

# WebPeer: 一个基于 P2P 的 Web 服务平台\*

张智<sup>1</sup>, 李瑞轩<sup>2</sup> 杨俊<sup>3</sup>

(1. 武汉科技大学 计算机学院, 湖北 武汉 430070; 2 华中科技大学 计算机学院, 湖北 武汉 430074; 3. 大冶特钢计算机中心, 湖北 黄石 435001)

**摘要:** 分析了 Web 服务和 P2P 这两种计算模型的优势与不足, 并针对这些不足, 设计了一个基于 P2P 的 Web 服务平台——WebPeer。该平台不仅能够较好地利用 P2P 技术来快速实现 Web 服务的发布、发现和调用, 而且能够利用 Web 服务的开放标准来更好地描述和完善 P2P 服务, 使得 P2P 系统不再局限于提供单一的网络服务。

**关键词:** 对等计算; Web 服务; Web 服务描述语言

**中图分类号:** TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3695 (2006) 05-0210-03

## WebPeer: P2P-based Web Services Platform

ZHANG Zhi<sup>1</sup>, LI Rui-xuan<sup>2</sup>, YANG Jun<sup>3</sup>

(1. College of Computer Science & Technology, Wuhan University of Science & Technology, Wuhan Hubei 430070, China; 2. College of Computer Science & Technology, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan Hubei 430074, China; 3. Daye Steel Group Co., Ltd., Computer Center, Huangshi Hubei 435001, China)

**Abstract:** There are some advantages and limitations in the Web services and Peer-to-Peer computing model. In order to overcome these limitations, the WebPeer—a P2P based Web Services platform is designed. This platform not only can accelerate the Web services publication, discovery and invocation by using the P2P techniques, but also can describe and reform the P2P services with the Web services opening standards, which can add more service type to the P2P systems.

**Key words:** P2P (Peer-to-Peer); Web Services; WSDL

近年来, 一种面向服务的体系架构 SOA (Service-Oriented Architecture) 启动了新一轮的互联网革命, Web 服务和 P2P (Peer-to-Peer) 这两种计算模型正是 SOA 技术的典范, 然而 Web 服务与 P2P 各有千秋, 如何将这两种计算模式充分融合起来以更好地部署 Web 应用成为一个新的研究领域。

### 1 两种计算模型的优势与不足

#### 1.1 Web 服务

Web 服务计算模型是基于三种角色 (服务提供者、服务注册中心以及服务请求者) 之间的交互, 其优势包括<sup>[1,2]</sup>: 通过使用开放的标准协议规范, 如 SOAP, WSDL, UDDI 等, 这些协议屏蔽了不同平台的差异性, 实现当前环境下最高的可集成性; 松散耦合, 当一个 Web 服务的实现发生变更甚至是实现平台发生迁移时, 只要 Web 服务的调用接口不变, 实现的任何变更对于调用者来说都是透明的; 安全机制方面, WS-Security 等为 Web 服务提供了一种保障服务安全的规范, 它通过消息完整性、机密性和简单的消息认证机制来实现消息安全传输, 这些机制能够用来适应现有的大量安全模型及技术, 这使得 Web 服务的商业解决方案可以广泛运用于电子政务、电子商务等众多领域。

Web 服务的主要不足体现在它使用集中式 UDDI 的服务发布和检索机制<sup>[2,3]</sup>。集中式 UDDI 服务器容易造成整个系统

的单个故障; 容易受到诸如 DoS 等非法攻击; 并且随着服务发布和检索数量的不断增加, UDDI 服务器性能瓶颈凸显; 另外, Web 服务的大多事务都要在 UDDI 服务器上进行, 一些敏感的企业信息很容易被记录下来, 从而造成安全隐患。

