

# P2P 与 Web 服务技术融合的研究

张智<sup>1</sup>, 刘涤<sup>2</sup>

(1. 武汉科技大学 计算机学院, 湖北 武汉 430065;

2. 武汉商业服务学院 信息工程系, 湖北 武汉 430056)

**摘 要:** 目前, P2P 和 Web 服务这两种技术由于存在各自的技术缺陷, 而阻碍了它们在互联网应用中的快速发展。针对技术缺陷, 指出将这两种技术进行融合是一个有效的解决思路。当前二者的技术融合研究主要集中在 P2P 中间件平台、P2P 环境下动态 Web 服务的发布和发现、P2P 组合服务以及服务社区管理等方面。文中重点研究了中间件关键技术 JXTA Bridge 的体系结构、模块功能和工作流程, 针对其服务的发布和调用机制存在的问题提出了解决策略, 这对提高 JXTA Bridge 应用系统的健壮性、可靠性和高效性具有重要意义。

**关键词:** SOA 架构; 对等网; Web 服务; JXTA Bridge

**中图分类号:** TP393.02

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2011)08-0105-04

## Research of P2P and Web Services Technology Integration

ZHANG Zhi<sup>1</sup>, LIU Di<sup>2</sup>

(1. College of Computer Science and Technology, Wuhan University of Science  
and Technology, Wuhan 430065, China;

2. Department of Information Engineering, Wuhan Commercial Service College, Wuhan 430056, China)

**Abstract:** Currently, P2P and Web services, because each of them has its own technical defects, are hindered their rapid development in internet applications. To solve these defects, describe that it is an effective solution ideas for the integration of these two technologies. Now, the integration research mainly focuses on in terms of P2P middleware platform, Web service publishing/discovery in the P2P environment, P2P service composition and service community management. Puts emphasis on the framework, models function and working flow of the JXTA Bridge which is a P2P middleware platform. Finally, some resolution strategies are proposed to solve the service publishing and invoking problems of JXTA Bridge, which can improve its robustness, reliability and high performance.

**Key words:** service oriented architecture; P2P; Web services; JXTA Bridge

## 0 引言

近年来, Web 服务 (Web Services) 计算技术作为面向服务体系架构 (SOA) 的典型代表在互联网应用中迅速发展。Web 服务是基于服务提供者、服务注册中心和服务请求者三者之间的动态交互, 它用标准规范的 WSDL 语言进行描述, 这一描述囊括了与服务交互需要的全部细节, 包括消息格式、消息传输协议和位置。由于它具有隐藏服务实现的细节, 独立于编程语言、硬件和软件平台, 方便服务请求者调用的优势, 这使得基于 Web 服务的 Web 应用程序具有松散耦合、跨平台、跨技术等优点, 能进一步适应 Web 应用的发

展趋势, 同时 Web 服务可以单独或同其他 Web 服务一起用于实现复杂的聚合或商业交易。

P2P 是一种对等计算技术, P2P 系统可以不依赖于传统的中央式服务器, 它能自组成一个虚拟系统, 系统中的成员同时扮演服务器与客户端的角色, 在通讯过程中, 所有的成员都是平等的一端, 每个成员既能提供服务又能接受服务, 每个成员能直接从其他成员的参与中受益。P2P 系统是一种具有高度自治性的分布式的系统, 有助于边缘计算的普及、现有存储空间的较好利用、数据访问速度的提高、应用服务能力的增强。

P2P 技术已经在很多领域得到广泛应用, 但 P2P 与 Web 服务的技术融合的应用研究还刚刚开始。研究如何将 P2P 技术与 Web 服务的技术融合以适应 Web 应用向更大规模的分布式发展, 提高 Web 应用系统的健壮性、安全性、可靠性及高性能, 从而以适应全球化和复杂电子商务处理的需求, 就成为首要解决的问题和前沿的研究领域。

收稿日期: 2011-01-13; 修回日期: 2011-04-26

基金项目: 国家自然科学基金 (60803160); 武汉科技大学科研发展基金 (2006XY21)

作者简介: 张智 (1975-), 男, 湖北黄石人, 副教授, 硕士, 研究方向为 SOA 技术、语义网。

## 1 Web 服务和 P2P 技术面临的问题

### 1.1 Web 服务

目前,Web 服务存在一些显著的问题<sup>[1,2]</sup>,主要包括:

