

基于 SOA 的综合集成研讨厅系统

陈学勤, 吴慧中, 朱耀琴, 宋东明

(南京理工大学计算机科学与技术学院, 南京 210094)

摘要: 从定性到定量的综合集成研讨厅中存在大量功能组件和资源, 这些功能组件和资源的动态发布、查找、调用和集成是系统实现的难点。该文讨论一个人-机-知识结合的综合集成框架, 结合分布式计算技术, 提出一种扩展 QoS 和安全的 SOA 计算模式, 研究异构数据资源的集成方法。采用该计算模式, 实现一个基于 SOA 的复杂产品采办的综合集成研讨厅系统, 解决系统中的组件和资源动态发布、查找和调用问题。

关键词: 研讨厅系统; 面向服务的体系结构; 服务质量

SOA Based Symposium System of Meta-synthetic

CHEN Xue-qin, WU Hui-zhong, ZHU Yao-qin, SONG Dong-ming

(School of Computer Science and Technology, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094)

【Abstract】 There are many components and resources in symposium system of meta-synthetic, which need to be published, found, invoked and integrated dynamically. A meta-synthetic engineering framework combined with experts, machines and knowledge is discussed. A new SOA pattern is proposed, which extends QoS and security. Data integration method is analyzed. A symposium system of meta-synthetic engineering based on the new SOA pattern is developed.

【Key words】 symposium system; service oriented architecture; Quality of Service(QoS)

1 概述

“复杂产品采办”指发展、获取和使用复杂产品的全过程, 包括立项、设计、试验、生产、使用、维护等活动, 该过程周期长、成本高、信息复杂, 具有多学科、多领域的交互性, 专家和知识的分布性。从定性到定量的综合集成框架能支持采办过程中的研讨与决策, 使各位专家及时地获取信息和知识, 并作出决策和响应。

1990年, 钱学森院士提出“开放的复杂巨系统”及方法论^[1], 其实质是以综合集成方法论为指导的、以研究“开放的复杂巨系统”和解决复杂问题为目的的决策支持系统。它一般由专家体系、计算机及网络系统和知识体系3个部分构成, 构成一个高度智能化的人-机-知识结合系统。目前国内综合集成研讨厅的研究主要集中于两方面:(1)综合集成方法论的研究;(2)综合集成研讨厅软件实现的研究。

在综合集成研讨厅软件实现方面, 国内做了不少研究。文献[2]研究了基于网络的分布式综合集成研讨厅的软件体系结构, 采用了一种扩展“请求器-中介器-供应器”的嵌套式客户/Agent/服务器计算模式, 并利用该模式设计了一个基于Java的智能信息Agent的宏观经济决策研讨厅。韩祥兰等人建立了一个基于B/S模式的面向复杂问题求解的综合集成研讨厅原型系统, 并对系统实现的关键技术——模型、仿真、意见以及知识的综合集成进行了深入研究^[3]。张志强等人从软件实施的需求出发, 运用综合集成研讨厅体系的思想, 基于群体面向复杂决策任务的研讨过程, 采用结构化信息组织技术, 研究建立了一种决策研讨总体框架, 设计实现了基于Internet的开放式群体决策研讨平台^[4]。

但是传统 Browser/Server 计算模式在实现研讨厅的分布

式交互功能方面有所不足, 系统中人机交互、专家作用的发挥、分布计算与灵活性等均有待改善。智能 Multi-Agent 技术使系统具有智能、分布性、反应性、移动性、人机交互与协作等能力, 但没法解决组件、资源动态发布与查找、动态调用、系统灵活配置等问题。

近年来, 面向服务的体系结构(Service Oriented Architecture, SOA)在 Web 服务技术的基础上得到了迅速发展, 提供了一种动态、灵活的分布式计算模式。本文将采用面向服务的体系结构的计算模式构建一个支持复杂产品采办论证过程的人-机-知识结合的综合集成研讨厅系统, 并给出了一种异构数据资源的集成方法。

