

Workflow Management Technology: An Opportunity and Challenge

吴朝晖 潘云鹤

(浙江大学人工智能研究所 杭州 310027)

Keywords Workflow, Workflow management, Workflow management system, BPR

过程起始、终止的活动关系网络,以及一些关于个体行为的信息,如组织成员,与IT 相关的应用和数据等。

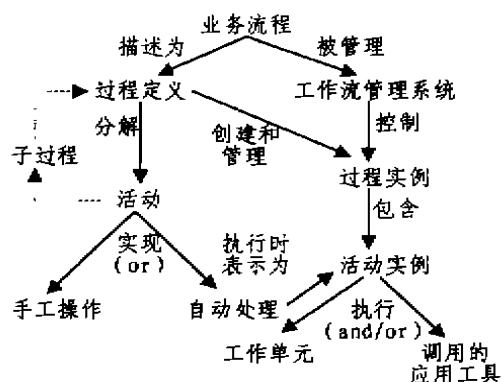


图 1 工作流基本概念间的联系

1 基本概念

- **活动(Activity)**:实现过程逻辑步骤的一项工作任务,一般分手工操作和自动处理两类,活动是过程执行中可被工作机调度的最小工作单元,要求有人或机器的参与。

- workflow 管理系统 (Workflow Management System, 简称 WFMS): 一种能定义、创建和管理 workflow 执行的系统, 它可通过单个或多个工作机运行, 来存储和解释过程定义。

- **过程/活动实例 (Process/Activity Instances):** 实际运行中的一个过程或活动。每个实例代表一个能独立控制执行、具有内部状态的过程, 可被外界通过标识存取。

workflow 系统根据其用途和技术的不 同,可分为以下四种:

- **行政管理** 工作流: 用于执行简单协同规则的可

下面简要介绍与工作流相关的基本概念及其联系(见图 1)。

· 业务流程(Business Process):在功能确定的组织结构中,能够实现业务目标和策略的相互连接的过程和活动集。例如,投保过程、项目开发过程。

- 过程定义 (Process Definition): 业务流程的形式化描述, 以支持系统建模和运行过程的自动化。过程可分解为一系列子过程和活动, 其定义主要包括描述

重复和可预测的流程,它的执行步骤和规则是事先定义的,不要求控制复杂流程和访问多个信息系统。例如申请学位、登记车辆。

· 特别(Ad Hoc)工作流:多用于执行办公流程或处理异常情况,能够提供合作协同功能,但不控制各工作顺序,支持它的 WFMS 也叫群件。

· 合作工作流:主要由参与者的交互来刻画,不象其他类型的工作流总是向前流转,它还包括循环流和反向流,如协同编辑。由于不可能预先定义后面的流程,因而很难使用现有工具对该类动态工作流进行建模。

· 生产工作流:工作流的高级形式,是关键业务流程的一种实现,直接关系到组织的功能,一般指大规模复杂异构的执行环境,包含各类的任务、人和组织。信贷业务和保险业务都属此类典型的例子。

另外,按照底层实现技术的不同也可分为:邮件型工作流、文档型工作流和过程型工作流。邮件型工作流依赖于电子邮件,适用于合作和特别工作流;文档型工作流基于文档流转的思想,限于与外部应用的交互,适用于行政管理工作流;过程型工作流对应于生产工作流,它实现自己的通讯机制,在底层数据库的基础上,提供大量与传统和新的应用的接口。

2 工作流管理

工作流管理即支持业务流程及信息过程重组的技术,主要包括以下三方面^[2]:(见图 2)

