

支持 QoS 属性的 Web 服务 PFS 模型研究

崔建群^{1,2}, 吴黎兵², 彭 熙¹, 肖德宝¹, 施 辉²

(1. 华中师范大学网络与通信研究所, 武汉 430079; 2. 武汉大学计算机学院, 武汉 430072)

摘 要: 目前的 Web 服务只有基于功能性描述的服务注册与发现接口, 不能实现具有 QoS 属性的 Web 服务注册与发现, 为此提出了支持 QoS 属性的 Web 服务 PFS 模型, 引入 QoS Broker 模块实现具有 QoS 属性的 Web 服务注册、查找、选择和 QoS 信息的管理功能, 实现了 Web 服务使用过程中的 QoS 监视以及 QoS 评价, 并将最新的评价结果用于服务 QoS 信息的更新, 从而保证了 QoS 信息的公平性、可信性和实时性。

关键词: Web 服务; QoS; 模型; QoS Broker

Research on PFS Model for Web Services Supporting QoS Properties

CUI Jianqun^{1,2}, WU Libing², PENG Xi¹, XIAO Debao¹, SHI Hui²

(1. Institute of Network & Communication Technology, Huazhong Normal University, Wuhan 430079;

2. School of Computer, Wuhan University, Wuhan 430072)

【Abstract】 In the current, registration and discovery interface for Web services are only based on the functional description. They cannot implement Web services registration and discovery with QoS properties. Thus, this paper proposes a PFS model for Web services supporting QoS properties. A QoS Broker module is introduced to implement Web services registration, discovery, selection and QoS information management. QoS Broker can act as a trustworthy third party that implements QoS monitoring and evaluation during the process of Web services, and updates the service QoS information by means of the latest evaluation results. Therefore, the impartiality, trustworthiness, and real-time characters of QoS information are ensured. Some pivotal techniques related implementing the model is also introduced.

【Key words】 Web services; Quality of services(QoS); Model; QoS broker

Web 服务(Web Services)作为一种新兴的Web 应用模式, 是一个崭新的分布式计算模型, 是Web 上数据和信息集成的有效机制。从电子商务应用领域来看, 复杂的应用连接和程序代码造成了电子商务应用的高维护代价和更新代价, 而Web 服务正好能够解决这一问题, 成为目前应用环境中最为合理的解决方案^[1]。从Web服务的支撑技术来看, 很多关键问题有待解决, 具有广阔的研究空间, 但也存在很多挑战。

Web服务因其能较好地解决多平台、异种网络间的组件远程调用, 被认为在很多领域非常有应用前景而备受青睐。但到目前为止Web服务技术的应用并没有想象的迅速, 一部分原因在于Web服务的安全性、事务机制有待进一步深入研究, 而最重要的原因在于Web服务的服务质量(QoS)问题。由于当前 Web 服务使用的 UDDI (Universal Description, Discovery and Integration of Web services) 协议仅仅支持功能性查找, 客户无法获知能满足某种服务质量的Web服务^[2,3]。如搜索到的Web服务能不能满足客户要求的响应延时, 是否具有高可靠性、可用性, 安全等级是否满足客户需求, 而现有的UDDI协议无法解决这些问题。除此之外, 当某种功能有多个服务提供者时, 如何筛选出最优、最健壮的Web服务也是亟需解决的问题。

1 Web 服务架构

Web Services技术提供了一种在Internet环境下实现松耦合、跨平台、互操作以及动态共享的软件服务, 由于这些方面的巨大优势, 因此该技术在当前变得十分热门。图1是Web服务基本架构示意图^[4]。

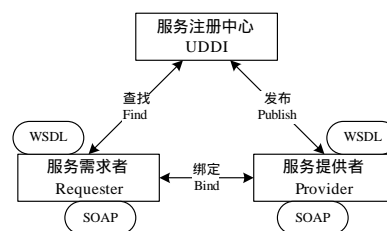


图1 Web 服务基本架构

图1显示了在典型的 Web 服务架构中包含的 3 个实体:

(1)服务提供者: 服务提供者是创建该 Web 服务的实体。典型情况下, 服务提供者把自己机构的某种业务功能展示成一种 Web 服务, 供其他用户调用。提供者需要完成两项任务来实现提供 Web 服务的功能: 首先使用标准的格式来描述该 Web 服务, 然后将 Web 服务的资料发布给服务注册中心。

(2)服务需求者: 服务需求者可以从服务提供者所做的描述中了解某项 Web 服务的功能。为了检索 Web 服务的细节, 服务消费者需要在注册中心中查找, 得到如何调用该服务的信息, 然后根据这些信息去调用服务提供者发布的服务。

