

基于角色权限的业务过程协同建模方法

王 博, 张 莉

(北京航空航天大学计算机学院, 北京 100083)

摘 要: 分析企业业务过程的特点, 提出一种基于角色权限控制的业务过程协同建模方法, 通过过程模型的拆分来分解复杂建模任务, 确定自顶向下的协同建模步骤, 利用基于角色权限控制机制实现业务过程建模人员与访问权限的逻辑分离, 在协同建模机制中引入修改锁、冻结锁以及4条加锁规则。仿真实验结果表明, 该方法是有可行性的。

关键词: 业务过程模型; 模型分解; 协同建模; 角色权限; 并发访问控制

Collaborative Modeling Method for Business Process Based on Role Privilege

WANG Bo, ZHANG Li

(School of Computer, Beijing University of Aeronautics & Astronautics, Beijing 100083)

【Abstract】 The characteristics of business process are analyzed, and a collaborative modeling method based on role privilege controlling is provided. Top-down collaborative modeling procedure is built via process model decomposition. A controlling mechanism based on role privilege is also applied to achieve logical separation between modeling user and access privilege. Update lock, freeze lock and four locking principles are introduced into the collaborative modeling mechanism. Simulation experimental results show this method is effective and feasible.

【Key words】 Business Process Model(BPM); model decomposition; collaborative modeling; role privilege; concurrency access control

1 概述

在现代企业中, 业务过程建模乃至企业建模均属于复杂系统的建模^[1]。企业资源和决策制定的分散性、生产过程的复杂性、市场需求的多变性使得业务过程的专业跨度不断增加、时间阶段划分不断细化。为完成对复杂业务过程的建模, 通常需要各领域专家、相关决策人员以及多个部门、不同层次的专业建模人员的共同参与。因此, 需在业务过程建模系统中提供便捷的协同建模环境, 使建模相关人员能够方便地直接参与建模。很多研究者对此进行相关研究和探讨, 特别是在功能、组织、信息等模型之间的协同建模问题方面, 提出一些比较实用的协同建模方法和技术^[2-3], 但由于研究角度不同, 因此对于业务过程模型自身的协同建模技术的研究不足, 较少从模型分解的角度对协同建模任务进行分解。

本文根据企业业务过程多层次、多阶段的特点分析其协同建模的具体需求, 提出一种复杂企业业务过程的协同建模方法, 该方法借鉴基于角色的系统访问控制和协调理论的思想, 利用权限控制机制解决建模人员对子过程的访问控制权限问题, 通过引入新的协同访问机制解决建模过程中可能出现的各种并发访问冲突问题。

2 业务过程特点及协同建模需求

2.1 企业业务过程特点

企业业务过程是企业的核心, 随着产品规模的发展以及虚拟企业和动态企业联盟的出现, 企业的信息体系结构日益呈现出分布化和网络化的趋势, 企业业务过程模型的复杂度不断增加、专业跨度不断增强, 往往涉及多个阶段(如设计、生产制造、实验验证和使用维护几个大阶段)、多个环节(如产品进入市场所需的设计、制造、营销环节), 而且各阶段、各环节可进一步地划分(如设计阶段又分为方案设计、初步设

计和详细设计阶段等), 即便是仅由一个企业或部门所负责的部分过程也会涉及多个专业。因此, 多阶段、多环节、多层次已经成为现代企业业务过程, 特别是大型制造行业企业业务过程的重要特点。

2.2 协同建模需求分析

企业业务过程建模就是通过定义企业中的活动, 按照工作流程建立活动和产品之间的输入/输出关系, 通过引用资源模型中的非人力资源、组织模型中的人力资源建立活动和实现活动所需资源之间的协作关系, 从而描述企业业务过程, 而上述企业业务过程的特点对传统的建模工作提出挑战, 单用户的建模方式不但无法完成复杂模型带来的庞大工作量, 在技术角度上也无法应对模型中不同专业的建模需求, 因此, 依靠多个部门、不同层次、不同专业的建模人员进行协同建模的需求就更加迫切。

协同建模的特点主要体现在不同建模人员为一个总的建模任务而协同工作, 其应当具备以下功能: (1)支持复杂建模任务的分解, 建模人员通过完成简单且相对独立的子任务, 最终实现对整个系统的建模; (2)支持位于不同地方的建模人员能够透明访问相应模型的信息。

3 协同建模基本方法

3.1 模型分解

复杂建模任务分解的前提是对整体企业业务过程的分解。考虑到建模过程中可以将那些具有一定目标或是专业特

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2006AA04Z165)

