

## 基于心理调查和空间干预的人群心理仿真\*

廖东升<sup>1</sup>, 侯波南<sup>2</sup>, 王 兵<sup>2</sup>, 郭 勤<sup>1</sup>, 郭 静<sup>3</sup>

(1. 国防科技大学 人文与社会科学学院, 湖南 长沙 410073; 2. 国防科技大学 计算机学院, 湖南 长沙 410073;  
3. 装备指挥技术学院, 北京 怀柔 101416)

**摘要:**突发危机事件中人群心理评估是当前危机管理急需解决的难点问题。由于突发危机事件群体心理数据采集的困难性和人群心理变化的复杂性等原因,传统方法很难准确评估群体心理效果。随着计算机科学的发展,建模仿真成为解决这类问题的有效手段。以复杂适应系统理论为指导,采用基于 Agent 的建模与仿真方法,研究外部事件刺激下群体的心理行为,构建群体心理评估模型,开发人群心理评估系统。根据心理调查结果,将个体建立为自主的 Agent 模型,个体之间按照心理驱动行为方式进行交互,完成心理传播过程。将影响个体心理的外部刺激事件采用五元组量化表示。将群体中的正式组织和非正式组织建立平行组织模型。以实际案例进行仿真实验,验证了模型的科学性和有效性。

**关键词:**个体心理;群体心理;外部刺激事件;基于 Agent 建模与仿真;平行组织;心理评估仿真系统  
**中图分类号:**     **文献标识码:**A

## Crowd Psychology Simulation Incorporating Psychometrics and Intervention of Relationship Spaces

LIAO Dong-sheng<sup>1</sup>, HOU Bo-nan<sup>2</sup>, WANG Bing<sup>2</sup>, GUO Qin<sup>1</sup>, GUO Jing<sup>3</sup>

(1. College of Humanities and Social Sciences, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China;  
2. College of Computer, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China;  
3. Academy of equipment command & technology, Huairou 101416, China)

**Abstract:** Computer simulation is a promising approach to better understand the crowd psychological dynamics. The lack of real data in crowd simulations, however, usually results in heavy dependence on assumptions, and thus hampers the confidence. This research presents the simulation of crowds under confrontation of psychological stimuli, which focuses on the psychological aspect of the crowd and introduces the intervention between two different relationship spaces in the crowd. Firstly, with the agent-based approach, psychometrics is employed in the construction of the individual model to improve the trustworthiness. Secondly, the research describe, by means of the model, the phenomenon that individuals tend to get involved in various relationship spaces, which plays an important role in the procedure of psychological propagation. Finally, a scenario of a crowd in large-scale public activity under terrorist threat is studied, in which the workflow for psychometrics based crowd simulation is demonstrated, and the preliminary results are also discussed.

**Key words:** individual psychology; crowd psychology; external stimulus event; agent-based modeling and simulation; parallel organization; simulation system for psychology evaluation

### 1 研究背景和主要研究工作

随着社会经济的发展,非常规突发事件呈上升发展的趋势。非常规突发事件中的人群在外部刺激事件的影响下,可能产生突然和剧烈的复杂行为,对社会造成不良影响。例如,最近的孟买恐怖袭击引起了人群的骚动,造成了社会的动荡。从中我们可以看到游客、本地居民、警察和恐怖分子之间的交互显示出复杂的心理行为特点。这种

非常规突发事件人群的心理行为特征非常值得关注和研究。

在外部刺激事件的影响下,群体心理行为极其复杂,群体心理评估十分困难。首先,群体中的个体心理行为与个体独处时有很大区别<sup>[1]</sup>。个体的心理状态和个性特点,以及个体与个体、个体与群体之间的信息交互都会影响到群体心理与行为。其次,非常规突发事件具有突发性和偶然性等特点,实际的群体心理行为数据很难获取。再

\* 收稿日期:2010 - 11 - 28

基金项目:国家自然科学基金资助项目(91024030);国家社会科学基金资助项目(10BXW019)

