

文章编号: 1002-0411(2004) 01-0047-05

一种面向信息系统的通用角色集成管理方法研究

于 淼, 王延章

(大连理工大学信息与决策技术研究所, 辽宁 大连 116024)

摘 要: 角色的概念普遍存在于信息系统中, 本文从业务管理、用户个性化信息管理、知识管理和角色关系管理等四个方面对角色进行综合集成和管理, 并给出相应的形式化描述. 对角色理论、建模和实际应用进行了较充分的研究, 这些研究对普遍采用角色概念的信息系统的设计和实现都具有一定的指导意义和现实意义.*

关键词: 角色; 角色管理; 信息系统; 集成

中图分类号: TP315

文献标识码: A

Research on a General Role Integrating Management Method for Information System

YU Miao, WANG Yan-zhang

(Institute of Information and Decision Technology, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: The concept of role exists in information system commonly. This paper integrates and manages the roles in four aspects: business management, user personality information management, knowledge management and role relation management, and gives the formalized description at last. Detailed research has been made on the role theory, modeling and application. The research results have certain practical and instructional meaning for the information system adopting the role concept.

Keywords: role; role management; information system; integration

1 引言(Introduction)

角色作为一个组织运转的基本单位, 其概念广泛存在于信息系统中, 如计算机支持协同工作系统、工作流管理系统、基于角色的访问控制系统(RBAC)、Multi-agent 系统等信息系统. 同时, 它的概念在 OMT、OORam 等面向对象的建模方法中也得到了广泛采用. 尽管角色及其相关理论在信息系统建模、设计、实现乃至应用中异常重要, 但是对角色的相关研究却始终处于零乱分散的状态, 除了在安全控制领域中被广为研究, 在其他领域中则很少被提及. 实际上, 角色作为用户在信息系统中的代理, 有着丰富的内涵和外延, 因此很有研究的必要. 针对这一现状, 本文根据作者对信息系统开发实践经验的积累和对角色理论的理解, 对角色的设计进行了较深入的研究, 从多个方面综合来探讨信息系统中的角色管理和实现.

2 对角色及其相关理论的理解(Understanding on the role and related theories)

一个信息系统要在实际的组织中运行, 离开组织中的人是肯定不行的, 而人在信息系统中往往用角色来表示. 因此对一个成功的信息系统来说, 其中对角色的表示和运用是非常重要的.

角色理论(Role Theory) 作为一门社会学上的分支产生并确立其地位是在上世纪 60 至 70 年代. 其间最具权威的定义是 Biddle B. J. 在 1979 年对角色的两个定义^[1]:

- 角色是一组关于一个人或一个职位的标准、描述、规范或者概念的集合.
- 角色是对应于某一职位的权利和义务.

在他的著作《Role Theory: Expectations, Identities and Behaviors》中对职位(position)、地位(status)以及角色(role)进行了较充分的区分和界定.

人们对信息系统的关注, 一直是围绕计算机信

* 收稿日期: 2003-01-21
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70271045)

息技术在社会组织机构经营管理领域的应用展开的. 信息系统的运行环境——组织系统可以看成是一种复杂系统, 具有以下一些特点^[2]:

- (1) 由大量的作用者组成;
- (2) 系统是开放的, 受外界影响;
- (3) 在特定条件下, 作用者相互作用;
- (4) 相互作用开始, 将有微小变化;
- (5) 不同的微小变化, 可导致重大差异.

这些作用者从宏观上看可以是一个政府机构、一个企业; 从微观上看可以是一个公务员、一个企业职员、一个公民. 但不管怎么看, 社会中的人都在社会组织这个大舞台上扮演着确定的角色. 同时, 作为有行为能力的载体, 这些角色在社会范围内被预先定义了权利和义务, 并在一起承担着认识世界和改造世界的活动. 在进行活动的同时, 在这些角色之间发生着各种各样的联系(协作、冲突、继承、排斥等). 由于各个角色都可以支配自己的行为、有自己的目标, 所以有着模糊性、不确定性、随机性和经验性.

