

# 一种集成 CORBA 与 Web Services 的中间件<sup>①</sup>

卢立男<sup>1,2</sup>, 周长春<sup>2</sup>, 李喜旺<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(中国科学院 研究生院, 北京 100049)

<sup>2</sup>(中国科学院沈阳计算技术研究所 系统与软件实验室, 沈阳 110171)

**摘要:** 随着中间件技术的发展和电力应用系统研究的逐渐深入, 很多中间件技术被应用到电力应用系统领域。针对中间件在电能量管理系统中的应用进行了研究, 综合考虑 CORBA 与 Web Services 这两种主流分布式体系结构的优缺点, 提出了一种 CORBA 与 Web Services 的集成方法。在此基础之上, 设计并实现了一种中间件, 解决异构电力应用系统之间信息共享的问题。经过实际应用表明, 本中间件极大的方便了分布式电能量管理系统中的信息共享, 大大的提高了电力企业的运营效率。

**关键词:** CORBA; Web Services; 中间件; 电能量管理系统; 异构电力应用系统; 信息共享

## Middleware to Integrate CORBA and Web Services

LU Li-Nan<sup>1,2</sup>, ZHOU Chang-Chun<sup>2</sup>, LI Xi-Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

<sup>2</sup>(Shenyang Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110171, China)

**Abstract:** With the development of middleware technology and electricity application system, many middleware technologies have been applied to the research of EAS. This paper firstly discusses the application of middleware on energy measurement system(EMS), and a new method for CORBA/Web services integration is investigated on analyses of CORBA and Web Services. On this basis, the paper designs and implements a new middleware, to solve the problem of information sharing between eterogeneous EMS. Through practical application, the middleware can excellently improve the sharing of information of distributed EMS and company operational efficiency.

**Keywords:** CORBA; Web Services; middleware; EMS; eterogeneous electricity application system; sharing of information

## 1 引言

随着电力应用系统的不断发展, 尤其是电力市场的逐步成熟, 电力应用系统不再是一个封闭运营的工业系统, 而是需要扩展到商业运营, 各种各样的电力市场参与者(包括电力生产者、输电公司、配电公司、电能交易公司以及电力用户等)需要共享电力系统运行的相关信息<sup>[1]</sup>。因此, 信息共享与互操作一直是近年来电力应用系统研究领域的热点。而作为电力应用系统的核心, 电能量管理系统(EMS)在异构电力应用系统信息共享的研究中一直是主要研究对象, 并期

望借助对 EMS 系统的研究, 将其成果推广到更广泛的电力系统应用中, 提高整个电力系统的开放性。

中间件是处于操作系统和应用程序之间的软件, 其作用是抽象底层分布式环境的复杂性和差异性, 为工作在中间件之上的应用程序提供统一的服务<sup>[2]</sup>。从而使程序开发人员面对一个简单而统一的开发环境, 减少程序设计的复杂性。基于此, 本文提出了一种 CORBA 和 Web 服务集成的工作模式, 通过将分布式的 EMS 对外接口封装为 Web Services, 以服务的形式发布于 Internet, 设计并实现了一种集成 CORBA 与

① 收稿时间:2010-08-17;收到修改稿时间:2010-10-02

Web Services 的中间件, 通过实际应用表明, 该中间件既保护了原有投资, 又能在 Internet 环境下实现原 EMS 的信息共享。

### 2 CORBA与Web Services

公共对象请求代理(CORBA)和 Web Services 是两种不同的分布式计算框架。CORBA 是用 IDL 作为接口描述语言, IIOP 作为传输协议; Web Services 采用 WSDL 作为服务接口描述语言, SOAP 为传输协议<sup>[3]</sup>。

