基于 Web 的工作流管理系统*

卫 欣, 李志蜀
(四川大学 计算机学院, 四川 成都 610064)

摘 要: 工作流技术既体现了企业管理计算机化的趋势,又突出了经营过程的重要性,已经成为当前企业管理的一个理想模式。从理论上阐述了工作流和工作流管理系统的概念,研究了一种以企业业务流程为中心的工作流模型,结合 J2EE 技术,提出了系统的实现框架。

关键词: 工作流; 工作流管理系统; 业务流程模型
中图法分类号: TP393 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2004)07-0194-04

The Web-based Workflow Management System

WEI Xin, LI Zhi-shu
(School of Computer Science, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610064, China)

Abstract: The workflow technology not only embodies the trend of computer management but also emphasizes the importance of enterprise business processes. We state the theory on workflow and workflow management system; we research a workflow mode realizing the computer management of enterprise business processes. We propose a web-based workflow management and give a main frame of realizes this management combining with J2EE technology.

Key words: Workflow; Workflow Management System; Business Process Model

0 引言

由于企业间竞争的加剧,传统的管理方式已经越来越不能满足企业发展的需要,这就迫切要求企业改善自身的管理模式,即对企业的业务过程进行计算机化管理。同时,随着企业组织结构和企业经营环境的变化,传统的以产品为中心的管理系统也不能满足现代社会的需求,以业务过程为中心的管理系统越来越显现出其重要性和优越性。本文通过研究工作流和工作流管理系统,在 Web 平台上构建了一个面向企业业务流程的满足需求的工作流管理系统。

1 工作流和工作流管理系统概述

根据工作流管理联盟(Workflow Management Coalition, WfMC)给出的工作流定义是:工作流是一类能够完全或者部分自动执行的经营过程,它根据一系列过程规则、文档、信息或任务能够在不同的执行者之间进行传递与执行。工作流主要是用来描述一个企业的业务过程,所谓业务过程是指为了实现某个业务目标而进行的一系列相互关联的活动,因此一个工作流可以看作对企业具体业务的抽象和计算机化。同时,工作流强调了各种广义的信息在具体执行者或者执行机构之间的传递和执行,相对于过程模型,工作流模型更多的是以一种动态的模式呈现出来,这种模式必须在计算机上能够被执行,否则就失去了它的意义。工作流技术是支持现代企业经营过程重组、经营过程自动化的一项关键技术,它通过对经营过程进行明确的定义和表示,使其能够被计算机所支持和运行,从而实现企业过程管理与过程控制。

工作流是一种反映业务流程的计算机化模型,而工作流管理系统就是支持企业经营过程高效执行并监控其执行过程的计算机软件系统。换句话说,工作流管理系统就是一个执行工作流的应用平台,为企业的业务系统运行提供一个软件支持环境,它的功能类似于一个操作系统,但是其本身并不执行业务过程。工作流管理系统并非实现完全的自动化,它非常注重人的参与和管理,工作流参与者在整个系统的运行中起着非常重要的作用。这就要求工作流管理系统提供给使用者一个良好的交互界面,才能更好地完成对企业业务运行的支持。

2 企业业务过程模型的研究

目前,随着对工作流研究和应用的增加和工作流管理系统产品的增多,人们建立了各种针对不同业务流程的模型。不同的模型对应了不同的业务模式,但是一个通用的模型应该能应用在不同的业务流程中,能从本质上抽象出商业业务过程的结构和机制,便于对不同的商业项目都能使用同一种模型进行建模。比较常见的通用模式是基于活动网络图的工作流模型,基于时间 Petri 图的工作流模型,以及基于组件的分布式工作流模型。本文主要采取的是基于活动网络图的模型。

在一个基于活动网络图的模型中,一个工作流模型是一个七元组 A(Namespace, Process, Flow, Activities, Resources, Rules, States)。

(1) Namespace 是整个模型所定义的名字空间,所有的命名都应该在这个名字空间之内。

(2) Process 是模型的工序的集合,也就是活动网络图中的

收稿日期: 2003-08-14; 修返日期: 2003-09-27
基金项目: 四川省科技厅重点资助项目(D101GG001-06)

节点集合。Process 可以分成两类: 实体 Process、虚拟 Process 和状态 Process。实体 Process 是流程中一个确定执行的工序, 每一个实体 Process 都有确定的属性, 对应每一个属性都有确定的值。虚拟 Process 是流程中一类 Process 的代表, 在多层结构的活动网络图模型中, 一个虚拟 Process 代表了下层所有子工序在上一层的逻辑表示。状态 Process 主要用于对规则的判断, 如对时间限制的判断、对分支类型的判断等。在 Process 中, 必须显式地标志开始工序和结束工序, 便于工作流的运行。每一个工序都有一个触发条件, 在模型中主要采取消息传递和事件驱动的机制来控制流程的执行。

