

支持企业业务柔性集成的服务网格技术的研究^{*}

申德荣 于 戈 赵志滨 董晓梅
(东北大学计算机科学与工程系 沈阳110004)

摘 要 基于 Web 服务的服务网格,借助于共享资源,有效地为合作伙伴的商务合作提供了可靠的保证,是当今网络经济模式的发展趋势。基于已有的网格的研究经验,讨论了服务网格的优势,提出了四层的服务网格的使能系统。文中概要地介绍了当今的 IT 技术和使能环境支持,详细地描述了实现服务网格的关键技术,主要包括资源目录管理、服务最佳发现、服务质量、领域知识管理、服务合成协调、数据资源集成、异构解决和服务审计与安全管理。最后,概括了服务网格的社会效益。

关键词 服务网格,网格,Web 服务,OGSA,电子商务

Study on Service Grid Technologies Supporting Enterprises Business Agile Integration

SHEN De-Rong YU Ge ZHAO Zhi-Bin DONG Xiao-Mei
(Dept. of Computer, Northeastern University, Shenyang, 110004)

Abstract Service Grid based on Web services is the trend in current network economical pattern, and provides reliable guarantee for partners' cooperation by means of resource shared availably. By use of existed research experiences on grid, benefits of service grid are discussed, and a four-layers architecture of service grid enabling system is proposed. In this paper, it introduces today's IT technologies and environment supports briefly, describes the key techniques for implementing the service grid, which include resource directory management, the best services discovery, quality of service, domain knowledge management, service integration scheduler, data resource integration, heterogeneity resolution, service audit and security management. At last, the social effect of service grid is summarized.

Keywords Service grid, Grid, Web service, OGSA, E-business

1 引言

在网络经济模式下,基于 Internet 的商务合作是当前主要的商务运营模式,Web 服务技术的发展,使其成为了 B2B 应用的主流技术,可以更好地实现企业间的互操作,提高分布系统的集成度。采用 Web 服务实现合作伙伴间电子商务具有许多益处^[1],如:商家基于商机、利用存在的商业资产快速构建合作联盟的商业敏捷性;异构开发平台快速集成商务应用;可集成第三方提供的 Web 服务组成功能强大的商务解决方案。可见,在企业商务合作 B2B 过程中,Web 服务至关重要。然而,目前 Web 服务技术还只起着相应的边界效应,即各个合作伙伴提供他们的 Web 服务应用,通过合作伙伴间的相互调用共同实现商务合作,资源共享还只存在在合作伙伴的小范围内,并没有使各企业的商务潜能得到最大的发挥。不仅在商务潜能上,在支持企业间的连接和互操作方面,同样也存在这一弊端。服务网格为 Web 服务技术的应用提供了广阔的前途,是实现 Web 服务商务潜能的基础结构,具有如下特点^[2,3]:

- 具有支持重要、复杂服务功能的能力。随着新技术的发展,任何个人或小组都没有开发完善服务使能体系结构的能力,而服务网格可提供可靠、健壮、安全、有效的体系结构支持,保证系统的健壮性,为企业提供按需的、可靠的网络化服务。

- 增强 Web Service 技术的经济效益。服务网格支持广泛地集成服务提供增值服务的能力,基于服务的性能评价体系,为企业或合作企业(联盟企业)提供最优的集成服务。

- 可方便、快捷地发现恰当的 Web Service。通过 Web Service 技术和服务提供者的支持,服务网格可使第三方服务的经济潜能得到最大的发挥。

- 简化了服务消费者使用的复杂度。服务用户端点不需安装复杂的端点软件,而由服务网格中心代理替代实现部分复杂的操作,增加了 Web 服务的提供和使用率。

- 有助于领域共享语义知识的规范化。服务网格必须支持一致的数据、通信格式、信息语义,保证服务集成的自动性、有效性,推进商业伙伴建立、发布和精简共享语义知识,增强服务网格能力,推动企业信息化进程,有助于发展一致的共享语义知识。为此,我们研究构建健壮的服务网格的使能技术,以推进 Web 服务的商务潜能的作用,为企业按需提供经济的服务,推动企业应用世界范围内的服务资源能力的机会,为分布、异构资源的商务合作提供最大的商机。