CORBA 是对象管理组织(OMG)提出的典型分布式中间件技术标准, 其核心机制是对象请求代理(ORB), 客户对象只要获得了服务对象的引用, 就可以透明地发送请求和接收响应, 就可以调用对象提供的服务, 无需关心服务的位置、实现语言和运行平台。该架构与国际电工委员会制定的 IEC61850 标准是一致的。当前 EMS 的实现采用了 CORBA 架构。但随着 Internet 的发展和电力应用系统需求的不断提高, CORBA 的应用出现了一些的局限性。具体表现在: ①ORB 通讯需使用 IIOP 协议, 该协议会被防火墙所阻隔; ②CORBA 是基于伪 C/S 体系结构, 要求两端必须同质且是紧密连接的基础体系。并且无法扩展到 Internet, 这大大的局限了系统的工作范围。

Web 服务技术是 Web 数据和信息集成的有效机制。它采用面向服务的体系结构, 基于 XML、SOAP、WSDL 和 UDDI 等协议, 动态地描述、开发、发布、发现和调用跨平台、跨系统的各种分布式应用。XML 的自描述性和可扩展性以及 HTTP 对防火墙的透明性, 使得 Web Services 成为“集成中间件的中间件”。

将这两种技术有机结合, 实现 EMS 的信息共享, 可以充分结合两者的技术优势。既可利用分布式对象技术的互操作性, 又能充分发挥 Web 服务技术的性能优势。

### 3 中间件总体设计

#### 3.1 中间件总体结构

中间件在结构上分为三层, 底层以原有 EMS 的 CORBA 技术为基础, 通过 CORBA 对象及对象引用访问分布式电量计量系统中的各项服务; 中间层是一个解释器, 负责管理底层的 CORBA 对象和上层的 Web 服务, 一方面将底层的 CORBA 对象封装成 Web

服务, 对上层提供访问接口, 另一方面将上层接收到的 SOAP 消息转换成对应的 CORBA 对象调用并将结果以 SOAP 消息的格式返回; 上层是 Web 服务管理层, 负责实现服务的发布注册和查找, 从而使 CORBA 对象以服务名的形式向分布式系统中的其他节点提供服务。

#### 3.2 中间件工作原理

中间件工作原理如图 1。每个主站和变电站的 EMS 都是基于 CORBA 实现的, 系统维护了一系列的 CORBA 对象。每个 CORBA 对象维护本节点所能提供的服务对象。本文在系统 CORBA 体系结构与 Web 服务技术之间建立一个中间件, 它扮演着两个角色: 对于 Web Services 客户端来讲, 中间件相当于服务的终端点, 是服务的提供者; 而对于提供信息共享的 EMS CORBA 对象来讲, 中间件相当于 CORBA 客户端, 是服务的请求者。这样对于 Web Services 客户端发起的请求, 中间件屏蔽了服务的实现细节。

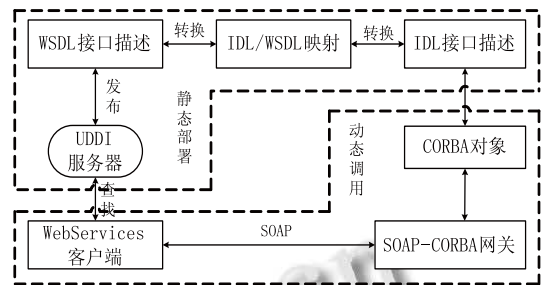


图 1 系统工作原理图

CORBA to WSDL/SOAP Interworking Specification<sup>[4]</sup>是 OMG 为了推广基于 CORBA 框架的与基于 Web Services 技术的应用系统之间信息共享而采用的一个规范。该规范已经对 CORBA 如何向 Web 服务映射做了详细的规定。本文将此规范应用到电能管理系统, 以此来设计、实现中间件。

中间件的工作主要包括两个部分: ①静态部署阶段, 先将 CORBA 对象部署为 Web 服务, 利用 IDL/WSDL 映射机制将 CORBA 对象的 IDL 描述转换成 WSDL, 将转换后的 WSDL 按照 UDDI 协议发布到服务注册中心, 以供用户查找; ②动态调用阶段, 接收来自 Internet 的 SOAP 消息, 将 SOAP 消息解析为 CORBA 调用, 定位和调用 CORBA 对象, 完成方法和参数调用并将执行后的结果封装成 SOAP 消息返回。

