

WPD L²⁰⁰² 工作流 建模 企业重组

(8)

32-36

WPD L 语言编译制导的工作流建模*

Workflow Modeling Guided by WPD L Language Compiling

袁潜龙 吴朝晖 潘云鹤

(浙江大学人工智能研究所 杭州 310027)

Abstract On the basis of business process modeling, this paper introduces a WPD L language oriented method of workflow modeling. It mainly discusses how to establish a supporting platform on workflow modeling guided by WPD L language compiling. At present, its prototype system has been developed and applied successfully in the businesses of most industry.

Keywords Business process reengineering, Workflow, Workflow modeling, LR analysis

业务流程重组(BPR)是90年代产生的一种新的管理思想,其本质特征在于对企业的业务流程进行彻底的重新设计,以期最终提高企业的经营效益,它是一种着眼于长远和全局,突出发展与合作的变革理念。

工作流(Workflow)作为一种群体协同技术,是在计算操作层次上考虑组织中的工作个体,支持业务的信息库和知识库、支持个体间的信息传递、任务处理和协议达成,实现组织成员间的协同工作以期达到组织的整体目标。这一计算模型将全方位地考虑企业业务过程中的协作情况,改进和优化业务流程,实现更好的质量控制,通过灵活的弹性业务管理来大幅度提高企业的生产效率和竞争能力,为企业的再造工程、业务流程重组提供了重要的技术支持。

本文将介绍支持业务流程建模的概念化模型,以及在流程建模的基础上提出面向 WPD L 语言的工作流建模方法;着重讨论如何建立 WPD L 语言编译制导的工作流建模平台,及其工作原理;简要论述工作流模型性能分析和评价技术。

1 业务流程建模

只要我们稍稍留意一下,就能发现身边的很多应用都包含着大量的流程管理问题,例如:任务分配、资源协调、工作调度和控制等等。这些业务过程通常可从两个逻辑层次来分析其构成:任务逻辑和组织逻辑。前者体现的是任务的处理流程,即在什么时间点,应该做什么,如何去做;后者则体现企业内部的组织结构和关系;这两个逻辑层之间是通过组织策略彼此更好地集成在一起的。这种策略机制,简而言之便是“谁必须执

行哪项工作”,它屏蔽了行为活动的具体实现,使得流程的改变独立于个体工作行为的改变,从而增强了业务流程重组的分布性、灵活性和虚拟化程度,在图1中我们大致勾勒出业务流程的一般概念模型^[1],其组成的基本元素简单列举如下:

- 活动:任何一个业务流程都可以分解到最基本的行为步骤,就称为“活动”。它代表一个为完成流程的最终目的而执行的独立(最小)任务。活动可能是人工执行的,也可能是自动执行的。

- 连接:对业务流程活动之间的时间逻辑和处理逻辑关系的描述,主要分为定义活动执行顺序的控制连接和表示数据关联性的数据连接(没有在图中标出)。从A到B的连接说明在B开始以前A必须结束执行。一个活动可以发出多个连接,也可以接受多个连接;每个连接还可以定义附加性的转移条件。

- 路由:执行业务所经过的活动和连接的时序排列描述。实际运行的流程还必须由一些额外的路由条件来决定,如活动开始条件、活动终止条件(与活动相关)和转移条件(与控制连接相关)。

- 参与者:部分或全部地执行某个活动的实例(即活动的一次运行)的资源。参与者包括实际完成某个活动的人或设备,它把恰当的资源分配给某个可以开始的活动的。每位参与者都必须具有属于某个(某些)角色的属性。

- 角色:组织中具有完成特定活动能力的参与者的逻辑表示。业务中的每个活动都要有角色与之相对应,并且需要一个属于相应角色的资源来完成。参与者可能会属于多于一个的角色,反之亦然。

