

一种基于 BPEL4WS 的柔性化工作流程模型的研究

刘 利, 徐汀荣

(苏州大学 计算机科学与技术学院, 江苏 苏州 215021)

摘 要:文中介绍了 workflow 技术发展现状及其存在的柔性化制约, 同时介绍了 BPEL4WS 的相关概念。针对当前传统的 workflow 系统存在的柔性化制约, 在 WfMC 提出的 workflow 元模型的基础上, 结合 BPEL4WS 的标准, 从整体规划的角度, 给出了一个柔性化的 workflow 管理系统的模型 BP-WFMS, 并对其柔性化的具体表徵做出相应的探讨。

关键词:BPEL4WS; 柔性化; workflow; Web 服务

中图分类号:TP302.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3751(2006)02-0188-03

Research of a Flexible Workflow Model Based on BPEL4WS

LIU Li, XU Ting-rong

(Computer Science & Technology School, Soochow University, Suzhou 215021, China)

Abstract: The state of workflow and the requirement for flexibility of workflow are described. Then the relevant contents and concepts of BPEL4WS are introduced. On the basis of metal-model is posted by WfMC. Combining with the standard of BPEL4WS, a WFMS supporting the flexibility and its general architecture are presented. Characteristics of flexibility of this WFMS are discussed in detail.

Key words: BPEL4WS; flexibility; workflow; Web services

1 workflow 技术发展现状

workflow 系统是以规格化的流程描述作为输入的软件组件, 它维护流程的运行状态, 并在人和应用之间分派活动^[1]。在大中型的企业组织间, 使用 workflow 的目标之一就是跨组织边界的应用系统集成(EAI), 同时为参与的部门和组织暴露一个统一的用户接口(UI), 并提供一个方便的生成执行任务列表的机制。随着 J2EE 和 .NET 这种成熟的大型集成平台的可用, 运行在这样一种平台上的 workflow 管理系统才能真正发挥 workflow 系统的附加价值, 因而, workflow 技术也就越来越受到重视和推广。WfMC 致力于 workflow 规范的标准化, 并提出了一个广为接受的工作流元模型和 XPD L workflow 定义语言。按照 WfMC 的工作流元模型的定义, 一个 workflow 管理系统是严格的面向过程的, 适合于执行逻辑结构化和事先确定的经营过程。在建模阶段静态定义了过程模型后, 即集中部署于企业或部门防火墙保护下的内部网中, 由 workflow 引擎统一解释执行。

随着信息时代的发展, 企业间基于因特网的交互加剧, 不同的企业或部门间很容易结成一个动态联盟。虚拟企业中的各成员组织之间的业务流程是动态变化的, 有些非结构化或半结构化的流程在建模时无法明确定义。在此背景下, 就需要 workflow 管理系统不仅是分布的, 还应具

有敏捷性和柔性, 以适应不可预测的外部环境的变化。

workflow 的柔性包括选择性柔性和适应性柔性。选择性柔性即在建模时就考虑到 workflow 流程的种种可能, 并设计冗余路径和 join-split 结构, 由 workflow 引擎在运行时进行选择。这种柔性通过传统 workflow 的静态建模即可实现, 但当定义一个较为复杂或动态流程时, 就会存在不足。适应性柔性即 workflow 实例在运行时, 动态适应流程的变化和修改, 动态地选择路由和流程任务。通过对现有的传统 workflow 系统的分析可知, 其柔性化的不足主要表现为^[2]:

1) 被集成的资源和应用在建模和部署时, 即被静态绑定, 无法适应企业经营过程中业务环境变化所引起的工作流资源动态分配的情况。

2) workflow 系统被静态建模, 不能根据 workflow 实例的运行状况、运行时相关数据信息而动态地建立模型。活动之间的路由规则一旦事先被设定好, 在运行时就不容易更改。而在实际中, 业务流程逻辑往往是易变的, 甚至是半结构化或非结构化不能确定的。