1. 业务流程建模及工作流描述:需要工作流模型及方法对工作流进行描述,并获取业务流程。工作流描述是流程的抽象,其抽象层次高低取决于工作流描述的目的。

2. 业务流程重组:需要优化流程的方法。流程优化策略依赖于重组的目标,工作流程。

3. 高层次的描述为重组提供了推理的便利。

4. 工作流执行和自动控制:需要方法/技术来执行和控制工作流定义中所描绘的任务。

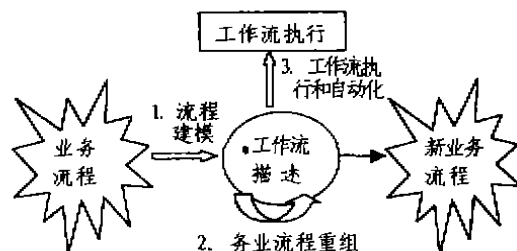


图 2 工作流管理过程

业务流程的描述与执行可采用松散耦合方式(如,

由软件工程师来完成工作流描述)或紧密耦合方式(如,由工作流描述作为 WFMS 的输入,解释产生代码来控制执行)。

2.1 业务流程建模及工作流描述

业务流程建模是为获得一个业务流程的工作流描述,其建模方法有两种基本类型:基于通信和基于活动。

· 基于通信的方法:认为业务流程重组的目标是提高顾客的满意度,顾客和执行者之间的活动简化成四步的工作流环:准备、协商、执行和接受。多个工作流环组成完整的业务流程。然而此方法存在明显不足之处:不能表明活动可否并行发生或者是否存在联系;不合适以其他对象为目标的业务流程建模;不支持工作流的演化。

· 基于活动的方法:重在对工作的建模而不是人们之间的承诺。现有系统大多采用此方法,如 InConcert 工作流包含多种任务及子任务,同一层次的各任务互相联系,每一任务都有指定角色执行它,通常系统支持任务的嵌套,各抽象层次是工作流描述的视图。高抽象层次帮助跟踪控制业务流程,低抽象层次能获取工作流的需求。

以上两种方法可结合使用。另外,还有面向对象的方法。Jacobson 描述了:如何 I)根据工作流角色识别对象;II)识别对象间的依赖关系;III)用继承等对象技术组织对象的描述;IV)描述流程所需的一系列任务。但面向对象技术没有明确支持流程建模,需要定义工作流特定类型和类,才能解决有关问题。

工作流描述通常需要一种工作流模型支持,由它的描述语言来实现。工作流模型包括一系列描述过程、任务、任务间关系及角色的定义。工作流描述语言比标准语言更高级,有图形化描述语言和基于规则的描述语言。它们都支持描述:任务结构(控制流)和任务间信息交换(数据流);异常处理;任务持续时间;优先级属性等。

· 基于规则的描述语言,用路径规则定义工作流结构和数据流,路径规则包括条件的、基于规则的和平行的。

· 图形化描述语言,提供了对工作流及任务描述的图形化界面,它支持用图标代表任务,并用各箭头联系各任务。

2.2 业务流程重组

业务流程是以市场为中心的组织行为描述,为某商业合同或满足特定顾客需求而策划,业务流程重组是对它的重新设计。流程重组的目标是设计一个“更好”的工作系统,流程优化策略依赖于重组的目标,例如提高顾客满意度,降低业务成本,提供新产品和新服

务等。

业务流程重组有两类设计方法:

1) 体系的重设计: 从评价现有业务流程入手改进它们, 消除、简化、综合它们, 从而产生新的业务流程, 并得到理想输出。

2) 全新的设计: 从产品或服务角度考虑的思想, 即以重组目标出发重新设计业务流程。

第一种方法能发挥短期效益, 而第二种则可能更好地改善业务流程, 达到远期目标。尽管两种方法出发点各异, 但都在不同程度上对当前流程进行分析和评价, 在很多情况中两者是综合应用的。

业务流程重组是基于业务流程模型的, 工作流描述中对流程高层次的描述为重组提供了推理的便利, 已经有了许多业务流程重组的尝试: 通常申请一条电话线是费时的过程, GTE 电话业务重组中应用了 RAPID 方法提高客户服务, 减少信息系统的费用; 其他著名例子是福特汽车公司的重组, 它带来了巨大经济效益。

当前应该解决的重组问题是重组后对原来的信息系统的映射, 这要求新流程的工作流描述仍能被旧系统的功能和数据所支持。

2.3 工作流执行和自动控制

现有系统利用工作流描述来产生相对应的工作流执行, 多采用紧密耦合方式。相关问题涉及工作流模型、描述语言、测试分析和指导工具、系统结构和互操作性、执行支持、可靠性和正确性。工作流模型和描述语言已经在上一节中作了讨论, 下面就余下问题进行简要分析。

