

DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2017.09.059

支持优先级决策的工作流引擎模型

李毅*, 陈刚, 孙小强

航空工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 针对 Java 业务流程管理 (JBPM) 工作流引擎模型 (PDBPM) 中处理多路节点路由决策标准实现简单、扩展成本高的问题, 提出了一种基于 JBPM 支持优先级决策的 PDBPM, 通过增加控制因素和改进流程路由算法, 在流程状态迁移时可根据当前流程状态和后续节点优先级进行唯一性决策。将 PDBPM 应用于多型号技术文件系统 (MMTFMS) 中进行应用验证, 结果表明, 该模型能有效地提高工作流的执行效率。

关键词: JBPM; 工作流引擎; 优先级决策; 执行效率

中图分类号: TP311.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-5453 (2017) 09-0059-06

工作流是现实中的一种业务流程在计算机上自动化或半自动化执行的一个过程, 它根据所预先定义好的各种规则, 控制多个活动或任务按照一定顺序交由不同的参与者执行^[1]。工作流引擎是工作流技术的 IT 实现, 已经广泛地应用于办公自动化 (OA)、企业资源计划 (ERP)、客户关系管理 (CRM) 和产品数据管理 (PDM) 等应用系统中, 成为各种信息系统的模块, 其性能的优劣直接影响着一个软件系统的执行效率^[2]。研发一个优秀、灵活的轻量级工作流引擎可以敏捷地构建面向流程的信息系统, 是当前的一个研究热点。

近年来, 国内外众多学者展开了针对工作流引擎的研究, 参考文献 [3] ~ 参考文献 [5] 研究了轻型工作流引擎的设计与实现; 参考文献 [6] 提出了基于逆向分层的工作流时间—费用优化方法, 能对工作流的执行时间与执行费用进行较好地优化; 参考文献 [7] 提出了一种基于业务流程执行语言 (BPEL) 的工作流引擎调度技术; 参考文献 [8] 从工作流的标准出发, 结合对已有工作流产品的研究与分析, 设计了一个适应工作流管理联盟 (WFMC) 标准的工作流引擎, 并着重研究了工作流数据接口和工作流执行解释的相关问题, 但是这些研究均未对工作流引擎支持优先级决策做出有效的解决办法。

Java 业务流程管理 (JBPM) 是一种主流的工作流引

擎, 其标准实现中的流程流转算法对于当前节点有多个后继节点的场景, 采用路径枚举的策略进行处理, 这种算法存在以下 3 个弊端:

(1) 不支持优先级决策, 将流程流转决策职责转交给了当前流程执行人, 由执行人确保流程流转的正确性, 进而对人产生了依赖性, 无法达到工作流管理帮助企业高效地实现业务的目标^[9]。

(2) 不支持执行验证, 对已经执行过的流程节点可重复执行, 对未执行过的流程可以跳过, 影响流程执行效率。

(3) 不支持流程发起人返回拒回人功能, 每次改动均需要重新执行至被拒回环节, 影响流程执行效率。

针对上述存在的问题, 有必要通过对 JBPM 模型和流程路由算法进行研究, 提出一种高效的引擎模型, 并通过工程平台验证, 提高流程执行效率。

1 工作流引擎

工作流引擎是工作流管理系统的核心, 其主要功能是在流程定义阶段提供规则支持, 在流程运行阶段提供解析和执行服务。为了实现上述功能, 工作流引擎必须包括过程模型定义、过程模型解析、模型实例化运行、工作流资源管理配置、工作项管理、工作流相关数据的维护以及和外部的信息交互等。

收稿日期: 2017-06-09; 退修日期: 2017-07-25; 录用日期: 2017-07-30

* 通信作者. Tel.: 029-86832931 E-mail: leee0502@163.com

引用格式: LI Yi, CHEN Gang, SUN Xiaoqiang. Workflow engine model supporting priority decision-making [J]. Aeronautical Science & Technology, 2017, 28 (09): 59-64. 李毅, 陈刚, 孙小强. 支持优先级决策的工作流引擎模型 [J]. 航空科学技术, 2017, 28 (09): 59-64.