3 需求分析与角色设计 (Requirement analysis & role design)

信息系统要体现现代管理的要求. 在现代管理环境下, 为了提高组织对外部响应的灵活性和柔性,

许多组织已将传统的金字塔的瘦长型结构转变成扁平型结构, 这种结构尽可能地减少组织层次, 减少不必要的决策环节, 提高响应速度. 海默 (Hammer H.) 曾经在文献[3]中提出七条原则用以指导组织设计和业务重组:

- 组织机构设计要围绕企业的产出, 而不是一项一项的任务;
- 要那些使用过程输出的人来执行过程操作;
- 将信息处理工作结合到该信息产生的实际过程中去;
- 对地理分散的资源看作是集中的资源来处理;
- 平行活动的连接要更紧密, 而不是单单集成各自的活动结果;
- 将决策点下放到基层活动中, 并建立对过程的控制;
- 尽量在信息产生的源头一次获取信息, 同时保持信息的一致性.

这些都对执行过程的那些组织成员提出了较高的要求, 尤其在业务活动中, 参与目标实现的组织成员不仅仅是过程分解中一个简单步骤的操作者, 而更应是具备解决问题能力和决策技巧的智能主体. 对于信息系统中的角色, 可以借助需求工程的概念对角色进行分析和设计并统一整理(如图1所示).

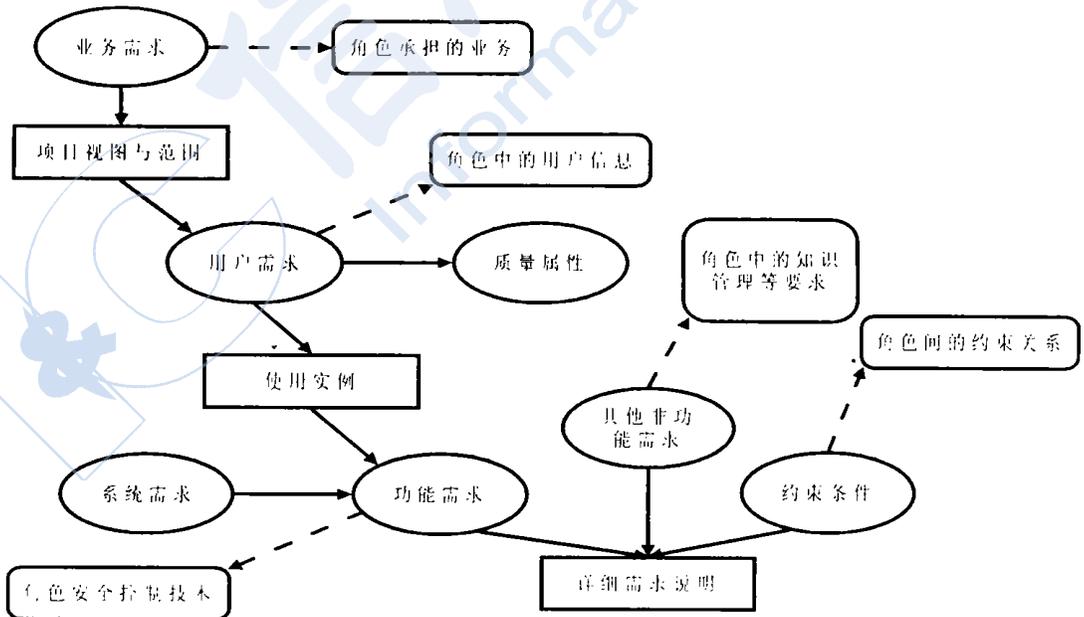


图1 基于需求工程的信息角色管理

Fig. 1 Role management based on requirement engineering in information system

4 角色模型综合集成与管理 (Integrating and managing role model synthetically)

