

workflow 管理系统中一种通信适配器的设计与实现^①

杨兴华^{1,2}, 王 宁², 刘元元²

¹(中国科学院 研究生院, 北京 100049)

²(中国科学院 沈阳计算技术研究所, 沈阳 110168)

摘 要: 研究了 workflow 管理系统和各种异构遗留系统的互操作性问题。通过在 workflow 管理系统内部构建一个通信适配器的方式来解决 workflow 管理系统和各种遗留系统的互操作性问题, 详细介绍了通信适配器的总体结构、基本功能和具体实现步骤, 并基于 Web Service 实现了该通信适配器, 通过对 workflow 管理系统和遗留系统进行 Web 服务封装来解决两者之间的互操作性问题。该通信适配器已应用于辽河流域水环境风险评估与预警平台建设及示范研究课题。

关键词: workflow 管理系统; workflow; 互操作性; Web Service; 通信适配器

Design and Realization of a Communication Adapter in the Workflow Management System

YANG Xing-Hua^{1,2}, WANG Ning², LIU Yuan-Yuan²

¹(Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

²(Shenyang Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110168, China)

Abstract: This article is mainly about the problem of interoperability between the Workflow Management System and the legacy systems which have different architectures. The way of building a communication adapter in the Workflow Management System can solve the problem of interoperability between the two types of systems as mentioned above. In this article, we will introduce the overall structure of the communication adapter in details, and we also will talk about the communication adapter's basic functions and how to implement it. And finally, base on the Web Service, We implement and deploy the communication adapter actually, by packaging the functions of the Workflow Management System and the legacy system as the Web services to solve the problem of interoperability.

Key words: workflow management system; workflow; interoperability; web service; communication adapter

在我国, 随着 workflow 技术的发展和完善, workflow 管理系统在企业 and 政府部门中都得到了广泛的应用。但是, 经过几十年的信息化建设, 企业和政府部门内已存在许多分散孤立的应用系统, 这些系统可能使用了不同的技术, 部署在不同的服务器上, 各个应用系统之间因为异构的系统架构及不同的数据描述方法而无法进行内部数据与信息上的共享, 从而使各个系统内部的实际数据产生重叠与冗余, 形成了一个信息孤岛。如果希望将这些遗留应用系统都纳入到 workflow 管理系统的管理中来, 就需要解决遗留应用系统和 workflow 管理系统的互操作性问题。然而目前 workflow 管

理系统和应用系统的互操作性问题还没有得到很好的解决, 这成为 workflow 技术进一步应用的瓶颈^[1,3]。辽河流域水环境风险评估与预警平台建设及示范研究课题是国家水体污染控制与治理科技重大专项的项目, 主要目的是为辽宁省省级环境保护管理部门提供服务, 并为市级环境保护管理部门提供数据查询等服务。经过多年的信息化建设, 辽宁省各个环保部门已经建设了很多的管理系统, 这些系统实现语言不同, 体系结构也不尽相同, 为了实现对这些原有遗留系统的流程化管理, 项目的一个任务就是将这些遗留系统都纳入到 workflow 管理系统的管理中来, 为此就必须解决各个

① 收稿时间:2011-06-27;收到修改稿时间:2011-07-22

应用系统和工作流管理系统的互操作性问题。本文首先简单分析了各种分布式技术的优缺点,然后提出了一种通过在工作流管理系统内部构建一个通信适配器的方式来解决各种异构遗留系统和工作流管理系统互操作性问题的解决方案,文中详细介绍了通信适配器的具体作用以及具体的实现步骤,并在最后介绍了基于 Web Service 的通信适配器的具体实现过程和其内部结构。

1 相关技术介绍

不同的、异构的应用系统和工作流管理系统的互操作性必须利用分布式计算环境实现,分布式计算的基本原理是客户机/服务器模式。

传统的分布式计算技术中,较有代表性的当属 OMG 的 CORBA、Microsoft 的 DCOM 和 SUN 的 RMI,但每种技术在跨平台性方面都有或多或少的局限性,比如 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)虽然并不局限于某一种开发平台和语言,但由于 CORBA 中各个 ORB(Object Request Broker)使用 IIOP 协议进行通讯,而企业防火墙有时会注意到 IIOP 新协议并阻止 ORB 的通信,从而使 CORBA 的应用受到限制;DCOM(Distributed Component Object Model)更适用于 Windows 环境,尽管其可以在非 Windows 平台上使用,却由于其初始设计是针对 Windows 平台的而使得其在非 Windows 平台上运行时效率大打折扣;尽管 RMI(Remote Method Invocation)的跨平台能力很好,对纯 Java 应用的集成能力很强,但 RMI 并没有跨语言的互操作能力,而是要求需要通信的两端都是 Java 运行环境。