2 人-机-知识结合的综合集成框架

人-机-知识结合的综合集成框架由专家体系、计算机及网络系统和知识体系3部分构成, 实现人、机器和知识三者的融合。

专家体系由参与研讨的专家组成, 专家是研讨厅的主体, 是新知识的产生者和各类问题的最终解决者。在专家体系中, 各个专家根据自身的经验和其他载体所提供的知识, 发挥各自的创造力产生新知识、解决复杂问题。

计算机及网络系统为参与研讨的专家提供了一个智能化的分布式研讨平台, 主要由硬件和软件两部分组成。硬件指

基金项目: 国家部委基金资助项目

作者简介: 陈学勤(1981-), 男, 博士研究生, 主研方向: 分布式计算, 系统仿真; 吴慧中, 教授、博士生导师; 朱耀琴, 讲师、博士; 宋东明, 博士研究生

收稿日期: 2008-03-11 **E-mail:** cxq@vip.qq.com

计算机及其网络系统；软件指以计算机软件形式存在于计算机及其网络系统中提供给专家使用的研讨工具和环境。目前迅速发展的分布式计算技术为构建一个支撑环境提供了强有力的保证。

知识体系中的知识以专家的经验、机器的存储体以及其它形式的载体储存。它发挥协同感知、运算推理能力，与专家的创造性思维相结合构成了一个新知识的产生体系。

图 1 说明了一个具有可扩充性的人-机-知识结合的综合集成框架，该框架清楚地划分了专家体系、计算机体系和知识体系。在复杂产品采办的研讨决策过程中，专家可以利用计算机体系提供的平台来查询模型、案例、规则、方法等知识，结合自身经验和发挥思维能力，和其他专家协同完成复杂问题的求解。存储于计算机体系中的知识提供了良好的接口，能够供计算机系统中的模块自动调用或访问。在每一次复杂问题的求解过程中，知识体系将得到更新，从而能够使新知识不断产生。

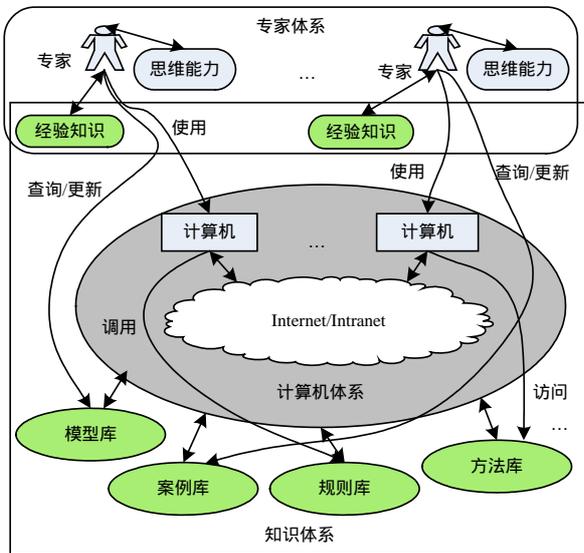


图 1 人-机-知识结合的综合集成框架

3 基于 SOA 的综合集成研讨厅

3.1 一种扩展 QoS 和安全的 SOA 计算模式

SOA 是一种新的分布式计算模式，能解决人-机-知识结合的综合集成研讨厅中组件、资源的动态发布、查找和调用问题。它以服务的形式封装异构资源和应用程序的功能模块，通过定义服务调用的标准接口协议，实现服务提供者和服务使用者或其他服务之间的互操作。基本的 SOA 计算模式由服务提供者、服务使用者和服务注册中心 3 种角色组成，通过标准化的“注册-发现-绑定”协议实现分布式计算，解决异构、跨平台的组件和资源可重用问题。但是基本的 SOA 计算模式没有考虑服务的非功能属性以及安全性。

文献[5]提出了一种扩展 QoS 的 Web 服务发现模型，在 Web 服务“注册-发现-绑定”模型中增加了 Web 服务 QoS 验证中心，并对 UDDI 进行扩展。服务提供者通过该中心验证 QoS 属性后发布到 UDDI 注册中心，UDDI 注册中心将向 QoS 验证中心验证其 QoS 属性；服务使用者在查询到服务、绑定服务之前将可以向 QoS 验证中心核实将绑定的服务的 QoS 属性。但该模型对于 QoS 的确认相对复杂，并且实际系统中不但需要保证服务质量，安全也是系统必须考虑的因素。在实践中，扩展 QoS 属性和安全的 SOA 计算模式见图 2。

