 943-945.
- [3] Kavantzaz N, Burdett D, Ritzinger G. Web Services Choreography Description Language Version 1.0. W3C Working Draft [M]. [s.l.]: World Wide Web Consortium, 2004.
- [4] 宋伟, 张铭. 语义网简明教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [5] Martin D. OWL-S: Semantic Markup for Web Services [EB/OL]. <http://www.daml.org/services/owl-s/1.1/owl-s/owl-s.html>, 2004-08.
- [6] 谢小轩, 张浩, 夏敬华, 等. 企业应用集成综述[J]. 计算机工程与应用 2002, 22: 1-4.

(上接第 105 页)

传输速率基本在 10M~1G 之间, 而且分层 VPLS 消除了 PW 的全网状连接, 从而明显减少了信令开支和数据复制管理费用, 其可扩展性能好。

参考文献:

- [1] 吴昱, 胡钧. VPLS——二层虚拟专用网业务的最佳选择[N]. 通讯世界, 2004-05-04(10): 35-37.
- [2] Andersson L, Rosen E C. Framework for Layer 2 Virtual Private Networks[DB/OL]. <http://bgp.potaroo.net/ietf/ids/draft-ietf-l2vpn-l2-framework-05.txt>, 2004-03.
- [3] Rosen E, Viswanathan A. Multiprotocol Label Switching. Architecture. RFC3031[DB/OL]. [http://www.ietf.org/rfc/](http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt)

rfc3031.txt, 2001.

- [4] Lasserre M, Kompella V. Virtual Private LAN Services over MPLS[DB/OL]. <http://bgp.potaroo.net/ietf/ids/draft-ietf-l2vpn-vpls-ldp-05.txt>, 2004-04.
- [5] Cisco System Working Group. IEEE 802.1Q-in-Q VLAN Tag Termination[DB/OL]. http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/ps5207/products_feature_guide09186a00801f0f4a.html, 2004-03.
- [6] Martini L, Rosen E C. Pseudowire Setup and Maintenance using LDP[DB/OL]. <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-pwe3-control-protocol-14.txt>, 2004-09.
- [7] Boscher C, Cheval P. LDP State Machine. RFC3215[DB/OL]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3215.txt>, 2002-01.