* 本项目得到国家 863 高科技项目(863-511-9610-002)资助

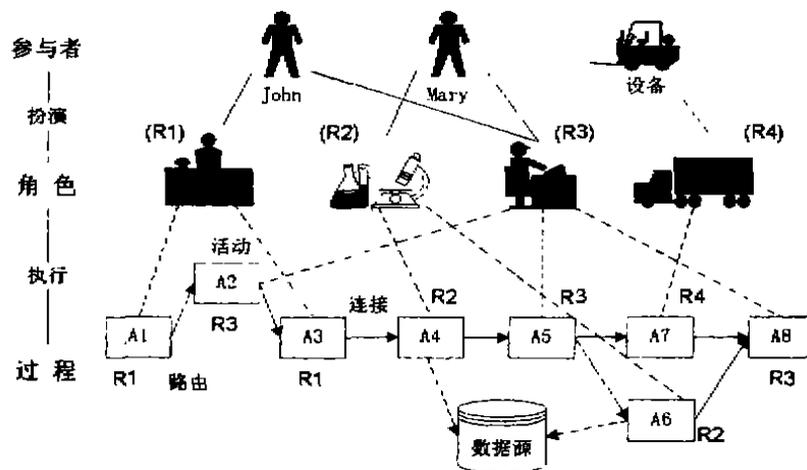


图1 业务流程的概念化模型

·数据源:业务流程中,用于活动存取的数据介质的集合。任何活动的执行都有可能涉及数据或信息的处理,访问数据源有读和写两种基本的形式。

2 基于 WPDL 语言的工作流建模

业务流程建模一般用来分析和设计业务系统的组成框架,通过系统运行提供的反馈信息来更好地规划业务过程,实现流程重组,属于宏观建模的范畴。而工作流建模是一种微观的建模方法,主要侧重于业务流程的执行,建模阶段详细的分析和设计即可直接指导系统的运行。这样,从抽象的业务流程建模逐步过渡到具体的工作流建模就显得十分自然,并带来不少好处^[1]:1)对整个业务模型能有较全面的认识;2)对局部的业务过程可分别进行建模,便于控制系统的复杂程

度;3)一个业务流程模型对应不同的工作流模型,可提高建模的灵活性和可重用性。

从图1的业务流程概念化模型中,我们借助面向对象的分析方法提炼出七个主要的工作流实体:工作流模型、工作流过程、工作流活动、转换信息、参与者、相关数据和应用工具。这些实体之间的层次关系^[3]如图2所示。顶层是工作流模型实体,它可看作工作流管理系统的引擎,由若干个可执行的工作流过程,过程之间可相互共享的全局性相关数据和应用工具,以及系统用户的信息组成;在中间层,工作流活动和转换信息的定义构成了工作流过程所要定义的路由信息。参与者、相关数据和应用工具实体,则分别描述了“实体的执行者”、“实体可能访问的数据”、“实体可能调用的应用”,它们构成了实体关系模型底层的基石。

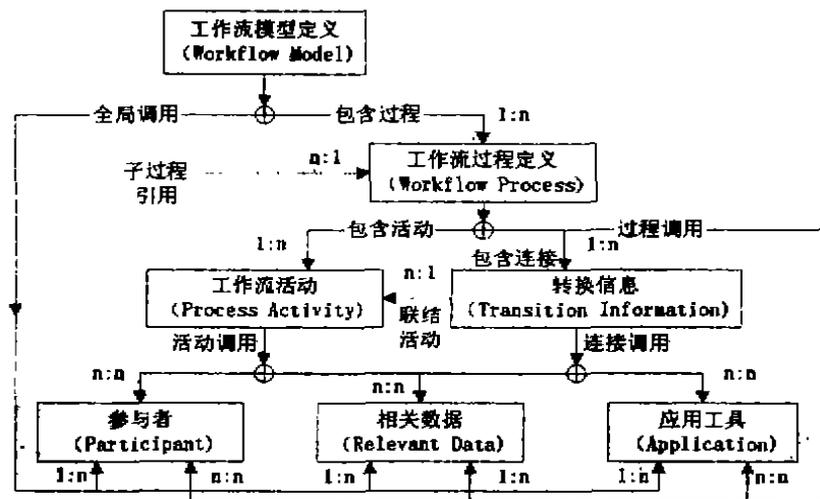


图2 工作流模型实体关系图

表 1 workflow模型表示的 EBNF 描述

```

WPDL 语法与语言结构
(Workflow Model)::=
MODEL (model id)
  (Workflow Model Definition Header)
  [(Workflow Participant Specification)]
  [(Workflow Application List)]
  [(Workflow Relevant Data List)]
  [(Workflow Process Definition)]
END_MODEL
(Workflow Process Definition)::=
WORKFLOW (process id)
  (Workflow Process Definition Header)
  [(Access restriction part)]
  (Activity List)
  (Transition Information List)
  [(Workflow Participant Specification)]
  [(Workflow Application List)]
  [(Workflow Relevant Data List)]
END_WORKFLOW
[(Workflow Process Definition)]
(Activity List)::=
ACTIVITY (activity id)
  [NAME (name)]
  [DESCRIPTION (description)]
  (Activity Kind Information)
  [(Access Restriction part)]
  [(Transition Restriction part)]
END_ACTIVITY
[(Activity List)]
(Transition Information List)::=
TRANSITION (transition id)
  [NAME (name)]
  (transition kind description)
  [DESCRIPTION (description)]
END_TRANSITION
[(Transition Information List)]
;
    
```