Web Service 技术作为一种新的分布式计算技术,通过使用标准的 XML 协议和信息格式用于在 Internet/Intranet 上展现各种应用服务。其主要目标就是使用标准的 XML 协议在现有的各种异构平台的基础上构建一个通用的与平台无关、语言无关的技术层,各种不同平台之上的应用依靠这个技术层来实现彼此的连接和集成。这些应用通过包装成 Web Service,使用 XML, SOAP, WSDL 和 UDDI 等技术把它们的函数或方法作为 Web Service 接口来显示,对于调用它们的其它应用来说,这些应用无论其开发语言、平台如何,都是一个可调用的 Web Service。

Web Service 同其他的分布式技术相比,其优越性

主要表现在:

① 简单性。相对于其他的分布式技术,Web Service 技术更便于设计、开发、部署、使用和维护,它使得创建跨越多个应用程序的商务流程处理变得相对简单。

② 开放性。Web Service 是基于开放标准的,如 HTTP, XML, SOAP, WSDL 以及 UDDI 等规范,因此许多支持这些标准协议的应用也同时支持 Web Service。一般而言,企业级防火墙只允许 HTTP 包通过,而 Web Service 的各项实现技术正是基于 HTTP 的,从而 Web Service 可以轻松通过企业防火墙而不会被拦截,这正是 Web Service 的一大优势。

③ 透明性。Web Service 是黑箱操作,并且可以在不知道 Web Service 是如何实现的情况下被重用,客户在使用 Web Service 时,无需知道其内部的实现机制,这极大地减少了客户的工作量。

2 工作流管理系统通信适配器的设计与实现

2.1 工作流管理系统通信适配器的总体结构

为了解决工作流管理系统和各种遗留应用系统的互操作性问题,一种实现思路是直接对工作流管理系统的内部结构进行改造,在其基础上直接增加 CORBA、DCOM 等分布式组件,并在各种遗留系统上作同样的改造,但这种实现方式比较复杂,而且违背了开放封闭原则,可扩展性差,对工作流管理系统内部结构的修改有可能造成其工作不稳定、甚至崩溃。根据开放封闭原则,在对工作流管理系统的改造过程中应该对扩展开放,而对修改封闭,不能采取简单的修改其内部结构甚至改变其业务逻辑的方式,而应该在其原有功能的基础上进行扩展以使其适应新的应用和环境,为此,如图 1 所示,构建一个通信适配器,基本目的是屏蔽各种应用系统在和工作流管理系统互操作时的差异,使它们能透明、一致的与工作流管理系统交互。该通信适配器可以减少应用系统和工作流管理系统的耦合,减少不同应用系统直接与工作流管理系统交互带来的风险。

通信适配器分为服务端和客户端,服务端位于工作流管理系统内部,实现与工作流管理系统的直接交互,客户端在各种应用系统端,实现与各种遗留系统的直接交互。

通信适配器的构建主要完成如下几个方面的

工作:

