

8-7-2020

Practice Method for Modeling the Virtual Group Organization Synergy

Zhang Hui

1. Navy Submarine Academy, Qingdao 266071, China;;

Zhang Hong

1. Navy Submarine Academy, Qingdao 266071, China;;

Sikun Li

2. School of Computer Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China;

Zeng Liang

2. School of Computer Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Practice Method for Modeling the Virtual Group Organization Synergy

Abstract

Abstract: The process to model the behaviors of virtual group has been divided into two stages, task interaction design and abstraction of the model. In the first stage, the task process is designed through task decomposition, interaction design and behaviors determination based on task decomposition. In the second one, the organization synergy model is presented by designs on three different levels, the structure level, the element level and the relation level, based on the design of the primary analysis. The method provides a framework to instruct the modeling work of virtual group organization synergy.

Keywords

organization synergy, description logic for tasks, interaction design, model abstraction

Recommended Citation

Zhang Hui, Zhang Hong, Li Sikun, Zeng Liang. Practice Method for Modeling the Virtual Group Organization Synergy[J]. Journal of System Simulation, 2015, 27(10): 2246-2251.

虚拟群体组织协同行为建模实践方法

张会¹, 张红¹, 李思昆², 曾亮²

(1. 海军潜艇学院, 青岛 266071; 2. 国防科学技术大学计算机学院, 长沙 410073)

摘要: 将虚拟群体组织协同行为模型的建立过程分为两个阶段: 任务交互设计阶段和模型抽象阶段。任务交互设计阶段以任务分解为牵引, 通过任务分解、交互设计和行为确定三个有机结合的步骤, 实现对组织协同行为过程的初步设计。模型抽象阶段在初步分析阶段得到的协同行为过程的基础上, 进行进一步的分析和抽象, 通过结构、元素和关系三个层次的设计, 建立组织协同行为模型。使用结果表明: 该方法可以有效地指导虚拟群体组织协同行为模型的设计。

关键词: 组织协同行为; 描述任务逻辑; 交互设计; 实践方法

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2015) 10-2246-06

Practice Method for Modeling the Virtual Group Organization Synergy

Zhang Hui¹, Zhang Hong¹, Li Sikun², Zeng Liang²

(1. Navy Submarine Academy, Qingdao 266071, China;

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

Abstract: The process to model the behaviors of virtual group has been divided into two stages, task interaction design and abstraction of the model. In the first stage, the task process is designed through task decomposition, interaction design and behaviors determination based on task decomposition. In the second one, the organization synergy model is presented by designs on three different levels, the structure level, the element level and the relation level, based on the design of the primary analysis. The method provides a framework to instruct the modeling work of virtual group organization synergy.

Keywords: organization synergy; description logic for tasks; interaction design; model abstraction

引言

虚拟群体行为建模, 特别是有组织虚拟群体协同行为建模是大规模军事仿真系统构建的重要工作之一^[1-3]。随着军事仿真系统规模的不断扩大和信息联合作战仿真的需要, 虚拟群体组织和协同行为建模变得日益重要。其中的主要原因有两个: 一是在这类系统中, 组织协同因素对实体行为的影响大; 二是对交互关系、协同方案等组织协同因素的

研究本身往往就是构建这类系统的重要目的, 例如, 信息联合作战仿真系统构建的一个重要目的可能就是兵力组织方式、战场指挥关系、联合作战方案等组织协同因素进行仿真和验证。

描述任务逻辑语义自然且具有可判定的推理服务^[4]。基于描述任务逻辑的虚拟群体组织协同行为模型具有形式化的语义, 便于行为的自动生成和验证, 是大规模仿真系统中虚拟群体组织协同行为建模的不错选择^[5-6]。

由于描述任务逻辑本身高度抽象, 军事人员难以掌握, 基于描述任务逻辑的虚拟群体组织协同行为建模需要军事人员和工程技术人员的密切协同。为满足大规模军事仿真系统虚拟群体组织协同行



收稿日期: 2015-06-05 修回日期: 2015-08-29;
作者简介: 张会(1971-), 山东宁阳, 博士, 副教授, 研究方向为作战仿真与军事运筹; 张红(1986-), 女, 山东济南, 博士, 讲师, 研究方向为军事运筹; 李思昆(1941-), 男, 山东青岛, 博导, 教授, 研究方向为虚拟现实技术与 CAD。