工作流的自动化执行有赖于对业务流程的形式化描述,以保证流程的参与者之间的交互、数据的一致性和过程的可靠性。在工作流实体关系模型的基础上,我们提出了一种工作流过程描述语言(Workflow Process Definition Language,简称 WPDL),其遵从 workflow

管理联盟(WfMC,推动 workflow 产品和技术发展标准化的国际性组织)所颁布的建模标准,在此基础上开发的工作流管理系统能够实现与现有的 workflow 产品兼容,具有良好的可互操作性。WPDL 语言主要由三部分构成:基本数据类型和表达式、workflow 模型表示和语言扩展属性、采用关键字(如 WORKFLOW、ACTIVITY)来描述对象、属性和关系;采用变量(如字符串常量、占位符)来表示实体的名字和属性值。workflow 模型表示这一部分使用扩充巴科斯范式(EBNF)的文法描述如表 1 所示。

基于 WPDL 语言的工作流建模,不仅清晰地描述了业务实体对象间的关系,还能够较好地支持实体属性的逐步细化和求精,其完整、灵活和清晰的特性,为客观世界各类业务的建模提供了极大的便利。虽然,世界上很多著名的工作流系统开发商都曾提出过各自的工作流建模描述语言,如 IBM 的 Flowmark、Ley 的 Cosa, SNI 的 WorkParty 等等,其方式方法在应用上也各有利弊,但遵循技术标准是 workflow 系统研究和开发的大势所趋,这一点是不容置疑的。

3 WPDL 语言编译制导的工作流建模平台

workflow 管理系统主要是提供对业务流程建模阶段和运行阶段的计算化支持,其中 workflow 建模平台是负责描述 workflow 流程,刻画模型特征的 CASE 工具;而 workflow 运行平台则是作为 workflow 应用系统的中间件,驱动前端面向特定业务系统的日常运作,它类似于为数据库应用系统提供服务的数据库管理系统,本文主要是讨论如何研制 workflow 建模平台,它是 workflow 管理系统得以正常运行的基本前提和保障。

3.1 系统体系结构

根据 WfMC 提出的 workflow 参考模型,我们设计出 WPDL 语言编译制导的工作流建模平台的系统框架(见图 3),主要包括可视化 workflow 建模工具,WPDL 语言转化器以及 WPDL 语言编译器三部分。

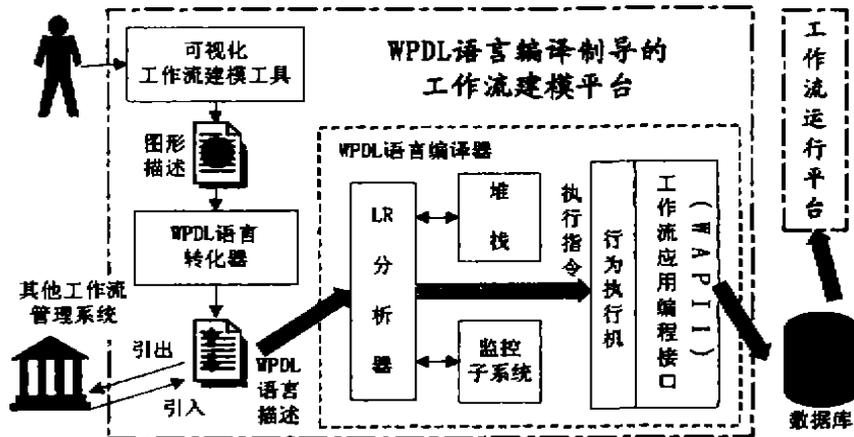


图 3 WPDL 语言编译制导的工作流建模平台

1) 可视化 workflow 建模工具 该工具兼有业务流程建模和 workflow 建模的功能特性, 用户使用前端可视化的 workflow 建模工具即可对实际的业务流程进行信息建模, 由此产生图形方式表达的业务模型。其绘制所需的基本图元包括: 开始、结束标志、活动和流程。流程分三种类型: 表示单个活动到单个活动的直流, 表示流程分叉的分流和表示引用子过程的辅流, 并且在每个流程上可附加定义规则属性, 以动态决定实际路由的选择。另外, 该工具还提供几类典型业务的描述模版, 使用户在此基础上只需进行简单的修改和重用, 即可成型, 大大增强业务建模的灵活性和适应性。