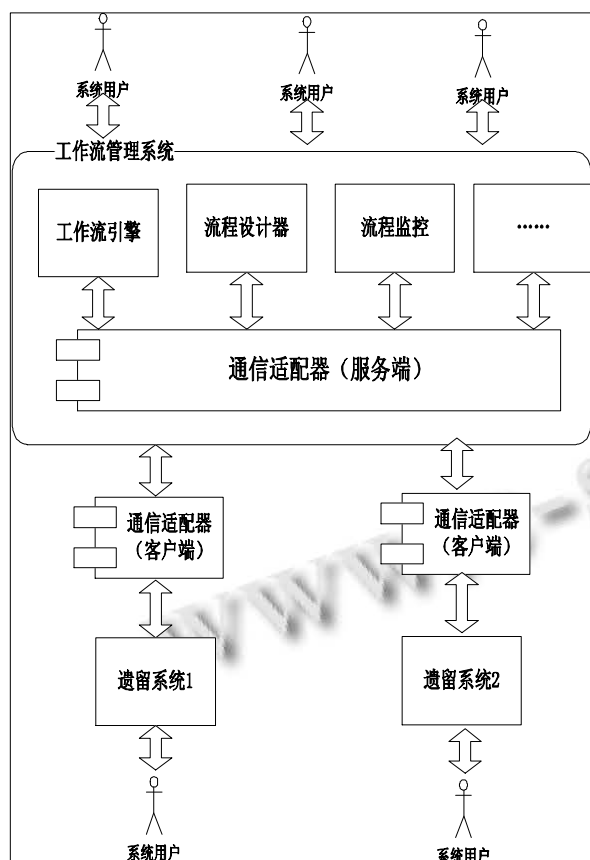


图1 通信适配器总体结构图

(1) 对 workflow 管理系统功能的封装。由于系统间的异构性，各种应用系统无法和 workflow 管理系统直接交互，应用系统首先通过通信适配器的客户端发起对服务端请求，由通信适配器服务端根据应用系统的请求内容完成与 workflow 管理系统的直接交互，因此，从功能层面上说，通信适配器服务端必须可以提供与原有 workflow 管理系统的功能进行抽象和概括，将功能进行分门别类，并将接口暴露给各个应用系统。

(2) 对通信适配器服务端提供的各种接口的实现。由于通信适配器服务端直接实现与 workflow 管理系统的交互，因此对于通信适配器服务端提供的每种功能都必须要有完整的实现。比如对于部署流程这个功能，通信适配器服务端不仅要把此功能抽象出来，将接口和需要的参数暴露给应用系统，在其内部的具体实现中还要实现对 workflow 管理系统的直接操作，通过调用 workflow 管理系统的相关函数将应用系统传递过来的流

程定义实际部署到 workflow 管理系统上去。

(3) 对各个遗留应用系统的改造。为了实现应用系统和通信适配器服务端的互操作性，必须利用各种分布式技术对各个应用系统进行结构的改造，增加一个通信适配器的客户端，在保持各个应用系统原有功能不变的情况下实现与 workflow 管理系统的互操作性，这种互操作性是通过通信适配器的服务端和客户端的通信实现的。通信适配器的客户端可以使用 CORBA 或 DCOM 组件，也可以使用 Web Service 技术，这取决于通信适配器的具体实现方式，但由于应用系统平台的异构性和数据表示方式的差异性，客户端在具体实现上会因依赖的应用系统不同而有很大的不同。

(4) 数据格式的转换。由于各种应用系统的异构性，它们对数据的描述方式可能差异很大，从而导致各个系统间无法正确识别对方传递的数据。这个问题的一种解决办法就是利用 XML 来对数据进行描述^[2]，XML 作为一种可扩展的标记语言，由于其平台无关性和自描述性而被广泛应用于数据交换和集成领域。数据格式的转换主要分为如下三个步骤^[5]：

- ① 将应用系统的内部数据转换为用 XML 描述的数据格式。
- ② XML 表示的数据在各个应用间传递。
- ③ 接受 XML 数据的应用对数据进行处理，抽取其中的数据然后转换为本系统需要的数据。

同时，基于以上对各种分布式技术的分析，结合当前项目的实际，由于项目涉及的遗留系统在平台独立性等方面的要求很高，而且各种遗留系统在数据描述方式上差别也很大，通信适配器的构建采用 Web Service 技术以适应各种不同的异构平台。

基于 Web Service 的通信适配器的系统结构图如图 2 所示，其基本思路是通过建立 Web 服务平台，将各种遗留应用系统和工作流管理系统进行 Web 服务改造^[1]，利用各应用系统的业务逻辑建立相应的 Web 服务接口，并发布到 UDDI 中，应用系统和工作流管理系统的互操作性通过调用相关的 Web 服务接口来实现^[4]。其中，遗留应用系统的 Web 服务由通信适配器的客户端提供，workflow 管理系统 Web 服务由通信适配器的服务端提供。

构建基于 Web Service 的通信适配器的实施流程如下^[6]：

- ① 建立 UDDI，方便服务的发布和查询。服务可以发布到全球统一的 UDDI 注册服务器，也可以发布

到企事业单位专用的 UDDI 注册服务器, 又或者直接将服务发布给使用者, 最典型的方式就是通过 Web 站点。这三种服务发布方式各有其优缺点, 具体选择什么样的方式要根据企事业单位本身的实际状况以及服务的类型而定。在本次项目中, 由于政府部门已经部署了专用的 UDDI 注册服务器, 因此在具体实践中采用了第二种方式, 使用专用的 UDDI 便于服务使用者发现服务, 也便于服务提供者对服务的维护。

② 对 workflow 管理系统原有功能进行抽象和概括, 将其部署到 Web Service 服务器中, 以 Web Service 的形式发布, 使其他系统 (主要是通信适配器的客户端) 可以通过 SOAP 进行调用。如果希望将各应用系统提供的服务也发布成 Web Service, 则在通信适配器的客户端也要对应用系统的功能进行抽象和服务的发布。