3) 传统 workflow 系统在事务处理上存在不足, 大多数 workflow 系统本身就没有对事务进行处理的概念。

4) workflow 在执行过程中会因为内、外部的原因产生错误, 传统 workflow 对于例外的处理能力尚不尽如人意, 往往需要人工干预。

2 BPEL4WS 概述

Web 服务是一种分布式的计算模型, 基于以下行业

收稿日期: 2005-05-19

作者简介:刘 利(1981—), 女, 安徽霍邱人, 硕士研究生, 研究方向为数据库及信息系统; 徐汀荣, 教授, 研究方向为网络与数据库、数据挖掘、算法设计、图像处理。

标准技术:WSDL(用于描述)、UDDI(用于发布和发现)、SOAP(用于通信)^[3]。Web 服务使用户能够

以平台独立和语言独立的方式连接不同的组件,在连接时可以轻松地穿越防火墙。因此,这种 IT 技术的出现为解决工作流的分布性提供了一条自然而然的新途径。现有企业可将自己的应用向外发布为 Web 服务,供客户调用,甚至一个工作流系统中的子流程也可以被封装成一个 Web 服务。跨组织的和企业内部的 Web 服务的有效集成也作为一个亟待解决的问题越来越引起重视。

于 2002 年 8 月推出的 Web 服务的业务流程执行语言(Business Process Execution Language for Web Services, BPEL4WS)规范,是将 IBM 的支持图形化的流程式描述语言规范 WSFL 和 Microsoft 的结构化流程描述语言规范 XLANG 融合起来的产物^[4],其定位是成为整合方面的 Web 服务标准^[5]。

与 WfMC 所发布的标准规范不同,BPEL 并不是一个关于业务流程规格化定义的标准。此规范只是描述如何处理输入的消息,定义一种可执行的流程,而不是对流程状态进行建模^[1]。它就是用来打破 Web 服务的孤立,把它们连接起来,并指定怎样共同使用一组 Web 服务来实现更复杂的功能。顾名思义,此规范的重点在 Web 服务,更适合于基于因特网的松散耦合的异构环境下的 Web 应用集成。

BPEL4WS 所定义的是可执行业务流程,WfMC 所定义的是基于状态的工作流管理系统,两者有明显的不同^[1]。主要表现在:

- 1)前者是面向消息、以对输入消息响应的定义为中心的;后者则是基于状态,以活动状态的迁移概念为中心;
- 2)因为 Web 服务是没有状态的,所以前者标识流程实例就很复杂,引入了消息相关集。而后者则在每个流程实例生成同时生成了显式的实例 ID;
- 3)前者的每一个流程表现为一个服务,而后者提供了一组集中的 API,客户端通过调用 API 完成与所有流程实例的交互。

由此可以看出,并不能简单地把 BPEL4WS 看成一个完善的工作流系统的标准。所以文中在分析比较了两种不同标准的基础上,将两者互补起来,提出一种基于 BPEL4WS,也即是基于 Web 服务的柔性化的工作流模型 BP-WFMS。这种元模型是对 WfMC 所提出的工作流元模型的扩充和修改,较好地解决了以上所述的传统工作流系统中存在的柔性化的制约问题。它适合应用于大中型企业间各部门组织需要穿越防火墙的异构应用集成环境,及基于广域网的业务过程重组(BPR)。

