

文章编号: 1006-5911(2007)03-0508-05

基于知识流的流程角色协作

赵卫东, 赵 静

(复旦大学 软件学院电子商务研究中心, 上海 200433)

摘要: 为确保业务流程的高效运行, 在协作中要实现与流程相关的所有管理要素的同步流动, 但现有的角色协作方法大多对流程缺乏系统性的分析。以流程角色识别为基础, 引入虚拟流程概念, 从知识流角度讨论了角色的协作实现。根据流程要素相关性, 将角色协作区分为强相关角色协作和弱相关角色协作, 从活动、资源和目标等维度透视强相关角色协作, 从知识创新角度剖析弱相关角色协作, 形成了一种系统化的角色协作机制。

关键词: 角色; 虚拟流程; 知识流; 角色协作

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A

Role collaboration of processes based on knowledge flow

ZHAO Wei-dong, ZHAO Jing

(E-Business Research Cent., Software Sch., Fudan Univ., Shanghai 200433, China)

Abstract: In order to guarantee efficient operation of business processes, all the process-related management elements should flow synchronously in a collaborative way. However, systematic analysis was not enough in study on role collaboration. Based on role recognition, the concept of virtual process was firstly proposed and the collaboration implementation between process roles was discussed in terms of knowledge flow. Then role collaboration was partitioned into two categories according to element relevancy of process: strongly related role collaboration and weakly related role collaboration. The former was analyzed from several perspectives including activity, resource and object; while the latter was analyzed from the view of knowledge innovation. Moreover, a collaborative mechanism of roles based on the knowledge flow was discussed, which could be further expanded to take all the process elements into account.

Key words: role; virtual process; knowledge flow; role collaboration

0 引言

在实现流程目标的过程中, 流程角色之间表现出继承、职责和资源等多方面的相互依赖和冲突关系, 并按照一定的业务规则协作, 如基于角色的工作流授权研究是角色协作的一个分支, 它从职责分离(separation of duty)、角色分层(role hierarchies)等方面讨论角色间的授权关系^[1-3]。围绕流程相关管

理要素的角色协作研究尚处于起步阶段, 典型成果有: 针对参与者的流程协作研究; 从时间、参与者和透视图(perspective)3个角度研究流程协作问题, 并提供相应的协调技术支持^[4], 其研究对象是时间等流程的非核心要素。另一方面, 基于 Deutsch 合作与竞争理论的销售活动协调分析, 用销售员角色间的目标依赖关系, 说明合作性目标在促进销售员交流方面所发挥的建设性作用^[5]。目标驱动的商业流

收稿日期: 2006-01-16; 修订日期: 2006-02-23。Received 16 Jan. 2006; accepted 23 Feb. 2006.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70301004)。**Foundation item:** Project supported by the National Natural Science Foundation, China (No. 70301004).

作者简介: 赵卫东(1971-), 男, 江苏徐州人, 复旦大学软件学院副教授, 主要从事智能决策、流程管理等研究。

E-mail: wdzhao@fudan.edu.cn.

程分析则将角色间的协调关系划分为层次依赖、意图依赖、活动依赖和资源依赖4种^[6]。以上几种方法从目标维切入,对角色协作关系进行分析,为后期工作提供了思路。角色相关流程视图研究进一步引入流程知识要素,根据流程视图界定角色,充分考虑流程中各个角色的协作需求,为角色交互提供个性化的流程知识^[7]。不难看出,上述方法从一个或者多个角度讨论了流程角色的协作问题,但没有将分析的重点集中在某些流程管理要素上,分析过程也有待深入。

知识是企业价值创造的核心资源,是流程管理的核心要素,将知识引入流程角色协作中可对其进行全面、细致地讨论,深入到流程的每一个环节之间,最终形成系统化的流程角色协作机制。知识管理与流程管理的结合已成为学术界的热点,如流程导向的知识管理研究。本文从新的视角分析知识管理对流程角色协调的影响。目前,流程管理的焦点正逐渐从早期的资产转移到知识要素上,流程知识的优化配置已成为企业实现可持续发展的关键因素。业务流程角色协作通常与知识相关,流程角色通过合理使用自身知识、有效获取流程知识、积极创造流程的新知识,共同实现流程目标。本文以流程角色的知识协调为主线,从知识流构成的虚拟流程,来探讨流程中的角色协作问题。