作者简介: 王 博(1979—), 男, 博士研究生, 主研方向: 软件工程, 企业过程工程, 过程建模和优化; 张 莉, 教授、博士生导师

收稿日期: 2008-12-20 **E-mail:** email_wangbo@126.com

性的活动抽象表达为组合活动，将整个复杂业务过程以活动为核心，拆分为众多独立的子过程，以此作为协同建模的基本单位。根据子过程间的逻辑关系，划分不同的层次，降低每一层次的复杂性，从而支持多层次协同建模。整个业务过程也可以看作是最高层次的子过程。这样，单一平面内的复杂业务过程就会形成如图 1 所示的过程结构分解树，子过程在模型中表现为组合活动，因此，子过程不但可以嵌套，而且具有一定的阶段独立性或专业独立性，不同层次建模人员的协同建模也就成为可能。

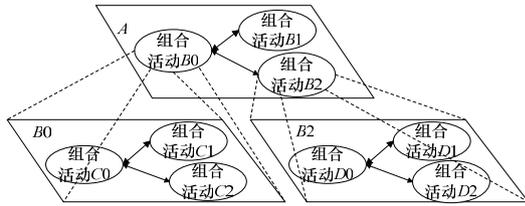


图 1 业务过程模型的层次分解

3.2 协同建模步骤

企业业务过程的分解过程实际上对应着建模任务的分解过程，该分解方式表明宜采用自顶向下、逐步细化的协同建模方法。建模步骤如下：

(1)按照一定的策略(如按关键产品划分、按组织结构划分、按时序关系划分等等)对需要建模的业务过程进行初步分解，确定顶层过程模型所包含的子过程、子过程运行所需的支持资源，以及子过程之间存在的产物、数据流、控制流等对象。

(2)建模人员根据各自的建模任务，分别对不同的子过程细化建模。每个子过程的建模任务亦可以组合活动为单位做进一步分解，即每个组合活动所包含的详细业务过程信息进行的细化建模均可作为可独立完成的一个子过程的建模任务。过程模型通过以组合活动为核心进行层次分解，建模任务亦会随着模型层次的划分而逐步细化。

(3)各子过程的建模完成后需要进行任务提交，即在进行模型的一致性和完整性检查的同时完成子过程的集成。

为保证上述方法的顺利实施必须解决以下 2 个问题：

(1)如何有效管理建模人员对子过程的访问控制权限，即如何建立建模人员与子过程之间的对应关系，从而确保建模过程中建模人员能够快速有效地明确对模型的操作权限。

(2)采用什么样的协同机制避免建模过程中由于子过程之间的关联关系而产生的各种冲突，并以此协调不同建模人员之间的并行异地建模任务。

4 基于角色的建模人员权限管理

协同建模的建模人员权限控制就是从工作独立性和模型信息安全角度出发，对建模人员访问或编辑模型的权限进行管理，在业务过程的协同建模中，一个建模人员可能对多个子过程进行操作，而不同的建模人员也可能对同一个子过程具有相同的操作权限，因此，建模人员和子过程之间是一种多对多的关系，但如果直接将建模人员和相应子过程联系起来，即采用紧耦合的权限管理方式，则存在以下 2 种弊端：

(1)由于具体的建模人员会随着一些外界因素的改变(如人员调动)而变化，子过程也会随建模工作的开展而发生变化，因此经常会产生对建模人员的权限重新分配的需要，从而不利于权限管理的稳定维护。

(2)存在为大量建模人员进行权限分配时带来重复操作

的可能性。而采用基于角色的权限管理方法则可以很好地解决这一问题，其特点是通过分配和取消角色来完成建模人员权限的授予和取消。管理人员根据需要定义各种角色(如将对同一子过程具有相同权限的建模人员可以抽象为一种角色)，并设置相应的访问控制权限，而建模人员根据其责任和资历再被指派为不同的角色。这样，整个访问控制过程就分成 2 个部分，即访问权限与角色相关联，角色再与建模人员关联，从而实现建模人员与访问权限的逻辑分离，其中，角色可以看成是表达访问控制策略的语义结构，它可以表示承担特定工作的资格。