2 相关工作

网格是一种最大限度综合利用信息和资源的理念和设想,同时网格也是一种中间软件,而现有的资源,诸如网络、超级计算机、服务器、数据库、商务应用等都是网格的底层服务组件,网格之上是用户应用接口,这些应用通过网格调用、共

^{*}基金项目:该课题得到国家863计划 CIMS 主题(编号:2003AA414210)、国家自然科学基金(编号:60173051)资助。申德荣 副教授,主要研究方向为分布式系统以及 Web 信息管理。于 戈 教授,博士生导师,主要研究方向为数据库技术,数据挖掘,Web 技术等。

享网上资源来完成用户请求。网格的根本特征是资源共享,消除异构资源孤岛。网格的研究主要在美国和欧洲。国际上已经涌现出一大批网格研究项目,例如, Globus^[4]、Legion^[5]、Condor/G^[6]、CERN DataGrid^[7]和 CENI^[8]等。网格的应用大多是基于一定范围内或领域内的应用^[9],如美国能源部的山地国家实验室的“先进战略计算创新计划网格(ASCI Grid)”主要用于核武器研究。IBM 公司则部署了一个内部研究网格,以便于分散在美国、以色列、瑞士、日本等地的 IBM 研究人员共享计算资源。在我国^[10~12],已经完成的网格研究项目主要有清华大学的先进计算基础设施 ACI(Advanced Computational Infrastructure)和以中科院计算所为主的国家高性能计算环境 NHPCE(National High Performance Computing Environment)。目前,国内也有数十所大学和研究机构正在开展各种网格研究。

网格研究正在迅速展开,然而,目前其研究及应用还主要集中在分布超级计算、分布式仪器系统、数据密集型计算等方面,而针对面向企业资源集成的服务网格的研究并不多。服务网格推动了 Web 服务技术的应用,为企业最大范围地提供了资源共享,使企业以最小代价获得最大受益。服务网格将是提高企业总体水平和能力的最有效途径。

3 系统体系结构

该服务网格系统基于四层(前端应用、核心服务、支持基础、共享资源),其系统总体结构见图1。前端应用包括应用门

户和管理门户,是服务网格为用户提供的实用工具和应用接口;核心服务包括系统管理和应用管理,是系统的具体实现;支持基础是基于 OGSA 和 Web Service 的支持平台,如 Globus Toolkit, WebSphere, .Net 等开发环境和运行环境;最下层是服务网格的基础资源,是服务网格提供服务的基础。下面分别说明各主要功能模块:

- 资源目录管理。有效组织资源目录,以快速实现资源定位。

- 服务合成调度。基于用户定义的服务模版或系统提供的服务模板或基于语义自动生成的集成模型,服务合成调度器自动实现服务最佳查找、协调和调度执行,响应用户的请求。

- 服务代理。服务网格为用户提供一致的用户接口,由服务代理调用核心服务为用户提供服务。

- 数据集成。系统拟采用基于 XML 的一致信息格式,采用基于领域本体语义的模式匹配实现数据集成能力。

- 安全管理。提供一套安全认证管理系统,实现服务网格系统的安全。

- 领域知识管理。系统为规范领域知识,采用 DAML + OIL 定义领域概念与术语及它们之间的联系,为异构解决和服务最佳查询提供规范知识。

- 服务 QoS。基于合理的 QoS 模型,客观评价服务质量,为用户提供最佳的服务资源。

- 服务审计。周期检测和监测服务执行、修改等动态情况,保证共享的服务资源的安全可靠。

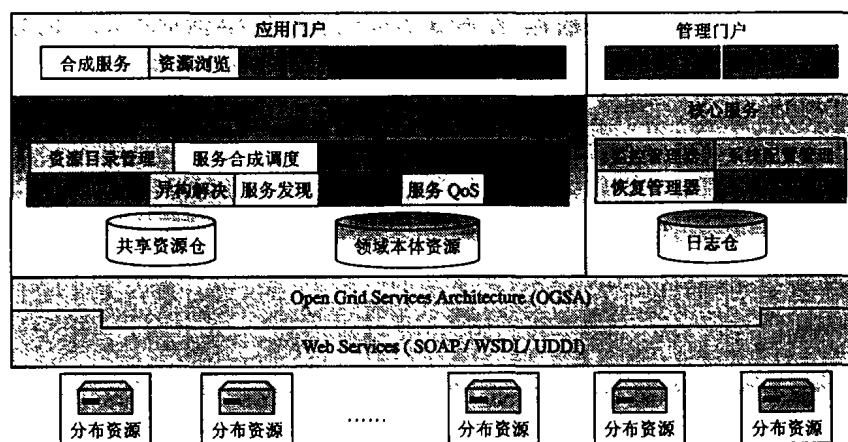


图1 服务网格体系结构

4 IT 技术和使能环境支持

网格技术是近来国际上兴起的一种重要信息技术,它的目标是实现网络虚拟环境上的高性能资源共享和协同工作、消除信息孤岛和资源孤岛。目前为服务网格提供的 IT 技术和使能环境体现在如下几个方面:

- 1) 可靠的网络硬件环境和 IT 技术保证,如:成熟可靠的 Internet 宽带网的支持,基于 Web 技术的应用软件支持,Internet 安全技术支持,低廉的网络通讯费用等等,为网格服务提供了坚定的基础。同时,业界巨头都针对 Web Services 的技术平台,融入网格计算技术,推出了基于网格的服务。如 IBM 的 WebSphere、微软的 .NET 和 Sun 的 Sun ONE。

- 2) 成熟、开放的网格和 Web services 技术的支持,如: OGSA^[13,14]、XML、SOAP^[15]、WSDL^[16]、UDDI^[17]、WSFL^[18]等,为实现服务网格奠定了可靠的基础。

- 3) 相应网格标准的制定,如 Globus Toolkit^[19]已经成为

事实上的网格标准,一些重要的公司,包括 IBM、Microsoft、Compaq、SGI、Sun、Fujitsu、Hitachi、NEC 等公开宣布支持 Globus Toolkit。Globus 项目组 and IBM 共同倡议了一个全新的网格标准 OGSA,它把 Globus 标准与以商用为主的 Web Services 的标准结合起来,网格服务统一以 Services 的方式对外界提供,并且得到了业界像微软、Platform Computing(一家分布式计算软件公司)、AVAKI(商用网格解决方案提供商)、Entropia(基于 PC 的分布计算网格技术提供商)等的广泛支持。

- 4) 目前,GGF(Global Grid Forum)^[20]有多个研究组负责 OGSA 相关的标准制定工作,如:开放网格服务体系结构工作组 OGSA—WG、开放网格服务基础设施工作组 OGSI—WG、开放网格服务体系结构安全工作组 OGSA—SEC—WG 和数据库访问和集成服务工作组 DAIS—WG,开放网格资源分配协议工作组 GRAAP—WG,基于 CIM 的服务网格模式工作组 CGS—WG 等。为开放服务网格的研究与应用奠定了一定

的基础。

5) 技术融合趋势的支持^[21]。在 OGSA 出现之前,已经出现很多种用于分布式计算的技术和产品。例如,SUN 公司的开放网络计算(Open Network Computing)、OSF 的 DCE、对象管理集团 OMG 的 CORBA 和微软的 DCOM,这些机制互不兼容。各种解决异构平台之间的差异的网格平台,如 Condor、Legion、Ninf、Globus 等,也互不兼容。20世纪90年代末,基于 XML 的 Web Services 技术结束了混乱局面。

据专家预测,在 Web 环境下,将呈现各种类型的网格,用户将可以在任何时间、任何地点通过 Web 界面享用网格提供的服务,商机无限。

5 关键技术

服务网格推动了 Web 服务技术的应用,为企业最大范围地提供资源共享,使企业以最小代价获得最大受益。服务网格将是提高企业总体水平和能力的最有效途径。为构建健壮的服务网格支持系统需要研究如下关键技术:

1) 资源目录管理。资源分布在分布环境下,资源定位元数据组成服务网格资源目录内容,随着资源数量的增加,如何管理资源目录,快速定位服务显得尤为重要。系统基于分布思想,将资源分域管理,每一区域维护一张全局资源列表,通过资源列表,可快速定位资源信息。采用分级管理目录,每一分区包含该区的注册资源目录,同时也记录一张其他资源所在的分区分路目录表,可快速定位资源。