1 虚拟流程

流程以角色为主体,包含活动、责任、目标、时间、资源、信息和知识等要素,其所有要素的同步流动是流程完整、有效执行的必备条件。为简化讨论,本文从活动、目标、资源3个流程要素入手,对伴随物理流程发生的虚拟流程知识流动进行分析,针对上述各个流程要素的全面讨论,在此基础上进行合理地扩充。图1是一个较系统的业务流程框架,为了使其表述更为直观,没有对角色协作的深层次关系进行显性描述,仅对物理流程运作和虚拟流程知识协作过程进行了重点刻画。其中,企业文化和IT基础设施是业务流程的基础,支撑着流程的运作;活动、资源和目标是流程基本要素;知识是流程增值要素。流程角色在物理流程中运行,在虚拟流程中相互协作,物理流程中的操作(控制流、信息流)映射到虚拟流程中,体现为相应的知识流动。进一步从微观、宏观两个层次分析。微观上,流程角色在物理流程中的任务会涉及到一定的活动、资源和目标,通过

角色间的信息和控制传递来触发虚拟流程中的一系列流程角色协调活动,实现资源的合理配置和目标的高效达成;宏观上,企业通过协调虚拟流程中的增值要素与基本要素,来完成资源共享、目标协同等流程角色深层次协作,产生知识增值,实现流程管理。运行在物理流程与虚拟流程基础上的流程管理,以绩效管理和知识管理为增值关键驱动因素,受组织结构等外部环境的影响,并推动组织结构向着以流程为中心、面向客户和扁平化的方向发展。以下着重从知识角度对虚拟流程运作进行分析,有关角色协作深层次关系的进一步研究可考虑使用流程挖掘等技术来实现。

流程知识包括流程运作中使用和创新的知识和流程自身的知识,如从以往流程的执行过程中获得的流程设计图、案例记录和教训,以及流程各个阶段的项目文档和阶段衔接要素等^[8]。在不同的流程环节,知识表现为不同的内容,业务规则和模式是流程知识的典型表现。根据知识产生的途径,可将流程知识区分为个体型流程知识和协作型流程知识;根据知识表达方式的不同,又可区分为隐性流程知识和显性流程知识。以上知识分类将流程角色间的知识协作过程分割为4种不同的情形。由于显性流程知识实现相对简单,单个角色隐性知识的获取可以通过相关参与者将个人在物理流程中所获得的隐性知识以文档的形式存入知识库的方法来实现,所以本文仅针对协作型、隐性知识进行重点讨论。

协作型知识是指用于解决流程运作过程中协作问题的流程知识,这里将其区分为协作规则和协作经验两类。协作规则是标准化了的可供参考的,用于解决流程协作问题的模型、规则和实现机制等方法论;协作经验是长期以来在协作过程中总结出的流程领域知识、流程业务知识和流程运行知识,包括企业如何进行关键流程优化的信息、框架,以及流程角色之间提高协作效率的方法,可根据流程基本要素进一步区分为目标相关经验、活动相关经验、资源相关经验和角色相关经验,如图1所示的协调相关知识库。

2 流程角色协作机制

结合流程角色的特点,定义角色协作为四元组 $RCO = (Role, Activity, Resource, Objective)$ 。其中,Role为角色,Activity为活动,Resource为资源,Objective为目标。RCO可以对虚拟流程中的