2) WPDL 语言转化器 处理建模工具产生的业务流程图形化描述文件, 通过内部转化机制, 转化为符合 WPDL 文法的形式化文本描述。同时, 在转化过程中对业务模型进行正确性检查, 包括有无死活动、循环回路和无效规则等等, 最后向用户提交检查结果报告。若发现错误, 则适当添加指导性的修改意见, 以便于用户更好地纠正和改进模型。WPDL 语言转化器也可以以算法函数的形式实现, 最终独立嵌入到 workflow 建模工具的功能菜单中去。

3) WPDL 语言编译器 在接收业务流程的 WPDL 语言描述文本之后, 启动核心 LR 分析器, 对上下文无关的 WPDL 文法进行自下而上的分析识别, 并产生相应的动作行为指令, 来驱动行为执行机中的 workflow 应用编程接口 (WAPI, 符合 WfMC 过程定义交换规范 TC-1016-P^[3]), 对数据库进行读写操作。LR 分析器实质上是一个带有先进后出堆栈的确定有限状态自动机, 它实现业务模型信息无失真的映射, 建立数据库中的 workflow 模型, 以供系统运行平台使用。另外, 监控系统实时监视编译过程的进行, 一旦发现文法有误, 立即汇报, 交给 LR 分析总控程序处理。

3.2 WPDL 语言编译制导的工作原理

对于一个文法而言, 如果能够构造一张分析表, 使得它的每个入口 (即表中元素) 均能唯一确定, 则将这种文法称为 LR 文法, 然而并不是所有的上下文无关文法都是 LR 文法。在我们设计的 workflow 建模平台中采用的就是 WPDL 语言制导的 LR 分析方法, 更直观地说就是当分析器对输入事件串进行自左向右扫描时, 总是尽可能早地对栈顶进行规约。它分析识别产生式的条件远不象预测法那么严格。预测法要求每个产生式的右部的首字符均不同, 它一看到首字符之后就看准了用哪一条产生式来推导; 而 LR 分析程序只有在看到整个右部所推导的东西之后才认为看准了规约方向。因此, LR 方法比预测法更加一般化。

表2 LR 分析器状态驱动程序

状态机驱动算法

```

Push(0)
While (Action [TOS][Input] != Accept)
{
  If (Action [TOS][Input] == --)
    Error( )
  Else If (Action [TOS][Input] == SX)
    Push(X)
    Advance( )
  Else If (Action [TOS][Input] == RX)
    Act(X)
    Pop (As many items as are in the RHS of Production X)
    Push (Goto [uncovered TOS][LHS of Production X])
}
Accept( );

```

定义:

Action, Goto LR 分析表中状态数组的 Action 列和 Goto 列

Accept() 返回成功状态

Act(x) 产生执行指令, 调用 WAPI

Advance 放弃当前输入事件, 获得下一个事件

Error() 打印错误信息, 进行错误处理

Input 当前输入事件

Push(x) 把状态 X 压入堆栈

Pop(n) 从堆栈中弹出 N 个元素

TOS 堆栈顶端元素的状态

LR 分析器的执行规则如下^[4]:

(1) 如果栈顶的元素构成了产生式的右部, 则弹出这些元素, 并用该产生式等值的左部来代替, 称之为规约法则;

(2) 否则, 把当前输入事件压入堆栈, 再读取下一个输入, 称之为移进法则;

(3) 如果前一个操作是规约, 且它的结果使栈顶只剩下一个目标符号, 那么接受输入事件串, 此时 LR 分析结束; 否则, GOTO(1)。

在分析过程中, LR 分析器一方面记住已移进和规约出的整个事件串, 即记住了“历史”; 另一方面根据所用的产生式推测未来可能发生的输入事件, 即对未来进行“展望”; 再将两者综合地抽象成某些“状态”存放于分析栈中, 这样, 任何时候, 栈顶的状态 (不同于前面的具体状态) 都代表了整个的历史和已推测的展望, 因此从栈顶得知你想了解的一切, 而绝对没有必要从底往上翻阅整个栈。此外, LR 分析器还包括一个总控 (驱动) 程序和一张分析表, 它的每一步工作都是由栈顶状态和现行输入事件所唯一决定的。

LR 分析器首先将状态 0 (目标符号) 压入堆栈, 针对输入的 WPDL 描述文本, 形如... (Activity List); := ACTIVITY 'act6' Name 'wenying' DESCRIPTION "文印并发送文档" IMPLEMENTATION NO PERFORMER PARTICIPANT 'part6' FINISH- MODE

MANUAL END- ACTIVITY...,由驱动程序控制搜索LR分析表,并不断地对堆栈进行移入、规约、压入、弹出,一步一步做下去直到程序进入 Accept()状态,完成编译工作,即数据库模型映射完毕。