从以上分析可见,角色首先必须赋予它一定的

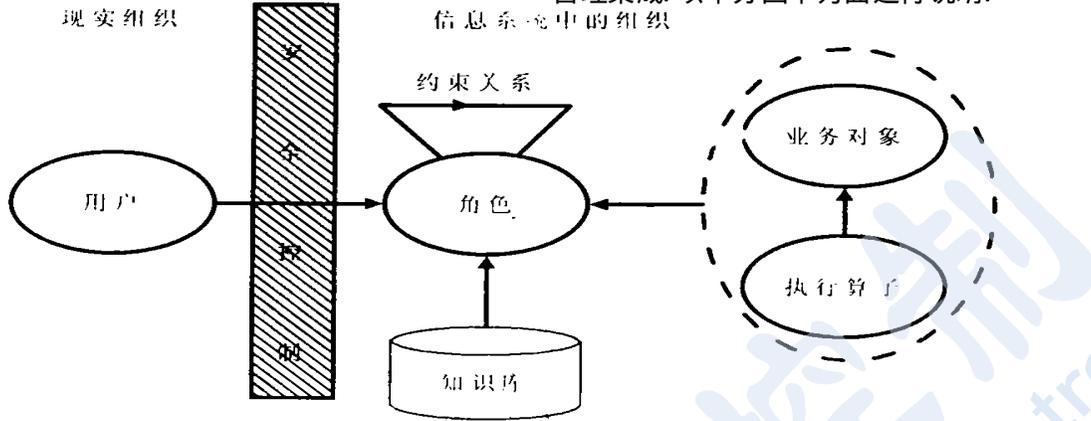


图2 角色管理的综合集成

Fig.2 Synthetic integration of role management

4.1 对业务管理的集成

组织中任何业务活动都是围绕着目标来进行的,其中的具体执行过程都是在组织内部通过目标确定、任务划分、角色分配、角色互连以及活动执行等步骤来完成的.因此,可以将组织、目标、任务、角色、操作、对象之间看成一种层次映射互连关系来刻画现实中的业务活动,即一个组织有确定的总体目标,围绕着这个目标有多个团队,每个团队有各自的任务集,每个任务有确定的业务对象以及对他们的操作.因此可以简要用如下的映射关系来进行表示(关于这方面的详细论述参见文献8):(其中 ROL 为角色集合, TSK 为任务集合, OPT 为算子集合, TOB 为业务对象集合, USR 为用户集合)

1) 任务分配关系 $RTR = {}^2ROL, TSK, f_{rtr}^3$, $f_{rtr}: ROL \rightarrow 2^{TSK}$ 是一个映射,它描述了一个用户对应的任务集合.

2) 算子业务组合关系 $OTTR = {}^2OPT, TOB, TSK, f_{otr}^3$, $f_{otr}: OPT \times TOB \rightarrow 2^{TSK}$ 是一个映射.

3) 角色指派关系 $ASNRR = {}^2USR, ROL, f_{asnrr}^3$, $f_{asnrr}: USR \rightarrow 2^{ROL}$ 是一个映射,它描述了一个用户对应的角色集合.

4.2 对用户个性化信息的集成

用户通过委派给他们的角色来完成组织业务,因此它们之间存在着广泛的联系,因此,角色不应该只去简单封装用户承担的身份信息,而且还应该可以保持和其相连用户的个性化信息,这样才能在日

知识、能力和权力,同时也应当给予它一些约束(即情景),使得它只能在规定的范围内行使权力,履行赋予的职责.图2简要描述了如何对角色进行综合管理集成.以下分四个方面进行说明.

常业务处理中满足对用户相关信息的处理要求.可以在角色对象的设计中创建个性化信息属性或属性对象来实现这个目的,如图3所示.



图3 角色与用户信息的关系

Fig.3 Relation between role and user information

4.3 对知识管理的集成

当前信息系统已经不局限于信息管理或事务处理,而是希望通过信息技术手段提高组织系统的知识收集、分析、传递和利用能力,将知识管理与具体业务紧密结合,从而提高组织整体的管理水平.

信息系统中的业务处理可以看成一系列有序操作的集合,这些操作之间存在着各种关系,这些操作是围绕着业务对象进行的.为了对过程进行确切描述,本文给出相应数学表述如下:

一般地,一个处理过程 P 从满足预条件集 Φ 的某一个时间点开始,到满足结束条件 Θ 的某一个时间点终止.此过程可以看成是一种递归的形式,并最终归结到元活动 action(在某一抽象层次上不可再分的活动),可表示如下:

$$P = P; P | P \wedge P | \text{condition? } P: P | (\text{condition? } P) * | \text{action} | \text{AND} (\text{action}, \text{action}, \dots) | \text{OR} (\text{action}, \text{action}, \dots) | \text{XOR} (\text{action}, \text{action}, \dots)$$

其中 $P; P$ 表示顺序过程; $P \wedge P$ 表示并行过

程; condition? P : P 表示条件选择过程; (condition? P)* 表示条件迭代过程; AND (action, action, ...) 表示活动之间的与关系; OR (action, action, ...) 表示活动之间的或关系; XOR (action, action, ...) 表示活动之间的异或关系.