测试分析和指导工具: 工作流测试工具可模拟工作流触发一定事件, 发现某些逻辑错误; 分析工具主要用于预测工作流中的瓶颈; 指导工具用于控制工作流的进展。

系统结构和互操作性: 一些系统利用开放的 C/S 结构和完整的 API, 用电子邮件或共享数据库支持用户与系统间的信息交流。

执行支持: 支持工作流执行的某些功能, 包括: 工作流动态变化, 事件的指示和通知, 用户管理。

可靠性和正确性: 工作流执行过程中会访问多个对象, WFMS 必须提供相应的并发机制、恢复和事务协调功能。当多个用户访问同一数据对象时, 并发控制是很重要的。有些系统提供访问进入退出时的检查; 有些系统允许多个用户同时存取, 系统会根据用户要求对各版本进行合并, 当然合并失败时会破坏一致性; 另一些系统利用地址传递/值传递方式。工作流恢复问题涉及在工作流异常终止时状态的正确判断, 及消除一个不能完成或已经被废弃的工作流。

• 22 •

3 工作流管理的产品和标准

最近几年, 工作流管理市场实现稳步增长, 各家分析机构也对这一潜在市场普遍看好。许多公司纷纷推出了自己的工作流产品: 如 IBM 的 FlowMark、Action Technologies Inc. 的 Action Workflow、IBM 的 Lotus Notes、Staffware 的 Staffware、FileNet 的 Visual Workflo 等。纷繁的产品带来了技术的革新和推动应用的发展, 但同时也带来了技术的不兼容性, 使得各种工作流产品之间、工作流系统同其他应用系统之间难以互操作。工作流管理的规范化工作迫在眉睫。

1993 年, 在欧洲成立了工作流管理联盟 (Workflow Management Coalition, 简称 WfMC)。它是推行工作流管理标准化的非盈利性组织, 目前大约有二百个成员, 包括供应商、系统集成商、用户和研究人员等等。该组织自成立以来, 相继制订了工作流的相关标准, 包括: 1) 访问 WFMS 服务/功能的 API; 1) WFMS 间及与应用间的协议描述; 1) 为了允许多个 WFMS 间工作流描述的交换, 有关 WFMS 模型交互的描述。主要有:

- WfMC-TC-1003(94 年 11 月)
——工作流参考模型;
- WfMC-TC-1011(96 年 6 月)
——术语和词汇;
- WfMC-WG01-1000(95 年 2 月)
——工作流过程定义读写接口;
- WfMC-TC-1009(96 年 10 月)
——工作流客户端应用 APIs;
- WfMC-TC-1013(待完善)
——应用调用;
- WfMC-TC-1012(96 年 10 月)
——工作流互操作描述;
- WfMC-TC-1015(96 年 11 月)
——审计数据规范。

此外, 对象管理组织 (OMG) 也正在和 WfMC 一起努力促使工作流与 CORBA 对象技术相结合。97 年 7 月, OMG 发布一则提议, 计划制订处理和执行可互操作的工作流对象和元数据所需的接口和语义, 从而使 WFMS 能够以 OMG 的对象管理体系结构为基础平台进行开发研制。

4 工作流管理的研究趋势

工作流管理的研究之所以如此受人青睐, 主要有两方面的原因: 从技术角度看, 它集成了来自计算机科学和管理科学各个领域的原理、方法和技术, 其中包括数据库管理、异构分布计算、系统集成和业务重组等

等,集成不同领域的概念确实具有很大的挑战性;从应用角度看, workflow 系统的可扩展、高性能、可管理、可使用、安全性都存在着很大的市场需求,高性能的 WFMS 能大幅度地提高企业的竞争能力,可取得相当可观的利润回报。

由此,近年来这方面的学术研究十分活跃,特别是在北美和欧洲等地,相应的研究机构纷纷成立,主要的研究项目有^[2]:

- Exotica (<http://www.almaden.ibm.com/cs/exotica/>): IBM Almaden 研究中心的项目,主要研究可扩展的分布式 workflow、事务通讯、移动计算、交替存储、混合 workflow 等,其大部分工作是建立在已有产品 FlowMark、Lotus Notes、MQSeries 的基础上。

- MENTOR (<http://www-dbs.cs.unisb.de>): 瑞士联合银行与德国 Saarland 大学的合作项目,主要研究基于状态和行为图表的 workflow 描述、协议验证和分布执行。

- METEOR (<http://lsdis.cs.uga.edu/workflow/>): 美国 Georgia 大学的研究项目,研制出的 ORB-Work 原型系统将利用 CORBA 进行部件间的通讯,实现分布式 workflow 核心引擎的服务框架。部分工作是以医疗保健为背景开展的。