(1)可靠性。Web 服务使用的是基于集中式 UDDI 的服务发布和检索机制,UDDI 服务器的单点故障和拒绝服务经常会阻断 Web 服务的发布和发现,甚至会导致整个 Web 服务应用系统的坍塌。另外只有少数几家公司能提供 UDDI 的主机服务,随着服务发布和检索数量的增加,UDDI 服务器的性能瓶颈凸显。

(2)对等性和扩展性。Web 服务没有脱离 C/S 通信模式,例如,来自于客户端的 SOAP 请求消息调用位于服务器上 Web 服务,这种 SOAP 请求-响应机制证明了 Web Services 系统中通信双方的非对等性,从而限制 Web Services 的进一步扩展。

(3)安全方面。某些 Web 服务在公开情况下可用而没有保护措施,但大多数与商业相关的服务仍使用带认证的加密通道。SSL 上的 HTTP 往往只能提供基本的安全性,但有个别服务需要更高安全粒度级别,Web-Security 是一个框架级别的安全标准,其实现还很鲜见,对于企业级别的应用集成而言还远远不够。

### 1.2 P2P 技术

P2P 系统也存在一些制约其发展的显著问题,主要包括:

(1)资源定位的有效性问题<sup>[3,4]</sup>。在一个高度分布自治的 P2P 系统中,由于节点的加入和离开比较频繁,因此,系统中的节点如何较好地维持网络拓扑一致性将是一个重要和亟待解决的问题。同时,面对海量的 P2P 系统资源,节点如何快速而有效地找到所需资源又是一个值得深入研究的难题,传统的 P2P 资源定位技术如洪泛、选择性组广播、小世界、分布式哈希表等方法虽然能在不同方面起到较好的作用,但还是难以彻底解决。

(2)互操作问题。目前,P2P 系统已在众多领域实现了广泛应用,如文件交换、即时通信、流媒体、计算机协作等。但是,由于不同厂商的 P2P 平台多数采用或自定义不同的通信协议,使用互不兼容的技术,导致缺少一个共同的底层基础,使得不同的 P2P 系统之间的通信存在障碍,从而导致系统间互操作问题。另外,P2P 系统应当能支持当前在互联网上广泛应用的一些数据描述和交换的技术,如 XML、SOAP、WSDL 等,这些都能促进 P2P 系统与非 P2P 系统之间的互操作。

(3)安全性和服务质量问题。很多的 P2P 系统在设计时没有充分考虑安全问题,有的甚至成为互联网安全问题日益严重的帮凶,因此在身份识别、认证、授权、恶意节点的识别、应对等诸多安全问题上,P2P 系

统应当亟待完善。另外,在 P2P 网络规模日益壮大的环境下,如何提供高质量的网络服务也决定了 P2P 系统发展前途<sup>[5]</sup>。

通过分析 Web 服务与 P2P 技术存在的问题,可以看出:Web 服务与 P2P 的技术融合可以弥补二者在技术上的一些缺陷<sup>[6-8]</sup>。例如 P2P 技术可以通过使用 Web 服务定义来提高和完善其服务描述,使得 P2P 系统不再局限于只提供单一的网络服务,由于 Web 服务注重提升异构平台、应用之间的互操作性,这将有助于提高 P2P 与非 P2P 系统之间以及 P2P 与 P2P 系统之间的互操作性。而 Web 服务则可以利用 P2P 的离散化技术来提高网络的可扩展性、健壮性和灵活性,利用 P2P 的普及计算能力和动态发现机制可以改善 UDDI 的检索能力,为创建非集中式的(分布式的)、动态的、快速的 Web 服务发现机制提供了一个较好的解决思路。

## 2 研究状况

目前国内外关于 Web 服务与 P2P 的技术融合研究主要集中在以下几个方面:

(1)构建面向 Web 服务的 P2P 系统或中间件平台。

其研究的主要目的是将面向服务器协作的 Web 服务转变为面向客户端应用程序间的协作手段,同时开发一套数量最少、概念简单、更加通用的系统模块或中间件模块,以减少 Web 服务开发人员在构建底层通信平台上的时间和精力花费,从而进一步降低 Web 服务开发的成本。在这一方面,国外的一些业界巨头如微软、英特尔以及 Sun 公司等作了大量卓有成效的工作,并各自推出了相关软件产品。

Sun 公司早在 2000 年就推出了 Java 领域的新技术-JXTA 开源项目<sup>[9]</sup>。JXTA 目的是为 P2P 的网络应用开发提供一个统一的平台,JXTA 是由一系列网络协议构成的,并且独立于操作系统、网络传输技术以及程序设计语言,可以运行在任何有数字处理功能的设备上,包括传感器、消费电子、PDA、手机、桌面计算机、中心服务器等等,目前 JXTA 已经在即时通信、文件共享、分布式计算、协同工作、网络游戏等众多领域得到应用。目前,JXTA 开源项目已经开始考虑全面支持 Web 服务。

(2)基于 P2P 的分布式、动态 Web 服务发布和发现。

原型系统 Active XML<sup>[10]</sup>是基于 P2P 平台的一个 Web 服务应用实例。AXML 系统对 P2P 的成员之间的交互做了大量简化,它将 XML 文档作为 Web 服务的数据源,而且在这些 XML 文档中嵌入了 Web 服务的

调用请求,同时在服务的请求中给出提供该服务的 Provider 的 ID 标识,每个 Provider 对应一个对等体 (Peer),Peer 之间通过 SOAP 消息进行服务通信。

JXTA Bridge 是 JXTA 的一个开源子项目,它能够实现在 JXTA P2P 平台上的 SOAP 通信<sup>[11]</sup>,进而实现 P2P 平台上 Web 服务的部署、发布、发现以及调用等功能。文中将在第 3 节重点分析 JXTA Bridge 的体系结构、模块功能、工作流程、存在的主要问题及其解决思路。

### (3) 利用 P2P 技术实现组合 Web 服务。

原型系统 SELF-SERV<sup>[12]</sup>提出了基于 P2P 的 Web 服务组合方案,该系统充分利用了 P2P 平台的技术优势,提出动态组合服务的执行、注册和发布,基本服务的调度、通信的协调、消息的传递等策略。SELF-SERV 系统的特点是将组合 Web 服务视为一个一个基本服务的序列,每个基本服务会对应一个协调器和一个容器组件,协调器的功能是实现服务状态的通信,容器组件的功能是实现服务的调度和执行,当基本服务执行完毕后,状态消息会被传回协调器,协调器将判断与之对应的服务是否还需等待其他服务的调度和执行。

基于 P2P 技术的组合 Web 服务解决方案使得组合服务能动态生成,这能有效提高服务的重用性并减少系统的开销。但其中也存在一些有待进一步研究的问题,如服务组合的粒度、服务的聚集或聚类、服务的通信优化、服务的分类管理、服务的有效性认证以及服务安全等问题。

### (4) P2P 环境下的 Web 服务社区管理。

复旦大学 Web 数据库与对等计算实验室研制了一个基于 P2P 平台的 Web 服务社区管理框架原形系统 Peer-Serv。其基本思想是:将整个 P2P 系统中的节点,按其物理位置划分为若干个服务小区,每个服务小区通过一个服务代理来协调管理,该服务代理作为小区的服务注册中心和服务代理中心,对 Web 服务的查找只需在本小区或小区服务代理者之间进行。Peer-Serv 系统还在整个 P2P 环境中指定一些社区中心节点(类似超级节点),用来分类存放 Web 服务提供者的相关信息,社区就是这些 Web 服务提供者信息的集合。社区类似 P2P 系统中对等组的概念,通过社区组织和通信,Web 服务的查找过程将变得更简单快捷。

P2P 环境下的 Web 服务社区管理尽管采取了私有的中心化服务注册管理机制,有利于控制查询消息在 P2P 网络中的洪泛,但在对等性、扩展性、可靠性以及隐私性等方面尚有一定缺陷。

## 3 JXTA Bridge 项目分析

### 3.1 JXTA Bridge 体系结构

JXTA Bridge 是 Sun 公司一个基于 JXTA P2P 的开源子项目,它能够实现在 JXTA P2P 平台上 SOAP 通信,进而实现 P2P 平台上 Web 服务的部署、发布、发现以及调用等功能。JXTA Bridge 体系结构如图 1 所示。