用 Web 服务封装 CORBA 对象,使原电能量计量系统中各应用保持不变,Web 客户端像调用普通的 Web 服务一样调用 CORBA 对象服务。

### 3.3 中间件设计与实现

Web Services 与 CORBA 服务集成框架如图 2 所示,中间件共分为 4 个主要模块,即:

(1) IDL2WSDL 编译器:该模块负责在中间件初始化时从接口库中读取 CORBA 服务对象的 IDL 描述,将其转换为 WSDL 描述发布到 UDDI。

编译器是基于 CORBA to WSDL/SOAP Interworking Specification,v1.0 实现的。该规范提供了 IDL 到 WSDL 的映射提供了参考标准,按照此规范实现的编译器主要完成了以下两个方面的映射:

1) 接口定义:一个基本 IDL 接口映射为一种 WSDL 端口类型。WSDL 端口类型是指一系列的操作以及包含的消息。WSDL 端口类型中的操作由 IDL 接口中的操作直接映射而来;而 WSDL 中的消息由 IDL 接口中操作的参数映射而来,具体为 IDL 操作中的 in 参数构成 WSDL 操作中的输入消息。IDL 操作的 out 参数和返回值构成 WSDL 操作中的输出消息。IDL 操作中定义的异常构成 WSDL 操作的出错消息。

2) 数据类型:IDL 提供的数据类型包括了基本数据类型和复杂数据类型,而 WSDL 中的数据类型相对简单的多。对于 IDL 中的基本数据类型可以直接映射到 WSDL 基本数据类型,但对于复杂数据类型,如序列、值类型等不可能直接映射,根据具体情况映射为相应的 WSDL 复合类型<sup>[4]</sup>。详细规则参见 CORBA to WSDL/SOAP Interworking Specification 规范。

(2) SOAP 编码/解码器:该模块是中间件的核心模块,功能是对 SOAP 消息进行编码、解码,Web Services 客户端调用 CORBA 服务时,解析 SOAP 消息,获取方法名和参数,并进行数据类型的转换。

该模块的功能主要是构造、分解 SOAP 消息。SOAP 消息包括三个主要的元素,分别为 Envelope、Header、Body。其中 Envelope 是 SOAP 消息的根元素,它包括一个可选的 Head 元素和一个必须的 Body 元素。Header 元素可以存储一些元信息,提供了一种通用的实现对 SOAP 扩展的机制<sup>[5]</sup>。Body 元素则存储了

具体的消息内容,由消息的接收者处理。

分解消息和构造消息是一个互逆的过程,在这里仅列出分解消息的主要步骤。消息一般都是多层次的,每一层次处理基本相同,在此仅写出第一层消息的简单分析过程,下面是使用 JAXM 相关函数从中提取相关信息的部分 Java 代码:

```
...
Iterator child = message.getSOAPPart().getEnvelope().
getBody().getChildElements();
int layer = 0;
while (child.hasNext()) {
    layer = layer + 1;
    SOAPElement soapElement = (SOAPElement) child.
next();
    nodeName = soapElement.getElementName().getLocal
Name();
    Iterator attributes = soapElement.getAllAttributes();
    if (attributes.hasNext()) {
        ...
        attributeValue = soapElement.getAttributeValue
((Name) soapElement.getAllAttributes().next());
        ...
    }
}
...
```

(3) SOAP 接收发送模块:该模块一直监听来自 Internet 的 SOAP 消息,对 SOAP 消息进行必要的格式检查后传给 SOAP 编码/解码器处理。CORBA 调用结束后,该模块还负责将结果封装为 XML 格式的 SOAP 消息,发送到 Web 服务客户端。本模块先为服务结果建立 SOAP 消息格式,为 SOAP 消息添加 Http 头,按原路返回给客户端。具体做法如下:首先建立 SOAP 消息的整体框架,包含如 Envelope 和 Header 等基本部分的空白版本。同时创建所需对象(如 SOAP Body)的引用;然后从 CORBA 端返回的结果中读取消息,填充 SOAP Body,SOAP 格式封装结束后通过网络连接把该 SOAP 消息返回给 Web 服务客户端,完成调用。

