

# 基于 UML 的工作流建模的研究与应用

## Research and Application of Workflow Modeling based on UML

谢子松 武友新 牛德雄 (南昌大学计算机科学与技术系 330029)  
江恭和 张 烨 (江西思创科技数码有限公司 330006)

**摘要:**本文介绍了工作流和工作流建模的一些基本概念,以及 UML 技术在工作流建模中的应用,并给出利用 UML 活动图进行工作流建模的元素和规则,最后给出了一个具体的应用。

**关键词:**工作流 工作流建模 UML UML 活动图

### 1 概述

工作流概念起源于生产组织和办公自动化领域,是针对日常工作中具有固定程序的活动而提出的一个概念,目前世界上还没有统一认可的工作流定义。工作流管理联盟(WfMC, Workflow Management Coalition)对工作流的定义是“业务过程的全部、部分自动化或计算机化”。

一个完整的工作流系统也称为工作流管理系统,主要包括工作流建模和工作流引擎两个部分。其中,工作流建模完成业务过程的计算机化定义,而工作流引擎则为工作流提供运行的环境。工作流建模在工作流技术中占有重要的作用,因为工作流模型的精确定义与否影响着工作流引擎的性能,从而决定着企业的关键业务过程的运行效率,也决定了企业的商务活动的成功与否。一个良好的工作流建模既要能为普通用户易于掌握,也要能为计算机系统方便、高效地解释和执行。

### 2 工作流模型介绍

工作流是用来描述业务流程的,一个业务流程主要包括四个方面的问题:

- (1) 该业务流程做什么?
- (2) 由谁来做?
- (3) 做的步骤有哪些?
- (4) 怎么做?

根据工作流管理联盟对过程元模型的定义可看出它的基本组成,如图1。

过程定义元模型中元素的定义和重要属性如下:

活动(activity):完成工作流的一个逻辑步骤。重要属性包括活动名称、活动类型、前/后活动条件、其他调度约束等。

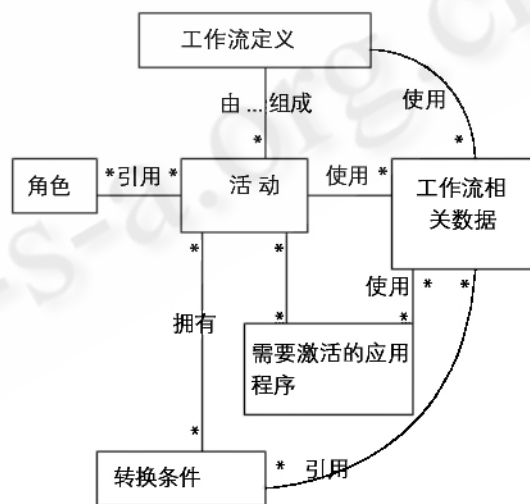


图 1 流程定义元模型

转换条件(transition conditions):从当前活动到下一活动流转或状态转移的规则。主要参数包括过程条件、执行条件、通知条件等。

工作流相关数据(workflow relevant data):被工作流管理系统用作决定一个工作流实例状态转移的数

据。重要属性包括数据名称或路径、数据类型等。

角色 (role): 把参与者与一系列活动相联系的机制。重要属性包括名称、组织实体等。

被调应用程序 (invoked application): 应用程序主要描述用于完成业务过程所采用的工具和手段。重要属性包括类型或名称、执行参数、位置或存取路径等。

在图 1 中, 一个业务流程的核心是活动 (在该元模型中, 活动指的是原子任务, 是不可分的), 活动间的连接关系构成业务流程的基本规则。由于工作流不仅要明确表达业务过程中的活动以及活动间的关系, 而且还要对活动间所传递的信息、活动的执行实体及活动所需要的资源等方面进行描述。因此, 工作流模型中需要加入描述数据、组织、资源的部分, 这样就把工作流模型扩充为四个部分: 过程模型以及辅助的数据模型、组织模型及资源模型, 其中的过程模型是工作流模型的核心部分。

实质上, 建模时对于一个活动可以对应为一个有限状态自动机:

$M = \{S, \Sigma, t, s_0, F\}$ , 其中  $S$  是一组状态,  $S = \{I (Inactive), A (Active), S (Suspended), F (Finished)\}$ ,  $\Sigma$  是一组动作  $\{execute, suspend, resume, commit\}$ ,  $t$  是一个映射函数  $S \times \Sigma \rightarrow P(S)$ , 它表示的是一个迁移, 初始状态为  $I$ ;  $s_0 \in S$  为唯一的初态, 即  $I$ ;  $F$  为一个终态集, 在这里  $F = \{F\}$

状态 Inactive 描述了一个非活动的任务, 也就是没有要求执行一个任务的请求。而 Active 状态则表示该任务处于活动状态正在执行。F、S 分别为完成和挂起状态。

该有限状态机模型即是以下用 UML 活动图进行建模时的活动节点模型。

### 3 基于 UML 的工作流建模

#### 3.1 UML 简介

UML 是一种通用的可视化建模语言, 用于对软件进行描述、可视化处理、以及构造和建立软件系统文档。它是在著名的 Booch 方法、OMT 方法和 OOSE 方法的基础上集众家之长几经修改而完成的。UML 提供