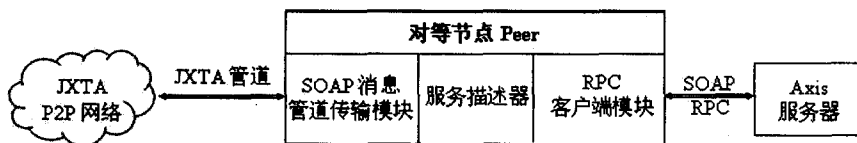


图 1 JXTA Bridge 体系结构

各模块的主要功能如下:

(1) Axis 服务器。Apache Axis 是目前应用最广泛的 Web 服务引擎之一,它将 SOAP 与 Java 相结合,实现真正的跨平台、跨语言。JXTA Bridge 使用 Axis 来部署 Web 服务,并通过 SOAP RPC 机制来进行访问。

(2) RPC 客户端模块。该模块利用 SOAP RPC 机制来实现与 Axis 服务器的 SOAP 消息交换,这些消息交换包括 SOAP 请求、SOAP 响应等。

(3) 服务描述器。这是 JXTA Bridge 最核心的模块,该模块主要用于创建 JXTA 对等组服务,该对等组服务通告包含了要发布的 Web 服务信息以及该 Web 服务发布所在的对等组信息,对等组服务只有在对等组建立的同时才能被发布出去,一旦发布就可以被对等组内成员发现,对等组内成员就可以从该对等组服务通告中提取 Web 服务相关信息,该信息最后将传递给 RPC 客户端模块。

(4) SOAP 消息管道传输模块。管道是 JXTA 对等体之间通信的虚拟通道,通过管道,对等体可以穿越防火墙、NAT 等设备障碍进行直接通信。SOAP 消息管道传输模块通过建立一个管道服务将源节点的 SOAP 请求消息封装起来并在 JXTA 网络中进行传输,目标节点在接收到该管道消息后就分离出该 SOAP 请求,并通过管道服务将 SOAP 响应消息传回给源节点,这样 JXTA P2P 网络就可以进行 SOAP 消息的传输。

### 3.2 JXTA Bridge 工作流程

JXTA Bridge 的主要工作流程可分 3 个步骤:

(1) 发布 Web 服务信息。对等体首先在 Axis 服务器上部署一个 Web 服务,然后利用服务描述器创建一个含有该 Web 服务信息的对等组服务通告,并创建一个对等组将该对等组服务发布出去。

(2) 发现 Web 服务信息。对等组成员利用 JXTA 的资源发现机制获取对等组服务通告,从中提取出 Web 服务信息,利用这个信息创建一个 Web 服务的 SOAP 请求消息。

(3) 调用 Web 服务。利用 JXTA 管道技术将 Web

服务的 SOAP 请求消息封装起来并传送给 Web 服务提供端, Web 服务提供端从管道消息中提取出 SOAP 请求消息, 利用 RPC 客户端模块与 Axis 服务器交互, 获得 SOAP 响应消息, 该响应消息又被封装成管道消息返回给服务请求端, 后者从中提取出 SOAP 响应消息, 实现 Web 服务的调用。

### 3.3 JXTA Bridge 的不足与改进

通过分析 JXTA Bridge 的工作流程, 可以发现 JXTA Bridge 主要存在两方面缺陷: (1) Web 服务的发布机制是基于 JXTA 对等组服务形式, 由于 JXTA 对等组服务是与其关联的对等组紧密相关的, 在对等组通告发布之后, 就不能再在对等组通告中进行添加、修改或删除对等组服务的操作, 因此, Web 服务一旦发布之后就不能进行动态更新; (2) Web 服务的调用是基于底层 SOAP RPC 机制, 针对的是特定的 SOAP 服务器和客户端(如 Axis), 没有提供一种通用的机制来实现 Web 服务的调用, 这将导致 SOAP 编码的移植性较差, 因此 Web 服务的可用性较低。