流程引擎核心在于流程定义、流程解析、流程调度、流程执行和流程实例管理五个方面,基于 JBPM、工作流引擎

模型 (PDBPM) 的工作流引擎架构由七个核心部分组成,如图 1 所示。

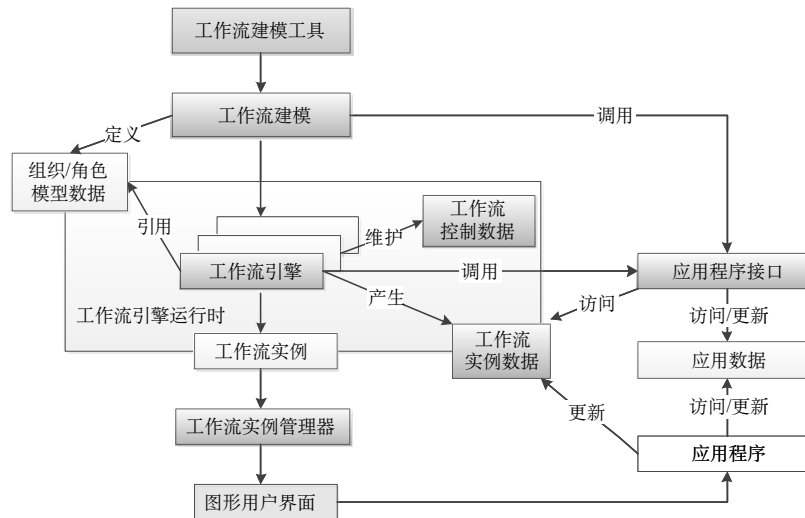


图 1 PDBPM 架构

Fig.1 Architecture of PDBPM

(1) 工作流建模工具

工作流模型可以用形式化的语言描述和入库,在工程实践后能用可视化的工具进行定义、维护,本项目中的工具采用 B/S 架构实现,具有良好的兼容性。

(2) 工作流建模

工作流建模(定义)包含了在具体建模过程中的所有必要信息。这些信息包括流程角色、流程任务节点、流程动作规则,以及相关应用程序和数据的调用信息等。

(3) 工作流执行子系统和工作流引擎

一个或者多个工作流引擎组成工作流执行子系统。工作流引擎包括定义解释过程、创建过程实例以及执行控制、各项活动的调度,通过应用程序的接口使不同的工作流引擎协同工作。

(4) 工作流控制数据

工作流控制数据是指在工作流控制执行过程中所需要用到的一些相关数据,如超时数据、路程属性访问控制数据。

(5) 工作流实例数据

工作流实例数据是指一些和业务过程相关的数据。这些数据不但可以被工作流引擎使用,而且能够被应用程序调用。

(6) 工作流实例管理器

工作流实例管理器管理各个工作流的版本、状态,保证每个工作流模型具有实时在线升级的能力,并确保工作流引擎新驱动的工作流实例能按照最新有效流程模型版本流转。

(7) 应用程序接口

应用程序接口可以直接或间接被工作流引擎调用来

驱动具体流程模型,创建具体工作流实例;或者由工作流建模工具调用,用来执行工作流建模、模型翻译、映射入库操作。

2 工作流模型

基于活动图 (Activity Diagram) 的工作流模型,是一个三元组 $PN=\{R, T, A\}$ 。其中, R 为有限个角色的集合; T 为有限个任务的集合; A 为有限个转移动作集合。 T 函数依赖于 R , A 函数依赖于 T , 还应该满足以下三个约束条件:

(1) $\{x | \exists x: x=x_s, x=x_e: x \subseteq T\}$, x_s 为开始节点任务, x_e 为结束任务节点;

(2) $\{x | \forall x: x=f(y): x \subseteq T, x \notin \{x_s, x_e\}, y \subseteq R\}$, f 为依赖函数;

(3) $\{z | \forall z: z \subseteq T \times T (X \text{ 为笛卡尔积}): z \subseteq A\}$ 。

在 PDBPM 中,工作流模型中由 Task 节点、Role 角色、Action 转移路径(有向弧)以及 Decision 转移四个类完成定义。

Role 类表示流程模型中的角色,定义了流程的元节点,为流程参与者在流程模型中的抽象类,该类定义了参与者的范围和使用条件。

Task 任务节点表示一个人工任务节点,每一个 Task 节点关联一个 Role 类,此节点可以由一个人员或者多个人员进行执行。Task 任务节点只能执行一次,流程状态回退到上一步,或者流程进入预定的下一步。当执行到达任务节点

类是流转决策(路由)类,与 WorkflowInstanceTask 和 WorkflowAction 关联,实现了前转、后退、发散、聚合、授权、协商、超时以及关闭八种流程处理方法,其中,对前转方法里面的算法进行升级改造,结合 IDX 属性,实现了一种支持优先级决策的前转方法; WorkflowProcess 为流程历程类,用来记录一个流程实例的历史流转记录,一个 WorkflowInstance 对应多个 WorkflowProcess。

一个流程模型包括一个开始节点、至少一个任务节点、至少一个结束节点和一个对应的联通转移路径集合,图 3 是一个简单的流程模型,由开始节点转移到第一个 state,然后 fork 到后续两个 state,再 join 到后续 state,最后流转到结束节点,流程执行完毕。

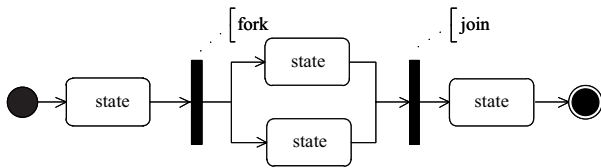


图 3 一个基本流程模型图形定义
Fig.3 A simple graphical workflow model

```

步骤1: ToStratNode();
步骤2: Node [] ns = getNextNodes();
        if(ns.length > 1){
            Foreach(Node n: ns){
                If(notExecuted()){
                    If(isTopPriority()){
                        ToNode(n);
                        进行步骤3;
                    }
                }
            }
            Else Continue;
        }
        Else if(ns.length = 1){
            ToNode(ns[0]);
            进行步骤3;
        }
        Else 进行步骤4;
步骤3: if(allExecutorPassed)
        重复步骤2;
        Else 重复步骤3;
步骤4: CloseWorkflowInstance();