作者简介:廖东升(1972—),男,副教授,博士。

次,外部刺激事件非常复杂,引发的群体心理行为具有持续动态变化发展的特点。

针对非常规突发事件群体心理评估的复杂性,本文以认知心理学和群体动力学理论为指导,采用 Agent 建模与仿真方法,研究群体中个体之间的信息交互、人群心理效应过程和人群心理与行为特点与规律,为预防和控制非常规突发事件下的人群心理行为提供决策支持。论文主要研究工作包括:(1)建立了人群心理行为研究的虚拟实验环境。将群体中的个体建立为自主的 Agent 模型,个体 Agent 按照行为规则活动并与其他个体交互,在交互过程中实现心理的传播。外部刺激事件对虚拟实验环境的影响采用五元组量化表示。通过统计群体和个体心理与行为的相关数据,获得动态的群体心理行为效果。(2)建立了平行组织二维空间模型。对人群接收信息的渠道进行了建模,对人群同时处于正式或非正式组织的情况,构建了平行组织二维空间模型。(3)开展了案例验证。通过一个实际案例应用来验证本文提出的方法,实验结果与实际结果基本一致,验证了模型的科学性和可行性。

## 2 国内外相关研究现状

目前,国内外学者对群体的心理特征和行为开展了相关研究。Freud 的群体行为理论<sup>[1]</sup>主要说明了个人在群体中的思考方式和行为会与其独处时非常不一样。Turner 和 Killian<sup>[2]</sup>研究了兴趣相似的人聚集在一起的行为模式,认为个体之间的交互对群体心理行为产生重要影响,从而发展了群体动力学理论。Helbing<sup>[3]</sup>基于物理和社会心理受力构建了人群在恐慌环境中的行为。Braun<sup>[4]</sup>发展了 Helbing 的模型,根据不同人的个体特征和群体结构,建立了个体动机模型。Reicher<sup>[5]</sup>, Klüver<sup>[6]</sup>运用群体动力学理论开展了群体心理行为研究。随着计算机技术逐步应用于心理学领域的研究,出现了计算心理学<sup>[7]</sup>等新兴学科研究方向。

基于 Agent 的建模方法已广泛地应用于社会科学的研究,目前出现了许多中基于 Agent 的建模与仿真平台,如 Repast, NetLogo, Mason 等<sup>[8]</sup>。文献[9-10]建立了基于 Agent 的情感人工心理模型,能够模拟人与环境交互过程中的情感行为<sup>[11]</sup>。Sun<sup>[12]</sup>以认知心理学理论为指导,初步提出了认知模型 CLARION。Abrahamson 等人在 NetLogo 平台上,建立了 Piagetian 和 Vygotskiiian 模型,开发了 I'm Game! 的交互仿真系统,来研究个

体以及个体间的学习行为<sup>[13]</sup>。Wu 等人采用基于 Agent 建模与仿真方法,建立电子政府群体行为模型 EGGBM,来研究电子政府中的群体行为<sup>[14]</sup>。CAST<sup>[15]</sup>系统模拟了团队中相互协作的 Agent。在军事领域,美国国防分析研究院建立了心理作战分析环境 PSYASE,采用智能 Agent 技术研究心理作战(Psychological Operations, PSYOP),开发了一个原型系统<sup>[16]</sup>。该系统包含一个基于 Agent 的环境,其中信息 Agent 负责收集目标对象的信息,由敏感性分析 Agent 负责分析,分析结果反馈到心理仿真 Agent,该 Agent 模拟作战领域中个体的行为。

本文采用基于 Agent 建模与仿真方法,构建了群体心理行为研究的仿真环境。与现有的国内外研究工作相比,我们研究工作具有如下特色:(1)采用五元组量化表示方法,建立了外部刺激事件评估模型;(2)群体心理实验环境的设计是开放的,个体的心理行为规则和群体的组织结构是扩展的,能够按照需求集成到该系统;(3)用户可以灵活地控制实验条件,通过改变输入参数实现不同的想定。