- MOBILE (<http://www6.informatik.uni-erlangen.de/>): 德国 Erlangen 大学的研究项目,力图建立组件方式构造的 WFMS,以满足系统的可扩展性。

- Panta Rhei (<http://www.ifi.uni-klu.ac.at/~herb/workflow.html>): 奥地利 Klagenfurt 大学的研究项目,他们的原型系统支持 Internet 和高级事务的概念,其体系结构是基于 Web 技术,采用 Java 实现。

- WIDE (<http://dis.sema.es/projects/WIDE/>): 欧洲的研究项目,由米兰的 Politechnic、Sema 工作组、ING 银行、Manresa 医院和 Twente 大学多方联合主持,力图把分布式、活动数据库技术引入到 workflow 领域来,将在 Seam 产品 FORO 的基础上实现。

目前, workflow 管理领域的研究热点主要集中于^[4]:

- workflow 过程建模: 包括 workflow 过程模型和过程描述语言方面的研究,前者是对业务流程的计算化描述,概括了实现流程所需的各种必要信息: 如流程开始和结束条件、组成该过程的各个步骤、步骤间的信息传递规则以及所需调用的应用工具等等。模型一般通过文本或图形化的过程描述语言来表现。目前,已提出了许多具体的模型和描述语言,有待进一步的统一, WfMC 在规范化方面起了很大的作用。此外,基于各种形式化工具,对 workflow 模型性能进行分析和评价,也是建模过程中极为关键的一环。

- 基于 Web 的 workflow: 随着 WWW 的迅猛发展

和普及,许多 WFMS 产品开始支持各种各样基于 Web 的应用。支持 Web 的优势不仅在于不需要安装特定的客户端软件,而且便于系统资源的统一管理。目前的产品还仅限于允许在浏览器中初始化和控制 workflow。随着将来更多技术的支持,在 Internet 上包含多个 Web/workflow 服务器的跨企业的工作流系统必将成为现实。

- workflow 管理中的移动计算: 目前 WFMS 的体系结构大都集中于 Client/Server 模式,客户与服务器间的实时连接、频繁交互势必造成网络拥塞和资源瓶颈。支持移动计算的分布环境就在这种背景下提出: 移动客户只需周期性地与 workflow 服务器建立连接,接受工作任务或提交工作结果,从而减轻系统和网络的负荷,极大地提高远程办公的效率。多 Agent、移动 Agent 技术为 workflow 管理的移动计算提供了强有力的支持。

- 分布式 workflow: workflow 管理系统从支持单个工作组环境开始,现在逐步提高到企业级的功能需求。这样,单个工作流程就要允许跨越广域网上的多个服务器和客户端,通过并行计算、资源共享、分布操作使其可扩展性、可管理性得以充分体现。然而,随之而来的是需考虑分布式系统的安全性和可互操作性。

- workflow 互操作: 互操作的研究主要包括两方面: workflow 模型的互操作和 workflow 系统的互操作。微观层的模型互操作包括研究单个模型内或多个模型间的活动可互操作性,以及如何检测、分析产生的冲突,并提供可行的解决方案;宏观层的系统互操作则包括系统内部协议定义、程序接口、数据共享的可互操作,以及 workflow 系统如何嵌入到其他业务系统中或如何实现与其他异构系统的连接。workflow 互操作是 workflow 管理技术目前研究中的一大难点。

- workflow 事务管理: 事务管理是数据库技术中的一个重要概念。每个事务具有 ACID 特性,即原子性 (Atomicity)、一致性 (Consistency)、独立性 (Isolation) 和持续性 (Durability)。事务交易管理充分保证了数据操作、数据存储、系统管理的正确性、可靠性和可管理性。目前高级事务模型已在各个领域得以应用,但现有的 workflow 产品还不能显示地得以支持。

结束语 面对日趋激烈的商业竞争环境,人们需要的是更加综合化、集成化的战略解决方案,或许 workflow 管理技术的出现是一种必然,但值得我们深思的是, workflow 管理的引入是与管理思想和管理业务的转变密切相关的,它不是一贴万能的灵丹妙药能包治百病,你看国外不也是有很多公司实施业务流程重组失败的案例吗? 然而,我们不能由此对该泊来品产生恐惧,不敢尝试。他山之石,可以攻玉,我们应把 workflow 管理的引

(下转第 8 页)

