

基于描述任务逻辑的群体组织协同关系模型*

张 三, 李小四

(国防科技大学计算机学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 群体组织模型是深入研究群体协同行为的基础, 而现有的组织模型大多集中在对 Agent 组织的结构或个体低层指令级的交互上, 不能描述组织高层的动态任务交互。本文提出一个新的群体组织协同关系模型—GRNA。该模型包含有两个子模型: 认知模型和交互模型。认知模型构建于领域本体之上, 为 GRNA 模型提供准确的术语定义, 交互模型则基于描述任务逻辑理论, 反映了群体的任务协同语义。通过实例分析证明 GRNA 支持对群体规范和能力的描述, 提供了组织任务可完成性的可判定的推理服务, 能够描述组织的高层任务交互语义。

关键词: 协同; 描述任务逻辑; 群体; 组织

中图分类号: TP391.9

文献标志码: A

Organizational coordinative relationship model of groups based on description logic of tasks

ZHANG San, LI Xiao-si

(School of Computer Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Modeling group organizations is the foundation for further research on group coordinative behavior. Modeling group organizations is the foundation for further research on group coordinative behavior. Many existing agent organization models concern little about the description of high-level dynamic interactions, and few of them provide decidable reasoning of tasks. We propose a novel group organizational coordinative relationship model named GRNA to describe the organizational coordinative relationship of agent groups. The GRNA model is based on the description logic of the task and it contains two sub models: cognition sub-model and interaction sub-model. The cognition sub-model which provides accurate definitions of terms is built on domain ontology, while the interaction sub-model based on the description logic of tasks reflects the collaboration between the tasks. Through the case study, we show that the GRNA model can describe norms and abilities of groups, provide powerful services of decidable deduction for the achievability of organization tasks, and express high-level task interaction semantics of groups.

Keywords: collaboration; description logic of tasks; group; organization

1 引言

虚拟现实系统规模与日俱增, 参与的虚拟实体高达数十万以上。每个虚拟实体都扮演一定的角色, 每个角色完成特定的低层行为。一项高层任务通常需要不同的低层行为的配合, 而这种配合通常是隐式的。这些虚拟实体既有高级的自主行为, 又有复杂的组织协同关系, 尤其在军事应用系统中更加复杂。如何控制以及协调它们的行为是一个难点。因而建立群体的组织协同关系模型是虚拟现实领域的重要研究方向之一。

收稿日期: **** - ** - **;; 修回日期: **** - ** - **

* 基金项目: 国家 973 计划资助项目 (2009CB723803); 国家自然科学基金资助项目 (60873120)

通讯地址: 410073 湖南省长沙市国防科技大学计算机学院

Address: School of Computer, National University of Defense Technology, Changsha 410073, Hunan , P.R.China

目前,已有一些描述组织的模型。Ferber 和 Gutknecht 提出的 AGR(Agent-Group-Role)模型^[1]是该领域最早的工作之一。该模型把组织结构定义为小组结构及其相互关系的集合,其中小组结构用角色集合、交互图和交互语言三元组表示。Ferber 等人又进一步将环境因素引入 AGR 模型,建立了 AGRE(AGR- Enviornment)模型^[2]。Dignum 等人提出了一个 agent 组织建模框架 OMNI(Organizational Model for Normative Institutions)^[3, 4],该框架允许指定组织结构,agent 间的交互,以及各个 agent 的规范结构。张伟等人在 Ferber 等人的工作基础上提出了面向结构的一种 Agent 组织的递归模型^[5]。该模型把 Agent 组织结构、小组结构和角色用一个等价结构表示,同时引入效用参量,以描述 Agent 组织的收益情况。ZW. Raś 将 Agent 定义为一个三元组 $\langle S, R_s, L_s \rangle$ ^[6],其中 S 表示一个多层决策系统, R_s 表示规则集, L_s 表示 Agent 通讯语言。Agent 通过其相互学习彼此外部属性中的定义,并提出新的定义以达成一致。

现有的研究大都集中在对组织的结构或者低层指令级的描述,忽视了组织的任务语义,不能描述组织的高层任务交互。任务逻辑^[7]虽然可以描述主体间的高层交互,但是它是不可判定的,且不能将具体属性与任务联系起来。因而至今还未见基于任务逻辑的应用系统出现。