## 3 心理实验环境建模

本节主要介绍心理实验的基本步骤、基于 Agent 的个体心理效应过程、群体心理效应过程和二维平行组织模型。

### 3.1 心理实验设计

恰当的实验设计是实现研究目标的重要保证。论文的主要心理实验过程如下,详见图 1 所示。

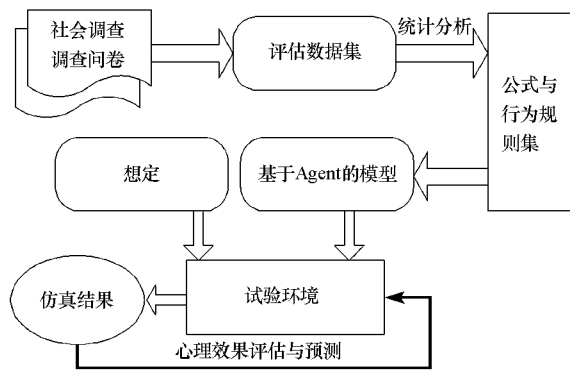


图 1 心理实验的主要过程

Fig. 1 The workflow for crowd psychology simulation

步骤 1 量表设计。设计调查问卷,进行信度和效度检验,达到量表设计要求。运用量表对目标群体实施调查,获得目标群体的相关数据。这个步骤需要心理学家、社会学家等相关领域专家参与。

步骤2 统计分析。运用统计与分析技术对获得的数据进行探索性分析,得到目标对象心理行为的主要特征,建立公式和规则集。

步骤3 构建模型。根据调查数据、想定和规则,建立基于 Agent 的群体心理仿真模型,开发群体心理评估仿真系统。

步骤4 仿真实验。运用仿真系统,在群体心理实验环境中开展仿真实验,获取实验数据。

步骤5 结果分析。根据实验数据,分析和验证仿真结果,通过不断迭代,进一步完善规则和参数值。

### 3.2 个体模型

基于 Agent 的人群心理评估建模,主要考虑两个方面的因素:一是个体特征。包括个体行为目标、生存概率、对外部刺激事件的抵抗力、组织中担负的角色和心理值;二是行为规则。建立个体与个体之间、个体与群体之间行为规则。

个体心理受到外部刺激事件、相邻个体和相邻子组织的影响。这种影响的效果与个体特性有密切关系,论文从以下五个方面建立个体模型。

(1)个体目标。个体目标表示个体的演化方向,体现个体的适应能力。群体中的个体目标主要考虑群体对个体的认同程度。

(2)物理生存概率。物理生存概率表示个体退出群体的概率。在有些情况下,个体可能会退出群体,如士兵在战场上牺牲。在模型中,个体 Agent 按照一定概率退出系统。为了维持系统的大小,系统按默认特征值补充新的 Agent。

(3)外部刺激事件的抵抗力。抵抗力表示个体对外部刺激事件的抗打击能力。不同个体对外部刺激事件的敏感性和接受程度是不同的,例如经过训练的个体对负面的外部刺激事件引起的恐慌会较小,而那些缺乏训练的人则会相反<sup>[17-18]</sup>。Agent 的抵抗力属性用来表示对信息的辨识和对负面心理刺激的免疫力。

(4)心理值和状态。心理值表示个体的心理属性。在舞台上,这代表观众的狂热,在战场上,这可以代表士兵的士气。根据不同的心理值,可以将个体心理划分为不同的状态。

(5)角色。个体在群体中具有不同的分工,一般可以分为领导者和跟随者。领导者的心理变化会较大地影响跟随者,具体体现在心理值的改变上。

人群交互可抽象为一个动态变化的过程,使用 2D 网格组织空间位置变换和移动规则来表示社会关系的变动以及个体心理行为倾向。个体

Agent 拥有 16 领域的视力范围和 8 领域的移动范围,这表示个体 Agent 可视距离比移动距离远。个体 Agent 只能影响他周围 8 领域的邻居,向其他具有相似心理状态或较大心理值的个体 Agent 或聚集体所在位置移动,在心理值相同的情况下,优先向聚集体所在位置移动。当面临很多选择或完全没有选择时,个体 Agent 采用随机选择。