2) 服务 QoS。语义等价的分布服务资源在性能上可能存在一定差异,且具有自治性,不同用户对服务的需求也各不相同。因此为保证服务网格提供的服务的有效、可靠,也为满足用户的个性化需求,本服务网格预定义一个评价服务的模型,影响因素涉及服务响应时间、服务费用、服务质量和用户评价等,为用户按需推荐最好的服务。

3) 服务发现。从资源管理结构和查找机制入手,提供高效的服务发现机制。服务发现是服务网格最佳响应用户请求的基本保证。本系统的服务发现可分三层实现,即基于领域服务语义、资源目录树、用户需求约束发现最佳服务资源,达到服务发现的快速性和准确性。具体如下:(1)基于用户的资源请求,依据服务语义匹配领域服务概念;(2)基于良好的资源目录机制快速定位服务;(3)基于用户约束定位最佳服务。

4) 服务审计。第三方提供的服务是组成网格服务的基本组件,而这些服务具有自治、动态特性,要保证服务网格的健壮性,服务网格必须提供审计服务组件(核心服务与第三方服务)的功能。系统拟采用周期检测和监测服务执行、修改等动态情况,保证共享的服务资源的安全可靠。

5) 安全管理。系统为支持高可靠性的服务或集成服务,系统拟依据一套权威安全认证机制,实现证书颁发。通过鉴别用户身份,防止伪装与抵赖;采用 RSA 加密 Triple DES 的随机密钥,通过 Triple DES 加密传输的信息,保证数据安全。

6) 数据集成。数据集成不论是单服务用户还是虚拟团体,都是至关重要的,也是服务网格系统的重要服务功能之一,是启动虚拟组织的必备能力。系统拟采用基于 XML 的一致的数据格式,采用基于领域本体语义的模式匹配实现数据集成能力。

7) 异构解决。分布资源的异构为资源集成带来了一定难度,系统采用基于本体知识和定义的元本体转换知识自动实现资源异构解决。系统在服务准备阶段如注册时,实现异构解

决,提高集成速度。

8) 服务合成调度。基于用户定义的服务模版或系统提供的服务模版或基于语义自动生成集成模型,服务合成调度器自动实现服务最佳查找、协调和调度执行,响应用户的请求。集成调度器通过中心调度器、服务发现管理器、服务执行管理器、异构转换协调器、日志管理器、恢复管理等实现。

9) 领域知识管理。系统为规范领域知识,服务网格维护一套领域知识,领域知识基于本体概念定义,预采用 DAML+OIL 详细定义领域概念与术语,以及它们之间的联系,为异构解决和服务最佳查询提供规范知识。基于提供的功能良好的 reasoner,实现智能化管理。

结论 从 IT 和 Internet 发展看,网格的出现正是顺应了资源共享和整合的趋势,以达到降低成本,提高总体能力的目的。企业的开放性是指企业快速与新伙伴合作产生一个行业实体,使其在统一管理模式下资源共享、互为利用,达到最快响应市场的需求。可通过服务网格的最优调度配置,利用最少费用获得最大收益,共同提高企业的市场竞争力,满足国内资金实力不足的大多中小企业需求。在我国,中小企业在国民经济中日益发挥着重要的作用,统计数据:中小企业占企业总数的99%,而且,中小企业在保证国民经济持续稳定增长、拉动民间投资、带动地区发展、增加就业机会、缓解就业压力、实现科技创新与成果转化等方面,均发挥着越来越重要的作用。服务网格是获得新的商业机会的有效途径,该种经济模式将是本世纪中小企业发展的理想模式。因此,提供支持企业柔性集成的服务网格使能系统是当今经济模式的大势所趋,具有大批的潜在用户群。各企业将充分保持和发展其核心竞争潜力,通过企业强强联合或资源优势互补,共同发展。这将是网络经济时代企业成功的基石。因此本项目必将具有广阔的应用前景,为社会带来丰厚的经济效益,为推动我国经济发展起到非常重要的作用。