#### 1.2 P2P

P2P 是一种对等计算模型, 其优势在于 P2P 系统是高度分布化的系统, 可以根据不同的策略灵活部署资源, 最大限度实现负载均衡; P2P 上的对等节点 (Peer) 具有高度自治性, 每个对等节点既能提供服务又能接受服务, 针对单个服务器的拒绝服务攻击将不再有效; P2P 的动态发现机制有利于普及网络边缘计算和边缘服务, 这既可提高数据的访问速度, 又能很好地利用现有存储空间; 另外在容错方面也具有显著优势。

P2P 计算模型面临的一些问题包括<sup>[4,5]</sup>: 如何改变大多数现有的 P2P 系统只用来实现某一个单一类型的网络服务现状; 如何解决使用不兼容技术导致的 P2P 系统之间互操作性问题; 如何针对不同的 P2P 网络服务特性去构建一个共同底层的问题; 如何利用当前互联网上关于数据描述和交换的开放协议, 如 XML, SOAP, WSDL 等来完善 P2P 服务的问题; 如何高效维持一致的网络拓扑信息; 如何改善 P2P 网络服务质量; 如何控制 P2P 网络规模、改善查询性能; P2P 中的安全问题如加密、身份识别和认证、授权、恶意节点的识别和应对等。这些问题都直接影响了 P2P 系统能否被大规模商用。

### 2 相关问题的解决方案

针对 Web 服务的相关问题, 提出的解决方案有: 利用集群

收稿日期: 2005-03-24; 修返日期: 2005-05-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (60403027)



技术和故障恢复技术解决单点故障,但是维护费用昂贵,同时过多的扩展设备可能出现的故障又会导致系统可靠性的不断降低;负载均衡策略虽然在一定程度上能够解决性能瓶颈问题,但不能从根本上解决集中式带来的弊端;增加 UDDI 操作入口站点会产生如更新、删除、撤销等不一致问题,且查询的分发和重定向会加重服务器的负担。因此制定统一的 UDDI 安全标准是非常必要的,但是其具体实施进展缓慢。

针对 P2P 系统的一些问题,提出的解决方案大致可以分为三类:改进查询、路由算法,如基于 DHT 的多关键字查询算法,利用 PowerLaw 分布特性的查询算法,利用 SmallWorld 模型<sup>[6,7]</sup>进行查询的方法等,这类方法在解决 P2P 系统互操作性方面的作用尚不明显;重新构建通用、统一、可互操作的平台来容纳任何种类的网络服务,如 JXTA 项目,但该项目在直接支持当前流行的以及未来的一些开放标准方面尚有欠缺;将 P2P 与现有的网络技术结合起来,如将 P2P 与多播结合起来改进流媒体的播放;将 P2P 与 QoS 结合起来改善网络的性能;将 P2P 与 Active Network 结合起来,利用其中的移动代码主动改进网络结构,决定最佳路由等。这类方法仍然没有改变 P2P 系统只用来实现某一单一类型的网络服务的现状。

通过分析 Web 服务和 P2P 的优势与不足,可以看出两者之间具有较大的互补性<sup>[2,3,8,9]</sup>。例如 Web 服务使用的开放标准能够较好地描述和完善 P2P 对等节点所提供的服务,使得 P2P 系统不再局限于只提供单一的网络服务。Web 服务注重提升异构平台、应用之间的互操作性,因此 P2P 系统与 Web 服务的融合将有助于提高 P2P 与非 P2P 系统之间以及 P2P 与 P2P 系统之间的互操作性。Web 服务商业解决方案已经广泛运用于电子商务等众多领域,其安全性和可靠性较高,运用 Web 服务的成功方案将会促进 P2P 系统在电子商务领域上的应用。而 Web 服务则可以利用 P2P 的离散化技术来提高 UDDI 的扩展性和灵活性,Web 服务用户可以共享非常丰富的 P2P 网络资源;利用 P2P 的动态发现机制及边缘特性可以更为快速地实现 Web 服务的发布、发现及调用等功能。