(3) Flow 是模型中所有流的集合, 代表了控制信息和数据信息的转移。Flow 主要分为控制流和信息流。控制流表示流程的执行过程, 体现了不同工序在业务流程中的执行顺序; 而信息流主要表示资源、文档和数据在工序间的转移。

(4) Activities 是一组活动的集合, 主要表示在业务流程中的工序和流的活动, 分为原子操作(Atomic Activity) 和复杂操作(Complex Activity)。主要有以下几种: Assign(Atomic), Call(Atomic), Delay(Atomic), Empty(Atomic), Join(Atomic), Choice(Complex), Sequence(Complex), Switch(Complex), Until(Complex), While(Complex)。

(5) Resources 表示在业务流程中调动的资源, 主要有人员、设备、文档和渠道等。在资源调度中可能会引发竞争, 这就需要一个仲裁机制来解决因为独占资源引起的死锁。

(6) Rules 表示在流程中一组规则的集合, 这些规则有的是显式定义的, 有的是隐含在流程中的。这规则包括工序执行条件的设定、执行顺序的设定(如与分支、或分支、与合并、或合并)、执行时间的设定等, 其中比较重要的是执行顺序的设定。执行顺序的主要有以下几种: 或分支, 即前续工序只能触发后续工序中的一个; 与分支, 即前续工序触发所有后续工序(可能引起资源竞争); 或合并, 即只要有一个前续工序的状态处于 Complete 就能触发后续工序; 与合并, 即所有前续工序的状态都处于 Complete 才能触发后续工序。

(7) States 用来表示工序的运行状态, 如开始、结束、挂起和正在运行等。

3　基于Web 的工作流管理系统的设计

一个完整的工作流软件如图 1 所示。

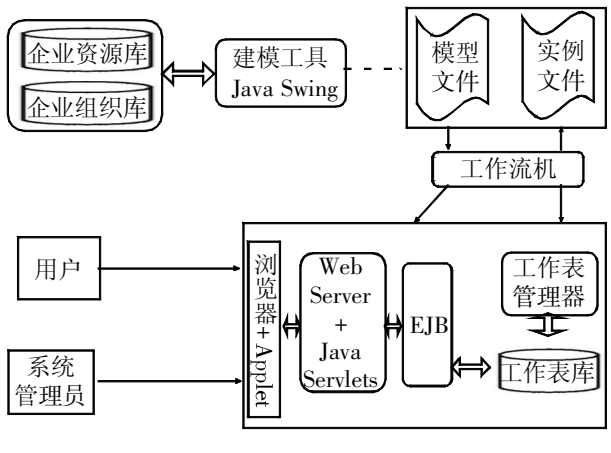


图 1　工作流系统总体设计

整个系统分为三个主要部分: 业务流程建模、数据库维护和用户界面。系统采取的是 B/S 三层模式, 分别为数据层、业务层和表示层。

3.1　业务流程建模

首先要对业务作深入的需求分析, 明确企业的组织结构, 各个组织机构之间及其内部的具体业务处理过程、处理过程中的数据来源及流向, 然后对每个组织机构的各个工作进行细化, 即定义每个工作的工作过程、数据流向, 通过对各个组织机构的工作进行归纳, 提取元工作流; 抽取出各个元工作流之后, 还不能真正成为一个系统, 因为各个元工作流还是孤立和分散的。这就要求将各个基本的元工作流通过定义一定的过程规则加以组合形成高层次的工作流, 这种高层次的工作流具有通用性和动态性的特点, 因为元工作流是与具体组织机构无关的, 而过程规则是可以自定义的。基于这个原理, 应该分层次进行建模, 在对一个流程进行定义时, 首先将整个流程按照时间顺序地分为有序的阶段。每个阶段的属性包括:

阶段名称 Phase Name(用户指定); 输入和输入准则 Entry Rules(文件形式, 用户可以流的方式指定); 输出和输出准则 Exit Rules(文件形式, 用户可以流的方式指定); 执行条件 Conditions(文件形式, 用户可以通过 Information 的文档绑定给出); 行为集合 Action Set(用户指定); 责任人指派 Owner(从资源数据库中获得); 资源分配 Resources(包括人力资源、物力资源; 从本阶段内流程的汇总获得); 相关文档绑定 Information(从信息数据库中获得); 所耗时间 Duration(本阶段内流程的关键线路); 费用 Cost(本阶段内流程的工作量汇总)。