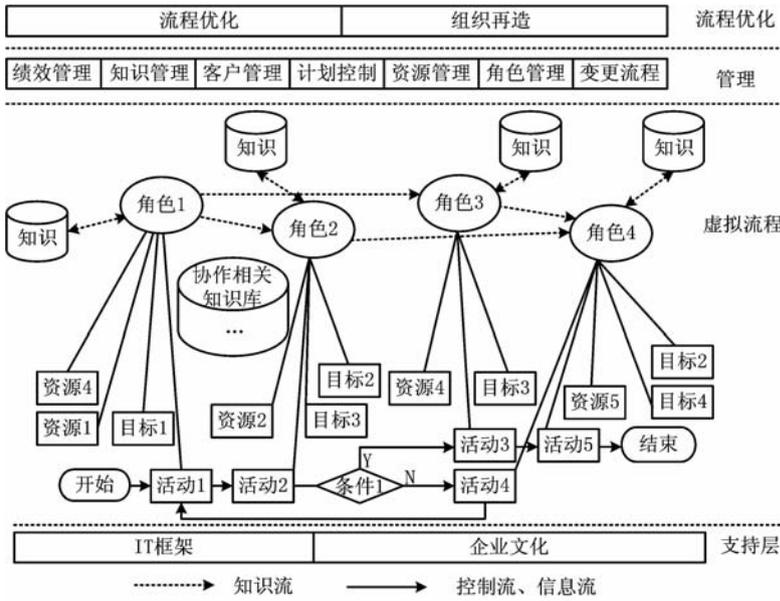


图1 业务流程框架

活动、资源和目标等基本要素进行准确地刻画,将流程角色从活动、资源和目标等维度封装起来,进一步通过角色间关联式的检索,推进流程角色的知识协作。

沿用知识生态学理论,解决流程中的问题需要具有不同观点的,与流程问题密切相关的、有经验、义务和责任的不同角色的积极介入^[9]。RCO定义了活动、资源和目标等组成要素,为流程中相关角色的识别,以及有针对性地选择合作角色提供了思路,最终为流程协作奠定了良好的基础。本文围绕RCO中的要素定义,展开基于知识的流程角色协作分析。图2是对此协作机制的一个简单描述,其中的物理流程部分用基于通信的描述方法^[10]来表达,对应于浅色底纹。虚拟流程部分重点描述了角色“销售员”与“信贷评审员”基于知识的协作过程实现。虚拟流程运作在物理流程之上,针对每一个流程活动,结合流程基本要素完成角色间的有效协作,具体过程如图2中“销售员”与“信贷评审员”之间的知识流转。需要提出的是,图中的知识流动过程并不是自动完成的,而是需要定义一系列流转规则来确保其有效执行。下文将结合知识流固有的,不同于信息流的特征来对知识流动展开深入地探讨。

角色活动属性对角色协作的影响主要体现在相同活动、相邻活动和相斥活动等;资源和目标属性对角色协作的影响分别体现在相同资源、相同目标和相斥目标上。为方便讨论,下面先给出相关定义。

定义 1 \forall 流程要素 f (如时间、资源等), 如果

活动 a_1, a_2, \dots, a_n 对 f 具有排他性占用, 则称 a_1, a_2, \dots, a_n 为 f 互斥活动, 记作 $(a_1 \neq a_2 \neq \dots \neq a_n) | f$ 。

定义 2 相同活动相关角色: \forall 活动 a , 如果角色 r_1, r_2, \dots, r_n 均可执行 a , 则称 r_1, r_2, \dots, r_n 为相同活动 a 相关角色, 记作 $(r_1 = r_2 = \dots = r_n) | a$ 。

定义 3 相邻活动相关角色: \forall 具有先后执行关系的活动 a, b , 称 a, b 的执行角色 r_1, r_2 为相邻活动 a, b 相关角色, 记作 $(r_1 \rightarrow r_2) | a, b$ 。

定义 4 相斥活动相关角色: \forall 流程要素 f , 如果 $(a_1 \neq a_2 \neq \dots \neq a_n) | f$, 称 a_1, a_2, \dots, a_n 的执行角色 r_1, r_2, \dots, r_n 为相斥活动 a_1, a_2, \dots, a_n 相关角色, 记作 $(r_1 \neq r_2 \neq \dots \neq r_n) | a_1, a_2, \dots, a_n$ 。