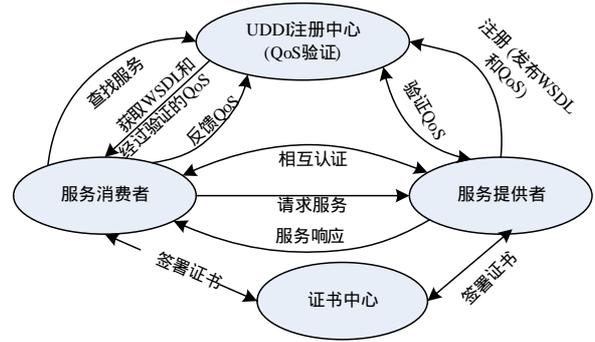


图 2 扩展 QoS 和安全的 SOA 计算模式

该计算模式包含服务提供者、服务请求者、服务注册中心和证书中心 4 个角色，主要在以下两个方面进行了改进：

(1) 增加证书中心

服务实体(服务提供者和服务请求者)在加入系统前需要从证书中心获取证书，本文采用 X.509 证书。证书中心不一定一致，但使用证书进行交互的双方必须信任对方的证书中心，也即必须有对方证书中心的公钥。服务绑定之前，服务实体将先进行相互认证，服务调用过程中可以通过对方证书中包含的实体公钥协商对称密钥来加密数据实现保密通信。

证书中心提供两种方式授权证书：

1) 通过应用程序接口授权证书，并将证书以文件或者硬件的形式交给专家保存，专家启动客户端程序后将以此证书作为合法调用各种功能服务的凭据。

2) 通过 Web 服务的接口签署证书，系统中的服务实体可调用此 Web 服务获取证书。证书中心属于应用层。

(2) 扩展注册中心功能

注册中心不仅需要维护 UDDI 库，完成服务的发布与查找功能，还要承担验证服务 QoS 的功能。服务中心在以下情况下将验证某服务的 QoS：该服务首次注册时；服务请求者反馈的 QoS 和注册中心验证的 QoS 误差达到一定阈值；QoS 误差超过一定频度。

此外，注册中心凭借验证服务提供者的 QoS 和服务请求者凭绑定 ID 反馈 QoS 的功能，可以对服务提供者的信任与服务选择进行深入研究。

采用该扩展 QoS 和安全的 SOA 计算模式，典型的服务“发布-查找-调用”流程如下：

- 1) 服务请求者和提供者从证书中心获得 X.509 证书；
- 2) 服务提供者向服务注册中心注册服务，包含服务的描述和所能提供的 QoS；
- 3) 注册中心验证服务提供者的 QoS；
- 4) 服务请求者向注册中心查找满足一定功能需求和服务质量的服务；
- 5) 注册中心向服务请求者返回服务的描述和验证后的 QoS；
- 6) 服务请求者和提供者通过证书进行相互认证；
- 7) 服务请求者绑定、调用服务，可以通过对方证书中包含的实体公钥协商对称密钥加密数据实现保密通信；
- 8) 服务请求者凭服务绑定 ID 向注册中心反馈服务质量。

3.2 基于 XML 的异构数据资源集成

综合集成研讨厅中存在大量分布式的异构资源，集成这些资源为研讨厅提供服务是系统研究和实现的难点。采用 Web 服务作为 SOA 系统的实现，其 WSDL, SOAP 等一系列

基于 XML 的协议解决了异构操作系统、平台及语言之间的互操作性。但 SOAP 等协议是针对远程过程调用和消息传递问题的，对于作为消息内容的数据仍然需要对具体应用进行集成。一种基于 XML 的异构数据资源集成方法如图 3 所示。