(3)服务注册中心: 服务注册中心处于一个中心位置, 服务需求者可以在此搜索 Web 服务, 服务提供者则通过注册中心发布 Web

基金项目: 湖北省科技攻关基金资助项目“嵌入式网络管理软件开发及产业化”(2004AA103A01)

作者简介: 崔建群(1974-), 女, 讲师、博士生, 主研方向: 网络资源管理, 性能服务质量; 吴黎兵, 副教授; 彭 熙, 助教; 肖德宝, 教授、博导; 施 辉, 硕士

收稿日期: 2005-11-10 **E-mail:** jqcui@126.com

服务的功能,供服务消费者查找,然后再绑定到特定的 Web 服务。

2 支持 QoS 属性的 Web 服务 PFS 模型

当前的 Web 服务注册发现模型都是基于功能性方面进行的,基于 QoS 等非功能性方面需求的发现几乎没有。随着计算机网络和信息化技术的进一步发展,在 Internet 上提供相同功能的服务会越来越多,当用户只是按照服务的功能特性进行查找时,最终提交给用户的将是一张只有功能描述、没有其它更有意义的附加信息的服务列表,而且用户无法确定该如何选择和是否选择 Web 服务,因为用户无法预测购买的服务能不能得到质量保证。

基于上述原因,我们提出了一种基于 QoS 的 Web 服务 PFS(Publish-Find-Select)模型,如图 2 所示。该模型中的角色由原来的 3 个变成 4 个,分别是服务提供者、服务需求者、UDDI 注册中心和 QoS Broker。

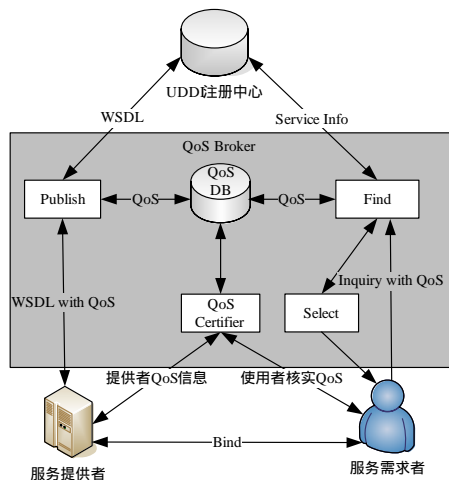


图 2 支持 QoS 属性的 Web 服务 PFS 模型

2.1 服务提供者

本模型中,服务提供者仍然采用标准的格式(WSDL)来描述他们所提供的 Web 服务,不同的是,服务提供者除了在自己发布的资料中描述服务功能性方面的信息,还对提供服务的 QoS 方面的信息进行描述。为此,我们对 WSDL 进行扩展,增加一个 <QoS Metric> 元素,在其中对相应服务(businessService)的 QoS 方面进行描述。服务提供者发布的 QoS 能力仅仅用来作为测试的依据,通常情况下是不可取的,因为服务提供者可能夸大他们的能力来获取更大的利益。为了避免这个问题,我们在模型中引入 QoS Broker 实体。QoS Broker 实体中的 QoS Certifier 进程验证提供者宣称的 QoS 属性是否真实。

2.2 服务需求者

服务需求者为了减少发现和选择服务的时间,找到最适合自己的服务,可以通过发出基于功能性和 QoS 属性的请求达到这一目的。需求者可以在客户端提供的工具上填写想要的服务信息进行 Web 服务查找,需求者提供的查询信息越详细,查询的结果就越精确。

需求者可如以前一样仅根据功能需求直接查询 UDDI 注册中心,也可通过 QoS Broker 实现带约束条件的功能查询。例如,需求者可查询响应时间小于 5ms 并且每次调用收费少于 2 角的股票信息服务。如果有多个符合约束条件的 Web 服务,QoS Broker 返回一个有序列表。如果没有 Web 服务满足需求者期望的 QoS,QoS Broker 会返回一个空对象给需求者,需求者可降低 QoS 约束条件重新查询。

如果发现有符合条件的 Web 服务,QoS Broker 将该服务 WSDL 信息和 QoS 信息发送给需求者,需求者一方面可立即调用该 Web 服务,另一方面也可请求 QoS Broker 中的 QoS Certifier 进一步核实 QoS 属性。

2.3 UDDI 注册中心

为了保证新模型与当前 Web 服务架构的兼容性,本模型中的 UDDI 仍采用标准的 UDDI,并未对其进行扩充和改动,其中记录着本地域内的服务描述信息。

2.4 QoS Broker

QoS Broker 由 QoS 服务注册、QoS 服务查找、QoS 服务选择、QoS Certifier 和 QoS DB(QoS 信息库)5 个功能模块组成。实现的功能包括为服务提供者提供 QoS 服务注册,为 QoS 服务需求者提供基于 QoS 属性的服务发现,同时作为可信的第三方实现对服务 QoS 的度量、监视和发布。

