

# 模型驱动的Web服务合成

季 磊

(解放军总医院计算机室, 北京 100853)

**摘 要:** 随着已有 Web 服务数量的不断增加, 如何利用现有的 Web 服务创建新的更复杂的 Web 服务成为一项新的研究课题。该文提出了 MDA 模型转换驱动的合成 Web 服务开发方法, 针对 Web 合成的静态建模部分, 提出了建立 Web 服务静态结构平台无关和平台相关模型的方法, 给出了二者之间的转换规则。

**关键词:** Web 服务合成; MDA; 静态结构模型

## Model-driven Web Services Composition

Ji Lei

(Department of Computer, PLA General Hospital, Beijing 100853)

**【Abstract】** A number of Web services are available and it therefore seems natural to reuse existing Web services to create composite Web services. This paper gives a method of model-driven Web services composition and a PIM and PSM of Web services composition to solve the problem above static modeling of Web services composition. The translation rules between these models are given.

**【Key words】** Web services composition; model-driven architecture (MDA); static structure model

### 1 概述

Web服务<sup>[1]</sup>是自包含、自描述的模块化应用,它使用标准的XML消息传递技术封装信息,并可经由网络访问这些接口以完成特定的任务。服务实现与服务接口的分离促使基于Web服务的应用成为松耦合、面向构件的实现架构<sup>[2]</sup>。基于上述特性,Web服务非常适合业务应用集成。但单个Web服务所提供的功能有限,因此,如何利用现有的Web服务合成新的更复杂的Web服务成为一项新的研究课题。Web服务合成是指选择现有的、功能匹配的Web服务并将它们组合成新服务的技术<sup>[3,4]</sup>,合成后的新服务称为复合服务,用于合成复合服务的子服务称为构件服务。

MDA(model-driven architecture)是一种描述和建立系统的新方法,通过分离系统在特定平台上的功能实现与功能描述,实现广泛的应用互操作。它将软件系统的模型分离为平台无关模型(PIM)和特定平台模型(PSM),并通过转换规则将它们统一起来。

MDA驱动的Web服务合成开发方法的核心是建立Web服务合成模型及不同模型间的转换规则。通常,Web服务合成模型可以分为静态结构模型和动态行为模型<sup>[5]</sup>。静态结构模型描述了复合服务的结构和功能,可以转换成Web服务描述语言WSDL;动态行为模型描述了复合服务的合成方式,可以转换成各种服务合成语言,如BPEL。

本文提出了用UML建立Web服务合成平台无关和与WSDL相关的静态结构模型的方法,并给出了从平台无关模型到WSDL相关模型、从WSDL相关模型到WSDL代码的转换方法。目前这方面的研究大多集中于用UML建立与WSDL相关的平台相关静态结构模型及将它们转换成WSDL语言<sup>[5,6]</sup>。有些研究倾向于利用UML建立平台无关静态结构模型并将它们直接转换成WSDL语言<sup>[7,8]</sup>。由于平台相关的静态结构模型包含了很多特定平台的细节,增加了理解复合Web服务的

语义的难度,因此平台无关的模型对于建模人员正确理解模型含义及高效地为复杂的Web服务建立模型十分必要。将平台无关模型直接转换到目标代码,跨度较大、转换难度较大、转换方法不够灵活,而且丢失实现信息的风险很大,所以,有必要建立平台相关的静态结构模型。

### 2 模型驱动 Web 服务的开发流程

本文的模型驱动 Web 服务合成开发方法基本步骤如下:

步骤1 为预备合成的复合服务创建初步的模型,并且从现存的候选Web服务中确定用来合成复合服务的构件服务。初步的复合服务模型包含2个部分:复合服务的静态结构模型和复合服务的合成模型。前者描述了复合服务的操作名、操作的输入输出参数等;后者描述了每个操作的合成需要调用的构件服务及其合成方式<sup>[9]</sup>。操作的合成模型是搜索合适的构件服务的依据,从中可提取构件服务的WSDL描述文件。

步骤2 用UML活动图为Web服务合成的细节建模,从而得到复合服务的动态行为模型。首先将步骤1得到的构件服务的WSDL转换成UML模型,确立需要调用的构件服务的具体操作。然后将操作的名称、输入输出等信息加入到用活动图表示的动态行为模型中,并且建立正确的控制流、数据流来连接不同的动作,必要时还要对数据进行转换。