的服务控制及数据功能支持移动管理服务,这就是,传统的 HLR 和 VLR 的功能被放在 IN 的服务控制点 (SCP, Service Control Point),并且可以为移动交换中心 (MSC, Mobile Switching Center) 所访问。而 MSC 则加上 IN 服务交换点 (SSP, Service Switching Point) 的功能。在这些移动性服务中,其基本 Agent 类型包括 VHE-agent。

VHE 支持服务漫游和服务可移植性,它允许用户所订购及定制的服务能随同用户漫游。基于 MA 的 VHE 功能有:漫游用户的注册、进入及进出服务的处理、在线服务的订购、动态服务更新、以及 VHE 的定制。VHE 概念的实现,为使用不同的终端系统和接入网络的漫游用户提供统一及适用的服务框架,使得漫游的用户能够以可变的能力、跨越网络 and 不同供应商的产品而统一接入,被看作是在 UMTS 中的 MA 技术的应用基准。移动计算可利用 VHE 技术实现服务伴随漫游。

五、移动计算新的研究课题

移动计算给企业带来新的机会,同时向计算机科学的研究和软件开发提出了挑战,许多新的研究课题正等待解决。由于移动 Agent 是移动计算中最活跃的概念,所以大多数研究课题都围绕 Agent 而展开。概括起来,有以下几个方面:

(1)移动及可连接性的语义:当人们要掌握移动的状况时,位置是核心问题。可连接性的新的意义在于部件之间关系的暂时性。这些概念涉及可移动性能否为应用所控制的问题,因此要求有严格的形式化的解释。

(2)码的移动性:涉及 class 的加载,Agent 的重新定位等。这将使通信变得复杂,形式多样;动态绑定设施要直接访问新位置的资源。

(3)新的并发模型和证明逻辑:以求更好地理解跨越固定拓扑结构的分布计算,和具有位置特性的部件、

并且可以跨越逻辑或物理空间漫游的新的范型之间的差别。

(4)设计方法:着重于鉴别移动和网络计算的特征模式,不同体系结构的评估和折衷,指导特定应用类的开发过程。

(5)基于 Agent 的应用:基于 Agent 的计算系统是一种新的分布计算体系结构,具有更高的自治性。一些新的问题,如 Agents 之间的通信,网上可用资源的鉴别等,都是应用开发中需要解决的重要问题。

(6)基于构件的软件技术:移动信息系统的可移动性、可变性、可移植性、可适应性等,要求有相应的软件技术的支持,以求做到软件是可重用的、可替换的、可组装的,采用预制模块的构件技术将是必然的选择。

(7)在 Web 上高速应用及其协调:提供交互环境以支持电子商务;良好的协调机制;应用程序框架的建立等。

(8)带宽随位置的变化所引起的问题。

结论 计算技术和通信技术正在走向融合,移动计算和移动通信虽然是后来者,但可能是最先达到融合的一个领域,Agent 技术则是促成融合的最活跃的因素。为促进这一新的信息系统的成长,需要计算机和通信两方面的研究者及开发者的互相学习和共同努力。

参考文献

- 1 Mobility and Network Aware Computing. Special Issue, IEEE Trans. on SE, 1998, 24(5)
- 2 Hagen L, et al. Impacts of Mobile Agent Technology on Mobile Communication System Evolution, IEEE Personal Communications, Aug. 1998
- 3 The Common Object Request Broker Architecture, OMG Document, Revision 2.0, July 1995, updated July 1996
- 4 Mobile Agent System Interoperability Facilities Specification, OMG TC Document, Nov. 10, 1997

(上接第 23 页)

入视为改进或重组我国企业业务流程的一场机遇和挑战。因而,研制符合我国国情的工作流管理系统,并有效地应用于企业,支持业务流程重组,提高企业效益和竞争能力,将是我国企业 CIMS 应用中一个现实的、迫切的、极为有意义的课题。

参考文献

- 1 Workflow Management Coalition. Glossary—A Workflow Management Coalition Specification: [Technical report]. Workflow Management Coalition. Available at: <http://www.aim.org/wfmc/>, November 1994

- 2 Georgakopoulos D, Hornick M. An overview of workflow management: from process modeling to workflow automation infrastructure. Distributed and Parallel Database, Mar 1995
- 3 Mohan C. Recent trends in workflow management products, standards and research. IBM Almaden Research Center
- 4 Mohan C, et al. Exotica: A research perspective on workflow management systems. Data Engineering, 1995, 18(1)