总之,Web 服务与 P2P 的技术融合可发挥分布化和集中化各自的优势,为改善两者不足之处提供了一个较好的途径。

### 3 基于 P2P 的 Web 服务平台

#### 3.1 WebPeer 总体框架及其模块功能

WebPeer 是一个基于 P2P 的 Web 服务实现平台,其 P2P 底层架构采用的是 JXTA<sup>[10]</sup> 技术。在该平台上可以管理和部署本地 Web 服务,能够通过发布代理将本地 Web 服务发布到 P2P 对等组中或 UDDI 上;能够通过发现代理在 P2P 对等组中以及 UDDI 上发现新的 Web 服务,可以利用 WSIF, SOAP-RPC 等调度机制实现远程 Web 服务的调用。该模型总体框架如图 1 所示,主要的模块功能如下:

(1)对等体配置模块。用于启动 WebPeer 和配置 WebPeer 平台的网络环境,包括对等体名称、唯一身份标志、启动密码、TCP/IP、HTTP、共享目录、汇聚对等体 (Rendezvous) 和中继对等体 (Relays) 等配置信息;能够处理 P2P 对等组成员认证证书的申请和提交。

(2)Web 服务配置模块。对等体根据自身需要可以部署

如 AXIS, Apache SOAP, Glue, JBoss 等本地 SOAP 服务器,这会导致 Web 服务部署的差异性,如发布端口不同,AXIS 发布端口默认为 8080,JBoss 默认为 8083。Web 服务配置模块就是为了协调用户使用不同的 Web 服务部署平台所带来的差异性,为生成 Web 服务的描述文档 WSDL 文档提供配置信息。

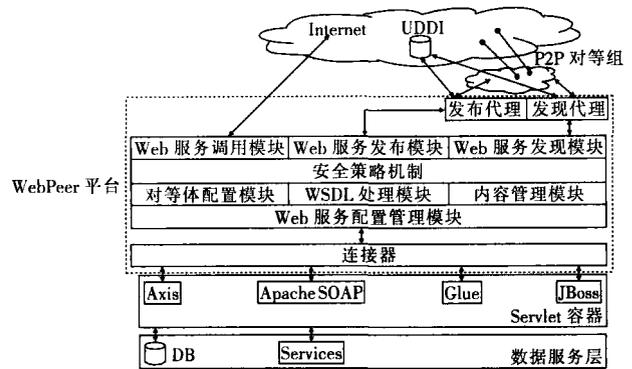


图 1 WebPeer 总体框架

(3)Web 服务发布模块。通过发布代理将 Web 服务发布到 P2P 对等组或 UDDI 上;管理和维护本地缓存中的 Web 服务发布信息,如清除到期的 Web 服务或无效的 Web 服务链接。对等组内一个典型的 Web 服务发布 XML 消息如下:

```
<Message >
  <MsgID > uuid: ... </MsgID >
  <ServiceID > uuid: ... </ServiceID >
  <ServiceName > HelloService </ServiceName >
  <WSDLURI > http://www.example.org/... </WSDLURI >
  <Desc > Web service test for WebPeer </Desc >
  <Method name = sayHello > </Method >
  <Parameter name = username type = "xsd: String" >
  ...
  </Parameters >
</Message >
```

(4)Web 服务发现模块。可以查询本地缓存中已经发现的 Web 服务信息;使用发现代理来动态发现 P2P 对等网中和 UDDI 上的 Web 服务;能接收来自对等组中其他对等体的响应信息以及 UDDI 的反馈信息。Web 服务发现的算法描述如下:

```
while (发现请求次数 - - > 0) {
  查询本地缓存中的 Web 服务;
  如果存在,则提取 Web 服务信息;
  否则,发送发现请求 {
    在对等组内进行查询; 在 UDDI 中查询;
    如果找到,则返回 Web 服务信息,并在本地缓存;
    否则,显示提示信息。
  }while (timeout)
}
```