了一系列的图形来描述建模过程中的各个方面, 其重要内容可以由用例图, 类图, 对象图, 活动图, 序列图, 协作图, 构件图, 部署图, 状态图等九种图形来定义。在本文中我们将主要用到活动图。

#### 3.2 基于 UML 活动图的工作流建模

活动图是 UML 用来对系统的动态行为建模的图形工具之一。它表现的是从一个活动到另一活动的控制流。活动图可描述活动的序列, 并且支持对带条件的行为和并发行为的表达, 使其成为对工作流建模的强大工具。活动图依据对象状态的变化来捕获动作 (将要执行的工作或活动) 与动作的结果。活动图中一个活动结束后将立即进入下一个活动。因此, 活动图特别适合描述工作流和并发的处理行为。

对于工作流模型我们用一个四元组活动图定义如下:

$G = \{N (Node), L (Link), E (Event), C (Condition)\}$ ,  $N = \{n_1, n_2, \dots, n_s\}$  为节点的集合, 也就是活动。 $L = \{\langle n_1, n_2 \rangle, \dots, \langle n_i, n_j \rangle\}$  表示节点间的连接弧。

其中,  $E$  为根据连接弧上的事件集合,  $C$  为连接弧上对应的条件集合。

根据以上工作流活动对应的有限状态自动机的定义可看出:

节点状态: 对于  $n \in N$  有状态函数:

$State(n) = \{I, A, S, F\}$ , 初始时刻  $n \in N$ , 有  $State(n) = I$ ; 类推, 若活动处于执行状态, 则  $State(n) = A$  等。

一般来说, 用活动图对工作流建模采取的步骤为:

(1) 确定工作流的初始状态和终止状态, 明确工作流的边界。

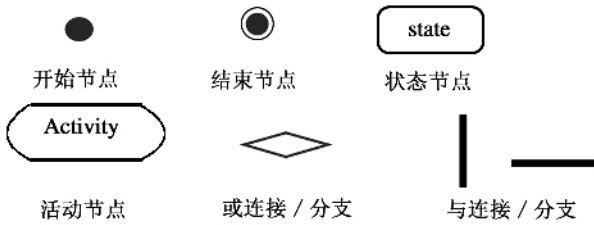
(2) 从工作流的初始状态开始, 找出随时间而发生的活动和动作。

(3) 对于复杂的动作或多次重复出现的一组动作, 可以把它们组成一个活动状态, 并且用另外的一个活动图来展开表示。

(4) 给出活动间的连接和与之对应的事件、转移条件。并划分好活动间的关系, 如顺序、并发等。

(5) 在活动图中给出与工作流有关的角色, 这点可以用活动图的泳道来实现。

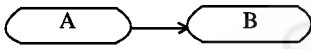
下面我们给出活动图中进行 workflow 建模的元素:



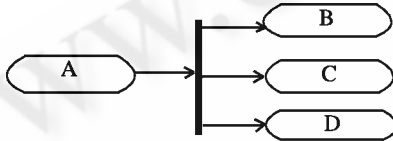
活动节点表达原子任务。它用于为实体原子动作的执行步骤建立模型。活动节点的框内可以设置动作名称或动作表达式。

一个业务过程可由以下几种结构来表示:

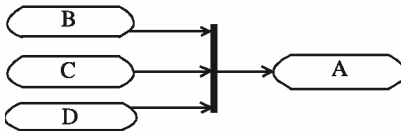
串行: 依次执行活动 A 和 B。



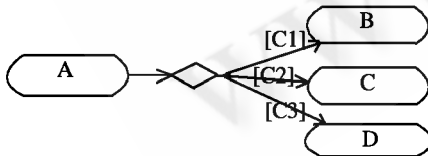
与分支: 活动 A 执行完后同时执行活动 B, C, D。



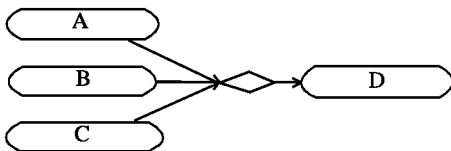
与连接: 活动 B, C, D 都完成以后才开始执行活动 A。



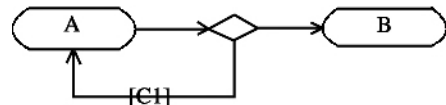
或分支: 活动 A 执行完后进行条件判断, 若满足 C1 则执行活动 B, 若满足 C2 则执行活动 C, 若满足活动 C3 则执行活动 D。



或连接: A, B, C 其中任一活动执行完后即执行活动 D。



循环: 流程执行活动 A 进行判断, 如满足条件 C1 则循环执行活动 A



其中, 开始/结束节点只是作为流程开始/结束的标志; 与/或关系表示的是活动间的路由规则, 他们代表的仅是一种逻辑上的结构。

### 3.3 建模完整性约束

对于一个业务流程, 我们给出建模时的约束主要有以下几条:

(1) 每个业务流程只能有一个开始节点, 可以有多个结束节点。因为对于一个具体的流程必定只有一个单入口, 但可能存在多个不同的结束点。

(2) 开始节点没有前置路径, 结束节点没有后续路径。

(3) 每个业务流程中不存在孤立节点, 即从开始节点出发可以到达流程中的每一个节点, 也即业务流程是一个强连通图。

### 3.4 应用建模

根据我们给出的建模步骤, 运用以上建模元素和约束规则, 我们来看一个企业的执行订单过程的流程模型, 如图 2。

工作流由接收到一个订单开始, 这是系统流程的初始边界。接着, 生产部门和财务部门开始并行处理该业务流程。在订单被接收以后, 财务部门检查客户的信誉度是否符合要求, 如果财务部门核实该客户不符合要求, 则拒绝订单, 整个工作流便结束。否则, 财务部门向客户发送一个账单, 并且等待直到客户支付该账单。如果付款到达, 财务部门处理该付款。

在订单被接收后, 生产部门检查在库存中是否有满足需要的订单产品。如果没有或数量不够, 将制订一个生产该产品的计划。如果通过财务部门的工作, 该订单可以被接收。然后, 或者按制订的生产计划生产该产品, 或者直接从仓库中提取该产品。

如果生产部门和财务部门都完成了它们的工作, 该产品就被运送往客户处, 至此整个工作流到此结束。

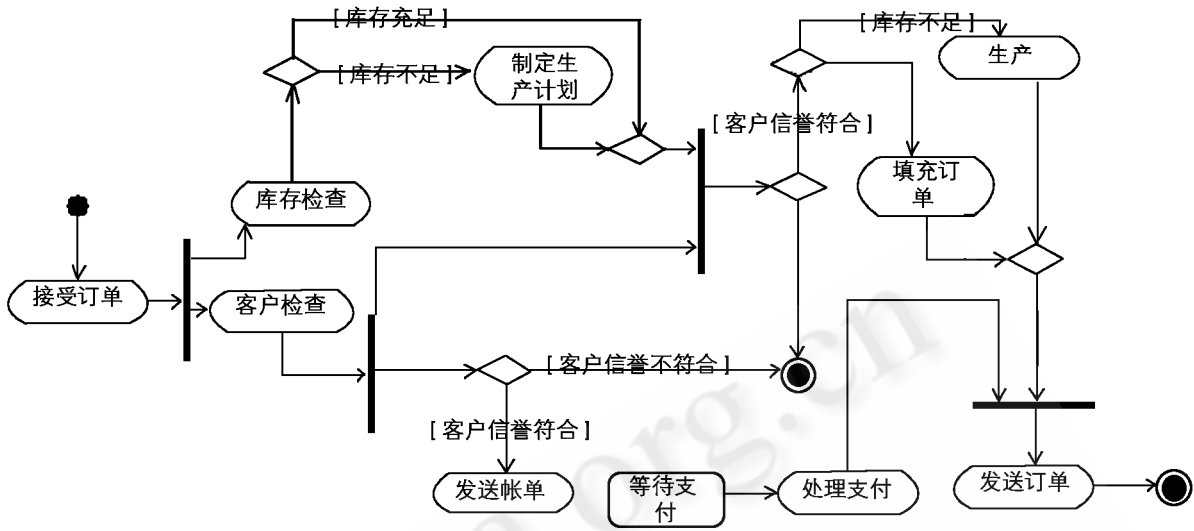


图 2 订单处理的 workflow 建模实例图

在上图中每个活动节点都是一个有限状态自动机,当接受订单完成后,活动“库存检查”和“客户检查”同时被创建,处于 Inactive 状态,此时他们可由 workflow 管理员或活动责任人员挂起。在生产部和财务部相关责任人员执行该活动时,就处于 Active 状态,当检查完毕给出结论后,该两项活动到达 Finished 状态。其他节点情况也是类似。活动“客户检查”对应的状态转换图如图 3:



图 3 活动“客户检查”状态转换图

#### 4 结束语

workflow 模型在整个 workflow 管理系统中处于基础地位,是 workflow 管理系统中其他部分数据和信息的来源。本文关注的重点是业务流程的过程建模,对于一个业务流程的其他方面如出错处理、恢复机制等方面没有进行探讨,这些部分将是下一步工作的重点。

#### 参考文献

- 1 《Workflow management coalition》, The Workflow Reference Model, David Hollingsworth, 1995。
- 2 《UML Bible》, Tom Pender 著, 耿国桐 等译, 电子工业出版社, 2004。
- 3 《The Unified Modeling Language Reference Manual》, Grady Booch、Jim Rumbaugh、Ivar Jacobson, Addison - Wesley, 1999。
- 4 《workflow 管理技术基础》, 范玉顺, 清华大学出版社, 2001。
- 5 《work 流过程建模方法及模型的形式化验证》, 杨东、王英林, 计算机科学, 2003。
- 6 《Extending UML Activity Diagram for Workflow Modeling in Production Systems》, Ricardo M. Bastos, Duncan Dubugras A. Ruiz Proceedings of the 35th Hawaii International Proceedings of the 35th Hawaii International Conference On System Sciences - 2002.