<http://www.china-simulation.com>

• 2246 •

为建模的需要, 在对以前工作进行细化的基础上, 提出一个基于任务过程规划的群体组织协同行为建模实践方法。该方法将虚拟群体组织协同行为建模工作过程分为多个阶段, 明确了每个阶段军事人员和工程技术人员协同工作方法以及每个阶段工作结果形式, 可以有效协调相关人员的工作。

1 组织协同行为模型框架和建模过程

进行组织协同行为建模的第一步是要建立群体组织协同行为模型框架。基于交互任务逻辑的组

织协同行为模型框架由群体交互结构和群体行为规划结构两部分组成^[6]。其中, 交互结构表示实体之间的交互关系, 用角色和交互关系表示。规划结构表示组织内实体的任务规划, 用任务过程和任务过程规划表示。规划结构和交互结构可以互相引用, 实现组织关系和任务协同关系的层次化设计。

组织协同行为模型框架建立以后, 通过角色担当关系指定实体担当的角色, 就可以实现虚拟群体组织协同关系描述。整个建模过程如图 1 所示。

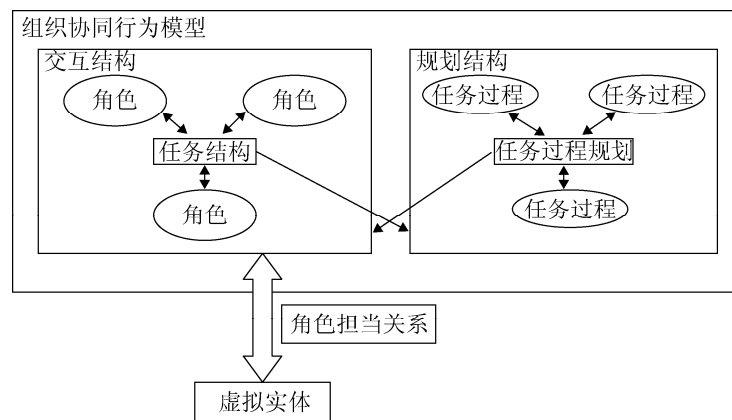


图 1 虚拟群体组织协同行为建模框架和建模过程示意图

2 组织协同行为设计实践方法

作战仿真系统中的虚拟群体组织协同行为建模, 需要军事人员的广泛参与, 而基于描述任务逻辑的群体行为建模方法抽象程度高, 军事人员难以掌握, 建模工作需要军事人员和工程技术人员密切合作才能完成。如何协调军事人员和工程技术人员的合作, 保证建模工程的顺利和高效, 是作战仿真系统虚拟群体组织协同行为建模实践方法需要研究的内容。通过对军事人员对战场实体群的组织协同行为过程的分析和描述方法的分析, 给出一个基于任务过程规划的组织协同行为建模实践方法。将虚拟群体组织协同行为建模过程分为两个阶段: 任务交互设计阶段和模型抽象阶段。任务交互设计阶段由军事人员和工程技术人员合作完成, 模型抽象阶段则主要由工程技术人员完成。

2.1 任务交互设计

任务交互设计阶段包含三个相互关联的设计阶段: 任务分解、交互设计和行为确定。三个设计阶段组成初步设计的一个周期。一个设计周期结束后, 可以针对某个需要进行进一步细化的任务过程, 开始一个新的设计周期。

2.1.1 任务分解

虚拟群体的组织协同行为模型设计一般是针对一定的任务进行的。任务分解阶段的主要工作是, 初步设计阶段的设计者(比如战场指挥员)在对设计任务充分了解的基础上, 对各种任务要素(比如作战目的、敌情、兵力、地形等)进行进一步的分析, 确定全局任务, 然后使用一定的方法进行任务分解, 将整个组织协同行为过程分解成若干个任务过程, 并给出对每个任务过程的执行者和任务目