(5)Web 服务调用模块。设置 Web 服务的相关参数,实现绑定和调用 Web 服务,并能接收远程 SOAP 服务器的反馈信息。常用的 Web 服务调度有 WSIF 和 SOAP-RPC 等方式。其中 WSIF (Web 服务调用框架) 能给用户提供一种标准的 API 来访问用 WSDL 描述的 Web 服务,这样无论 Web 服务是如何实现和访问,WSIF 均可使用相同的编程模式。WSIF 调用 Web 服务的核心 AP 实现如下:

```
factory = WSIFServiceFactory.newInstance();
service = factory.getService(WSDLURL, ...);
port = service.getPort();
op = port.createOperation(...);
input = op.createInputMessage();
input.setObjectPart(argName, arg);
op.executeInputOnlyOperation(input);
```

(6)WSDL处理模块。包括生成、解析、存储 WSDL文档等功能,主要利用 Java2WSDL 工具生成 WSDL 文档;使用 WSDL4J 工具包解析 WSDL 文档;利用 P2P 共享机制实现 WSDL 文档的共享。

(7)内容管理模块。管理对等体之间用于交换和共享的文件(如 WSDL 文档)、数据(如 Web 服务的结果集)和索引(如 Web 服务的 URl 等),使得用户可以快速定位和获取其他对等体上的内容和服务。

### 3.2 WebPeer 工作流程

WebPeer 平台上 Web 服务的发布、发现以及调用的主要流程如图 2 所示。WebPeer 服务端可以根据需要将本地 Web 服务部署到 P2P 对等组中或 UDDI 上,如果在 P2P 对等组内发布,系统会创建一条关于该服务的公告消息,并将该消息广播到对等组中的所有节点上。当 WebPeer 用户端调用 Web 服务时,发现代理会将发现消息分发到 P2P 对等组中和 UDDI 上。如果查询成功,则根据不同的信息反馈以确定 Web 服务的位置,然后根据不同的调用方法实现对等组内或 Internet 远程调用。

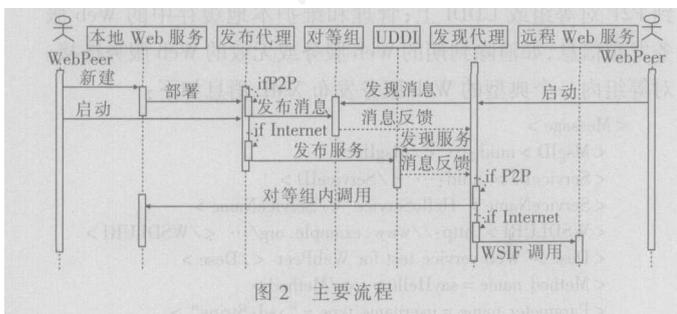


图 2 主要流程

## 4 结束语

随着 Web 应用从集中式向分布式的迅速发展,在 P2P 环境下建立 Web 服务是一种比较理想的 Web 服务实现方案。它

不仅可以有效利用 P2P 的优势,高效地实现 Web 服务的集成及资源的自治,而且 P2P 系统可以借助 Web 服务提升异构平台、应用之间的互操作性,改变 P2P 系统比较单一的服务类型,并能利用 Web 服务的一些开放标准来更好地描述和完善 P2P 服务,进一步拓宽 P2P 系统的商业用途。

### 参考文献:

- [1] Jian Yang Web Service Componentization[J]. Communications of the ACM, 2003, 46(10): 35-40.
- [2] Boualem Benatallah, et al The Self-Service Environment for Web Services Composition[J]. IEEE Internet Computing, 2003, 5(3): 40-48.
- [3] Mike P Papazoglu, et al Leveraging Web-Services and Peer-to-Peer Networks[C]. The 15th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE), Klagenfurt/Velden, Austria: Springer-Verlag, 2003. 485-501.
- [4] Daswani N, et al Open Problems in Data-sharing Peer-to-Peer Systems [C]. The 9th International Conference on Database Theory (ICDT), Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2003. 1-15.
- [5] K Aberer, M Puceva, M Hauswirth, et al Improving Data Access in P2P Systems[J]. IEEE Internet Computing, 2002, 6(1): 58-67.
- [6] D J Watts, S H Strogatz Collective Dynamics of Small-World Networks [J]. Nature, 1998, 363: 440-442.
- [7] 周晋,路海明,李衍达.用 Small-World 设计无组织 P2P 系统的路由算法[J]. 软件学报, 2004, 15(6): 915-923.
- [8] B Benatallah, et al Declarative Composition and Peer-to-Peer Provisioning of Dynamic Web Services[C]. Proc Int'l Conf Data Eng (ICDE), IEEE Press, 2002. 297-308.
- [9] Cristina Schmidt, et al A Peer-to-Peer Approach to Web Services Discovery[J]. World Wide Web Archive, 2004, (2): 211-229.
- [10] Li Gong JXTA: A Network Programming Environment[J]. IEEE Internet Computing, 2001, 5(3): 88-95.