根据流程执行中的逻辑关系对每一个阶段进行粒度划分, 即将每一个阶段划分成工序和流的集合。

工序的建模属性维护(输入、修改和删除), 包括:

工序名称 Action Name(用户指定); 工序类型 Action Type(从工序类型库中得到, 目前可以做计划估计的有 Action, Switch); 责任人指派 Owner(从资源数据库中获得); 资源分配 Resources(包括人力资源、物力资源; 从资源数据库中获得); 相关文档绑定 Information(从信息数据库中获得); 所耗时间 Duration(用户给出工序的工作量估计); 费用 Cost(用户给出工序的成本估计)。

流的建模属性维护(输入、修改和删除), 包括:

流名称 Flow Name(用户指定); 流类型 Flow Type(物流、信息流和控制流); 责任人指派 Owner(从资源数据库中获得); 指定输入工序 From Action(从已有的工序清单中获得); 指定输出工序 To Action(从已有的工序清单中获得); 指定流传输方式 Transformation Way(物流、信息流或控制流); 资源分配 Resources(包括人力资源、物力资源; 从资源数据库中获得); 相关文档绑定 Information(需要传输的文档, 从信息数据库中获得)。

下面用一个具体实例来说明:

一用户向某公司订购一批产品, 该公司决定是否接受订单, 如果接受则组织生产并组装后运给用户的一个流程(图 2)。建模是将公司的一项较大型的活动按部门和时间及工作的流程制定的阶段性任务, 以及各阶段性任务间的相互关系用模型化的手段表现出来。它分为组织项、过程、流三大模型。

(1) 组织项

所谓组织项即该工作在流程中需要哪些部门进行管理、执行及协调。本例需要四个不同的组织项如下:

①顾客(包含 “做订单 ”和 “收货 ”两个过程) ;

②企业销售及市场部(包含 “收到订单 ”和 “风险评估 ”两个过程) ;

③企业生产部(包含 “设计产品 ”、“生产部件 ”和 “组装 ”三个过程) ;

④企业运输部(包含 “包装 ”和 “运货 ”两个过程) 。



图 2 一个企业业务流程的实例

(2) 工序

所谓工序即大型的活动中细分的任务。例如:

名称 生产部件

它具有以下两个子过程:

子过程 1 零部件生产

过程类型 活动

输入流 (设计产品) - >

输出流 - > (质量检测)

所需资源 六个生产一线工人和三台生产机器

评估指标 起始时间、结束时间

子过程 2 质量检测

过程类型 活动

输入流 (零部件生产) - >

输出流 完成 - > (组装)

所需资源 五个质检人员

评估指标 起始时间、结束时间

(3) 流

所谓流即各相关过程间的联系及制约关系, 它分为物资流、控制流及信息流三种: 物资流即上一过程向下一过程传输物资。控制流即上一过程向下一过程直接转移; 信息流及上一过程向下一过程传递信息。本例只有如下两个流:

①物资流 零部件生产→质量检测; 质量检测→组装; 组装→包装; 包装→收货。

②控制流 流程图中除去上面以后皆是控制流。

总的来说, 建模工具根据已有的企业资源数据库及企业组织数据库, 通过图形化(或表格) 的方法, 建立工作流程。工作流程中的工序、子工序, 流等属性的设置是根据以上两种数据库的数据来设置。建模工具还可以设置评估指标来对工作流中的时间、金额开销等进行统计、分析计算, 以利于修改工作流程。

3.2 数据库维护

数据库由企业资源库、企业组织库、中央模型库、过程实例库和工作表库组成, 企业资源库和企业组织库是已经存在于企业的数据库中的。在建模阶段建立的工作流模型被传输到中央模型数据库存储, 同时建模工具将按企业部门划分工作流, 每个部门管理工作流的一部分(叫做子工作流) , 子工作流模型将被传输到各部门的工作流机上。主控工作流机被管理员启动, 调用中央模型库中的工作流模型并同时激活第一个工序。部门工作流机将收到的子工作流由工作表管理器处理后形成工作表, 存储在工作表数据库中, 用户可以登录用户界面得知要完成的任务并对工作的执行情况进行输入。输入的结果将被返回到主控工作流机并存入工作流实例数据库, 管理员可以监控工作流的执行情况, 实时地调整工作计划。上一个部门的工作完成后将激活下一部门的工作流机(如果上一部门有文档传入下一部门, 将其放置于实例文件中传回主控工作流机并存于实例数据库中, 下一部门的工作流机被激活后, 将检测是否已经达到运行的条件, 如果在模型文件中需要上一工作流机的文档, 则查询实例数据库, 若有则调用该文档, 若无则报错并转入出错处理) , 再依次完成相应的活动。最后一个部门的工作任务完成后将通知主控工作流机工作完成。