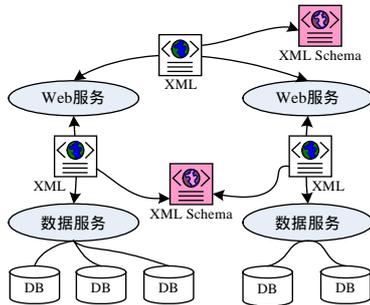


图 3 基于 XML 的数据资源集成

异构数据的集成分为 2 个步骤：

(1) 分布数据库的集成

系统中的数据库是分布存在的，并且会采用不同的数据库产品和编程语言，需要解决分布数据库间的异构问题，实现数据库的透明访问。OGSA-DAI 是专注于数据库访问与集成的项目，提供了一个中间件产品来实现数据库的集成，并且与 Web 服务的体系结构兼容。采用 OGSA-DAI 的技术来实现分布数据库的集成，Web 服务对数据库的操作通过 Data Service 进行，一个 Data Service 可以访问若干数据库，并将访问的结果集成后以 XML 形式反馈给 Web 服务。

XML 数据库总是返回 XML 格式的查询结果，Data Service 访问关系数据库时需要按照共同定义的 Schema 将数据库返回的 ResultSet 结果转换为 XML。WebRowSet 是 SUN Microsystem 定义的一种 XML Schema，由以下 3 个部分组成：

- 1) <properties>元素描述了数据库的特性，如隔离级别和最大字段长度等。
- 2) <metadata>元素依次描述了从数据库返回的每个字段，包括字段的名称、类型和长度等。
- 3) <data>元素包含从数据库返回的每一条数据记录相对应的<row>元素，字段的顺序与<metadata>元素中描述的字段顺序相匹配。

(2) 服务调用间的数据集成

服务调用过程中的数据不如数据库数据规整，没有通用的 Scheme 可以使用，需要根据不同行业应用来定义 XML Scheme，约束服务双方交流数据的格式，便于理解。

本文以产品指标方案 Scheme 为例，该 Scheme 主要由 properties, metaData 和 dataSet 3 个部分组成。<properties>描述了方案的 ID、名称、创建时间、上次修改时间、创建的会议 ID、负责人等信息；<metadata>定义了方案指标的个数以及每个指标的名称、类型、指标树的结构等；<dataSet>是方案数据的集合，一套方案可以由多套数据，供专家评估。采用该 Scheme 可以实现多个方案产生服务间的数据集成，实现方案产生服务和方案评估服务间的数据交互。

此外，XML 要求文档中的数据只包含可显示的字符，从而导致图像、文件等二进制数据传送存在问题。虽然可以通过 Base64 编码将所有的二进制数据转换成可显示的字符，但传输数据量将提高大约 34%，因为 Base 64 是用 4 个的 ASCII 字符表示 3 Byte，并且编码和解码需要耗费额外的计算量。文献[6]验证了直接通过 SOAP 消息的附件传送二进制数据在

数据量为 8 MB 时，可以提高将处理时间缩至原来的 25%，并且随着数据量的增加效率不断提高。因此，本系统中对于大的二进制数据不进行 Base64 编码，而直接作为 SOAP 消息的附件传送。

3.3 面向复杂产品采办的综合集成研讨厅

在分布式计算环境中，基础设施主要指计算机和网络的硬件系统，还包括操作系统、数据库管理系统、Web 服务容器等软件系统。资源是从软件系统的角度对基础设施所能提供的能力的一种抽象，主要分为计算资源、网络资源、存储资源以及数据资源等。

本文采用扩展 QoS 和安全的 SOA 计算模式，为复杂产品的采办建立了一个人-机-知识结合的综合集成研讨厅，如图 4 所示。采用 Web 服务封装上述资源，使其具有某种应用功能成为构建软件系统的模块，由服务接口描述和服务实现两部分构成。服务从证书授权中心获取证书，向服务注册中心注册，并提供一定的 QoS 保证。目前主要提供研讨管理、决策支持、仿真服务和对各种知识库封装的服务。