### 作者简介:

张智(1975-),男,湖北黄石人,讲师,硕士研究生,主要研究方向为 P2P 技术、Web 服务;李瑞轩(1974-),男,湖北宜昌人,副教授,博导,主要研究领域为 Web 与数据库、分布式异构系统集成;杨俊(1966-),女,湖北罗田人,工程师,主要研究方向为计算机网络应用。

(上接第 199 页)到达的连接请求到达过程为泊松过程,到达率为  $\lambda$ ,连接持续时间服从  $1/\mu$  指数分布,  $\mu = 150$ ,持续产生请求,直到总的连接请求数目达到 20 000 条(不含开始产生的 400 条)。图 4 显示了 20 次实验两种算法的拒绝率, MIRA-N 算法的性能略优于 MIRA 算法。图 5 给出了在网络通常状况下,两种算法的平均链路占用率的比较,显然, MIRA-N 算法平均链路占用率低于 MIRA 算法,表明采用 MIRA-N 算法的网络负载更为均衡,提高了网络吞吐量,从而降低了网络成本。

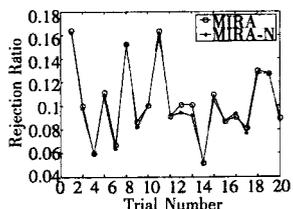


图 4 动态情况:请求拒绝率

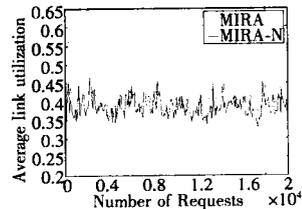


图 5 动态情况:平均链路占用率

## 3 结论

本文提出的 MIRA-N 算法将计算网络中所有节点对的割的复杂运算放在预处理过程中完成,在线路由仅通过简单的比较运算得到链路权值,大大提高了算法的实用性和适应性。次

关键链路的定义进一步改善了最小干扰路由算法的性能。计算机仿真结果显示, MIRA-N 算法在降低算法复杂度影响的同时,性能也得到一定程度的改善。

### 参考文献:

- [1] Q Ma, P Steenkiste, et al On Path Selection for Traffic with Bandwidth Guarantees[C]. Atlanta: Proceedings of the IEEE International Conference on Network Protocols (ICNP), 1997. 191-202.
- [2] K Kar, M Kodialam. Minimum Interference Routing of Bandwidth Guaranteed Tunnels with MPLS Traffic Engineering Applications[J]. Selected Areas in Communications, 2000, 18(12): 2566-2579.
- [3] A V Goldberg, R E Tarjan. A New Approach to the Maximum-flow Problem[J]. Journal of the Association for Computing Machinery, 1988, 35(4): 921-940.
- [4] 王朝瑞.图论(第 2 版)[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2000.
- [5] A R Abdelaziz. A New Approach for Enumerating Minimal Cut-sets in a Network [C]. The 7th IEEE International Conference of Electronics, Circuits and Systems, Jounieh, Lebanon, 2000. 693-696.

### 作者简介:

曾志民,男,博士研究生,主要研究方向为网络理论与技术;苏晓云,女,硕士研究生,主要研究方向为网络理论与技术;丁炜,男,教授,主要研究方向为网络理论与技术。