3.3 用户界面

系统的使用者有三类: 系统管理员、部门管理人员和普通用户。三者的权限是不一样的, 所以系统的首页就是一个登录页面, 登录界面为系统的安全性考虑设置身份验证, 通过 ID 和口令实现对访问权限的限制。通过身份验证后, 建立同工作流机的连接, 允许使用者进入管理界面, 进行后续操作。使用者工作完毕, 退出系统的同时进行注销操作。

(1) 系统管理员具有最大权限, 可以增加、修改、删除流程模型和运行案例; 设置工作流流程与活动实例的各种属性; 对流程模型的访问和管理进行权限设置; 对工作流与活动的执行人为干涉与改变, 以及通过 Web 页面实现对组织人员的管理。系统管理员界面如图 3 所示。

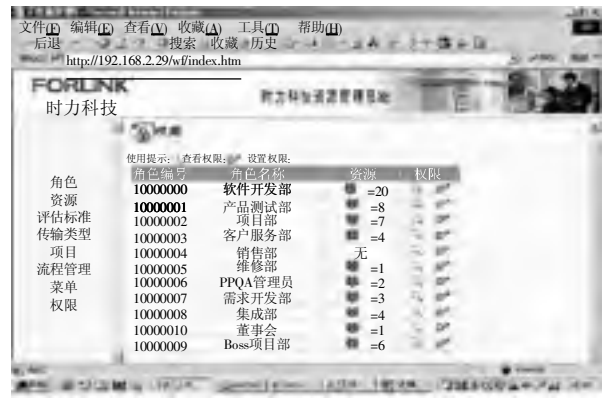


图 3 系统管理员界面

(2) 部门管理人员的权限是通过选取一个流程模型建立一个案例, 对案例进行预估; 在预估中获得流程的关键线路; 在执行中对案例进行过程监控; 通过过程监控及时进行流程调整和资源的调配; 在执行中对文档的管理等。此外, 管理人员还可以在案例执行中, 选择性地输出甘特图、数据报表和统计图, 如每个工序所花费的开支、所需的各种资源数量、开始时间、结束时间、所属领域(组织) 、总开销、平均值、最大值、最小值等。

(3) 用户界面主要是对具体的某一部门的工作流而设计的, 其主要功能是查询工作表, 了解每个工序、决策和流的名称、摘要、完成期限、开始时间、结束时间和状态。确定开始某一工序, 填写该工序的状态, 填写工序的开始时间、结束时间、负责人等。该界面输入的内容将转换成实例文件的形式, 传送到主控工作流机并存入实例数据库, 管理员通过管理界面进行监控。

根据上面的设计, 实现了一个基于 Web 的工作流管理系统, 这个系统采用 B/S模式, 对不同身份的用户提供了不同的

权限, 在执行过程中使用消息传递的方式来触发后续任务。通过实践, 该工作流管理系统较好地满足了公司的需要, 极大地优化和提高了公司项目管理的效率。

4　总结和展望

本文通过一个公司内部使用的基于 Web 的工作流管理系统的设计和实现, 探讨了工作流技术的理论模型和在现代企业业务流程中的具体应用, 力图说明计算机化管理对提高企业效率和生产管理水平的巨大推动作用。

目前, 基于 Web 技术的工作流管理系统日益受到人们的重视, 这一方面来自工作流技术的成熟, 另一方面来自 Web 服务的不断发展。但是, 原有的 Web 服务描述语言只适合用于查询股票价格之类的简单信息, 对于大规模服务中的部分高综合性协调作业, 目前的服务描述语言无法进行更为详细的描述。基于 XML 的 Web 服务协调语言 "Web Service Choreography Interface(WSCI) "的产生给我们带来了新的希望。WSCI 能够描述特定处理中 Web 服务交换信息的 "流程 ", 同时还能描述协调多项 Web 服务时的信息交换。因此, 可以全面表现由多项 Web 服务构成的复杂处理。WSCI 可描述在大规模的复杂业务流程中如何利用 Web 服务, 填补了业务流程管理和 Web 服务之间的空白。而且这种业务流程不限于单个企业, 还可以扩大到多个组织及企业之间。这就使得基于 Web 的工作流技术进入了一个全新的发展阶段, 下一步的研究将主要在这上面开展。

参考文献:

[1] ssaf Arkin. Business Process Modeling Language, BPML 1. 0 Last Call Working Draft[S] . Copyright 2002, BPMI. org.