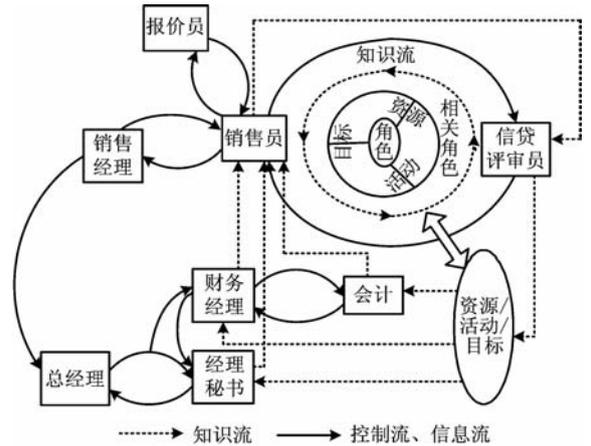


图2 角色协作图

定义 5 相同资源相关角色: \forall 资源 s , 如果角色 r_1, r_2, \dots, r_n 在执行过程中均用到 s , 则称 r_1, r_2, \dots, r_n 为相同资源 s 相关角色, 记作 $(r_1 = r_2 = \dots = r_n) | s$ 。

定义 6 相同目标相关角色: \forall 目标 o , 如果角色 r_1, r_2, \dots, r_n 均要实现 o , 则称 r_1, r_2, \dots, r_n 为相同目标相关角色, 记作 $(r_1 = r_2 = \dots = r_n) | o$ 。

定义 7 相斥目标相关角色: \forall 相斥目标 o_1, o_2, \dots, o_n , 称 o_1, o_2, \dots, o_n 的执行角色 r_1, r_2, \dots, r_n 为相斥目标相关角色, 记作 $(r_1 \neq r_2 \neq \dots \neq r_n) | o_1, o_2, \dots, o_n$ 。

上述定义将角色关系划分为强相关和弱相关两种,为后续的研究确定了方向。强相关角色对应于上述定义 2~定义 7 的 6 种情况,是根据流程基本

要素对角色进行的分类汇总,刻画出了角色间的强关联关系。在此基础上,角色间知识协作可划分为强相关角色协作和弱相关角色协作。

2.1 强相关角色协作

根据强相关角色的定义,可以找出流程中所有的强相关角色,形成强相关角色子知识库——资源相关知识库、目标相关知识库和活动相关知识库。具体地,对于相斥角色,首先找出流程的相斥活动、相斥目标集合,再根据流程角色定义,将相斥活动、相斥目标对应到具体的执行角色中,形成流程中的相斥活动相关角色集和相斥目标相关角色集。对于相同相关角色,遍历流程的每个活动、资源和目标,分别找出相同活动相关角色集、相同资源相关角色集和相同目标相关角色集;而对于相邻相关角色,则根据活动间的逻辑承接关系,形成相邻活动相关角色集。将上述相关角色集知识存储到角色内部知识库中,并以相关角色集为依据,针对每个活动、资源和目标构建相应的强相关角色子知识库。

虚拟流程中的知识创新绝大多数都由强相关角色间的协作触发。根据强相关角色的定义,强相关角色间的协作过程大体可分为以下几种情况:

(1)依据强相关角色建立知识共享和监督机制,实现非相斥角色知识的自动传递,并遵循握手协议确保知识的有效传递。所谓握手协议,是指 \forall 角色 r 执行活动 a ,使用资源 s ,完成目标 o ,都需要将执行情况、执行过程中获得的知识传送给其活动 a 、资源 s 、目标 o 非相斥强相关角色,强制要求它们阅读并发回反馈意见。角色 r 接收各强相关角色的反馈意见后,对其进行归纳,将得出的结论返回给它们,并提交到相应的强相关角色子知识库中。

(2)角色 r 在相关知识库的帮助下,仍不能完成活动 a 与其他角色之间的知识协调。首先需要在流程中维护一个遗留问题库,记录至今尚未解决的问题,定期对其进行讨论,寻找解决方案,以保证流程知识的及时更新与分享。当角色遇到问题时,先到遗留问题库中查找,如果发现该问题是遗留问题,则先将其搁置,等待集中解决;否则,将遇到的问题发送给其相同活动相关角色和相邻活动相关角色,寻求帮助。它们运用现有知识尝试解决 r 提出的问题,有解决问题、不能解决但能提供相关知识和不能提供任何帮助3种可能的结果。第1种结果下, r 得到所需的解决方案,顺利完成任务之后,使用(1)中方法将问题解决过程中发现的知识在流程中共