一个元活动 action 可简单形容为某角色做某事, 可以简单记做: action = role o object.

其中 role 表示执行活动的角色, o 为执行活动所需要的算子, object 为被执行对象.

由于角色往往代表实际活动的执行者, 通过在角色中运用知识管理, 可以达到信息流和知识流的集成, 达到知识管理的目的. 具体的实现方式可以参见图 4, 把特定的知识传送到角色节点中, 这样可以避免在成员之间传送不需要的知识, 而且可以不必花费太多的时间和精力来寻找知识并同时同时对知识进行安全控制, 这也是本设计区别于一般集中式知识库的一个特点.

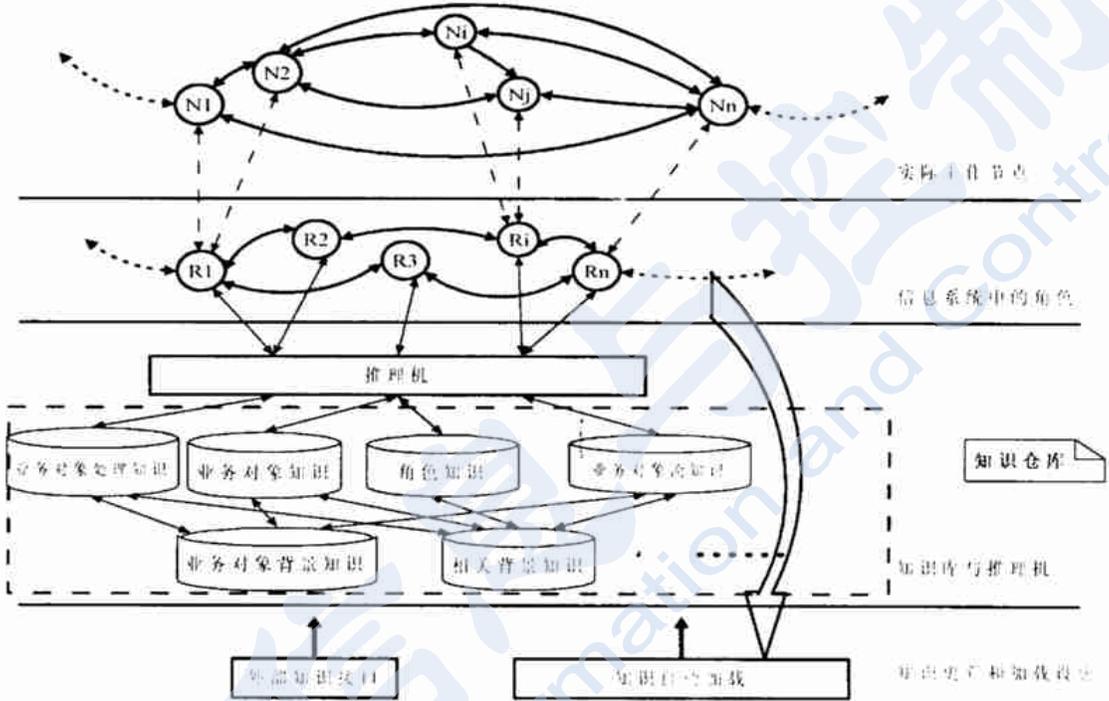


图 4 知识管理与角色管理的集成

Fig. 1 Integrating of knowledge management and role management

4.4 对角色关系控制的集成

要想对系统中的角色进行全面的的管理, 必须认清它们之间的关系. 通过对现实世界的系统形形色色的角色关系进行抽象和总结, 可以得出如下结论.

定义角色结构关系 $RSR = \langle \text{ROL}, f_{rsr} \rangle$, f_{rsr} : ROL 上的一个映射, 它描述了角色之间的关系. 其中 $\text{RLT} = \{ \text{EQU}, \text{EXLD}, \text{CTN}, \text{NED}, \text{SPRT}, \text{OVL P} \}$, RLT 是一个典型关系集合, 表示角色之间常见的 6 种关系. 设 $RSR = \text{ROL} \times \text{ROL}$, $\text{RLT} \subseteq \text{RSR}$, 可以表示如下:

1) 相等关系: EQU 表示两个角色可以相互替换, 即:

- i. $(\forall \text{rol})(\text{rol} \in \text{ROL} \rightarrow \text{rol EQU rol})$
- ii. $(\forall \text{rol}_1)(\forall \text{rol}_2)(\text{rol}_1 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_2 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_1 \text{ EQU } \text{rol}_2 \rightarrow \text{rol}_2 \text{ EQU } \text{rol}_1)$

- iii. $(\forall \text{rol}_1)(\forall \text{rol}_2)(\forall \text{rol}_3)(\text{rol}_1 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_2 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_3 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_1 \text{ EQU } \text{rol}_2 \wedge \text{rol}_2 \text{ EQU } \text{rol}_3 \rightarrow \text{rol}_1 \text{ EQU } \text{rol}_3)$

自反, 对称, 传递.

2) 排它关系: EXLD 表示两个角色互斥, 不能在同一用户中存在, 即:

- i. $(\forall \text{rol})(\text{rol} \in \text{ROL} \rightarrow \text{rol} \notin \text{EXLD})$
- ii. $(\forall \text{rol}_1)(\forall \text{rol}_2)(\text{rol}_1 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_2 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_1 \text{ EXLD } \text{rol}_2 \rightarrow \text{rol}_2 \text{ EXLD } \text{rol}_1)$

反自反, 对称

3) 包容关系: CTN 表示一个角色涵盖另一个角色, 即:

- i. $(\forall \text{rol})(\text{rol} \in \text{ROL} \rightarrow \text{rol CTN rol})$
- ii. $(\forall \text{rol}_1)(\forall \text{rol}_2)(\forall \text{rol}_3)(\text{rol}_1 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_2 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_3 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_1 \text{ EQU } \text{rol}_2 \wedge \text{rol}_2 \text{ CTN } \text{rol}_3$

$\rightarrow \text{rol}_1 \text{ CTN } \text{rol}_3$)

自反, 传递.

4) 需要关系: NED 表示两个角色绑定在一起才能完成某些任务, 即:

i. $(\forall \text{rol})(\text{rol} \in \text{ROL} \rightarrow \text{rol NED } \text{rol})$

ii. $(\forall \text{rol}_1)(\forall \text{rol}_2)(\forall \text{rol}_3)(\text{rol}_1 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_2 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_3 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_1 \text{ NED } \text{rol}_2 \wedge \text{rol}_2 \text{ NED } \text{rol}_3 \rightarrow \text{rol}_1 \text{ NED } \text{rol}_3)$

自反, 传递.

5) 分离关系: SPRT 两个角色毫不相关, 不存在职责上的交叉, 即:

i. $(\forall \text{rol})(\text{rol} \in \text{ROL} \rightarrow \text{rol SPRT } \text{rol})$

ii. $(\forall \text{rol}_1)(\forall \text{rol}_2)(\text{rol}_1 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_2 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_1 \text{ SPRT } \text{rol}_2 \rightarrow \text{rol}_2 \text{ SPRT } \text{rol}_1)$.

自反, 对称.

6) 重叠关系: OVLP 两个角色存在职责上的交叉, 即:

i. $(\forall \text{rol}_1)(\forall \text{rol}_2)(\text{rol}_1 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_2 \in \text{ROL} \wedge \text{rol}_1 \text{ OVLP } \text{rol}_2 \rightarrow \text{rol}_2 \text{ OVLP } \text{rol}_1)$.

对称.

5 对角色的形式化描述 (Formalized description of role model)

根据以上论述, 可以对角色进行形式化表示如下:

$\langle \text{Role} \rangle ::= \text{DEF_ROLE } \langle \text{Role id} \rangle$

[NAME $\langle \text{name} \rangle$]

[$\langle \text{description} \rangle$]

[$\langle \text{Users list} \rangle$]

[$\langle \text{Knowledge list} \rangle$]

[$\langle \text{Relation list} \rangle$]

[$\langle \text{Obligation list} \rangle$]

[$\langle \text{Permission list} \rangle$]

END_ROLE

$\langle \text{Users} \rangle ::= \text{DEF_USERS } \langle \text{User id} \rangle$

[NAME $\langle \text{name} \rangle$]

[$\langle \text{description} \rangle$]

[$\langle \text{formal parameters} \rangle$]

END_USERS

$\langle \text{Relation} \rangle ::= \text{DEF_RELATION } \langle \text{Relation id} \rangle$