(4) CORBA 调用模块:该模块主要功能是由 SOAP 编码/解码器处理得到的方法名和参数,生成 IIOP 调

用请求,通过 ORB 总线定位并实现 CORBA 对象的调用。

对象定位主要是把 SOAP 请求中的服务标识映射到 CORBA 对象引用上,以调用实际的服务实现。SOAP 访问端点对象通常用 URI 表示,服务端根据 URI 实现接收、分发 SOAP 请求[6]。CORBA 通过通用对象引用(IOR)唯一标识远程对象。因此需要通过某种内部机制把 URI 映射为后端 CORBA 对象的 IOR。为了使这种映射更具灵活性,本文采用 CORBA 的命名服务。命名服务是 CORBA 系统常用的定位机制,它提供从名字到对象引用的映射。使用 CORBA 命名服务,服务器端需要先将对象的逻辑名绑定在命名服务中,客户端通过解析逻辑名获取对象引用,从而使对象引用对客户透明。因此,只需建立 URI 到对象的逻辑名称之间的映射关系,再利用命名服务就可以形成 URI、对象名称、IOR 三者之间的间接映射关系。具体做法是:在 IDL 向 WSDL 映射时将 URI 和对象的逻辑名称的映射关系记录在部署文件中;运行时,根据服务标识查找相应的部署文件,得到对象的逻辑名称,再通过命名服务解析该对象的逻辑名称即可获得对象的 IOR。

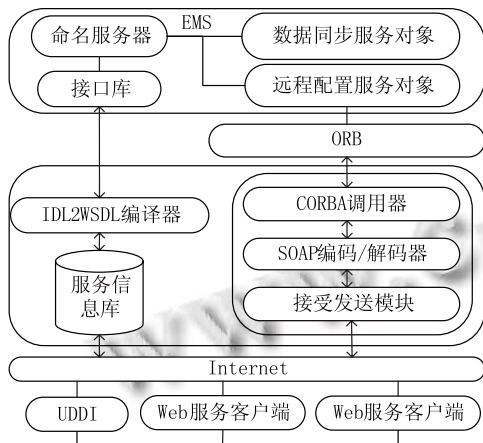


图 2 Web Services 与 CORBA 服务集成框架图

通过对象定位获取欲访问对象的引用后,就要发起调用操作请求,这可以通过实现 Provider 接口中的 invoke 方法来完成。CORBA 客户端对远程对象的调用可以通过两种方式:静态调用和动态调

用。在静态调用中,客户端需要 IDL 存根的帮助来完成对象调用;动态调用则无需 IDL 存根,它在接口库 IR 的帮助下,动态构成对远程对象的请求[6]。如果采用静态方式,则需要把每一个对象的存根都部署在中间件中,这显然不够灵活。更为一般的情况是,中间件在接收到客户端的 SOAP 请求之前,并不知道要调用哪个 CORBA 对象的哪个操作。因此,本文采用动态调用方式。在获取目标对象引用之后,先从接口库中查找目标对象接口信息的详细描述,再构建参数列表,最后创建 IOP 请求并发送至 CORBA 服务器,从而完成对象调用过程。

#### 4 中间件在电能量管理系统中的应用

辽宁省电力有限公司电能量管理系统是公司业务管理和主要决策支持系统之一。该系统主要管理辽宁电网下属的各变电站的数据采集、计算以及统计分析。生产早会系统是电力公司运营的一个典型的应用系统。功能是从 EMS 中提取部分主要运营数据,为当天的生产运行做决策辅助。其数据大部分是基于电能量管理系统的。因此,最方便的方法是将 EMS 的部分功能发布为 Web 服务,这样,生产早会及其以后的任何需要与电能量管理系统共享信息的系统,均可以通过 EMS 方便的获取数据。生产早会系统从 EMS 同步数据的流程图如图 3:

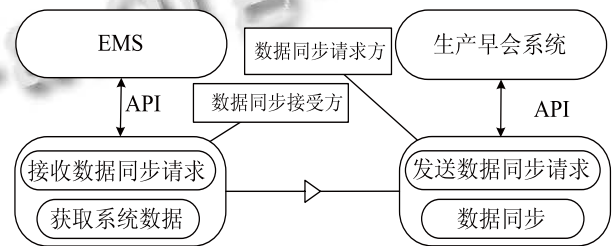


图 3 生产早会系统与 EMS 同步数据流程图

中间件一方面操纵 EMS 的 CORBA 对象,从而获取所需数据。另一方面对外提供数据同步接口。生产早会系统向 EMS 发送数据同步服务请求。EMS 接收请求后查询本地数据,返回给生产早会系统实时数据的内容、交换时间等信息。数据以 XML 格式发送。

图 4 是数据同步实时数据的界面:



图4 生产早会系统数据显示界面

## 5 结语

本文在分析 CORBA 和 Web Services 的基础上,设计并实现了一种 CORBA 与 Web Services 的集成中间件,通过该中间件将基于 CORBA 的电能量管理系统扩展到 Internet 上,以供其他 Web 客户端(各种需要与电能量系统共享信息的应用系统)调用;从而实现了该分布式应用系统更大范围内的信息共享。

目前,无论国内还是国外,中间件这个领域都还处于深入研究阶段,需要在实际应用中做进一步的探索和改进,首先,对 Web Services 的查找是通过关键

(上接第 156 页)

(5) 文档的提交与加载。页面编辑和盖章完成后,提交给服务器。服务器接收数据,并将印章数据保存到印章数据库中,页面信息保存到业务数据库中。另外,签章控件还支持将带有电子印章的 Web 文档保存到本地,方便用户查看。

## 5 总结

本文在研究数字签名技术和 ActiveX 控件技术的基础上,实现了面向 Web 页的电子签章控件并将该控件应用于基于 Web 的电子合同签订系统,取得了较好的效果。该控件可应用于其他 Web 应用系统中,

字匹配完成的,不能解析语义方面的差异,还需要对语义匹配方面进行研究;其次,对于系统的安全性考虑的不多,例如,如何对数据加密,建立安全的数据传输通道,确保数据传输的安全性和可靠性<sup>[8]</sup>。

然而,随着我国信息化程度的提高,异构电力应用系统方面的需求和应用将越来越多,本文的研究工作应当会有一些的参考意义。

## 参考文献

- 1 谢俊,段献忠,石东源.电力系统异构应用信息共享和互操作理论与方法研究.华中科技大学学报,2008,7:130-271.
- 2 IEEE Distributed Systems Online. [2010-06-21]. www.dsonline.computer.org
- 3 张驰,吴健,胡正国,周淑莉.CORBA 与 Web 服务的比较与集成.计算机工程与设计,2005,26(8):2213-2218.
- 4 OMG.CORBA to WSDL/SOAP interworking specification. OMG document number ptc. [2003-01-14].
- 5 朱亚光,刘峰,杨芳南.Web Services/CORBA 网关系统的研究与实现.微计算机信息,2006,22(5-3):85-88.
- 6 吴敏强,张潇.从分布式对象到 Web 服务.计算机科学,2002,29(11):12-15.
- 7 李华飏.Java 中间件技术及其应用开发.北京:中国水利水电出版社,2007.
- 8 朱斌,师春科,刘惠芳.CORBA 中间件在电力系统中的应用研究.计算机工程,2002,8:236-239.

来保证 Web 页面完整性、不可否认性,具有较好的应用前景。

## 参考文献

- 1 袁晓宇,张其善.基于 EcDsA 的电子签章系统研究.计算机工程与设计,2005,26(5):1233-1235.
- 2 丁惠春,谷建华,张凡,等.面向电子政务应用的电子签章中间件设计与实现.计算机应用与研究,2005,2(3):135-137.
- 3 王飞,汤光明,孙怡峰,等.基于易损水印和数字签名的电子印章系统.计算机应用研究,2004,1(4):118-121.
- 4 张飞,肖刚,程振波.基于时间戳服务的电子签章验证方法研究.浙江工业大学学报,2009,37(3):300-305.