③ 实现通信适配器服务端和客户端的各种功能。

④ 将通信适配器发布的服务进行描述, 生成服务的描述文档 WSDL, 并注册到 UDDI 中。

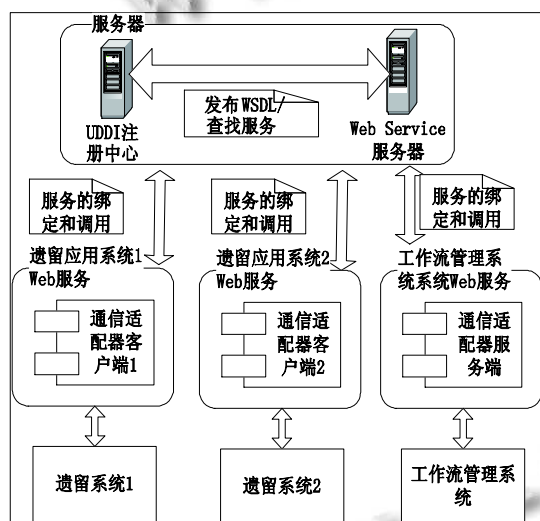


图 2 基于 Web Service 的通信适配器总体结构图

2.2 通信适配器的内部结构

如图 3 所示, 通信适配器的服务端主要由消息处理器, 消息实现库、日志记录器和异常处理器组成, 消息处理器在系统部署阶段将其暴露出的接口注册到 UDDI 以完成服务的注册和绑定, 在运行阶段主要完成服务的接收、合法性验证、服务的查找和分发等工作。消息实现库主要用以完成对消息处理器所暴露接口的实现工作, 消息实现库实现了与工作流管理系统的直接交互, 对遗留系统的各种服务请求进行了处理。日志处理器和异常处理器分别用以完成事件的记录和

异常的处理以及数据恢复工作。

通信适配器的客户端主要由消息处理器以及数据适配器组成, 同服务端的消息处理器类似的地方是, 如果需要将遗留应用系统的功能也封装成 Web 服务并发布出去的话, 客户端的消息处理器也要完成对遗留系统所提供服务的注册、绑定、查找、分发等工作, 更重要的是, 客户端的消息处理器要接收遗留系统的服务请求, 在进行必要的验证工作和数据包装后, 客户端将请求发送给通信适配器的服务端。当通信适配器服务端返回结果后, 消息处理器要将结果及时返回给遗留系统。数据适配器主要完成遗留系统和通信适配器服务端数据格式的适配问题以及自适应数据传输问题, 主要分三个部分, 分别是模式转换、数据抽取和自适应数据传输。模式转换主要用于将遗留系统的数据转换成 XML 格式, 并通过数据抽取将 XML 数据中通信适配器需要的数据抽取出来。同时, 由于遗留系统和通信适配器交换的数据也可能是非 XML 的数据, 比如 PDF 文档, 音视频文件等, 这些需要采用 SOAP 附件的形式完成数据的传输, 自适应数据传输主要实现对各种服务的自动甄别并采用正确的数据传输方式。

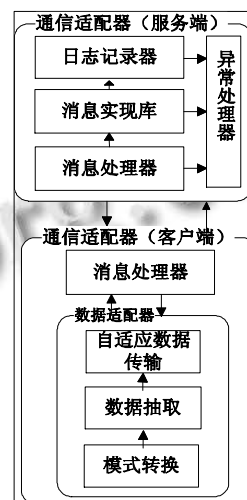


图 3 通信适配器的内部结构

2.2 通信适配器的内部结构

图 4 所示内容是辽河流域水环境风险评估与预警平台建设及示范研究课题项目结构图的一部分。在实际项目中, 通信适配器服务端的 Web 服务是基于 XFire 构建的, XFire 是新一代的 Java Web 服务引擎, 它使得在 JavaEE 应用中发布 Web 服务变得轻而易举。XFire 的主要特性是支持将 POJO 通过非常简单的方式发布

成 Web 服务,这种处理方式不仅充分发挥了 POJO 的作用,简化了 Java 应用转化为 Web 服务的步骤和过程,也直接降低了 SOA 的实现难度,为企业转向 SOA 架构提供了一种简单可行的方式。

