

SOA 的工作流管理系统的研究与设计

段会宁, 陈德运, 裴树军

(哈尔滨理工大学 计算机科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘 要:针对现代企业信息资源的异构、分布、松耦合等特点,通过分析现有 workflow 技术和产品的不足,设计并实现了基于 SOA (Service-Oriented Architecture) 的工作流管理系统。该系统依据软件工程可复用理论,采用 Web Service 技术,方便地实现了 workflow 软件的服务化,使得用户间、企业间的交流和资源共享变得更为简单方便。实践证明:该系统适用于分布式异构环境,具有运行可靠、重用性强、可扩展、易维护和高集成的特点。

关键词:工作流; SOA; 工作流管理系统; Web Service

中图分类号: TP311.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2683(2009)05-0072-04

Workflow Management System Based on SOA

DUAN Hui-ning, CHEN De-yun, PEI Shu-jun

(School of Computer Science and Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

Abstract: Information resource of modern enterprise is more heterogeneous, distributed and incompact-coupling. In connection with these features, this paper has analyzed the deficiency of the current workflow technology and product, designed and implemented the workflow management system based on SOA (Service-Oriented Architecture). The system bases on reusable software engineering theory, adopts the technology of Web Service and expediently implements software as service of workflow, which makes the exchange between users and enterprises easier and more convenient. It has proved that this system is applicable to distributed and heterogeneous environment, it is reliable, reusable, extensible, and easy to maintain and integrating.

Key words: workflow; SOA; workflow management system; Web Service

0 引 言

工作流的概念起源于上个世纪 70 年代生产组织和办公自动化领域,它是针对日常工作中具有固定程序的活动而提出的,提出的目的是提高办公效率、降低生产成本、提高企业生产管理水平 and 竞争力。工作流技术是实现企业业务过程建模^[1]、业务过程仿真分析、业务过程优化、业务过程管理与集成,从而最终实现业务过程自动化的核心技术。作为

一门 20 世纪 90 年代新兴的技术,近年来引起了越来越多学者的关注和研究兴趣,它不但在企业的业务流程管理领域获得了广泛的应用,而且正逐渐成为信息领域和管理科学领域最具发展潜力的方向之一。

随着计算机的普及、网络的延伸,现代企业的信息资源越来越表现出一种异构、分布、松散耦合等特点。因此,现有的工作流管理技术和产品,都或多或少地存在着一些不足,主要体现在:模型内容有限,不能满足流程多样的要求;柔性差,模型很难扩展;

收稿日期: 2008-06-04

作者简介: 段会宁 (1983—),女,硕士研究生, E-mail: duanhuining@163.com;

陈德运 (1962—),男,教授,博士生导师。

模型缺乏对分布环境的支持;可重用性不高;易使用性、互操作性不高。

基于 SOA 的工作流管理系统针对这些不足,采用了一种新型分布式技术,即 Web Services 工作流技术^[2],它提供了基于 XML 的、与实现语言和平台无关的、在互联网上应用程序相互调用的技术,设计并实现了工作流管理引擎的 Web 服务和客户端,使工作流管理系统具有了强大的开放性、互操作性、语言和平台的无关性,可以满足企业跨部门、跨组织、跨平台的、分布式的应用需求。

1 基于 SOA 的工作流管理系统的分析设计

1.1 工作流技术与工作流管理系统

根据工作流管理联盟 (Workflow Management Coalition, WfMC) 的定义,工作流是一类能够完全或者部分由计算机自动执行的业务经营过程,在此过程中,文档、信息或任务按照预定的一系列规则在不同的执行者 (包括人员或应用软件) 之间传递、执行。工作流技术主要包括工作流建模技术、工作流实现技术,以及工作流执行和管理。工作流是个过程行为,对工作流进行过程建模是工作流管理系统的基础,也是难点。工作流过程建模是把一个具体、复杂、完整的业务过程 (包括 "Who", "What", "When" 三要素) 用抽象模型表示出来,并通过计算机实现操作。

在工作流定义的基础上, WfMC 给出了工作流管理系统的定义:工作流管理系统^[3]是一个软件系统,它完成工作流的定义和管理,并按照预先定义的工作逻辑完成工作流实例的执行。不同的工作流管理系统在实现方法、底层通信机制、应用范围有很大差距,但在用户的应用层上看,都应该提供以下 3 方面的功能支持:

1) 设计功能。对工作流的业务流程及组成这些业务流程的活动进行定义和建模^[4]。

2) 运行控制功能。在一定的运行环境下,负责创建、执行和控制工作流实例,激活相应的资源和应用,并完成过程中从一个活动到另一个活动的控制转移。它是整个工作流管理系统的核心部分。

3) 运行交互功能。在运行中,工作流管理系统与工作流参与者及外部应用程序进行交互的功能。

WfMC 构建了一个通用的系统实现模型,这个模型与各种不同的实现方法相关联,可以适用于市

场上大多数产品,模型图如图 1 所示。

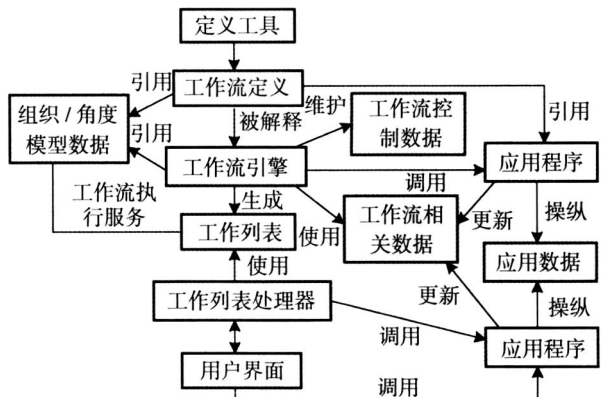


图 1 工作流管理系统的结构

1.2 SOA 的相关介绍

面向服务的体系结构 (Service-Oriented Architecture, SOA) 是一个组件模型,它将应用程序的不同功能单元 (称为服务) 通过这些服务之间定义良好的接口和契约联系起来。接口是采用中立的方式进行定义的,它应该独立于实现服务的硬件平台、操作系统和编程语言。这使得构建在各种这样的系统中的服务可以以一种统一和通用的方式进行交互。

SOA^[5]被认为是传统紧耦合的、面向对象模型的替代者。SOA 要求开发者从服务集成的角度来设计应用软件,并考虑复用现有的服务,或者检查如何让服务被重复利用。与传统架构相比, SOA 具有更多优势:松散耦合、粗粒度、基于标准、共享服务。SOA 着重强调软件组件的松散耦合^[6],并使用独立的标准接口。图 2 是一个面向服务的架构 (SOA) 典型结构:

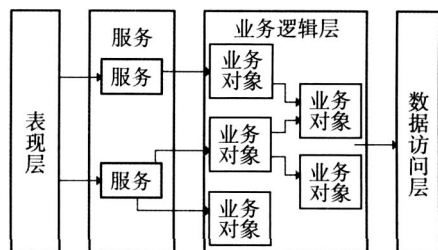


图 2 面向服务的架构

1.3 系统的理论依据

基于 SOA 的工作流管理系统采用了结构化分析设计方法 (Structured Systems Analysis and Design Method, SSADM), 结合先进的面向对象分析设计 (Object-Oriented Analysis and Design, OOAD), 依据软件工程可复用理论的最新成果而分析设计实现。

SSADM是强调开发方法的结构合理性以及所开发软件的结构合理性的软件开发方法. 结构是指系统内各个组成要素之间的相互联系、相互作用的框架. 结构化开发方法提出了一组提高软件结构合理性的准则, 如分解与抽象、模块独立性、信息隐蔽等. 按照自顶向下, 逐层分解的方式, 不论系统的复杂程度和规模有多大, 分析工作都可以有条不紊地开展. 对于大的系统只需多分解几层, 分析的复杂程度并不会随之增大.

SSADM从3个角度来把握需求. 像机械制图从主视图、俯视图和左视图3个方面去描述一个物体一样, 需求也需要从多个方面、多个角度进行分析, 这样才能准确把握. SSADM分别从功能、数据、对话3个角度对需求进行把握, 如图3所示.