聚集规则表示心理状态相似的个体 Agent 聚合规则,是对从众心理效应的建模。聚集规则能够表明聚集体如何形成、维持和崩溃。个体 Agent 倾向于与临近的 Agent 或心理状态相似的聚集体进行聚合。当个体进入聚集体时,它会参与聚集体的心理值和状态的计算。聚集体的心理状态由内部所有 Agent 的多数原则确定。在受到外部刺激事件时,个体 Agent 按照一定概率脱离聚集体。

视察效应规则表示群体中领导者心理状态对跟随者的心理状态的影响。群体中不同角色的心理影响效果是不同的,领导者心理状态变化会严重影响跟随者,反映了群体心理交互的不对称性。

### 3.3 外部刺激事件

外部刺激事件是指影响人群心理的相关事件,最终以信息的形式对人的心理产生影响。它是一种“软力量”,很难量化。从信息传播的角度来看,这种“软力量”主要包括信息内容、传播媒介、传播频率、传播时间、传播范围等内容。在心理实验环境建模时,我们将外部刺激事件采用五元组 < 频率,强度,范围,开始时间,结束时间 > 量化其数值。

(1)强度。强度是对心理刺激程度的衡量值,可以从以前的实验或现实数据获得。根据具体的应用环境,强度可能需要一个修正系数,同样需要得到领域专家的认同。

(2)频率。频率表示在单位时间内刺激激发的次数。共有随机激发和固定时间间隔激发两种。

(3)范围。外部刺激事件作用的范围。模型中共包括三种范围模式:全覆盖、临近覆盖和选择性覆盖。

(4)开始和结束时间。起止时间是指外部刺激事件开始和结束时间。在仿真系统中,需要将物理时间转换为相应的系统仿真时间。

### 3.4 平行组织空间

群体由个体构成,群体中存在各种各样的组织,组织可以分为正式组织和非正式组织。正式组织是为了完成特定工作而产生的群体结构,正

式组织信息传播沿着一定关系或固有的环节在组织内流通,比较准确、规范,有利于正面信息传播。非正式组织是伴随正式组织形成的,是一种非正式的联合体,非正式组织有利于负面信息传播<sup>[19-20]</sup>。

在模型中,我们使用 2D 网格来模拟并发信息交换框架:正式组织和非正式组织,如图 2 所示。每个 Agent 在网格中占据一个位置,并参与正式和非正式组织的交互。平行组织二维空间模型,可以表示不同的心理效应,例如正面刺激事件或负面刺激事件下的不同个体心理行为倾向、个体与个体之间以及个体与群体之间心理效应倾向等。表 1 列举了正式组织与非正式组织的比较情况。

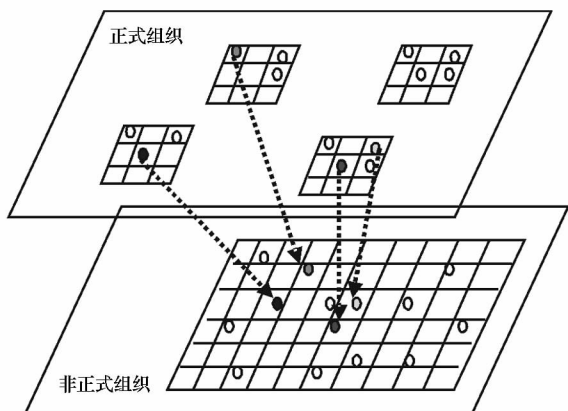


图 2 平行组织的结构

Fig.2 Intervention between relationship spaces

表 1 两种组织空间的比较

Tab.1 The comparison of formal/informal organization

心理特征	正式组织	非正式组织
网格移动	是	是
聚集体的形成	是	是
一致效应	是	是
正面刺激的倾向性	是	否
心理效应的链式传播	否	是
兴奋效应	是	否
心理状态提升	是	否
负面刺激的倾向性	否	是