[$\langle \text{Relation_Statement list} \rangle$]

END_RELATION

$\langle \text{Relation_Statement list} \rangle ::= \langle \text{Relation_Statement} \rangle$ [$\langle \text{Relation_Statement list} \rangle$]

[$\langle \text{Relation_Statement list} \rangle$]

$\langle \text{Relation_Statement} \rangle ::= \langle \text{Relation_Type} \rangle \langle \text{Role id list} \rangle$

$\langle \text{Relation_Type} \rangle ::= \text{EQU} \mid \text{EXLD} \mid \text{CTN} \mid \text{NED} \mid \text{SPRT} \mid \text{OVLP} \mid \dots$

$\langle \text{Obligation} \rangle ::= \text{DEF_OBLIGATION } \langle \text{Obligation id} \rangle$

[NAME $\langle \text{name} \rangle$]

[$\langle \text{formal parameters} \rangle$]

[WHEN $\langle \text{Event} \rangle$]

IF $\langle \text{Condition} \rangle$

THEN $\langle \text{Procedure} \rangle$

[POST_CONDITION $\langle \text{Condition} \rangle$]

END_OBLIGATION

$\langle \text{Procedure} \rangle ::= \langle \text{Composite_Action} \rangle$

[$\langle \text{Composite_Action} \rangle \langle \text{ActionCombinatorOp} \rangle$

$\langle \text{Composite_Action} \rangle$

[$\langle \text{Procedure} \rangle \langle \text{ProcedureCombinatorOp} \rangle$

$\langle \text{Procedure} \rangle$

$\langle \text{ActionCombinatorOp} \rangle ::= \langle \text{SequenceActionOp} \rangle \mid$

$\langle \text{RelActionOp} \rangle \mid \langle \text{ParallelActionOp} \rangle \mid \dots$

$\langle \text{ProcedureCombinatorOp} \rangle ::= \langle \text{SequenceProcedureOp} \rangle \mid$

$\langle \text{RelProcedureOp} \rangle \mid \langle \text{ParallelProcedureOp} \rangle \mid \dots$

Elementary_Action ::= $\langle \text{Operator} \rangle \langle \text{BusinessObject} \rangle$

$\langle \text{Composite_Action} \rangle ::= \langle \text{Elementary_Action} \rangle$

[$\langle \text{ActionCombinatorOp} \rangle \langle \text{Elementary_Action} \rangle$

$\langle \text{Permission} \rangle ::= \text{DEF_PERMISSION } \langle \text{Permission id} \rangle$

[NAME $\langle \text{name} \rangle$]

[$\langle \text{formal parameters} \rangle$]

[$\langle \text{Elementary_Action list} \rangle$]

END_PERMISSION

$\langle \text{knowledge} \rangle ::= \text{DEF_RELATION } \langle \text{knowledge id} \rangle$

[$\langle \text{knowledge_Statement list} \rangle$]

END_RELATION

$\langle \text{knowledge_Statement list} \rangle ::= \langle \text{knowledge_Statement} \rangle$

[$\langle \text{knowledge_Statement list} \rangle$]

$\langle \text{knowledge_Statement} \rangle ::= \langle \text{knowledge_Type} \rangle \langle \text{knowledge_Content} \rangle$

[$\langle \text{knowledge_Content} \rangle$]

$\langle \text{knowledge_Type} \rangle ::= \text{ROLE} \mid \text{BUSINESSOBJECT} \mid$

$\text{BACKGROUND} \mid \text{BUSINESSOBJECTSTREAM} \mid \text{OPERATOR} \mid \dots$

END_PERMISSION

6 结语 (Conclusion)

这种角色管理方法和模型充分渗透和体现了对信息系统的业务和环境的深层分析, 并能对业务流程中的无序知识进行系统化的管理, 同时还可以对组织中的角色进行有效的监控, 从而有效提高组织系统的管理效率和质量. 因此, 本文的研究对构建各类信息系统具有一定的现实意义和普遍意义.