享;对于第2种结果,角色 r 下一步将尝试运用新获得的知识来解决问题,如果问题还不能解决,则将新获得的知识发送给其活动相关角色,再次寻求帮助。如此往复,直至问题解决,或者所有活动相关角色都不再能提供帮助。遇到后一种情况,角色 A 将进一步在整个流程范围内寻求帮助,将问题及相关知识发送给流程中每一个角色,直至所有角色都不能再提供问题相关知识,最终将该问题记入知识库的遗留问题子库中,等待日后解决。

(3)为完成流程目标 o_1 ,流程角色间的相互协作本质上是 o_1 的相同目标相关角色间的协作,可归入集体意图的实现问题。集体意图是组织中合作行为的动机来源,以基于任务分解和分配的集体承诺为具体实现方式。解决思路是:首先根据角色内部知识库和 o_1 相关角色知识库中的知识来明确协作角色及 o_1 对应的任务,然后各协作角色在协作规则库中查找并确定一种规则,将目标 o_1 对应的任务 t 分解成子任务 t_1, t_2, \dots, t_n ,使对每个子任务或子目标,至少有一个角色对流程中的其他角色(一般是具有更高职权的角色)承诺由它完成。在此基础上,结合特定的协作规则,为每个子任务 t_i 选择一个角色 r ,确定由该角色 r 采取相应活动 a 完成相应子任务 t_i 。待流程目标 o_1 完成之后,将目标实现过程中发现的知识在流程中共享。上述合作求解问题需要用到社会承诺机制,来对 $\langle r, a \rangle$ 的形成、时间上的先后顺序进行规划,对相关角色进行分配^[11]。

(4)角色间协作冲突的解决可以从相斥活动、相斥目标相关角色的协作实现入手。相斥活动、相斥目标角色之间存在利益冲突,要通过合作博弈方法来激励每个角色,采取使集体利益最大化的行为。一种可行的解决方案是将每个角色的绩效与其在流程中投入要素的比例及相应贡献挂钩,在一系列流程指标下,由所有相斥活动、相斥目标相关角色共同决定下一步的行为,以实现流程利益最大化。由于 N 个角色都采取符合集体利益最大化,而非只考虑个人利益最大化的行为,可以将此决策标准化为一个多方合作博弈 (N, V) :

$$N = (1, \dots, n), [q | p_1, p_2, \dots, p_n], \quad (1)$$

$$V(S) = \begin{cases} 1 & \sum_{i \in S} p_i \geq q \\ 0 & \text{其他} \end{cases},$$

$$i = (1, \dots, n), S \subseteq N. \quad (2)$$

其中, N 是流程相斥角色集合, S 是 N 中支持某一

决策的角色集, $V(S)$ 是角色集 S 上决定决策结果的函数, q 是表决通过与否的限定值, p_i 表示角色 i 给出的决策(还可以考虑权重)。当 n 个流程角色进行合作博弈决策, 表决结果的数值超过限定值时, 表决通过, 决策生效, 反之决策无效。决策过程中涉及相斥相关角色间协作知识、以往冲突解决经验等知识的传递, 需要各冲突角色有效使用活动相关知识库和目标相关知识库, 并将冲突解决过程中发现的知识在流程中及时地共享。

(5) 相邻活动相关角色之间是请求服务的关系, 协作过程需要就服务内容和质量达成协议, 即执行者对顾客的承诺(commitment), 而不仅是传递结果。一种可选的实现方法是借鉴通讯模型思想, 将相邻活动之间的协作细化为两个相关角色的协商过程, 经历准备、协商、实施和接受 4 个阶段。具体实现过程需要以活动相关知识库为基础, 对每个协商阶段使用(2)中方法在流程范围内寻求更优的实现方案, 并使用(1)中方法对相关知识进行及时地更新。