步骤3 将复合服务的动态行为模型转换为可执行的Web服务合成语言平台,如BPEL、BPML、WSCL、BPSS、BPMN等。由于步骤2建立的动态行为模型是平台无关的,可以先将它转换为与特定平台相关的模型,再转换成特定语言平台的代码。目前有很多把UML活动图转换为特定Web服务合成语言的方法和工具<sup>[10,11]</sup>。最后把转换生成的文档作为其相应

**作者简介:** 季 磊(1982 - ),男,硕士研究生,主研方向:计算机应用技术

**收稿日期:** 2006-11-10 **E-mail:** jilei\_nudt@163.com

的执行引擎的输入，就可以实际运行了。

步骤 4 发布复合服务。当复合服务的静态结构模型和动态行为模型都建立完毕后，把复合服务的静态结构模型转换为 WSDL 文档发布到 Web 服务注册中心供用户使用。

### 3 平台无关的静态结构模型

从模型驱动Web服务合成开发流程中可以看到，用UML建立复合服务的静态结构模型非常重要。由于目前Web服务都是用WSDL语言描述并发布的，因此已提出的建立Web服务静态结构模型的方法大多是利用UML扩展机制给出UML profile for WSDL<sup>[5,6]</sup>。当建立比较复杂的Web服务合成模型时，为了便于建模人员理解并适应未来可能出现的Web描述方法的改变，用UML类图建立平台无关的复合服务的静态结构模型是必要的。下面结合一个具体的例子说明建立平台无关的静态结构模型的方法。

旅行代理服务的例子：一个旅行代理服务可以帮助客户进行飞机订票、酒店预订和求租汽车。旅行代理服务能够访问机场、汽车出租公司和酒店提供的服务；同时，客户与各种商业机构之间的资金流动须由银行参与处理。图 1 是其用例图。

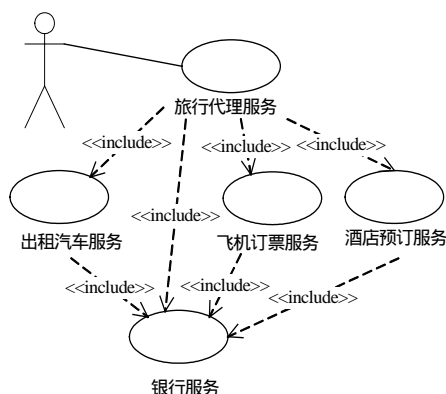


图 1 旅行代理用例图

由图 1 可知，旅行代理服务是复合服务，而酒店、机场、出租车公司和银行提供构件服务。建模人员可以利用 UML 类图建立图 2 所示的复合服务平台无关静态结构模型。

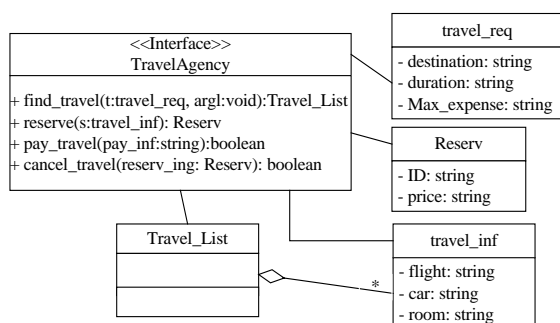


图 2 复合服务平台无关静态结构模型

### 4 平台相关的静态结构模型

复合服务平台无关静态结构模型可以转化为图 3 所示的与 WSDL 语言平台相关的静态结构模型，利用 UML profile for WSDL 建立与 WSDL 语言平台相关的复合服务静态结构模型，其中，引入了构造型<<wsdl:portType>>，<<wsdl:binding>>，<<wsdl:port>>，<<wsdl:service>>，<<wsdl:complexType>>。