标的描述。这个阶段的设计基础是设计者对于一些惯用的任务分解方法和对参与实体(和有组织群体)行为能力的认识。这里以联合登岛作战过程中的突

击上岛阶段的组织协同行为的设计为例,说明组织协同行为模型建立的过程。

假设参加联合登岛作战的红方兵力如表 1 所示。

表 1 红方兵力组成表

兵力类	兵力
空中兵力	12 架歼击机(PF ¹²), 12 架轰炸机(PB ¹²), 12 架武装直升机(PA ¹²), 48 架运输机直升机(PT ⁴⁸)
海上作战兵力	六艘登陆舰(SL ⁶), 5 艘扫雷艇(SM ⁵), 6 艘驱逐舰(SD ⁶), 48 艘冲锋舟(AB ⁴⁸)
陆上作战兵力	海军陆战队 3 个营(MC ³), 两个两栖装甲营(MY ³), 共 64 辆两栖装甲车(MYV ⁶⁴), 一支特种作战分队(MT ¹)
任务过程	海上输送兵力(STS), 空中输送兵力(ATS), 空中打击(AA), 海上打击(SA), 抢滩登陆(LL), 进行空降(PB)

2.1.2 交互设计

交互设计的任务是针对每个任务过程的执行者和阶段任务,确定任务过程之间和任务过程内部的执行实体之间的各种协同关系,例如,战场实体之间的指挥关系、任务支援关系和通讯关系等。在战场实体行为建模过程中,这一个阶段可以由工程技术人员辅助军事人员完成,也可以以技术人员为

主,在军事人员的帮助下进行。

交互设计阶段结束后,得到一个任务过程规划,这个任务过程规划可以用文字进行描述,也可以用加有文字说明的线框图表示,也可以结合两种方式进行描述。图 2 为使用文字和线框图进行描述的登岛作战过程的任务规划,图中 S 和 T 分别为开始和结束标志, P_i 表示第 i 个任务过程。

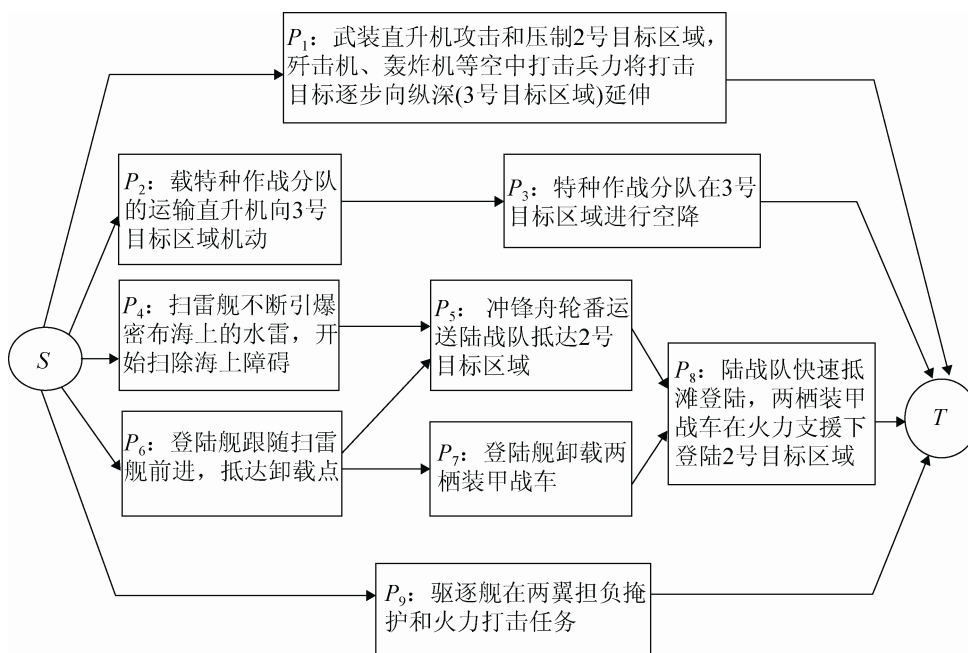


图 2 突击上岛作战过程线框图

2.1.3 行为确定

前面两个阶段的设计完成后,工程技术人员通过核实,根据自己的理解绘制如图 3 的任务过程规划图,它与图 2 的差别就是更加地形式化,采用符

号和公式表示各种实体和任务(各种符号的含义见表 1)。图 3 中所标注的二元组为<entites, task>二元组,其中 entites 是任务执行实体(兵力), task 为任务。任务用描述任务逻辑公式表示,其中的任务符号含义如表 2 所示,任务公式中使用符号“Π”表