(6) 在角色协作相关知识的创新上, 商业智能技术是前面提到几种方法的有益补充。首先使用流程管理系统对流程执行过程进行记录, 然后运用流程挖掘对记录的流程实例日志进行分析, 发掘流程潜在问题, 并提出可能的解决方案, 最终形成有关流程执行环境和流程高效协作实现的知识^[12]。如通过分析销售流程执行实例, 发现“秘书”在与“总裁”协作完成“合同制定”任务时, 效率总是比其他角色与“总裁”协作时高, 进一步挖掘“秘书”在与“总裁”协作过程中可能具有的个性化协作知识, 并将这些知识显性化, 从而实现了流程角色协作知识的创新。

以上从活动、资源和目标等维度入手, 对强相关角色间的典型协作过程进行了系统化的分析, 解决了绝大多数知识相关的流程角色协作问题。

2.2 弱相关角色协作

在强相关角色协作基础上的弱相关角色协作, 可以进一步实现流程知识的创新。弱相关角色协作可以突破强相关角色固有的思维模式, 易于触发灵感, 产生顿悟, 进而产生新知识。同时, 弱相关角色知识协作是流程知识从片面向全面、由低级向高级发展的一个有效途径, 从深度和广度上发展了角色的思维, 为知识创新提供了可能性。

在虚拟流程中, 角色有时会遇到仅仅依靠强相

关角色无法解决的问题, 涉及弱相关角色的知识协作。为了实现弱相关角色的交流, 引入人际网知识协作机制。每个流程角色根据兴趣、能力和流程事件等要素, 建立和维护一个值得信任的个人人际网络, 再通过维基(Wiki)、博客(Blog)等工具将各个独立的角色人际网络互联, 形成流程人际网。流程人际网将流程中的角色相互关联起来, 是虚拟流程中角色知识协作的又一条线索。流程知识学习的主导途径是依托流程内部环境, 利用各种正式和非正式机制, 从相邻知识源获取所需的知识, 以不断扩充自身的技术能力基础。当需要从流程外部获取知识时, 如协作规则库中规则的扩充, 一般要选择流程中相对强势的角色来充当“知识种子”。识别流程中的“知识种子”角色, 并使其与外界保持良性的互动学习关系, 是企业能否有效发挥流程学习效应的前提。

3 结束语

本文以分析流程强相关角色协作和弱相关角色协作为基础, 解决了虚拟流程中基于知识的角色协作问题, 为流程管理和优化提供了基础。鉴于流程强相关角色对流程知识资源的易获取性, 强相关角色常具有相似的特征、通用性知识和稳定的信用, 使得虚拟流程中的知识传递具有极高的开放性和诚实度, 且流程知识具有较好的流动性。同时, 弱相关角色的相互学习、竞争压力和持续比较, 也是企业不断学习和创造知识的源泉。流程人际网中的合作各方紧密协作, 共同进行知识的创新, 使每个角色从人际网中学到更多的知识, 并且多数是交叉性的知识, 有利于激发角色间合作创造新的潜藏性知识。

参考文献:

- [1] LIU D, WU M, LEE S. Role-based authorizations for workflow systems in support of task-based separation of duty[J]. Journal of Systems and Software, 2004, 73(3):375-387.
- [2] OH S, PARK S. Task-role-based access control model[J]. Information Systems, 2003, 28(6):533-562.
- [3] MOON C J, PARK D, PARK S, et al. Symmetric RBAC model that takes the separation of duty and role hierarchies into consideration[J]. Computers and Security, 2004, 23(2): 126-136.
- [4] MARK K. Core services for coordination in concurrent engineering[J]. Computer in Industry, 1996, 29(1-2):105-115.