针对上述问题,本文在组织模型中引入了描述任务逻辑^[8],建立了一个组织协同关系模型 GRNA (Group-Role-Norm-Ability)。描述任务逻辑将描述性结构和任务语义相结合,是一种真正的资源逻辑,具有任务逻辑的能表述高层交互、具有完备可靠的公理化体系等特点。描述任务逻辑使得 GRNA 可以避免绝大多数规划逻辑所面临的“框架问题”和“知识前提问题”,同时是可判定的。

2 群体组织协同关系模型

群体组织协同关系模型 GRNA 建立在由本体描述的任务知识的基础之上。任务知识是对虚拟世界中实体、组织及其相互关系的一个认知。它将这些概念用层次类别组织起来,并通过一系列公式为群体组织协同关系模型提供准确的术语定义,保证了对群体组织结构描述的精确性和一致性^[9]。

组织是建立在一定认知基础上的交互关系的反映,认知是建立统一准确的组织模型的基础,而交互则是群体的组织性的对外表现。基于描述任务逻辑的组织模型 GRNA 包含两个部分:认知和交互。图 1 给出了 GRNA 的基本框架。GRNA 模型建立在以领域本体描述的知识的基础之上。其中角色与角色之间通过角色关系相互联系,而角色关系又由组织规范进行约束。组织成员通过担当组织中的角色,承担角色相应的任务得到相应的资源和规范约束。角色、角色关系以及规范体现了群体的交互性,构成了模型的交互部分;群体的组成及其能力则构成了模型认知部分。

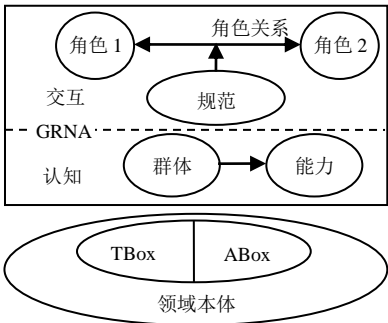


Figure 1 Structure Model of Group Organizations

图 1 群体组织结构模型

2.1 任务知识

认知模型以本体论为基础,领域本体描述了虚拟世界中的概念以及概念与概念间的关系,保证了对群体组织描述的精确性和一致性。图 2 所示是在本体工具 protégé 中建立的一个军事仿真领域本体。

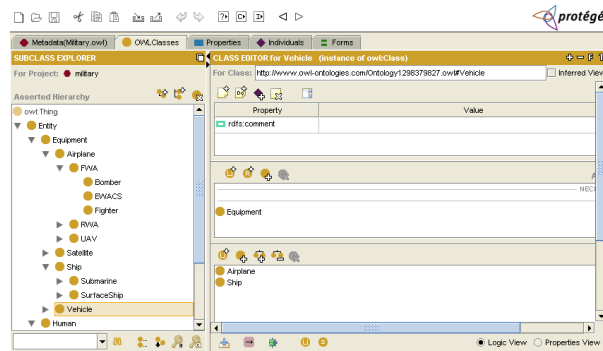


Figure 2 Domain Ontology

图 2 领域本体

2.2 组织协同关系模型

实体和群体的能力描述代表了它们遂行任务的能力，是进行任务规划的根本依据。能力描述还将组织任务的可完成性判断转化成了描述任务逻辑的定理证明。另外，群体中成员的变更，可能导致组织能力的变化，能力描述也能将这种变化自然表现出来。

3 在军事仿真中的应用

我们将所建立的协同关系模型应用于战场实体行为建模和仿真技术平台的开发，建立了一个基于任务逻辑的战场实体协同行为建模框架，并在此基础上进行了仿真实验。表 1 是 OBDDs 数据结构存储空间对比分析结果。

Table 1 Storage space analysis of OBDDs data structure (Byte)

表 1 OBDDs 数据结构存储空间对比分析结果						B
数据结构	节点编号	顺序指针	父节点指针	子节点指针	互补信息	合计
OBDDs						
带有互补边的共享	64	80	68	68	—	260
OBDDs	28	24	36	36	25	149