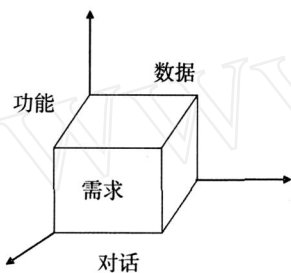


图3 SSADM分析视图

面向对象^[7]的分析与设计是现代软件企业广为采用的一项有效技术. OOAD方法要求在设计中要映射现实世界中指定问题域中的对象和实体. 这就需要设计要尽可能地接近现实世界, 即以最自然的方式表述实体. 所以面向对象技术的优点即为能够构建与现实世界相对应的问题模型, 并保持他们结构、关系和行为模式.

1.4 系统的关键技术

通过引言中 workflow 管理系统发展过程中出现的不足, 可以看出目前 workflow 技术中的一个主要缺点: 缺乏一个标准化的集成框架来支持对企业常用的分布式、异构应用的集成^[8]. 这主要是因为传统的分布式计算模型 CORBA (Common Object Request Broker Architecture, 公用对象请求代理程序体系结构)、DCOM (Distributed Component Object Model, 分布式组件对象模型)、Java RMI (Java Remote Method Invocation, Java 远端函数调用) 等对操作系统、编程语言的特定局限, 以及由于受到网络环境的限制, 大多使用专有协议通过特别的端口进行远程通信, 不能很好地支持客户端和服务端通过 Internet 进行通信, 平台依赖性大、跨平

台交互能力差, 只能在对等体系结构间进行通信. 而 Web Service 则是在现有的各种异构平台的基础上构筑了一个通用的与平台无关、与语言无关的技术层, 各种不同平台之上的应用依靠这个技术层来实施彼此的连接和集成. 将 Web Service 引入到 workflow 技术当中, 将 workflow 产品以软件服务的方式来提供, 可以满足企业 workflow 的分布性、跨平台性、互操作性等要求. Web Service 以其简单性、易实现性获得了大多数厂商的支持, 支持跨平台的互操作, 能够访问包装成 Web Service 的各类应用系统. 同时, 基于 SOA 的思想也方便了不同的伙伴企业间 workflow 的互访, 他们各自完成其内部流程模型的建立, 同时对外公布其交互的接口, 以实现不同企业间 workflow 模型的连接.

基于 Web Service 的 workflow 管理系统的模型如图4所示.

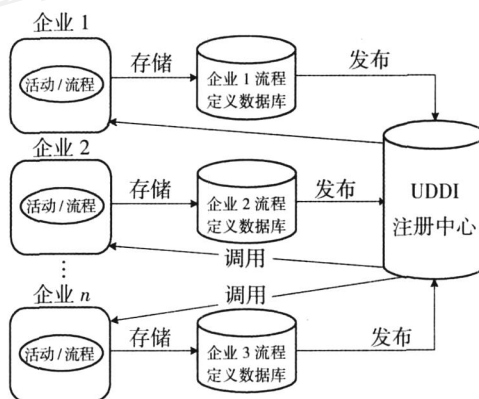


图4 基于 Web Service 的 workflow 管理系统模型

此外, Web Service 本身的实现机制体现了将软件作为服务的理念. 采用这项技术, 企业可以很容易地将 workflow 发布到网上, 使得其他企业可以共享 workflow 软件服务, 降低了信息化建设成本.

2 系统的整体架构及实现

2.1 系统的整体架构

系统采用基于 MVC (Model-View-Controller, 模型—视图—控制器) 设计模式的多层系统架构, 该架构克服了传统的 MVC 设计模式中控制器部分在整个系统中既控制模型组件的选择和调用, 又负责将模型组件提供的数据传递给特定的页面处理的局限性, 其特点如下:

①将控制器划分为状态层、路由控制层、扩展业务层、业务层等; ②在本系统中作为视图实例的表现层由 XML 数据经 XSL 解析生成, 视图与控制

器之间只通过数据总线进行 XML 数据传送,彻底剥离了二者之间的耦合关系;③分隔基础数据结构、调度逻辑和所有视图相关代码,并创建用于所有页面控制器的公用基类,避免代码重复并提高一致性和可测试性。