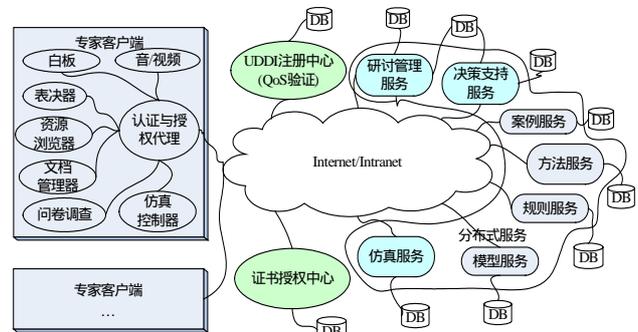


图 4 基于 SOA 的综合集成研讨厅

应用层是提供给最终用户使用的各种应用程序，最主要的就是提供给专家研讨使用专家客户端，主要功能模块由以下部分组成：

(1) 研讨管理模块

系统登入/登出、权限管理和专家个人信息管理。

(2) 研讨支持模块

文字研讨室、电子白板、音/视频支持和文档/应用程序共享。

(3) 决策支持模块

问卷调查、表决器和知识库信息支持。

(4) 资源管理模块

案例/模型/方法/规则等信息管理、文档库管理和历史研讨信息管理。

(5) 仿真支持模块

在线仿真支持、效能评估工具等。

上述模块主要由以 Web 服务形式存在的功能模块组合而成，也有部分功能不宜通过 Web 服务的形式提供，仍然以 C/S 模式集成于应用程序中提供给最终用户使用，但是这些功能是为了更好的支持研讨，不影响研讨厅的基本功能，比如：电子白板、音/视频支持、文档/应用程序共享等功能。

本研讨厅采用 Java 实现 Web 服务，部署于 Tomcat5 服务容器中，扩展 jUDDI 实现基于 QoS 的服务注册和选择，采用 MyProxy 作为证书服务组件。图 5 为研讨厅中复杂产品效能评估模块界面，图 6 为服务功能模块之间数据集成的中间文件截图。

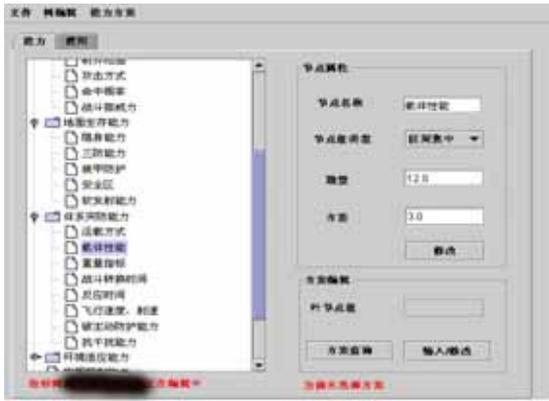


图5 研讨厅评估模块界面

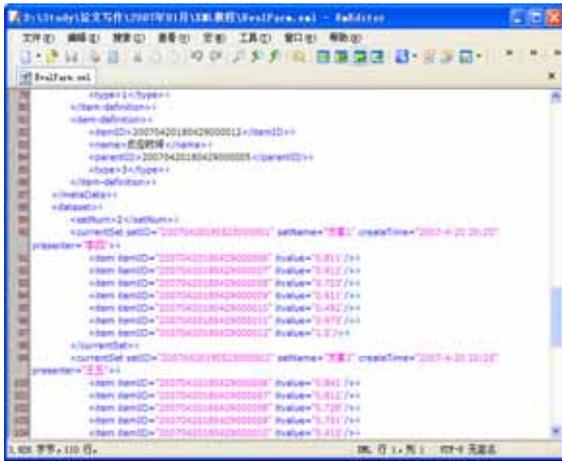


图6 服务模块间数据集成中间文件截图

4 结束语

支持复杂产品采办的综合集成研讨厅是一个人-机-知识结合的分布式系统，其中，组件、资源需要具备动态、灵活配置、交互与协作的特性。面向服务的体系结构为实现这类系统提供了有效的方法。本文对基本的面向服务的体系结构进行了扩展——增加了证书中心，规定服务调用绑定之前需要相互认证，并且可以实现通信内容的加密，增强了系统的安全性；扩展了 QoS 属性，便于从功能相同的服务中选择服务质量较好者。采用该计算模式，本文实现了一个支持复杂产品采办论证过程的综合集成研讨厅，解决了系统中组件与资源的动态发布、查找与调用以及异构数据资源的集成问题。