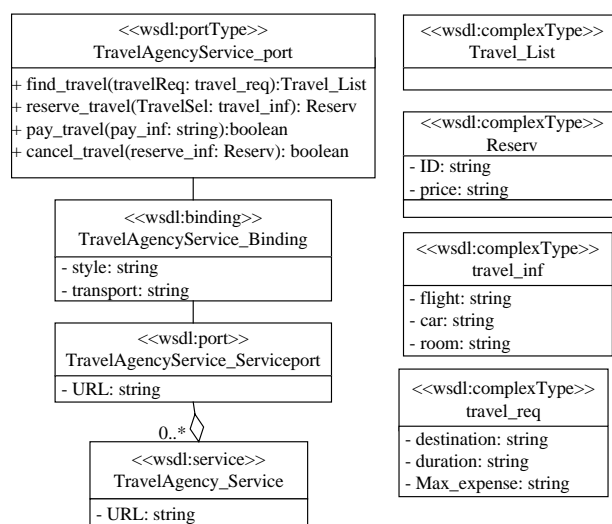


图 3 WSDL 语言平台相关的静态结构模型

从 UML (PIM) 到 UML profile for WSDL (PSM) 的转换规则如下：

(1)UML 中的每个 Class 转化为 UML profile for WSDL 中的构造型<<wsdl:complexType>>，Class 中的属性直接拷贝到<<wsdl:complexType>>中；

(2)UML 中的每个 interface 转化为 UML profile for WSDL 中的<<wsdl:portType>>，interface 中的操作直接拷贝到<<wsdl:portType>>中；

(3)对于每个<<wsdl:portType>>，在 UML profile for WSDL 中生成与其相关的构造型<<wsdl:port>>以及它们之间的关联类<<wsdl:binding>>；

(4)生成构造型<<wsdl:service>>，它是若干<<wsdl:port>>的聚集。

### 5 转换规则

图 4 说明了 WSDL 相关的复合服务静态结构模型与 WSDL 语言的对应转换关系。为了便于理解，图中左边的复合服务静态结构模型作了适当的简化，对转换中可能涉及到的模型元素均只选择一个例子来说明，右边的 WSDL 代码也作了简化，以便更清晰地显示对应转换关系。

模型中构造型<<wsdl:complexType>>转换为 WSDL 文件中 type 片段中的 complexType，其中的属性转换为 element 片段。

构造型<<wsdl:portType>>转换为 portType 片段，其中的每个操作转换为 operation 片段。<<wsdl:portType>>中每个操作参数转换为 2 个部分：message 片段和 operation 片段中的输入输出消息。

将模型中与<<wsdl:portType>>关联的构造型<<wsdl:binding>>转换为 binding 片段。但是构造型<<wsdl:binding>>并未针对 WSDL 文件中 binding 段的每个操作的输入输出的 encodingStyle, use, namespace 设置相应的属性，它们与具体操作的输入输出相关，这里暂时将它们的值置为空，以后可以考虑通过设置<<wsdl:portType>>中的操作属性来指导转换。

构造型<<wsdl:service>>转换为 service 片段，与其关联的每个<<wsdl:port>>转换为 port 片段，配合相应的 URL 属性可以得到实际的访问地址。