## 4 仿真系统

综合集成上述模型,开发群体心理评估仿真系统。仿真系统运行结构如图 3 所示。系统建立在 Repast Simphony 多 Agent 建模仿真工具之上,仿真系统引擎具有高效处理并发离散事件的能力<sup>[21]</sup>。个体 Agent 分散在正式组织和非正式组织中。外部刺激事件源触发各个组织的个体 Agent,

对目标对象个体心理产生影响。仿真系统模块包括实验设置、数据记录和参数设置三部分。实验设置部分可以根据用户需求设计不同的外部触发刺激事件。数据记录部分记录外部刺激事件发生、发展的过程和结果,采用实时动画或数据显示,用于仿真事后分析。2D/3D 显示模块在该环境中起着重要作用,能够显示 Agent 的心理行为过程,能够观察相关的统计结果,是运用仿真系统评估群体心理行为效果的重要组成部分。

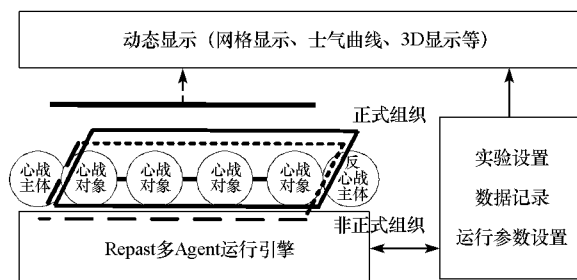


图 3 仿真系统的运行结构

Fig.3 The architecture of the simulation system

## 5 仿真实验与结果分析

论文针对典型非常规突发事件设计具体的想定,运用所构建的仿真系统进行了一系列实验。

实验人群处于一个相对孤立的环境,群体中的个体拥有不同的角色,依照不同的关系联系在一起。当外部刺激事件发生时,会有一些“好消息”和“坏消息”传入该环境。我们选择合适的心理属性作为研究目标(例如心理属性对管理者而言,可以是信心,对球迷来说,可以是狂热,对士兵来说可以是士气)。

首先,对实验群体施加一系列积极外部刺激事件,研究单种类型外部刺激事件下的群体心理效果,结果如图 4 所示。从图中可以看出,在积极

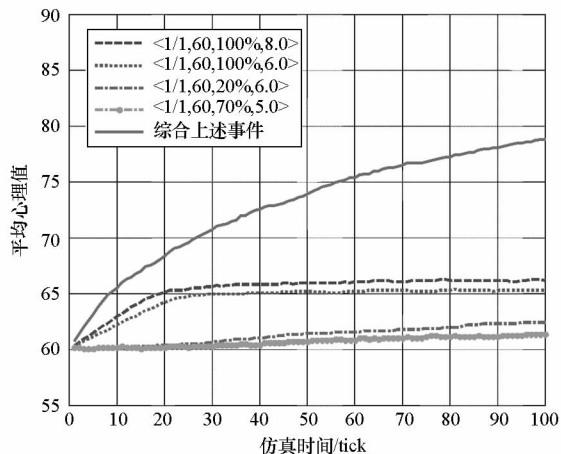


图 4 不同正面事件的影响效果

Fig.4 The psychological effects (panic) of different positive stimuli

外部刺激事件的作用下,群体心理平均值分别有不同程度的上升。更重要的是,这些外部刺激事件同时作用效果不是单个外部刺激事件作用效果的简单叠加。这与实际情况和专家的预期相一致。同理,可以研究消极外部刺激事件的群体心理效果,能够得到相类似的结果,只是群体心理值会下降。由于篇幅有限,不在此列出。

然后我们在该环境中进行了综合实验,两组相对立的积极外部刺激事件和消极外部刺激事件同时作用于目标群体。目标群体包含 1000 个 Agent,分散于 7 个正式组织,并共享一个非正式组织。表 2 列出了该实验使用的外部刺激事件列表。尽管这些事件并没有具体地指出是何种事件,但是现实事件可以容易地采用这些五元组表示。