```

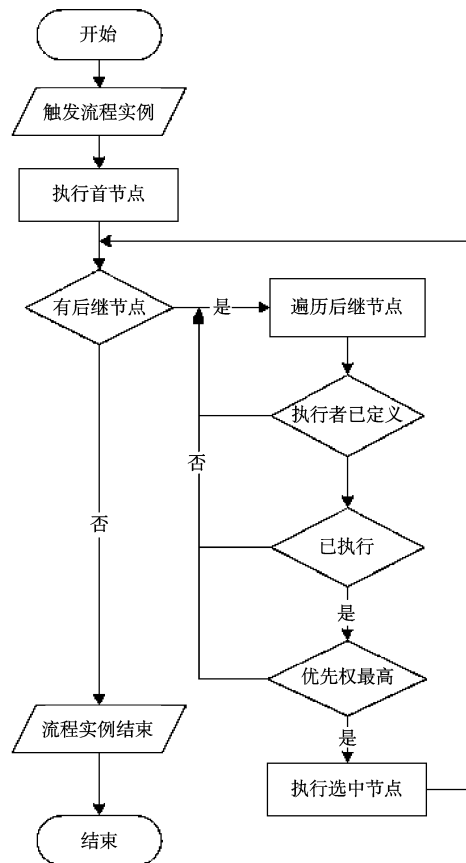


图 4 优先级决策算法和伪代码
Fig.4 Algorithm and pseudocode of priority decision-making

3 支持优先级决策的流程流转算法

PDBPM 中设计了一种支持优先级决策的流程流转算法,算法流程和伪代码如图 4 所示。软件系统驱动一个流程后,工作流引擎加载流程模型,创建流程实例,运行到开始节点,即步骤 1,随后启动流程流转算法,获取当前节点 cN 的所有后继节点集合 ns,ns 元素数目表示为 cntNS,如果 cntNS=0,说明当前节点为最后一个节点(结束节点),直接进行到步骤 4,流程实例结束;如果 cntNS=1,说明当前节点只有一个后继节点,流程流转到 ns[0] 节点,执行步骤 3,进行节点操作,操作完成后继续执行步骤 2;如果 cntNS>1,顺序遍历 ns,判断当前节点是否执行过,若已执行过,遍历下一节点,否则判断当前节点是否具有最高优先级,直到找到尚未执行过且优先级最高的任务节点,执行该节点然后重复执行步骤 2,直到执行完所有节点,最后执行步骤 4,关闭当前流程实例。

由步骤 2、步骤 3 可知,在具有多后继节点场景下,算法通过计算优先级和参与度两个属性,有效地保证了流程在流转时每个节点只能出现一个后继节点,即未被执行过且优先级最高的节点任务。

- YU Zhenglin, SUN Jingke. Research and design of lightweight workflow model based on improved Activity-On-Vertex network [J]. Journal of Computer Applications, 2013, 33 (1) : 262-265. (in Chinese)
- [6] 刘灿灿, 张卫民, 骆志刚. 基于逆向分层的工作流时间—费用优化方法 [J]. 国防科技大学学报, 2013, 35 (3) : 61-66.
- LIU Cancan, ZHANG Weimin, LUO Zhigang. Time and cost trade-off heuristics for workflow scheduling based on bottom level [J]. Journal of National University of Defense Technology, 2013, 35 (3) : 61-66. (in Chinese)
- [7] 钱茅. 基于行为驱动开发的轻量级工作流引擎的设计与实现 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2010.
- QIAN Mao. The Design and implementation of lightweight workflow engine based on behavior-driven development [D]. Wuhan: Central China Normal University, 2010. (in Chinese)
- [8] GAO Xinqin, LI Zongbin. Workflow modeling method based on UML & polychromatic sets theory [J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2006, 12 (7) : 970-975.
- [9] 潘军, 刘丽. 工作流模型时间与费用性能评估算法 [J]. 北京航空航天大学学报, 2013, 39 (5) : 650-654.
- PAN Jun, LIU Li. Time and cost performance evaluation algorithm of workflow model [J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2013, 39 (5) : 650-654. (in Chinese)
- (责任编辑 刘玲蕊)
- 作者简介**
李毅 (1988—) 男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 软件开发、测试。
Tel: 029-86832931
E-mail: leee0502@163.com

Workflow Engine Model Supporting Priority Decision-making

LI Yi*, CHEN Gang, SUN Xiaoqiang

AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

Abstract: For overcoming difficulty in multi-branch decision-making of default implement in JBPM, designed PDBPM supporting priority decision-making based on JBPM, achieved unique routing according to current workflow status and subsequence nodes by adding key fact and optimizing routing algorithm. Applied PDBPM in MMTFMS for engineering verification, the result shows PDBPM can remarkably improve business execution efficiency.

Key Words: JBPM; workflow engine; priority decision-making; execution efficiency

Received: 2017-06-09; Revised: 2017-07-25; Accepted: 2017-07-30

*Corresponding author. Tel. : 029-86832931 E-mail: leee0502@163.com