3 总体结构

基于 BPEL4WS 的柔性化工作流模型 BP-WFMS 基

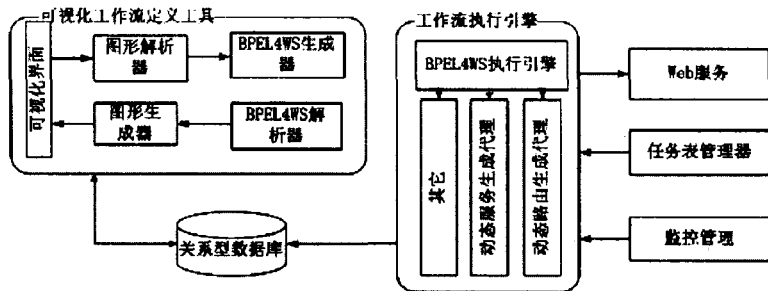


图1 BP-WFMS元模型总体架构图

BP-WFMS的主要功能组件包括:可视化的流程定义工具、工作流执行引擎、用户任务列表管理器、监控管理、可调用的 Web 服务等。其中工作流执行引擎中包括 BPEL4WS 执行引擎、动态路由代理、动态服务代理等主要组件。由此总体架构可以看出,BP-WFMS 在整体结构上遵循 WfMC 的工作流领域的标准化定义。用户可以利用可视化定义工具定制流程模型,遵循 BPEL4WS 规范,生成业务流程的 BPEL 和 WSDL 文档。BPEL4WS 执行引擎负责对流程的 BPEL 和 WSDL 文档解释执行,生成流程实例,调用 Web 服务参与流程。动态路由代理和动态服务代理则分别负责工作流运行时的动态路由生成和应用系统在实时条件下的动态集成。用户或者参与者可通过任务列表管理器与执行引擎在运行时态进行实时交互。

4 关键技术

4.1 业务应用的动态绑定

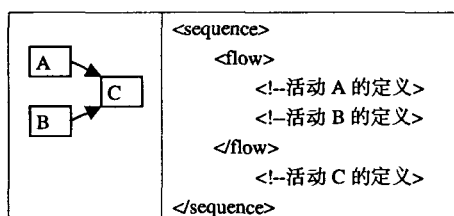
在传统的工作流系统中,在定义流程模型时,其各应用结点的具体实现都已经被绑定,如果客户应用发生改变,则必须重新定义工作流模型,这样就无法满足工作流的柔性化需求。

在 BP-WFMS 中,工作流中所涉及的具体应用都被封装成 Web 服务,通过 BPEL4WS 描述的业务流程逻辑组织起来。BPEL4WS 将与流程交互的其它服务称为伙伴(partner)。在流程定义时,仅需要指定不同伙伴将提供的端口类型和操作,将伙伴的定义及实际涉及的伙伴的特征分开。当业务流程在执行时,对于所选的具体伙伴的实际端口和 Web 服务的信息,由服务引用(Service Reference)提供。把服务引用分配给伙伴的方法有许多种^[3]。一种是静态绑定方式,即把包含固定信息的服务引用分配给伙伴;另一种方法比较复杂,即部署信息指向某种动态绑定的机制。在业务流程被执行时,这种机制可根据某个环境的需要和情况,确定合适的服务引用,完成任务的执行。例如,这种机制可访问 UDDI,获取潜在的服务供应商的所有详细信息,然后根据这些信息选择最合适的服务供应商。采取这种依据服务引用静态或动态的绑定的伙伴和 Web 服务的方式,工作流系统中的集成应用可相对外部环境的变化进行自我调整。

4.2 工作流逻辑的形式定义

工作流的 6 种流程逻辑包括:顺序、与聚合、与分支、或聚合、或分支、循环。在 WfMC 的 XPD L 流程定义语言中,可以利用 <join> 与 <split> 标签对上述 6 种流程逻辑做出明确的定义。在 BPEL4WS 标准中提供了结构化的活动,使用这些原语活动组合成更复杂的算法,可以方便地映射为 WfMC 中定义的 6 种逻辑。它们分别是:<sequence> 构造可用来定义一组步骤的有序序列;<while> 构造可用来定义一个循环;<switch> 构造可用来对多条路径选择;<flow> 构造可用来指明一组活动应该并行地执行。下面仅以“与聚合”为例,说明利用 BPEL4WS 的结构化活动进行映射的方法,如表 1 所示。

表 1 “与聚合”的 BPEL4WS 映射



4.3 动态路由

工作流系统具有适应性柔性,就必然要求工作流模型不能是“僵硬”的,其在运行时必须具有动态路由的功能,以适应柔性定义中的不确定性。一种解决方案,是将工作流定义的部分工作推迟到运行时完成^[6],即在建模时进行动态建模,仅仅确定工作流模型中最基本的活动与路径;在运行时,再根据流程环境和流程执行情况,按照一定的规则对实例中的活动和路径进行扩展。这种动态建模中建立起来的工作流模型,不能由传统的工作流引擎解释执行,必须有相应的具有动态路由生成功能的工作流引擎进行解释执行。