[2] Asuman Dogac. A Workflow-based Electronic Marketplace on the Web. Software Research and Development Center[R] . Middle East Technical University, Technical Report, 2001.

[3] 范玉顺. 工作流管理技术基础 ——实现企业业务过程重组、过程管理与过程自动化的核心技术[M] . 北京: 清华大学出版社; 施普林格出版社, 2001.

[4] 李伟平, 李莉, 薛劲松, 等. 工作流管理系统实现技术研究[J] . 计算机集成制造系统 —— CIMS, 2002, (3) .

[5] 张涛, 战洪飞, 孙静, 等. 基于 Web 的企业工作流管理系统的研究[J] . 计算机应用研究, 2002, 19(5) : 130-133.

[6] 王辅东, 魏峻. 面向 Web 服务的工作流建模语言比较[J] . 计算机应用, 2002, 22(11) .

[7] 赵海, 马殿富, 怀进鹏, 等. 一种基于 Web 的工作流系统的设计与实现[J] . 北京航空航天大学学报, 2001, (8) .

作者简介:

卫欣(1979-) , 男, 陕西汉中人, 硕士研究生, 研究方向为计算机网络与系统; 李志蜀(1946-) , 男, 重庆人, 博士生导师, 研究方向为计算机网络、智能系统。

(上接第 183 页) 个接口, 使得 PSS 对象可以注册到容器集成的 PSS 服务中去。这个接口的原型为: int init(CosPersistentState: : Connector connector) 。

5　CCM 系统集成PSS 后构件的配置及调用过程

构件在运行前需要打包部署, 在此过程中, 与构件相关的 PSS 的下列元素可以被配置: Catalog、Connector 的标志、构件的持久性的事务策略、持久存储的访问参数、存储 Home 的标志。

在容器中集成 PSS 服务以后, 安装构件包时, 部署基础设施将配置信息从部署描述符中读取出来, 传送给构件容器, 构件容器使用以下的过程来装载 PSS 动态链接库:

- 根据配置, 查找 Connector;
- 装载动态链接库, 并调用动态链接库的初始化方法, 使动态库有机会注册各个 Factory;
- 根据配置文件, 创建会话;
- 根据配置的 Pid 查找存储 Home;
- 为执行体设置存储 Home。

至此, PSS 动态链接库装载完毕。

6　总结和展望

PSS 有两种可选的特性: 事务支持和透明持久性。本方案在 CCM 系统实现的容器中集成了可称为 "支持透明持久性的兼容的 PSS 实现 "。在 CCM 容器集成 PSS, 使得客户可以高效方便地访问数据庞大、基于分布异构数据系统的应用 , 并为构件开发人员定义了持久 API。容器为用户提供透明的持久化管理, 这样使得构件能够被快速开发, 集成持久状态服务系统的优势充分体现。下一步的工作主要在于安全方面, 安全服务为 CORBA 客户端和服务器间的交互提供安全保障。PSS 是为服务开发者提供的服务, 要嵌入整个 CORBA 安全框架中, 它的实现应帮助应用开发者利用 Datastore 提供的安全特性来实现安全的 CORBA 应用。

参考文献:

[1] ORBA Components(version 3. 0) [S] . Object Management Group, Inc. , 2002.

[2] Persistent State Service Specification[S] . Object Management Group, Inc. , 2001.

[3] Transaction Service Specification(version 1. 2) [S] . Object Management Group, Inc. , 2001.

[4] Common Object Request Broker Architecture and Specification(version 3. 0) [S] . Object Management Group, Inc. , 2002.

[5] Ed Roman. Mastering Enterprise JavaBeans™ and the Java™ 2 Platform, Enterprise Edition[M] . John Wiley & Sons, Inc.

[6] ichael Stal. Component Technologies for the Middle-tier: CCM, EJB, COM+ [R] . Siemens AG, Corporate Technology Dept. ZT SE 2, 2000.

作者简介:

董富强(1973-) , 工程师, 硕士研究生, 研究方向为分布式计算; 王克波, 博士研究生, 主要研究方向为分布式计算; 韩伟红, 博士, 主要研究方向为分布式数据库; 贾焰, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为分布式数据库。