示对任务以及任务目标的选择, 例如 P_9 中的二元组 $\langle SD^2, \Pi E(x).Pr(x) \rangle$ 表示两艘驱逐舰执行掩护

任务, 含义为“对任意的一艘我方舰艇(用概念 E 表示)进行掩护(用符号 Pr 表示)”。

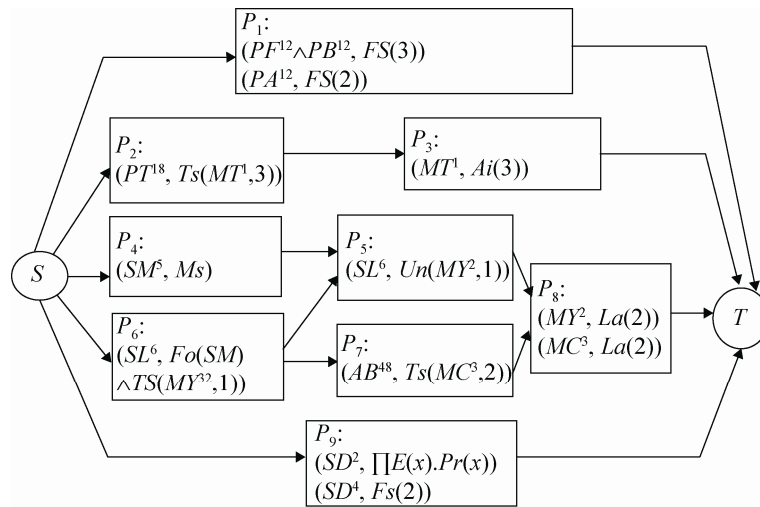


图 3 突击上岛作战过程的任务过程规划图

表 2 登岛作战协同行为模型所使用使用任务和符号表

任务符号	含义
Ms	扫雷
Follow(x)	跟随兵力x航行
Load	装载人员、装备
Unload	卸载已装载的人员、装备
Transport(x,y)	将对象x运送到目标区域y
Fire-Suppression(x)	火力打击压制某个目标或区域
Airborne(x)	在目标区域x实施空降
Firepower(x)	火力某个目标区域x
Landing(x)	登陆某个区域x
Protect(x)	为x提供掩护, 即搜索并打击任何对x构成威胁的目标
Support(x)	在需要的时候为x提供支援

行为确定的目的是进一步明确对作战过程的设计, 除了形式化的表示外, 还要根据实体的行为能力, 验证前面设计的任务规划的可行性。目前的验证是通过人工完成的。理论上讲, 只要提供了相应的能力知识描述, 是可以提供自动化的验证工具, 帮助检查方案的可行性的。

2.2 模型抽象

初级设计阶段结束后, 由工程人员对初级设计阶段得到的任务过程规划进行抽象。模型抽象阶段可以分为 3 个层次: 结构层, 元素层和关系层。

结构层的任务是确定描述使用的结构, 具体讲就是选用交互结构还是规划结构进行描述。元素层进行角色的设置和任务的确定。关系层则对角色交互关系和任务过程规划进行进一步的审查和确定。结构层、元素层和关系层的设计构成组织模型抽象过程的一个周期。一个周期结束后, 如果模型中还有没有具体定义的交互结构或交互结构, 则再针对其中的一个进行更进一步地展开, 开始一个新的设计周期。

2.2.1 结构层

结构层确定是用交互结构还是交互结构作为描述的方式。答案不是绝对的, 我们推荐的原则是, 对于时序上比较独立的任务过程规划, 尽量采用交互结构, 对于时序关系比较复杂情形则尽量采用规划结构。对于登岛作战过程, 因为首先的任务时序关系并不太复杂, 决定首先采用交互结构进行描述。

2.2.2 元素层

在结构层确定了要使用的描述结构后, 元素层对要设置的角色和相应的任务进行确定。这个时候面临的一个问题是角色的命名问题, 原则上讲, 可

以任意设置角色的名字,但是为了好理解和便于交流,推荐针对任务设置角色,并采用任务名后面加 *er* 的方式对任务进行命名,如果任务具有对象则可以将对象的名字作为下标,以示区别,如 $FSer_2$ 表示执行对 2 号地区进行火力打击任务(用 FS 表示)的角色。另外,对于交互结构、任务结构和任务过程,我们推荐的命名原则是:交互结构标识符号的形式为 I_{name} ,规划结构标识符的形式 F_{name} ,任务过程的标识符的形式 P_{name} 。当然,有时为了方便也可以直接用数字下标表示不同的交互结构、规划结构和任务过程,如任务过程 P_1, P_2 等。