表 2 两组对立的事件列表

Tab.2 Two antagonistic lists of pseudo-operation external stimuli

时间	事件	频率 (/tick)	信息强度	范围	效率因子
0 - 100 tick	负面	1/5	65	50%	4.5
		1/1	75	58%	4.5
		1/1	70	25%	4.0
		1/10	85	5%	4.0
		1/10	80	60%	6.0
	正面	1/1	60	10%	5.0
		1/1	60	100%	8.0
		1/1	60	100%	6.0
		1/1	60	20%	6.0
		1/5	30	10%	6.0
101 - 140 tick	负面	1/5	50	30%	8.0
		1/5	65	50%	4.5
		1/1	75	58%	4.5
		1/1	70	25%	4.0
		1/10	85	5%	4.0
	正面	1/1	80	60%	6.0
		1/5	75	60%	6.0
		1/5	65	98%	3.5
		1/8	90	40%	7.0
		1/1	60	100%	8.0
正面	1/1	60	100%	6.0	
	1/1	60	20%	6.0	
	1/1	60	70%	5.0	
	1/5	30	10%	6.0	
	1/5	50	30%	8.0	

图 5 列出了仿真运行过程中不同阶段的截图,分别为初始化阶段、运行过程中、仿真结束。图中灰色的球体代表目标 Agent,其大小与 Agent 的心理值成正比例关系。亮色的球体代表消极刺激事件源,而暗色代表积极刺激事件源。初始化时,个体 Agent 具有不同的初始心理值,并随机地散布在组织空间中。仿真开始后,Agent 就活动起

来,不断地移走并与其他 Agent 进行交互。一些聚集体逐渐形成。在不同心理刺激事件的综合作用下,最后整体的心理值处于非常低的状态,结果如图 6 中的曲线所示。在前期 100Tick 中,整体平均士气呈缓慢下降,在后期 40tick 中明显剧烈下降,这是因为消极刺激事件的效果超越了积极刺激事件。

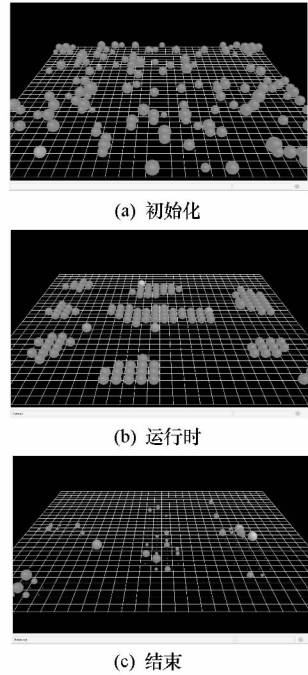


图 5 仿真过程不同阶段的 Agent 状态  
Fig.5 Snapshots of Agents in different simulation phases

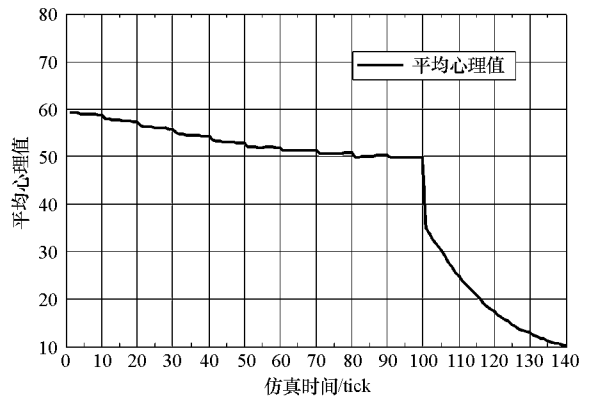


图 6 群体整体平均心理值  
Fig.6 Temporal evolution of the average crowd psychological value