(1)QoS DB

QoS DB 主要是用来记录并标识服务的 QoS 属性值。在 QoS DB 中保存两张表,一张表记录服务提供者发布的 QoS 信息(QoSInfo),允许服务提供者修改,另一张表记录 QoS Certifier 报告并修正的 QoS 信息(CertifiedQoSInfo),由 QoS Certifier 定期修改,不允许服务提供者修改。它们的关键词是提供者产生的惟一通用标识符,这样可以保证每个服务都有独一无二的相关 QoS 信息。QoS DB 提供增加、删除、修改和查询 QoS 记录功能。

(2)服务注册

服务注册模块的主要工作是接收服务提供者的发布信息并进行处理:

- 1)提取其中描述服务的基本信息,并将基本信息转交给 UDDI 注册中心,通过相关发布 API 进行注册,同时生成一个 HashMap 数据结构——serv_tmodel_Map(其中 key 记录服务标识,value 记录该服务在 UDDI 中的 tModelKey);

- 2)提取其中的 QoS 描述信息放到另一个 HashMap 数据结构——serv_qos_Map 中(其中 key 记录服务标识,value 记录该服务的 QoS 对象信息);

- 3)根据 serv_tmodel_Map 和 serv_qos_Map 两个 HashMap 中的数据,将服务相关的 QoS 信息在 QoS Broker 中的 QoS DB 内进行注册。

(3)服务查找

服务查找模块的主要工作是接收服务需求者的发现请求并进行处理:

- 1)提取其中描述服务的基本信息,并将基本信息转交给 UDDI 注册中心,通过相关查询 API 进行查找,将查询结果存放到一个 HashMap 的数据结构——served_info 中(其中 key 记录服务的 tModelKey,value 记录服务的基本信息对象);

- 2)根据步骤 1)中 servinfo_id 数据结构中记录的服务的 tModelKey,向 QoS DB 发出查询请求,得到相应记录的 QoSInfo 和 CertifiedQoSInfo;

- 3)将用户提交的 QoS 需求信息、查找到的服务基本信息及 QoS 相关信息一起包装成服务对象提交给 Select 进程处理。

(4)服务选择

服务选择模块并不对服务的基本信息进行处理,而是对查找到的 QoS 信息和用户提交的 QoS 需求按照一定的算法进行匹配,剔除不满足用户要求的服务,将匹配后的服务信息(基本信息+QoS 信息)按照 WSDL 格式组成列表返回给服务需求者。

(5)QoS Certifier

QoS Certifier 监视服务提供者提供服务以及需求者使用服务的情况,它需要获取的 QoS 信息包括当前服务状态(可

用/不可用)和任务状态(提交时间、开始时间、完成时间、任务执行成功或失败)。

QoS Broker 的引入,不仅可以使得注册中心中服务的 QoS 能力更可信,同时由于它对服务的 QoS 进行了实时的度量,因此能够动态及时地提供 QoS 数据。由于实际获得的 QoS 与服务的使用者和提供者都密切相关,因此监视 QoS 既要监测提供者的资源使用情况,又要收集服务需求者调用 Web 服务后相关的 QoS 属性反馈信息。

3 模型所涉及的关键技术

支持 QoS 的 Web 服务 PFS 模型之重点和难点是对 QoS Broker 的实现,其中涉及到的一些关键技术如下:

(1)WSDL4J 采用 IBM 的 WSDL4J 工具包,并对其进行扩展,使得服务提供者能够发布带有 QoS 属性的 WSDL 文档;

(2)UDDI4J 采用 IBM 的 UDDI4J 工具包,里面包含 UDDI 规范中大多数 API 的具体实现,我们利用类似的方法来注册和修改服务的 QoS 信息;

(3)JDBC 在 QoS Broker 中构建了 QoS 信息库用来存放服务相关的 QoS 信息,需要采用 JDBC 相关技术对 QoS 信息进行增加、删除、修改和查询;

(4)JSP/Servlet 对于服务需求者而言,要给用户提供一个良好的客户端应用程序,因此结合 JSP/Servlet 技术,给出了一个使用方便、界面友好的网页操作平台。

我们根据 IBM 公司提供的 WSDL4J 工具包实现了 Java2WSDL 程序,该程序可以根据提供者所提供的基本信息,手动输入相关的 QoS 信息数据后自动生成一份 WSDL。如下代码是一份扩展后的 WSDL 文档示例。