参考文献

- Burbeck S. The Tao of e-Business Service: The Evolution of web Applications into Service-Oriented Components with Web Service. <http://www-4.ibm.com/software/developer/library/ws-tao/index.html>, 2000-1-31
- Hagel J. Service grids: The Missing Link in Web Services. <http://www.johnhagel.com/paper-servicegrid.pdf>
- Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. International J. Supercomputer Applications, 2001, 15(3)
- Foster I, Kesselman C. Globus: A Metacomputing Infrastructure Toolkit. Intl J. Supercomputer Applications, 1997, 11(2): 115~128
- Grimshaw A S, Wulf W A. the Legion team. the Legion Vision of a Worldwide Virtual Computer. Communications of the ACM, 1997, 40(1): 39~45
- Litzkow M J, Livny M, Mutka M W. Condor-A hunter of idle workstations. In: 8th Intl. Conf. on Distributed Computing Systems, 1988. 104~111
- Segal B. Grid Computing: The European Data Project. IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Lyon, Oct. 2000
- Furmento N, Lee W. ICENI: An open grid service architecture implemented with jini. In SuperComputing 2002, Baltimore, USA, Nov. 2002
- 徐志伟. 因特网之后是什么?——网格技术探讨. <http://www.it.sinobnet.com>, 2001-10-02
- 刘鹏. 我国网格研究现状. <http://grid.cs.tsinghua.edu.cn>. 2003-03-02
- 王意洁, 肖依, 等. 数据网格及其关键技术研究. 计算机研究与发展, 2002(39): 902~906

- 12 徐志伟,李晓林,等.织女星信息网格的体系结构研究.2002(39): 943~947
- 13 Tuecks S,Czajkowski K. Grid Service Specification. www.gridforum.org,2002-10-04
- 14 Foster I,Kesselman C. The Physiology of the Grid: An Open services Architecture for Distributed Systems Integration. Open Grid Service Infrastructure WG,Global Grid Forum,2002-06-22
- 15 Box D,Ehnebuske D. Simple object access protocol(SOAP)1. 1. <http://www.w3.org/TR/SOAP>,May 2000
- 16 Christensen E,Curbera F,et al. Web Service description Language (WSDL) 1. 0. <http://www-106.ibm.com/developer Works/web/library/w-wsdl.html>,2000-09-25
- 17 Ariba,Inc.,International,Microsoft Corp.,et al. UDDI Technical White Paper. http://www.hpmiddlewa-re.com/downloads/pdf/web_services_technicalwhite.pdf,2000-09-06
- 18 Leymann F. Web Service: Flow Language(WSFL 1. 0). <http://4.ibm.com/software/solutions/webservices/pdf/WSFL.pdf>,May 2001
- 19 The Globus Project. Globus Toolkit. <http://www.globus.org/Toolkit/>. 2003-07
- 20 Global Grid Forum,Global Grid Forum Overview. <http://www.gridforum.org>.
- 21 刘鹏. 网格发展趋势. <http://www.gridhome.com/grid/messages.htm>

(上接第24页)

上一小节,域B颁发的证书(1),(2):

①说明了 John 属于域 B 的 Programmer 角色成员。

FileServer 颁发的证书:

$$\left. \begin{array}{l} \text{ParaVO} \leftarrow \text{域 B;} \\ \text{域 B} \leftarrow \text{Kv;} \end{array} \right\} \text{ParaVO} \leftarrow \text{Kv};$$

②FileServer 将域 B 定义为 ParaVO 的成员。

推导过程:

用 $Rmem(role)$ 表示某个角色的成员集合。

由①: $\text{John} \in \text{Rmem}$ (域 B's Programmer)

由②:域 $B \in \text{Rmem}(\text{ParaVO})$

$$\therefore \text{John} \in \text{Rmem (ParaVO's Programmer)}$$

由策略 $\text{Rmem}(\text{ParaVO's Programmer}) \subseteq \text{Rmem}(\text{ParaVO's Programmer})$