BP-WFMS 可以实现动态路由。在 BPEL4WS 标准中,提供了定义抽象流程的功能^[5]。这种抽象流程是不可执行的,可被看作业务流程的视图,有意隐藏了内部细节和复杂性。在工作流的建模阶段,可利用建模工具定义一个代表抽象流程的业务模型,其中仅包含工作流的基本活动描述。在运行时,由具有动态路由生成功能的工作流引擎解释执行。该模型中的工作流引擎引入的动态路由由代理,是在工作流实例运行时,实现扩展工作流逻辑的功能,使工作流得以正常推进执行。

在此,可把代理理解作为一种自主、异步、能为用户执行特定的任务、能够在多个网络节点之间迁移驻留并具有一定智能的软件实体。代理中有相关的基于 ECA(Event-Condition-Action)规则(用来表示活动之间的逻辑关系)和活动组合规则(用来约束流程的动态创建过程,从而保证流程定义的合理性)^[7],能够根据运行的环境进行自学习。在工作流开始运行时,基本的业务模型生成了相关的实例,动态路由代理根据业务流程运行时的上下文环境,通过活动规则和选择规则,理解并扩展整个工作流,动态

地生成路由,适应不可预测的情况,减少不必要的工作,实现工作流流程的适应性柔性。

4.4 异常和事务处理

工作流系统具有柔性还需要表现在另一个方面,即对于突发和异常事件的处理能力。对于突发或异常事件,工作流应该具有较强的适应性,能够对其做出正确的反应,处理许多无法预料的情况。相应的,工作流系统还应具有事务处理的能力,对于异常事务,应有相应的补偿功能。

BP-WFMS 基于 BPEL4WS 的标准,可以显式地捕获 Web 服务调用及流程执行时的异常和错误,并通过执行 <faultHandler> 标签中指定的子程序来处理这些错误。此外,已完成的活动在晚些时候可能需要被撤销,因为这些活动是一个时间更长的事务的一部分,而这个事务不得被终止。BPEL 提供了允许指定 Web 服务间长期运行的事务及其相应的补偿回滚的功能。BPEL4WS 通过 <scope> 标签来封装流程中可补偿、可恢复的工作单元;通过 <compensationHandler> 和 <compensate> 允许流程的创建者定义用于撤销一个工作单元并把数据恢复到执行该工作之前的样子的特定操作。

5 结束语

文中针对当前传统的工作流系统存在的柔性化制约,在 WfMC 提出的工作流元模型的基础上,结合 BPEL4WS 的标准,从整体规划的角度,给出了一个柔性化的工作流管理系统的模型 BP-WFMS,并对其柔性化的具体表徵做出相应的探讨。下一步的研究将集中于文中提出的工作流的动态路由生成代理的具体完善方面,主要工作包括规则的形式化表述、动态路由生成代理的推理选择等。

参考文献:

- [1] Baeyens T. The state of workflow[EB/OL]. <http://jbpm.org/state.of.workflow.html>, 2003.
- [2] 王东勃,王润孝,全勛峰,等. 基于动态结构的柔性工作流建模方法研究[J]. 计算机应用研究, 2004(6): 67-81.
- [3] Leymann F, Roller D. Business processes in a Web services world[EB/OL]. <http://www-128.ibm.com/developerworks/cn/webservices/ws-bpelwp/index.html>, 2002.
- [4] 周坤,邓保华,林齐圣,等. 面向 WEB SERVICES 动态复合的流程自动化系统的研究与实现[J]. 计算机应用, 2005, 25(1): 85-90.
- [5] Weerawarana S, Curbera F P, Khalaf R, et al. Business Process with BPEL4WS[EB/OL]. <http://www-128.ibm.com/developerworks/cn/webservices/ws-bpelcol/index.html>, 2002.
- [6] 杨叶勇,张基温. 工作流柔性模型的定义方法[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(3): 752-754.
- [7] 邓水光,吴朝晖,俞镇. 支持动态建模的工作流管理系统的研究与设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2004, 16(5): 712-717.