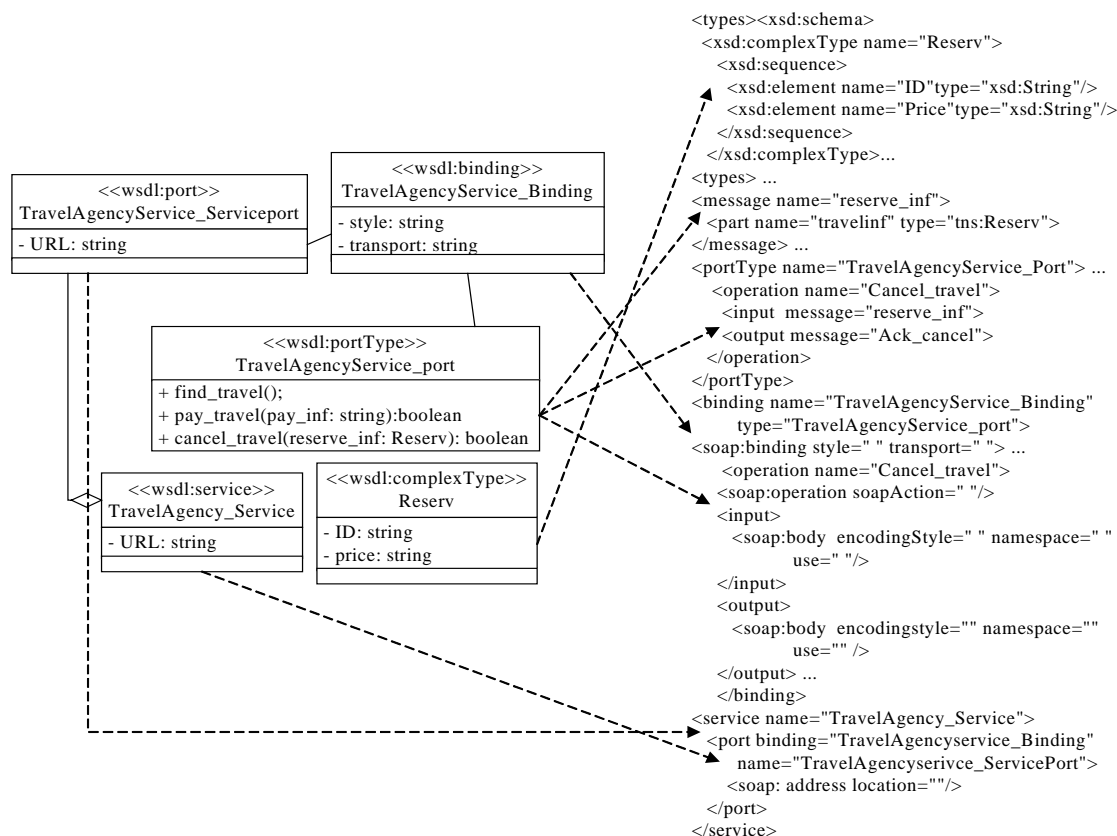


图4 UML profile for WSDL 到 WSDL 的转化

## 6 结束语

本文研究了模型驱动的 Web 服务合成方法,结合旅行代理服务的例子提出了建立平台无关的静态结构模型和与 WSDL 平台相关的静态结构模型的方法,给出了平台无关的静态结构模型与 WSDL 平台相关的静态结构模型、WSDL 代码之间的转换方法。但是,针对 WSDL 语言的细节,本文提出的建模和转换方法有待进一步完善,比如考虑通过 UML 模型中的包来设置和生成 WSDL 文件中的 namespace。从 WSDL 语言到 UML profile for WSDL 以及从 UML profile for WSDL 到 UML 模型间的逆向转换工程,以及从平台无关的复合 Web 服务 UML 模型生成其他语言平台的相关模型和代码的方法,都是下一步研究的重点。

### 参考文献

- 1 Tidwell D. Web Services: The Web's Next Revolution[Z]. (2000-10). <http://www-106.ibm.com/developerworks/WebServices/>.
- 2 Graham S. Building Web Services with Java-making Sense of XML, SOAP, WSDL, and UDDI. [S. l.]: China Machine Press, 2003.
- 3 Benatallah B, Dumas M, Sheng Q Z, et al. Declarative Composition and Peer-to-peer Provisioning of Dynamic Web Services[C]// Proceedings of the 18th International Conference of Data Engineering, San Jose, California. 2002.
- 4 Benatallah B, Dumas M, Fauvet M-C, et al. Towards Patterns of Web Services Composition[M]//Patterns and Skeletons for Parallel and

Distributed Computing. [S. l.]: Springer Verlag, 2002: 265-296.

- 5 Thone S, Depke R, Engels G. Process-oriented, Flexible Composition of Web Services with UML[C]//Proc. of Joint Workshop on Conceptual Modeling Approaches for E-business, Tampere, Finland. 2002-10.
- 6 Provost W. UML for Web Services[Z]. (2003-07). <http://www.xml.com/lpt/a/ws/2003/08/05/uml.html>.
- 7 Bézin J, Hammoudi S, Lopes D, et al. Applying MDA Approach for Web Service Platform[C]//Proceedings of the 8th IEEE Int'l Enterprise Distributed Object Computing Conf.. 2004.
- 8 Grønmo R, Skogan D, Solheim I. Model-driven Web Services Development[C]//Proc. of the 2004 IEEE International Conference on E-technology, E-commerce and E-service, Taipei, Taiwan, China. 2004.
- 9 Jaeger M C, Rojec-Goldman G, Muehl G. QoS Aggregation for Web Service Composition Using Workflow Patterns[C]//Proceedings of the 8th International IEEE Enterprise Distributed Object Computing Conference, Monterey, California. 2004: 149-159.
- 10 Gardner T. UML Modeling of Automated Business Processes with a Mapping to BPELWS[C]//Proc. of the 1st European Workshop on Object Orientation and Web Service, Darmstadt, Germany. 2003-07.
- 11 SINTEF. UML Model Transformation Tool[Z]. [2006-09]. <http://umt-qvt.sourceforge.net>.