通过分析 Web 服务和 JXTA P2P 的一些关键技术, 将采取如下策略解决其不足: 针对缺陷(1), 利用基于 JXTA 对等体服务机制来改进 JXTA Bridge 的 Web 服务发布, 由于对等体服务具有可动态发布特性, 因此改进后的 Web 服务发布可以动态地进行, 这样可以及时反映 Web 服务所做的添加、修改或删除等操作; 针对缺陷(2), 通过集成一种更为通用的且独立于协议的 Web 服务调用框架来实现非组内成员的 Web 服务调用, 提高 Web 服务的可用性。今后进一步的研究将根据上述策略进行。

## 4 结束语

文中分析了目前 Web 服务和 P2P 技术存在的问题, 从中间件平台、服务发布和发现、服务组合以及服务社区管理四个方面讨论了 P2P 和 Web 服务技术融合的研究现状, 着重分析了 P2P 与 Web 服务融合的关键技术——JXTA Bridge 的体系结构、模块功能、存在的主要问题及其解决思路。P2P 与 Web 服务的技术融

合可以促进 Web 应用向更大规模的分布式发展, 对提高 Web 应用系统的健壮性、可靠性、安全性以及高性能具有重要研究价值。

### 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] 朱红康, 余雪丽. 基于 P2P 的分布式 Web 服务挖掘技术[J]. 计算机工程, 2010, 36(9): 23-25.
- [3] 刘志忠, 王怀民, 周 斌. 一种双层 P2P 结构的语义服务发现模型[J]. 软件学报, 2007, 18(8): 1922-1932.
- [4] 龚世忠, 唐文忠. 一种基于 P2P 的两阶段 Web 服务发现研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(6): 121-125.
- [5] 徐志伟, 黄映辉. 基于 P2P 和服务质量的语义 Web 服务发现[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(12): 25-28.
- [6] 王 磊, 胡孝波. 基于 P2P 的 Web 服务聚类及组合[J]. 计算机工程, 2009, 35(17): 7-10.
- [7] Skoutas D, Sacharidis D, Kantere V, et al. Efficient Semantic Web Service Discovery in Centralized and P2P Environments[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2008, 5318: 583-598.
- [8] Li Ruixuan, Zhang Zhi, Wang Zhigang. WebPeer: A P2P-based System for Publishing and Discovering Web Services[C]//The 2005 IEEE International Conference on Services Computing (SCC 2005). Orlando, Florida, USA: IEEE Computer Society, 2005: 149-158.
- [9] 战学刚, 郭 建, 迟呈英, 等. 应用移动 Agent 加强 JXTA 网络的搜索功能[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(24): 5622-5625.
- [10] Abiteboul S, Benjelloun O, Manolescu I, et al. Active XML: Peer-to-Peer data and Web services integration[C]//In: Proc. of the 28th Int'l Conf. on Very Large Data Bases. Hong Kong: Morgan Kaufmann Publisher, 2002: 1087-1090.
- [11] 胡江晖, 袁道华, 段 恺. 一种基于 JXTA 的 SOAP 消息通信实现模型[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(8): 45-48.
- [12] Benatallah B, Sheng Q Z, Dumas M. The Self-Serv Environment for Web Services Composition[J]. IEEE Internet Computing, 2003, 5(3): 40-48.
- [7] Borst W N. Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse[D]. Enschede: University of Twente, 1997.
- [8] Ganter B, Wille R. Formal Concept Analysis: mathematical foundations[M]. Heidelberg: Springer, 1999: 17-57.
- [9] Dittsch I, Gediga G. Algebraic aspects of attribute dependencies in information systems[J]. Fundamental in Formatacae, 1997, 29: 119-133.
- [10] Pagliani P. From concept lattices to approximation spaces: Algebraic structures of some spaces of partial objects[J]. Fundamental in Formatacae, 1993, 18(1): 1-25.
- [11] Yao Y Y. Concept lattices in rough set theory[C]//Proceedings of 23rd International Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society. [s. l.]: [s. n.], 2004.
- [12] Pressman R S. 软件工程: 实践者的研究方法[M]. 梅宏, 译. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [13] Galil Z. Efficient algorithms for finding maximum matching in graphs[J]. ACM Computing Surveys, 1986(18): 23-38.

(上接第 104 页)