(下转第 60 页)

- [12] Kassidas A, Taylor P A, MacGregor J F. Off-line diagnosis of deterministic faults in continuous dynamic multivariable processes using speech recognition methods [J]. *Journal of Process Control*, 1998, 8(5-6): 381~393.
- [13] Fret M P, Glasgow J I. Combining case-based and model-based reasoning for the diagnosis of complex devices [J]. *Applied Intelligence*, 1997, 7(1): 57~78.
- [14] Smyth P. Hidden Markov models and neural networks for fault detection in dynamic systems [J]. *Pattern Recognition*, 1994, 27(1): 149~164.
- [15] Montmain J, Gentil S. Dynamic causal model diagnostic reasoning for online technical process supervision [J]. *Automatica*, 2000, 36(8): 1137~1152.

- [16] Xia Q J, Rao M. Dynamic case-based reasoning for process operation support systems [J]. *Engineering Application of Artificial Intelligence*, 1999, 12(3): 343~361.

作者简介

徐波(1969-),男,讲师,博士生.研究领域为检测技术,自动测试系统和智能故障诊断等.

于劲松(1968-),男,博士生.研究领域为自动化装置,自动测试系统和智能故障诊断等.

李行善(1938-),男,教授,博士生导师.研究领域为计算机测控系统,自动测试系统,虚拟仪器技术,电力电子装置,智能故障诊断技术.

(上接第51页)

参考文献(References)

- [1] Biddle B J, Thomas E J. *Role Theory: Concepts and Research* [M]. New York: Krieger Publishing Company, 1979.
- [2] 张嗣瀛. 复杂系统与复杂性科学简介 [J]. *青岛大学学报(工程技术版)*, 2001, (4): 25~28.
- [3] Hammer M, Champy J. *Reengineering the Corporation: a Manifesto for Business Revolution* [M]. New York: Harper Collins, 1993.
- [4] Ferraiolo D F, Sandhu R, Gavrila S, et al. Propose NIST standard for role-based access control [J]. *ACM Transactions on Information and System Security*, 2001, 4(3): 224~274.
- [5] Ferber J, Gutknecht O. A meta-model for the analysis and design of organizations of multi-agent systems [A]. *Proceedings of the International Conference on Multi Agent Systems* [C]. Paris:

IEEE Press, 1998. 128~135.

- [6] Kendall E A. Role models-patterns of agent system analysis and design [J]. *British Telecom Technology Journal*, 1999, 17(4): 46~57.
- [7] Gottloband G, Schcefl M, R9 ck B. Extending object-oriented systems with roles [J]. *ACM Transactions on Information Systems*, 1996, 14(3): 268~296.
- [8] 于森,王延章. 一种基于角色网络模型的电子政务系统框架的研究与实现 [J]. *计算机工程与应用*. 2003, (12): 31~35

作者简介

于森(1975-),男,博士研究生.研究领域为电子政务,软件工程,复杂信息系统等.

王延章(1952-),男,博士生导师.研究领域为决策支持系统,电子政务,数据仓库等.

(上接第55页)

程,对工艺规则进一步的研究,将工艺规则细化、简化,使知识库更加丰富;并且可以研究各个工艺规则之间的联系,来优化知识库中规则的匹配算法,使系统得到优化.随着规则的简单化和系统的优化,将来可以将其完善成直接由 MEMS 设计人员操作的实用软件.

参考文献(References)

- [1] Zhao X, Lu B, Lu G Z, et al. Virtual reality-based rapid prototyping design for MEMS [A]. *Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Processing System* [C]. Beijing: 1998, 2. 1765~1768.
- [2] Zhao X, Lu G Z, Li M, et al. Virtual operation of two typical MEMS devices-micromotor and micropump [A]. *IFAC 99* [C].

Beijing: 1999. 55~60.

- [3] 李明. 基于虚拟现实技术的 MEMS 计算机辅助设计系统 [D]. 天津:南开大学, 2001.
- [4] Giarratano J, Riley G. 印鉴,刘星成,等. *专家系统原理与编程* [M]. 北京:机械工业出版社, 2000.
- [5] 娄常青,唐锦春,孙炳楠. 用 C 语言开发地基基础专家系统 [J]. *计算机辅助工程*, 1997, 6(3): 32~37.
- [6] 杨乃定,李怀祖. 具有专家系统支持的仿真系统机理研究 [J]. *计算机仿真*, 1994, 41(4): 45~47.

作者简介

李亚威(1976-),女,硕士.研究领域为虚拟现实技术,图形图像处理.

赵新(1969-),男,副教授.研究领域为虚拟现实技术,智能机器人.

任亮(1980-),男,硕士.研究领域为虚拟现实技术.