参考文献

- [1] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志, 1990, 13(1): 3-10.
- [2] 操龙兵, 戴汝为. 综合集成研讨厅的软件体系结构[J]. 软件学报, 2002, 13(8): 1430-1435.
- [3] 韩祥兰, 吴慧中, 窦万春, 等. 面向复杂问题求解的综合集成型决策支持系统[J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(1): 109-115.
- [4] 张志强, 张朋柱. 面向复杂决策任务的综合集成决策研讨总体框架设计[J]. 系统工程理论与实践, 2006, 26(1): 9-17.
- [5] Ran S. A Model for Web Services Discovery With QoS[J]. ACM SIGecom Exchanges, 2003, 4(1): 1-10.
- [6] Dobrzelecki B, Antonioletti M, Schopf J M, et al. Profiling OGSA-DAI Performance for Common Use Patterns[C]// Proceedings of the UK E-science All Hands Meeting. Nottingham, UK: [s. n.], 2006.

(上接第 75 页)

内容，并且适配器向手机软件中间件发送信号 DR_SM_READ_IND 通知读结果，如果读操作失败，协议栈将返回 ERROR 并携带相应的出错原因，同样适配器将通过信号 DR_SM_READ_IND 通知手机软件中间件，它的参数将显示出错原因，如图 5 所示。

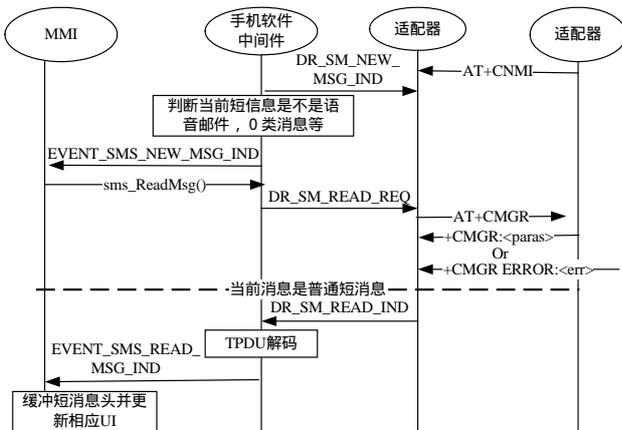


图5 新短消息处理流程

5 系统性能评估

对整体手机软件来说，添加 RATA 适配器后，在编译前，系统的代码量比原来手机软件有所增加，对系统的 ROM 要

求提高了一些。因为适配器的编译是可选的，所以编译后没有适配器的情况下发布的代码量没有增加，在有适配器的情况下代码量比原来还要少，因为在适配器中已经实现了 GSM 相关应用模块且不需要去处理复杂的 SDL 信号。通过 AT 适配器，整个系统在维护和移植上有了很大的优势，便于用户利用此手机软件设计去增加独特的功能和定制特有的风格，而不用考虑底层协议栈的实现细节，大大节省了系统的开发成本。

6 结束语

本文讨论了手机软件在不同协议栈间移植的研究与实现，提出了一个有效的实现框架，综合考虑了手机软件系统的可配置性，开发成本和系统性能，研究和实现的适配器架构具有较高的通用性，除了手机软件在不同协议栈间进行无缝或平滑移植外，还可以应用于：处理器和基带处理器的双 CPU 之间的通信；GSM 作为 Modem 多模组的通信。

参考文献

- [1] 黄炳权, 孙素霞, 赵国庆. 协作式多任务 GSM 手机软件开发[J]. 消费电子, 2006, (8): 32-33.
- [2] ETSI. 3GPP TS 27.007(version 6.8.0)[Z]. 2005-03.
- [3] ETSI. 3GPP TS 07.10(version 7.2.0)[Z]. 2002-03.
- [4] ETSI. 3GPP TS 27.005(version 6.0.1)[Z]. 2005-01.