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<wsdl:definitions ...>
  <wsdl:types> ... </wsdl:types>
  <wsdl:message name='getAddress0In'>
    <wsdl:part name='arg0' type='xsd:string'/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name='getAddress0Out'>
    <wsdl:part name='Result' type='n4:Address'/>
  </wsdl:message>
  <wsdl:portType name='AddressBook'>
    <wsdl:operation name='getAddress' parameterOrder='arg0'>
      <wsdl:input name='getAddress0In' message='tns:getAddress0In'/>
      <wsdl:output name='getAddress0Out' message='tns:
getAddress0Out'/>
    </wsdl:operation>
  </wsdl:portType>
  <wsdl:binding name='AddressBook' type='tns:AddressBook'>
    <soap:binding style='rpc' transport='http://schemas.xmlsoap.org/
soap/http'/>
    <wsdl:operation name='getAddress'>
      <soap:operation soapAction='getAddress' style='rpc'/>
      <wsdl:input name='getAddress0In'>
        <soap:body use='encoded' namespace='x' encodingStyle='
http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding'/>
      </wsdl:input>
      <wsdl:output name='getAddress0Out'>
        <soap:body use='encoded' namespace='x' encodingStyle='
http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding'/>
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
  </wsdl:binding>
  <wsdl:service name='AddressBook'>
```

```
<wsdl:port name='AddressBook' binding='tns:AddressBook'>
  <soap:address location='http://localhost:8004/glue/urn:
AddressBook'/>
</wsdl:port>
</wsdl:service>
<wsdl:QoS:Metrics name='AddressBook'>
  <QoS:cost>200.00 </QoS:cost>
  <QoS:responsetime>
    <QoS:max>200</QoS:max>
    <QoS:min>196</QoS:min>
    <QoS:avg>98</QoS:avg>
  </QoS:responsetime>
  <QoS:availability>
    <QoS:max>99.5%</QoS:max>
    <QoS:max>91.5%</QoS:max>
    <QoS:max>95.0%</QoS:max>
  </QoS:availability>
</wsdl:QoS:Metrics>
</wsdl:definitions>
```

服务提供者在扩展后的 WSDL 文件中描述服务的基本信息和 QoS 方面的信息,然后在注册 Web 服务时,指定该 WSDL 文件的网络访问地址。当用户发现该服务时可以从网络访问 WSDL 文件,并用客户端程序根据 WSDL 文件生成服务的本地代理。服务需求者获取 WSDL 文件中的 QoS 属性后,还可与服务提供者就服务质量参数作进一步协商。

4 结束语

本文在目前仅支持功能性注册与发现的 Web 服务架构基础上,提出了一种扩展的支持 QoS 属性的 Web 服务 PFS 模型,该模型在 UDDI 注册中心与其用户(即注册服务的 Web 服务提供者和发现服务的服务需求者)之间增加了一个 QoS Broker,实现 Web 服务 QoS 信息的注册、发现、监视、报告和更新,它保证了 QoS 信息的公平性与实时性。新模型与已有的 UDDI 规范共同工作,实现基于 QoS 的注册与发现服务,这种方式具有以下几个优点:

(1)无需对已有的 UDDI 进行扩充,易于部署实现,且实现的成本较低。

(2)服务 QoS 信息的发布、查询、更新等操作全部在新模块中实现,可以按照用户的要求实现定制的、更智能和更方便的基于 QoS 的服务注册与发现。

(3)QoS Broker 作为可信任的第三方,由它管理监控的服务 QoS 信息是公正、可信的。

(4)Web 服务的 QoS 是动态变化的信息,新模型中的 QoS Certifier 模块可以实时跟踪并反映服务最新的 QoS 属性。

参考文献

- 1 岳 昆,王晓玲,周傲英. Web 服务核心支撑技术:研究综述[J]. 软件学报, 2004, 15(3): 428-442.
- 2 UDDI. Universal Description, Discovery and Integration(UDDI2.0) [EB/OL]. <http://www.uddi.org/specification.html>, 2001.
- 3 ShaikhAli A, Rana O, Al-Ali R, et al. UDDIe: An Extended Registry for Web Services[C]. Proc. of the Service Oriented Computing: Models, Architectures and Applications, 2003: 85-89.
- 4 Booth D, Haas H. Web Services Architecture[EB/OL]. W3C Working Group Note, <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>, 2004-02-11.
- 5 Christensen E, Curbra F, Meredith G, et al. Web Services Description Language(WSDL 1.1)[EB/OL]. W3C Note, <http://www.w3.org/TR/wsdl>, 2001-03.