基于以上分析，本文提出一种基于角色的业务过程建模人员权限控制机制(Role-based Business Process Modeler Privilege Control, RBPMPC)，并将其定义为一个六元组，即：

$$RBPMPC=(S, U, R, P, RP, UR)$$

其中， S 为子过程集合； U 为建模人员集合，是对子过程进行操作的实体； R 为角色集合，每个角色代表一种资格、权利和责任，且具有不同的权限； P 为权限集合，其元素为一个子过程和一种操作权限的二元组，表示不同子过程所对应的操作权限； $P=\{(s,p)|s\in S,p\in\{w,r,u\}\}$ ，其中， w 为可写权限，表示可以编辑子过程 s 的内部信息，包括在对 s 的细化建模过程中创建、修改、删除属于 s 的模型元素； r 为只读权限，表示仅可以浏览子过程 s 的内部信息； u 为不可访问，表示不能读取子过程 s 的内部信息。该权限的设置可以避免相应的建模人员读取对其保密的模型信息，在一定程度上保证模型信息的安全； RP 为权限配置关系集合，其元素为一个角色和一种角色的二元组，表示每个角色所拥有的权限， $RP=\{(r,p)|r\in R,p\in P\}$ ； UR 为角色分配关系集合，其元素为一个建模人员和一种角色的二元组，表示建模人员被委派的角色， $UR=\{(u,r)|u\in U,r\in R\}$ 。一个建模人员可以被分配给若干角色，而一种角色也可被赋予若干个具体的建模人员。

由于角色的权限相对稳定，因此采用 RBPMAC 不但能够减小授权管理的复杂性，降低管理开销，而且能够灵活有效地支持企业的安全策略，使建模人员权限管理对企业的变化具有更好的伸缩性。此外，该机制还可以很好地描述角色层次关系，实现最少权限原则和职责分离的原则。

协同建模环境可以通过建模人员所对应角色的权限判断其对子过程的操作是否合法，例如，若 $(p1=w)\wedge((s1,p1)\in P)\wedge((r1,p1)\in RP)\wedge((u1,r1)\in UR)$ ，则说明建模人员 $u1$ 对子过程 $s1$ 拥有写权限。

5 协同建模机制

由于子过程的建模任务可以异地完成，因此企业业务过程的协同建模属于异地协同建模，而异地协同建模的方式主要分为同步协同模式和异步协同模式 2 种，其中，同步协同模式需要考虑实时通信，实现技术较为复杂，而且对于企业过程建模而言，各子过程相对独立，协同建模期间对实时性的要求并不高，只需保证一个建模人员的所处理的模型信息不影响其他建模人员的工作内容即可，更没有必要支持不同建模人员异地同步编辑同一子过程。因此，本文只讨论对企业业务过程的异地异步协同建模。

5.1 并发冲突分析

由于模型信息的读取操作不涉及信息修改，因此并发冲突是针对写操作而言的，其主要分为以下 2 类：

(1)直接冲突：不同建模人员要求同时对同一子过程进行

编辑。此类冲突所表现的实质上是同步协同的工作模式，其产生原因有 2 种：1)同一角色被分配给不同建模人员，且该角色具有编辑该子过程的权限；2)不同角色均具有编辑该子过程的权限。

(2)间接冲突：某一建模人员对某一子过程的修改会对其他建模人员正在编辑的子过程产生影响，从而破坏模型的一致性。例如，在图 1 中，用户 B 在对 B2 层的子过程进行编辑时，用户 A 却在 A 层子过程中删除 B2，切断上下层之间的关联，其产生原因在于过程模型分解后，部分子过程仍然存在比较紧密的关联关系，并未完全独立。

5.2 并发控制机制

本文通过引入 2 种模型锁：修改锁和冻结锁以及 4 条加锁规则对模型进行并发访问控制，从而避免并发冲突、维护协同建模过程的有序性。具体如下：

(1)修改锁：当用户对子过程加修改锁时，可以对子过程进行修改，其他用户不能修改该子过程。修改锁的主要作用是避免直接访问冲突。记为 S 锁，子过程 P 的修改锁状态记为 $S(P)$ ，若加了修改锁则 $S(P)=1$ ，否则 $S(P)=0$ 。

(2)冻结锁：当用户对子过程加冻结锁时，所有用户都不能修改子过程(包括加锁用户自身)，允许给一个子过程加多个冻结锁。冻结锁的作用是配合修改锁避免间接冲突。记为 T 锁，子过程 P 的冻结锁状态则记为 $T(P)$ ， P 上有 n 个冻结锁则 $T(P)=n$ ， $n > 0$ ， P 上没有冻结锁则 $T(P)=0$ 。