整个联合登岛作战的交互结构描述如表 3 所示,一共设置的四个任务过程项,分别对应空中火力打击(AA)、海上火力打击(SA)、空中兵力输送(ATS)和海上兵力输送(STS)。根据前面给出的结构层设计原则,对于空中火力打击和海上火力打击都选择使用交互结构进行进一步的描述(分别记为 I_{AA} 和 I_{SA}),对于空中兵力输送和海上兵力输送,

因为包含的任务过程之间具有明显的时序关系,选择使用规划结构进行进一步的描述(F_{ATS} 和 F_{STS})。作为例子,表 4 和表 5 分别给出了对 I_{AA} 和 F_{STS} 描述。

表 3 联合登岛作战交互结构表

元素	描述
Id	I_{JL}
RoleCompose	$(ATSer=1) \wedge (STSer=1) \wedge (AAer=1) \wedge (SAer=1)$
RoleEnact	$(PT,ATSer) \wedge (MS \vee ML \vee AB, STS) \wedge$
Relation	$(PF \vee PB \vee PA, AAer) \wedge (SD, SAer)$
TaskStruct	$\langle ATSer, ATS, F_{ATS} \rangle; \langle STSer, STS, F_{STS} \rangle;$ $\langle AAer, AA, I_{AA} \rangle; \langle SAer, SA, I_{SA} \rangle$

表 4 空中火力打击任务过程的交互结构表

元素	描述
Id	I_{AA}
RoleCompose	$(FSer_2=1) \wedge (FSer_3=1)$
RoleEnactRelation	$(PF \vee PB, F_{Ser_2}) \wedge (PA, F_{Ser_3})$
TaskStruct	$\langle F_{Ser_2}, F_{Ser_3}, T_{AA} \rangle$

表 5 海上输送兵力任务的规划结构表

元素	描述
Id	F_{STS}
RoleCompose	$(ATSer=1) \wedge (STSer=1) \wedge (AAer=1) \wedge (SAer=1)$
RoleEnactRestrict	$(PT, ATSer) \wedge (MS \vee ML \vee AB, STS) \wedge (PF \vee PB \vee PA, AAer), (SD, SAer)$
Processes	$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9$
Trans	$\langle S, P_1 \rangle; \langle P_1, T \rangle; \langle S, P_2 \rangle; \langle P_2, P_3 \rangle; \langle P_3, T \rangle; \langle S, P_4 \rangle; \langle P_4, P_5 \rangle; \langle P_5, P_8 \rangle;$ $\langle P_8, T \rangle; \langle S, P_6 \rangle; \langle P_6, P_5 \rangle; \langle P_6, P_7 \rangle; \langle P_7, P_8 \rangle; \langle S, P_9 \rangle; \langle P_9, T \rangle$

2.2.3 关系层

关系层在结构层和元素层设计的基础上,对组织协同行为模型进行完善,完成对角色交互关系和任务协同关系的审查和确定。如果遇到不太明确的地方,应该进一步咨询军事人员进行核实,有必要的对话要对前面的工作进行适当的修改。

3 建模实践方法仿真应用

为实现在联合作战方案的仿真推演,构建如图 4 所示的联合作战方案仿真推演系统。系统中与组织协同行为建模相关的主要模块为模型开发和想

定编辑两个模块。模型开发实现包括环境模型、装备模型和认知模型在内的基础模型开发。想定编辑实现实体编辑及如图 1 所示的虚拟实体组织协同行为过程描述,包括组织协同行为模型和角色担当关系。实体定制信息、组织协同行为模型信息和角色担当关系数据统称想定数据。基础模型信息和想定数据都存入模型信息数据库,供仿真引擎调用以实现对联合作战过程的仿真推演。

以联合等岛过程仿真推演应用为例说明使用所给方法进行组织协同行为建模的过程。首先,由军事人员对联合登岛作战过程的阶段划分和各阶段任务进行分析,给出一个文字描述。例如,某军

事人员将整个登岛作战过程分为六个阶段, 并对各阶段任务进行和文字描述, 具体为:

1) 先期作战: 取得制空、制海权, 掩护陆军和海军集结, 为了不给敌以喘息之机, 持续使用空军力量对敌进行空对地的火力打击;

2) 集结上船: 在空军对蓝军阵地进行反复火力突击的同时, 登陆输送舰和海军陆战队进行集结上船, 与登陆舰队其他舰只到预定地点集合, 并展开成航渡队形, 准备进行下一步海上航渡。

3) 海上航渡: 保持安全的航渡队形, 向预定海域航渡, 航渡编队为自身提供海上安全保护; 同时, 特种作战分队搭乘运输直升机接近预定空降地域; 空军继续提供掩护, 对蓝军炮兵阵地和岸舰导弹阵地实施密集轰炸, 摧毁“敌”大部前沿阵地和纵深重要目标, 瘫痪“敌”防御体系, 削弱“敌”防御能力, 确保海上航渡安全, 为立体登陆创造条件。

4) 突击上岛: 在空军掩护下, 海军将部分登岛人员运送至登陆点, 卸载陆军, 空军运送部分登岛人员进行空降。然后登岛人员击溃滩头之敌, 抢占滩头。

5) 巩固登岛场: 主要是粉碎蓝军的战役反击, 建立战役登岛场, 为转入岛上作战创造有利态势。

6) 岛上作战: 三军火力全力对敌展开岛上歼灭战。

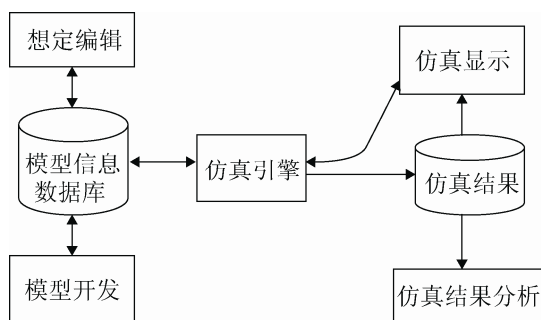


图 4 联合作战方案仿真推演系统结构

工程技术人员在对以上文字描述进行理解和分析的基础上, 通过向军事人员询问和确认, 明确各任务阶段之间为串行关系, 并绘制出如图 5 所示的联合登岛作战任务过程规划图, 图中, $P_1 \sim P_6$ 分

别表示先期作战、集结上船、海上航渡、突击上岛、巩固登岛场、岛上作战。



图 5 联合登岛作战任务过程规划图

给出联合登岛作战任务过程规划图以后, 工程技术人员与军事人员一起, 对联合登岛作战的各任务阶段进行更为详细的分析, 逐步建立整个联合登岛作战过程的组织协同描述模型。前面对突击上岛阶段的组织协同关系的建模过程进行了较为详细的分析, 对整个登岛作战过程和其它作战阶段的描述可通过类似的过程给出。从而实现对整个联合登岛作战过程的建模。建模实践结果表明, 所给方法明确了军事人员与工程技术人员协同工作的形式, 每个阶段各自的任务分工和成果形式, 使得分工协同工作能得以顺利开展。

4 结论

本文给出了一个进行虚拟群体组织协同行为模型构建的工程实践方法, 通过分层和逐步细化, 可实现基于任务分解和任务过程规划的虚拟群体组织协同行为设计。使用结果表明, 该方法可以有效指导虚拟群体组织协同行为模型的设计工作。

参考文献:

- [1] 张会, 李思昆, 吴鹏. 虚拟实体组织行为建模方法研究[J]. 系统仿真学报, 2006, (增 1): 252-255.
- [2] 赵光俊, 张文俊, 陈伟平. 群体行为动画中认知角色的建模方法[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(14): 3253-3257.
- [3] 杨志谋, 司光亚, 李志强, 等. 虚拟战争空间中大规模群体行为模型设计[J]. 计算机仿真, 2009, 26(7): 29-32.
- [4] 张会, 李思昆. 描述任务逻辑及其应用. 计算机学报[J]. 2006, 29(3): 488-494.
- [5] 张巍, 曾亮, 张会, 等. 数字游戏中的协同——描述任务逻辑方法[J]. 计算机研究与发展, 2012, 49(7): 1507-1513.
- [6] 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: 31-41.