在该架构的体系结构中,应用系统是基于 4 个层次来实现的,基于 SOA 的工作流管理系统的整体架构如图 5 所示。

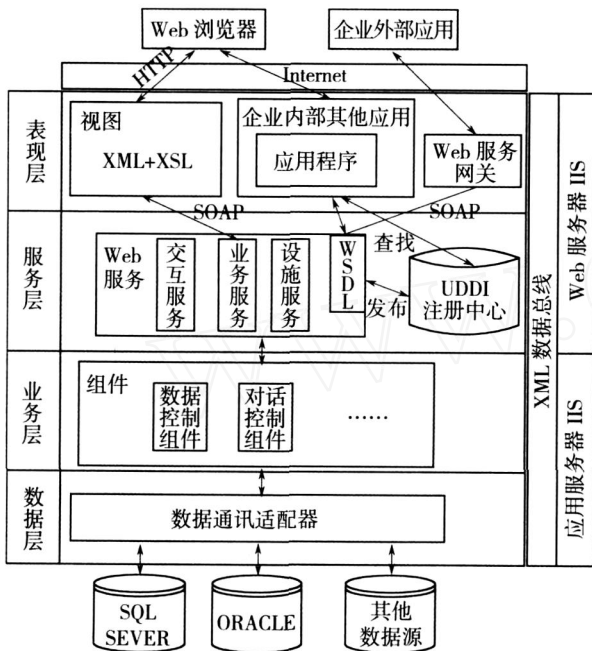


图 5 基于 SOA 的工作流管理系统总体结构

数据层:主要实现系统基本数据结构的逻辑描述、异构数据库适配器等功能。

业务层:基础的业务处理控制,实现各种业务逻辑组件和部分服务编排内容。

服务层:实现软件服务建模和服务编排的内容,将系统的外部可见功能封装为粒度不等的服务,实现功能调用与功能实现的完全剥离。

表现层:是用户交互的接口,为用户体现系统的业务操作并展示应该执行的任务,以及调用功能服务层所提供的服务。用户可以使用 Windows 窗体或 IE 浏览器来取得系统提供的服务功能。另外,在获得系统提供的 Web Service 上,可以直接查询 UDDI 注册中心,调用所需的服务。

2.2 系统的实现

基于 SOA 的工作流管理系统的实现主要分为 3 个步骤,即用标记语言映射业务流程,对工作流的业务流程进行建模和部署工作流引擎。

1) 映射业务流程。业务流程的映射是系统实

现的第一步,在获取了目标业务和已有组件应用的信息之后,首要任务是确定并且文档化组织内全部现有的手工和自动化的业务流程,从流程中抽取出原子级的企业业务活动,使用 XML 定义活动。

2) 业务流程建模。业务流程建模 (BPM, Business Process Modeling) 是对业务流程进行表述的方式,它是过程分析与重组的重要基础。在跨组织业务流程重组的前提下,流程建模的主要目的就是方便不同的伙伴企业间工作流的互访,他们在各自完成其内部流程模型的建立同时,对外公开其交互的接口,以便实现不同企业间工作流模型的连接。在建模过程可以建立一个完整的工作流过程或者是工作流中一个单独的活动,并将其发布到 UDDI 注册中心以提供对外服务,在流程建立过程中可以新建也可以调用企业 UDDI 中心已有的活动定义,从而方便快捷地建立跨企业工作流集成,并能很容易地实现工作流的对外服务。

3) 工作流引擎的实现。工作流引擎负责解释过程定义并且控制过程实例的运行。本系统工作流引擎的设计思想是:各个工作流执行引擎均被封装成一个 Web Service,隐藏其内部实现,对外提供统一的接口,这些接口包括了与工作表、监视工具、其它服务调用等接口。在工作流管理系统中,由多个工作流引擎协同工作来推进工作流实例的执行。每个工作流引擎负责控制和管理一个过程中的一部分活动,使用相关的资源和应用工具来完成这些活动的执行。同时,在这样一个系统中,企业运行过程中所需要调用的异构应用程序可以首先封装成 Web Service,供活动直接调用。各个工作流引擎之间以及工作流引擎与用户 Web 界面之间采用 SOAP 消息的方式进行交互。

3 结 语

本文设计的基于 SOA 的工作流管理系统已经应用到实际的项目开发中。本系统使用了 Web Service 技术,由于该技术采用简单、易于理解的标准 Web 协议作为组件界面描述和协同描述规范,屏蔽了不同软件平台的差异,具有高度的可集成能力,适用于分布式异构环境,这样相关企业就无需购买工作流软件,而是以方便、廉价的方式访问工作流服务提供商者提供的软件服务。

(下转第 79 页)

允许控制下所对应的系统吸引域 Ω (P, 12. 109 2) $\cup$ Ω (P, 12. 357 6).