FileServer's Programmer)

$$\therefore \text{John} \in \text{Rmem}(\text{FileServer's Programmer})$$

因此 John 可以以 FileServer 的角色 Programmer 访问 FileServer 的资源。

5 相关工作及将来的工作

由第3部分分析,网格的安全基础框架(GSI)没有提供VO的分布式授权,提供了静态名字的对应关系,来实现本地策略本地实施。因此,有的研究团体开发了基于GLOBUS的团体授权服务系统The CAS^[5],该系统是基于能力证书的系统,CAS维护本VO团体策略数据库和本VO的相关资源。在访问资源之前,用户要向VO的CAS申请能够完成一系列行为的能力证书,CAS认证该用户,如果资源请求与本团体的策略一致,CAS将授予合适的能力证书给该用户。该用户可以用这个能力证书提交给资源服务,资源服务认证正确,则资源服务提供用户能力证书上描述的权利。这个能力证书可以一直使用直到过期。

该模型中 CAS 成为资源访问控制的瓶颈。VO 的策略是由 CAS 来统一实施。另外是能力证书的有效期问题,由于该模型没有给出能力证书的吊销机制,有效期太长,可能使得退出的用户非法使用资源。有效期太短,用户要频繁地申请能力证书。但这种模型可以根据需求动态地分配资源,比较适合于用户量小、资源需要细粒度划分的服务。而 RPTM 模型适合于用户量大、资源提供者多且粒度大的资源。

当每一个角色只有一个成员时,RPTM 可以简化为名字的动态映射,参见第三部分 Globus 目前的资源安全共享机制。

我们开发的基于角色证书和策略的信任管理系统(RPTM)支持组织间的直接信任、推荐信任等多种信任关系,

以及支持角色的多种约束关系。本文给出的例子只用到了组织间的直接信任关系,以及角色的简单映射。由于 RPTM 独立于应用程序,因此它不仅仅适合于 VO,还适用于其他跨域的分布式应用环境,如 Web 服务。

目前,我们将 RPTM 用于分布式计算多 Agent 系统,该系统的主要目的是为了利用网络中的空闲计算资源,完成大计算量的计算任务。需要跨域访问不同域中空闲主机资源。

随着网络技术的发展,如 Agent 技术、网格技术,分布式系统逐渐向开放、大规模发展,开放分布式系统中的信任管理也逐渐成为分布式系统安全研究的热点。本文只实现了分布式计算中 VO 的信任管理,下一步想进一步应用到其他应用领域。

参考文献

- 1 The Globus Project. 1997 <http://www.globus.org/>
- 2 Globus Security Policy and Implementation. 1997; <http://www.globus.org/security/>
- 3 Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. *International Journal of High Performance Computing Applications*, 2001, 15 (3): 200 ~ 222
- 4 Blaze M, Feigenbaum J, Lacy J. Decentralized Trust Management. *IEEE Conf. Security and Privacy*, 1996, Oakland, California, USA. <http://www.crypto.com/papers/policymaker.pdf>
- 5 Pearlman L, Welch V, Foster I, Kesselman C, Tuecke S. A Community Authorization Service for Group Collaboration. In: *Proc. of the IEEE 3rd Intl. Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks*, 2001
- 6 Sandhu R S, Coyne E J, Feinstein H L, Youman C E. Role-based access control models. *IEEE Computer*, 1996, 29(2): 38~47
- 7 都志辉, 陈渝, 刘鹏. 网格计算. 清华大学出版社
- 8 Abadi M, Burrows M, Lampson B, Plotkin G. A calculus for access control in distributed systems. *Transactions on Programming Languages and Systems*, 1993, 15(4): 706~734
- 9 Blaze M, Feigenbaum J, Ioannidis J, Keromytis A D. The KeyNote trust-management system, version 2. *IETF RFC 2704*, Sep. 1999
- 10 Blaze M, Feigenbaum J, Lacy J. Decentralized trust management. In: *Proc. of the 1996 IEEE Symposium on Security and Privacy*, IEEE Computer Society Press, May 1996. 164~173
- 11 Blaze M, et al. The Role of Trust Management in Distributed Systems Security. *Secure Internet Programming: Security Issues for Mobile and Distributed Objects*, Vitek and Jensen, Eds., 1999, Springer-Verlag. <http://www.crypto.com/papers/trustmgt.pdf>