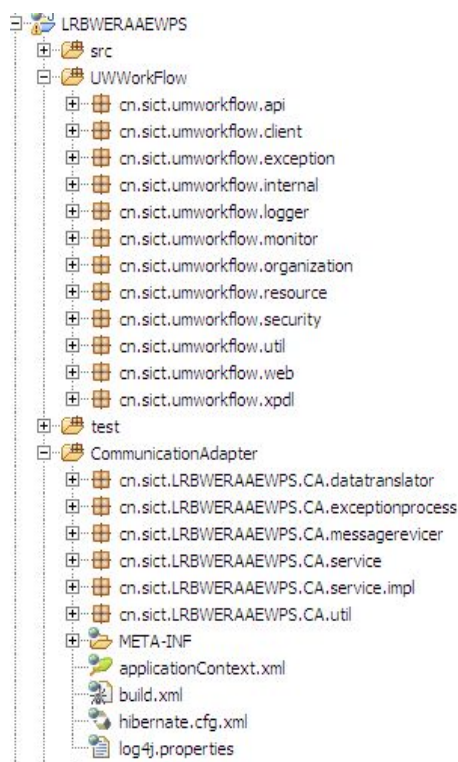


图4 通信适配器及相关模块项目结构图

图4中 UWorkFlow 是实验室自主开发的一款与 workflow 管理联盟 (WfMC) 参考模型保持一致、基于过程定义语言 XPD1 的工作流管理系统,其完成了 WfMC 标准中所定义的大部分核心功能,包括建立时期的功能、运行时期的控制功能以及运行时期的部分交互功能, UWorkFlow 采用了开源软件 JaWE 作为其工作流程的图形化设计器,并有相应的管理监控工具对工作流的运行实例、活动实例的状态情况进行监控和管理。但由于 UWorkFlow 在最初构建时只是作为一个大型应用的单一模块,未考虑到与其他遗留系统的集成问题,因此在本项目中虽然可以复用 UWorkFlow,但必须构建一个通信适配器去解决 UWorkFlow 和遗留系统的互操作性问题。项目结构图中 CommunicationAdapter 文件夹内容即是通信适配器的包目录结构,其中 cn.sict.LRBWERA AEWPS.CA.service 包是对 UWorkFlow 功能的服务封装,并将此包中接口在 XFire 的服务描述文件 services.xml 中进

行描述,以实现 Web 服务的注册和绑定。cn.sict.LRBWERA AEWPS.CA.service.impl 是对以上服务的具体实现,在实现过程中,充分遵循了接口与实现相分离的原则,并利用 Spring 实现对对象的管理,由 Spring 容器来管理对象之间的依赖关系,变主动查找为依赖注入。这种实现方式可以减少层与层之间的依赖,利于工程的扩展和修改。cn.sict.LRBWERA AEWPS.CA.datatranslator 主要用以解决各系统间数据格式的适配问题。

通信适配器客户端的实现方式与服务端的实现方式类似,所不同的是由于遗留系统的异构性,各种客户端在实现语言以及对 Web Service 的实现方式上会有很大的区别,比如对于基于 Java 的遗留系统,可以利用 Xfire 及 Ant 工具实现对 Web Service 服务的查找和绑定,对于基于 C# 的遗留系统,由于 Visual Studio.NET 内建功能中提供了对 Web Service 的调用,利用 Visual Studio.NET 即可直接实现对 Web Service 服务的查找和绑定。

3 结语

本文主要介绍了一种实现 workflow 管理系统和各种异构遗留应用系统互操作性的解决方案。通过 Web Service 可以很好的解决各种异构系统间的互操作性问题,目前该解决方案已应用到辽河流域水环境风险评估与预警平台建设及示范研究课题中,并很好的解决了 workflow 管理系统和各种遗留应用系统间的互操作性问题。随着 workflow 技术的成熟,workflow 管理系统必然越来越广泛的应用到各企事业单位中,也必将涌现出更多的有关 workflow 管理系统和异构应用系统间互操作的解决方案。

参考文献

- 1 赵昌赣.异构 workflow 管理系统的互操作性研究.计算机光盘软件与应用,2010,6:7-9.
- 2 李红信,范玉顺.基于 Web Service 的异构 workflow 管理系统的集成和互操作性研究.信息与控制,2003,32(3):193-197.
- 3 汪涛,吴耿峰,黄力芹. workflow 管理的现状和未来趋势.小型微型计算机系统,2001,22(2):232-235.
- 4 左敏.企业应用集成中的 workflow 管理系统研究.重庆:重庆大学,2009.
- 5 杨漂尘.基于 Webservice 的企业应用集成方案设计与应用.西安:长安大学,2007.
- 6 吕波.基于 WEB 服务的 EAI 研究与应用.西安:长安大学,2007.