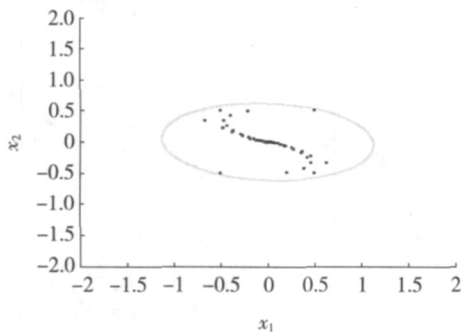


图 1 系统吸引域

2 结 语

本文研究了多输入离散时滞线性系统的稳定性,并给出了检验闭环系统是全局渐近稳定还是局部渐近稳定的判据.本文的系统是确定的,以后可以考虑不确定离散时滞线性系统.

参 考 文 献:

[1] DESOR C A, W NG J. An Optimal Strategy for Saturating Sampled

Data System [J]. RE Trans, Automat Control, 1961, 6 (1): 5 - 16

[2] L N Z, SABER I A. Semi-global Exponential Stabilization of Linear Systems Subject to "Input Saturation" via Linear Feedbacks [J]. Systems & Control Letters, 1993, 21: 225 - 239.

[3] SABER I A, L N Zong-Li TEEL R. Control of Linear Systems with Saturating Actuators [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 1996, 41 (3): 368 - 378.

[4] CHO I Jinhoon. On the Stabilization of Linear Discrete-time Systems Subject to Input Saturation [J]. Systems & Control Letters, 1999, 36: 241 - 244.

[5] ZHAO Ke-you, WEI Ai-rong. On Asymptotic Stabilization of Linear Discrete-time Systems with Saturated State Feedback [J]. Acta Automatica Sinica, 2005, 31 (2): 301 - 304.

[6] 巫宇霞, 陈东彦, 张军安. 具有控制约束的连续系统的渐近稳定性 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2007, 12 (4): 113 - 114.

[7] 司玉琴. 饱和系统稳定性及 L_2 性能分析 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2008: 10.

[8] 唐功友, 胡乃平, 赵艳东. 受扰非线性时滞系统近似最优跟踪控制 [J]. 电机与控制学报, 2008, 12 (2): 266 - 212.

(编辑:王 萍)

(上接第 75 页)

参 考 文 献:

[1] 李建强, 范玉顺. 一种 workflow 模型的性能分析方法 [J]. 计算机学报, 2003, 26 (5): 513 - 522.

[2] 张志君, 范玉顺. 一种高性能的分布式 workflow 系统实现框架 [J]. 计算机集成制造系统, 2003, 9 (6): 431 - 435.

[3] 史美林, 杨光信, 向 勇, 等. WFMS: 工作流管理系统 [J]. 计算机学报, 1999, 22 (3): 325 - 334.

[4] 范玉顺. 工作流管理技术基础 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001: 35 - 40.

[5] BM. What is service-oriented Architecture (SOA) [EB/OL]. <http://www-128.ibm.com/developerworks/webservice/newto/#1>.

<http://www-128.ibm.com/developerworks/webservice/newto/#1>.

[6] 刘 博, 范玉顺. 面向服务的工作流性能评价及指标相关度分析 [J]. 计算机集成制造系统, 2008, 14 (1): 160 - 166.

[7] VOSSSEN G, WESKE M. The WASA2 Object-oriented Workflow Management System [C] // Proceedings of ACM SIGMOD '99, Philadelphia, PA, USA, 1999: 587 - 589.

[8] 李红信, 范玉顺. 基于 Web Service 的异构工作流管理系统的集成和互操作研究 [J]. 信息与控制, 2003, 32 (3): 193 - 197.

(编辑:温泽宇)