4 workflow模型的性能分析与评价

通过重组改进流程,势必要求对现有业务系统结构进行彻底的理解,并针对各种可选方案分析其某些性能指标来评价预期系统,确立满意方案。业务模型的性能分析和评价是 workflow建模过程中不可缺少的关键一环。

目前,评价 workflow模型性能的方法手段大都趋于静态分析方式,如 CPM、PERT。我们在设计 workflow建模平台时也部分实现了这种分析方法,然而,在考虑到业务流程的动态特性:假设过程服务的时间或任务到达的间隔服从随机分布,服务前出现任务排队的拥挤,过程的活动之间存在复杂的时间依赖性的话,这些技术往往很容易失效。因而基于一种有效的动态模型,分析具有时间特性的业务过程,更适合于获得更为可靠的数据。

我们采用 A. K. Schomig 提出的基于广义着色随机 Petri 网(Coloured GSPN)的性能分析方法^[5],通过转换为 workflow形式化的 CGSPN 模型,模拟仿真研究其动态特性。workflow CGSPN 模型的性能分析可以从定性和定量两个方面系统地进行。定性分析完全依赖于其 CPN 的特性,此时所有与时间相关的属性都可忽略不计;而定量分析的基础则是对应的马尔可夫链,它是一个随机过程,过程的状态空间是由 CGSPN 位置的状态描述和有色旗标数的笛卡尔积所决定的。

首先,对 CGSPN 结构特性的分析可以定性地检验 workflow模型的正确性和合理性。转化而来的 CGSPN 模型满足这样一些特殊的性质:由于参与者的数量有限,因此 CGSPN 模型位置满足有界性条件;由于有明确的起点和终点,而且中间不应有死循环出现,因此 CGSPN 模型的旗标满足可逆性条件,此外,借助于其

它形式化分析工具还可进行模型的可达性分析、等价性分析和模拟运行等等。

其次,对 CGSPN 行为特性的分析可以定量地考察 workflow模型的高效性,主要是针对稳定状态概率情况下 CGSPN 模型的各种动态性能进行评价:例如每个状态的逗留时间、位置中的平均旗标数、变迁的启动速率等等;整理这些性能数据,还可以计算 workflow模型的平均周期、吞吐量、资源利用率等性能。

小结 基于上述的思想和技术方法,我们已成功研制出 WPDL 语言编译制导的 workflow建模支撑平台 WPDL-WFBP 1.0(以 NT SERVER 为系统平台,SQL SERVER 为数据库平台),并针对计算机、通讯、医药、电子、电器等新兴行业的典型业务过程进行应用建模,取得了良好的效果。下一阶段,我们将加紧研制 workflow管理系统的运行支撑平台,而后面向 CIMS 应用工厂选取典型企业进行项目的应用实施和研究,用我们的研究成果来大力推进我国企业改革的 workflow重组的进程。

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 Amberg M. The Benefits of Business Process Modeling for Specifying Workflow-Oriented Application Systems. April 1996
- 3 Workflow Management Coalition. Interface 1: Process Definition Interchange Process Model (WIMC TC-1016-P): [Technical report]. Workflow Management Coalition. Available at: <http://www.aum.org/wfmc/>, August 1998
- 4 Holub A I. Compiler Design In C. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632
- 5 Schomig A K, Rau H. An Approach for the Performance Evaluation of Workflow Models.

(上接第43页)

工作,但是,在构造代理的过程中,并未事先定义事务处理的流程,因为这样的话,就无法满足现实世界动态的变化,如企业的重组,生产流程的改进等。据此,独立地开发每个代理,代理之间的协同工作采用协商的方式,采用 KQML 进行代理之间的通讯,由客户方发出请求,服务方根据具体的情况作出响应。

参考文献

- 1 Barbuceanu M, Fox M S. The Architecture of a Generic Agent for Collaborative Enterprise. Available at: <http://www.ie.utoronto.ca/EIL/public/generic-agent-shell.ps>

- 2 Barbuceanu M, Fox M S. The Information Agent, an Infrastructure Agent Supporting Collaborative Enterprise Architectures. Available at: <http://www.ie.utoronto.ca/EIL/public/tjcai-imw95.ps>
- 3 Nwana H S. Software Agents: An Overview. Knowledge Engineering Review, 1996, 11(3), 205~244
- 4 Genesereth M R, Ketchpel S P. Software Agents. Communications of The ACM, 1994, 37(7)
- 5 Jennings N R, Sycara K. A Roadmap of Agent Research and Development. Autonomous Agents and Multi-Agent System, 1998(1): 7~38