(下转第 532 页)

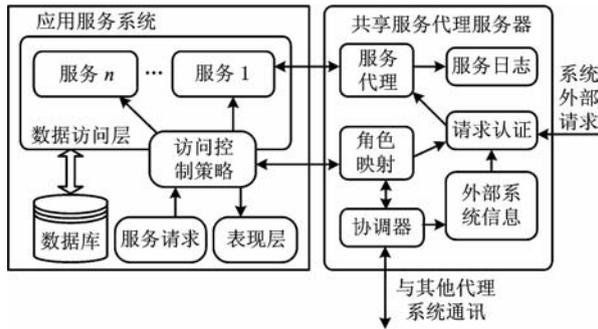


图4 代理系统主要功能模块

可以看出,代理系统的授权并不是完全独立的,它需要原应用服务系统的配合,由原系统管理用户(包括系统内部与系统外部的用户)和服务,以及它们之间的映射关系。这是考虑到原系统本身就具有管理用户、服务和它们之间复杂关系的能力。代理系统调用原系统提供的 Web Service 形式的访问控制模块接口,获取原系统的角色、角色继承、管理角色的先决条件等角色信息。根据角色信息,角色映射模块验证共享服务的独立性,并构建与共享服务的代理角色。代理系统的引入,使得共享服务只对参与共享的系统的用户提供服务,有效地屏蔽了非法用户对共享服务的访问。

5 结束语

本文在分析了应用服务共享过程中对访问控制需求的基础上,参考 ARBAC 97 模型,给出共享服

务授权范围的形式化定义。通过引入代理系统,在不同粒度、不同层次结构的异构访问控制体系之间,建立了一套完整的管理、验证的机制,较好地解决了实际工程中的应用问题。

参考文献:

- [1] FREUDENTHAL E, PESIN T, PORT L, et al. DRBAC: distributed role-based access control for dynamic coalition environments[C]//Proceedings of the 22nd International Conference on Distributed Computing Systems (ICDS'02). Los Alamitos, Cal., USA: IEEE Computer Society, 2002: 411-420.
- [2] FERRAILOLO D, KUHN R. Role based access controls[C]//Proceedings of the 15th NIST-NCSC National Computer Security Conference. Baltimore, Md., USA: NIST-NCSC, 1992: 554-563.
- [3] OSBORN S, SANDHU R, MUNAWER Q. Configuring role-based access control to enforce mandatory and discretionary access control policies[J]. ACM Transactions on Information and System Security, 2000, 3(2): 85-106.
- [4] SANDHU R S, BHAMIDIPATI V, MUNAWER Q. The ARBAC97 model for role-based administration of roles[J]. ACM Transactions on Information and System Security, 1999, 2(1): 105-135.
- [5] RONALDL R, BUTLER L. SDSI—a simple distributed security infrastructure[EB/OL]. (1996-10-02)[2006-02-02]. <http://research.microsoft.com/Campson159-SDSI/Acrobat.pdf>.
- [5] DEAN T, LINDSAY M, CHOY L W. Coordination to market technology: the contribution of cooperative goals and interaction[J]. Journal of High Technology Management Research, 1998, 9(1): 1-15.
- [6] VAGELIO K, PERICLES L. Goal-driven business process analysis application in electricity deregulation[J]. Information Systems, 1999, 24(3): 187-207.
- [7] SHEN M X, LIU D R. Discovering role-relevant process—views for disseminating process knowledge[J]. Expert Systems with Applications, 2004, 26(3): 301-310.
- [8] KWAN M V, BALASURAMANIAN P. Process-oriented knowledge management: a case study[J]. Journal of the Operational Research Society, 2003, 54(2): 204-211.
- [9] BOUSQUET F, PAGE L C. Multi-Agent simulations and ecosystem management: a review[J]. Ecological Modelling, 2004, 176(3-4): 313-332.
- [10] GREGORY M, CHRISTOS H, STYLIANOS K. Modeling business process with workflow systems: an evaluation of alternative approaches[J]. International Journal of Information Management, 2001, 21(2): 123-135.
- [11] CAVEDON L, SONENBERG L. On social commitment, roles and preferred goals[C]//Proceedings of the 3rd International Conference on Multi-Agent System. Los Alamitos, Cal., USA: IEEE Computer Society Press, 1998: 80-86.
- [12] GRIGORI D, CASATI F, CASTELLANOS M, et al. Business process intelligence[J]. Computers in industry, 2004, 53(3): 321-343.

(上接第 512 页)