仿真实验结果与实际结果基本一致,表明构建的群体心理评估模型、开发的仿真系统具有一定的科学性和可行性,能够为非常规突发事件下的群体心理评估提供决策支持。

## 6 结论与工作展望

由于群体在本质上的动态属性和模糊性,研

究复杂环境下群体心理效应具有很高的挑战。本文采用基于 Agent 的建模与仿真方法构建了群体心理虚拟实验环境,大量的目标对象在该环境中活动并相互交互,为研究群体心理和行为提供支持。通过实验,可以很容易地观察到复杂刺激下的群体心理变化结果,并能进行不同事件对群体心理效果影响的比较。该虚拟环境能够辅助社会心理学者更好地理解群体心理和行为。下一步工作有望能够在规则集中加入更多的认知行为规则,并实现规划实验想定。

## 参考文献:

- [1] Freud S. Group Psychology and the Analysis of the Ego[M]. The Hogarth Press, London, 1981.
- [2] Turner R H, Killian L M. Collective Behavior (3rd ed) [M]. Prentice Hall, 1987.
- [3] Helbing D, Farkas I, Vicsek T. Simulating Dynamical Features of Escape Panic [J]. Nature, 2000, 407: 487 - 490.
- [4] Braun A, et al. Modeling Individual Behaviors in Crowd Simulation [C]// Proceedings of the 16th International Conference on Computer Animation and Social Agents (CASA 2003), 2003: 143 - 148.
- [5] Reicher S. The Psychology of Crowd Dynamics [J]. Theory Psychology, 2004, 44(2): 290 - 292.
- [6] Klüver J, Stoica C. Simulations of Group Dynamics with Different Models [J]. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 2003, 6(4).
- [7] Sun R. The Cambridge Handbook of Computational Psychology [M]. Cambridge University Press, 2008.
- [8] Railsback S F, Lytinen S L, Jackson S K. Agent-based Simulation Platforms: Review and Development Recommendations [J]. Simulation, 2006, 82(9): 609 - 623.
- [9] Wang Z L. Artificial Psychology [C]//Proceedings of the 2007 Conference on Human interface: Part I. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007: 208 - 217.
- [10] Qiao X J, Wang Z L, Yu J, et al. An affective Intelligent Tutoring System Based on Artificial Psychology [C]//Proceedings of the First International Conference on Innovative Computing, Information and Control. 2006: 402 - 405.
- [11] Yu J, Xie L, Wang Z, et al. An Affective Model Applied in Playmate Robot for Children [C]//Proceedings of the 5th International Symposium on Neural Networks: Advances in Neural Networks, Part II. 2008: 158 - 164.
- [12] Sun R. Cognitive Science Meets Multi-Agent Systems: A Prolegomenon[J]. Philosophical Psychology, 2001, 14(1): 5 - 28.
- [13] Abrahamson D, Wilensky U. Piaget? Vygotsky? I'm Game!: Agent-based Modeling for Psychology Research [C]//Paper Presented at the Annual Meeting of the Jean Piaget Society, Vancouver, Canada. 2005.
- [14] Wu J, Hu B. Modeling and Simulation of Group Behavior in E-government Implementation [C]//Proceedings of the 39th Conference on Winter Simulation 2007: 1284 - 1291.
- [15] Yen J, Yin J, Ioerger T R, et al. Cast: Collaborative Agents for Simulating Teamwork [C]//Proceedings of the 17th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 2001: 1135 - 1142.
- [16] Haugh B A, Lichtblau D E, Marsella S, et al. PSYASE: An Environment for Psychological Operations Analysis [C]// Proceedings of the Behavior Representation in Modeling and Simulation Conference, 2004.
- [17] Gheorghiu V A, et al. Suggestion and Suggestibility: Theory and Research [C]//Proceedings of the First International Symposium on Suggestion and Suggestibility, 1989.
- [18] Wagstaff G F. Suggestibility: A Social Psychological Approach [M]. Human Suggestibility: Advances in Theory, Research, and Application, 1991.
- [19] Reingold J, Yang J L. The Hidden Workplace [Z]. Fortune, July 23, 2007.
- [20] Cross R, Prusak L. The People Who Make Organizations Go—or Stop [J]. Harvard Business Review, 2002.
- [21] North M J, Collier N T, Vos J R. Experiences Creating Three Implementations of the Repast Agent Modeling Toolkit [J]. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, 2006, 16: 1 - 25.