4 结束语

本文基于描述任务逻辑理论提出了一个群体组织协同关系模型GRNA，该模型包含知识表示和交互关系两部分。知识部分建立在领域本体的基础上，保证了模型对组织结构描述的精确性和一致性；交互部分给出了角色关系、规范和组织的能力等概念的形式化定义，使复杂的协同关系和行为规则能够得到描述。该模型克服了当前组织模型对高层任务交互描述的不足，能简洁而准确地描述虚拟群体组织协同关系的任务交互语义，适合描述不同规模不同分辨率的组织，同时又能提供组织任务可完成性的可判定的推理服务。

参考文献:

- [1] Ferber J, Gutknecht O. A meta-model for the analysis and design of organization in multi-agent systems[C] //Proc of the 3rd International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS'98), 1998: 258-266.
- [2] Punnen A, Margot F, Kabadi S. TSP heuristics: Domination analysis and complexity[J]. Algorithmica, 2003, 35(2): 111-127.
- [3] Adams E W. A prime of probability logic[M]. 2nd ed. Stanford: Stanford University, 1998.
- [4] Deering S, Hinden R, Nordmark E. IPv6 global unicast address format[S]. The Internet Society, RFC 3587, 2003.
- [5] Zhang Wei, Shi Chun-yi. A recursive model of agent organization [J]. Journal of Software. 2002, 13(11): 2149-2154.(in Chinese)

- [6] Meuer H, Simon H, Strohmaier E, et al. TOP500 supercomputer sites[EB/OL].[2011-10-15].
http://www.top500.org.
- [7] Johnson T F, Tinoco E T, N. Yu N. Thirty years of development and application of CFD at Boeing commercial airplane seattle[R]. USA: AIAA, AIAA 2003-343, 2003.
- [8] Zhang Hui, Li Si-kun. The description logic of tasks: From theory to practice [J]. Chinese Journal of Computers, 2006, 29(3): 488-494. (in Chinese)
- [9] Dai Jing-bo, Zeng Liang, Zhang Wei. A modeling method of organizational structure of group based on ontology in virtual battlefield environment [J]. Journal of System Simulation, 2008, 20(Suppl.): 128-131. (in Chinese)
- [10] Graham S, Park C. Assignment of dual port memory banks for a cup and a host channel adapter in an infiniband computing node [P]. US 6816889 B1, 2004-10-09.
- [11] Zhang Hui. Organizational coordinate behaviors modeling of virtual entity group [D]. Changsha: National University of Defense Technology, 2006. (in Chinese)
- [12] Mei Shao-chun. A new English-Chinese communications dictionary [K]. Nanjing: Southeast University Press, 1996. (in Chinese)
- [2] Lewis D D, Gale W A. A sequential algorithm for training text classifiers[C]// Proceedings of the 17th ACM International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Berlin: Springer, New York, 1994, 3-12.

附中文参考文献:

- [5] 张伟, 石纯一. Agent组织的一种递归模型[J]. 软件学报, 2002, 13(11): 2149-2154.
- [8] 张会, 李思昆. 描述任务逻辑及其应用[J]. 计算机学报, 2006, 29(3): 488-494.
- [9] 戴静波, 曾亮, 张巍. 虚拟战场环境中群体组织结构本体建模方法研究[J]. 系统仿真学报, 2008, 20(Suppl): 128-131.
- [11] 张会. 虚拟群体组织协同行为建模方法研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2006.
- [12] 梅杓春. 新编英汉通信词典[K]. 南京: 东南大学出版社, 1996.

作者简介:

稿件编号:

姓名	张三	出生年	****	性别	男	籍贯	**省**县	照片 (1寸证件照)
学历 (中文/英文)	博士生 Ph.D. Candidate							
职称 (中文/英文)	无	职务	无		CCF 会员号			
研究方向 (中文/英文)	虚拟现实和计算机仿真 Virtual Reality, Simulation							
联系电话	138*****				E-mail	zhangsan@nudt.edu.cn		
通讯地址 (中文/英文)	湖南省长沙市国防科技大学计算机学院 School of Computer, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan						邮政编码	410073

姓名	李小四	出生年	****	性别	男	籍贯	**省**市	照片 (1寸证件照)
学历 (中文/英文)	博士后 Post Doctor							
职称 (中文/英文)	研究员 Researcher	职务	教研室副主任		CCF 会员号			

研究方向 (中文 /英文)	计算机图形学和计算机仿真 Computer Graphics, Simulation		
联系电话	139*****	E-mail	lisi@263.net.cn
通讯地址 (中文 /英文)			邮政编码 410073