通常在协同建模过程中，不需要对某个子过程直接加冻结锁，往往是在对其加修改锁的同时设置冻结锁，以保证整个模型的语义完整性。基于此本文提出以下加锁规则：

规则 1 对子过程 P 加修改锁的前提是 P 上未加修改锁或冻结锁。

规则 2 对子过程 P 可以加修改锁的条件是 P 的全部上层子过程未加修改锁。

规则 3 对子过程 P 加修改锁时， P 的全部下层子过程加修改锁， P 的全部上层子过程加一个冻结锁，即：

令 $S(P)=1$ ；

$\forall C$ ，若 C 为 P 的下层子过程，则令 $S(C)=1$ ；

$\forall C$ ，若 C 为 P 的上层子过程，则令 $T(C)=T(C)+1$ 。

规则 4 对子过程 P 解除修改锁时， P 的全部下层子过程

解除修改锁， P 的全部上层子过程解除一个冻结锁，即：

令 $S(P)=0$ ；

$\forall C$ ，若 C 为 P 的下层子过程，则令 $S(C)=0$ ；

$\forall C$ ，若 C 为 P 的上层子过程，则令 $T(C)=T(C)-1$ 。

5.3 锁机制对效率的影响

虽然锁机制可以保证正确地进行协同建模，但也会在一定程度上影响建模的效率。协同建模的效率取决于建模活动的并发程度，即允许多少人员同时进行建模活动。由于一次锁定的文件越多，建模活动的并发度就越低，因此协同建模效率与锁的粒度呈反比。根据规则 2 可知，如果模型树的深度越大，则一次加锁的文件较多。因此，将模型树扁平化可以减小锁的粒度，这也是提高协同建模效率的有效策略。

6 结束语

本文通过分析业务过程多层次、多阶段等特点对协同建模技术的需求，从模型分解的角度对协同建模任务进行分解，提出一种自顶向下的协同建模方法，设计一种基于角色的建模人员权限控制机制以实现建模人员与访问权限的逻辑分离，并通过引入 2 种模型锁和 4 条加锁规则解决了协同建模过程中的冲突问题，为企业业务过程模型的协同设计过程提供有力支持。

基于该方法所设计的权限控制机制和并发控制机制，通过封装和集成 CVS，开发业务过程协同建模系统。通过应用该系统对某飞机研制过程进行协同建模，建模效率较传统的单用户建模方式有极大的提高，同时也有效避免协同过程中容易出现的冲突问题。协同建模过程中对于资源模型、信息模型等企业共享信息的引用以及支持过程模型的重用将是今后工作的方向。

参考文献

- [1] 周永华, 陈禹六, 赵天奇. 经营过程建模[J]. 计算机集成制造系统, 2002, 8(1): 16-22.
- [2] 徐浩, 王茜. 工作流管理系统中协同建模环境的研究[J]. 计算机应用与软件, 2006, 23(6): 10-13.
- [3] 郑燕, 蓝伯雄, 王威. 企业资源优化问题的集成建模方法[J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(10): 1561-1569.

编辑 陈文

(上接第 13 页)

数量，提高了社区中共享资源的质量，为 P2P 高效消息路由提供了基本保障。

5 结束语

本文算法实现了对等网络中基于节点的兴趣本体相似度聚类，从而形成语义社区。下一步工作将优化语义社区的构建方法和动态演化过程，以建立基于 P2P 的动态语义社区知识通信模式，进而实现资源的高效能互联互通。

参考文献

- [1] Wang Yao. Trust-based Community Formation in Peer-to-Peer File Sharing Networks[C]//Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence. Beijing, China: [s. n.], 2004: 341-348.
- [2] Khambatti M, Ryu K, Dasgupta P. Peer-to-Peer Communities: Formation and Discovery[C]//Proc. of the 14th IASTED Int'l Conf. on Parallel and Distributed Computing Systems. Cambridge, USA: [s. n.], 2002: 497-504.

- [3] 陈汉华, 金海. SemreX: 一种基于语义相似度的 P2P 覆盖网络[J]. 软件学报, 2006, 17(5): 1170-1181.
- [4] 韩定一. 对等网络的社区模型及其在搜索中的应用[D]. 上海: 上海交通大学, 2007.
- [5] Shneidman J, Parkes D C. Rationality and Self-interest in Peer-to-Peer Networks[C]//Proc. of the 2nd International Workshop on Peer-to-Peer Systems. [S. l.]: Springer-Verlag, 2003: 47-52.
- [6] 余一娇, 金海. 对等网络中的搭便车行为分析与抑制机制综述[J]. 计算机学报, 2008, 31(1): 1-15.
- [7] 陈军, 刘佳琦, 陈志刚. 超节点覆盖网中针对 free-rider 的用户评价机制[J]. 计算机应用, 2008, 28(2): 360-362.
- [8] Cheng Ran, Vassileva J. Design and Evaluation of an Adaptive Incentive Mechanism for Sustained Educational Online Communities[J]. User Modeling and User-adapted Interaction, 2006, 16(3/4): 321-348.

编辑 陈晖

