

基于 Agent 四部门经济循环模型仿真系统研究

曲国华¹, 薛耀文^{1,2}

(1. 太原科技大学, 山西 太原 030024;

2. 山西师范大学, 山西 临汾 041000)

摘要:提出的基于 Agent 四部门经济循环模型仿真系统是多 Agent 技术在宏观经济领域中的具体应用,在四部门经济收入研究中,因为诸多原因不能获得现实中四部门的交易真实数据仓库。为了构建四部门研究模拟平台并对现有的四部门理论方法进行验证,文中采用智能 Agent 结点和成员变量模拟的实现方式,设计了基于不同结点的 Agent 模型,界定了个人、企业、政府、国外贸易的经济行为,并且对于推理机的整体框架进行详细设计。使 Agent 技术在宏观经济领域中得到进一步的应用。

关键词:Agent; 四部门经济; 智能仿真; 推理机

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)04-0210-04

Study of Agent-Based Four Departments' Economy Cycling Model Analogue System

QU Guo-hua¹, XUE Yao-wen^{1,2}

(1. Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan 030024, China;

2. Shanxi Normal University, Linfen 041000, China)

Abstract: Proposes that the Agent-based four departments' economy cycling model analogue system is a multi-agent application in macro-economy fields. During the researches of four departments' economy income, can't obtain actual transaction data warehouse because of various causes. In order to construct simulation platform of four departments' research and verify the existing four departments' theoretical method, adopts an implementation approach used node-simulation and member variable-simulation based on intelligent agent, designs agent models for different nodes, and defines person, enterprise, government and foreign trade actions. Make particular design on the frame of inference machine. Consequently the agent technique should make a further application in the macro-economy field.

Key words: Agent; four department economy; intelligence simulation; inference machine

0 引言

Agent 最初是形成于分布式人工智能领域中的一个概念,如今它已成为人工智能计算机等领域的一大研究热点^[1,2]。目前,对 Agent 的工作主要集中于 Multi-Agent 系统^[3,4],近年来,Multi-Agent 研究也在经济领域逐步展开。

Aspen 模型^[5],该模型是一个仿真微观经济系统模型,它是由 Rich Pryor 和其它研究人员在 Sandia 国家实验室开发研制出来的。它的应用主要包括:经济与金融市场的预测;为政府部门、金融机构和风险资金投资机构等提供服务;税收政策或者政府宏观政策实施的效果分析;科技进步对于工业、消费者或者市场影

响的研究。Arthur 的人工金融市场(ASM)^[6],该模型用于仿真资产市场中参与买卖交易的经济主体的行为,系统中的 Agent 根据变化的经济条件和过去的经验来决策购买股票的行为。胡代平、王浣尘《基于 Agent 的宏观经济决策支持系统》^[1],利用 Agent 将处理复杂系统的决策理论、信息收集、知识挖掘、宏观经济决策、仿真技术等有机结合起来,设计了宏观经济决策支持系统帮助用户做出好的决策。宣惠玉等设计了一个包括居民、企业、政府在内的三部门模型^[7],该系统模拟了企业在亏损时退出与不退出市场两种策略下的经济运作状况,说明了亏损企业不退出市场不仅将引起更多企业的亏损,而且会使宏观经济指标下降。李春生、徐建^[8]利用 Agent 技术构建了基于多 Agent 的开放式股票投资系统模型,该模型阐述了多 Agent 技术在开放式股票投资系统当中的必要性,说明了开放式股票投资系统模型能够感知系统中新信息的加入和

收稿日期:2010-08-10;修回日期:2010-11-24

基金项目:国家自然科学基金重点项目(70533030)

作者简介:曲国华(1982-),男,山西忻州人,硕士生,研究方向为金融监管;薛耀文,教授,博士,研究方向为金融监管。

旧信息的注销,且能根据信息的变化做出相应处理。

1 四部门经济仿真系统 Agent 模型

基于 Agent 的四部门经济收入循环模型仿真系统(以下简称 FEAS),利用 Agent 的诸多特性来仿真现实当中的部门以及部门当中的成员与执行特定功能的具体部门,在文中用“结点”来描述现实中的四部门以及银行,即利用 Agent 来扮演该结点表示四部门当中的每个部门与它们之间的通讯行为;用“成员变量”来描述现实生活当中在每个部门工作的人员和完成某个任务的具体部门,即用 Agent 来扮演该成员变量完成结点与结点的任务。在现实中每个部门及工作人员(运行主体)对应不同的结点和不同的成员变量,对不同类型、不同的成员变量来说,成员具有不同的类型特征,如果该成员变量是工作人员(包括:性别、年龄、身份、职业、社会地位等);如果该成员变量是具体部门(包括财务部、国税局等)。这些特征在一定程度上能够影响其行为类型,也就是说特定的成员变量其行为周期(如一个月、一个季度、一年等)其行为特征量,对成员变量是人员来说(工作周期、消费状况、储蓄状况、投资状况)变化不大;对成员变量是具体部门来说(购买、征税、进出口)几乎周期变化相同。因此可以用“部门特征与行为”来描述一个结点,“部门工作人员的特征与行为”描述一个成员变量,再利用 Agent 来扮演该结点和成员变量,实现模拟现实的目的。

1.1 结点和成员变量类型

在现实世界中具有诸多的运行主体(个人、企业、政府或对外贸易),在 FEAS 研究中,扮演着不同的结点和成员变量,因此,需要为不同的结点和成员变量进行分类,在模拟世界里建立对应的运行主体库,在为不同的结点和成员变量建立对应的结点和成员变量行为库,在模拟世界里把现实当中的运行主体复制粘贴出来,在 FEAS 中结点和成员变量的类型如图 1 所示。

1.2 四部门经济循环模型仿真系统设计

1.2.1 四部门结点 Agent 模型设计

Agent 是一种具有自主性、智能性、社会性、反应性、主动性和协作性的软件实体,能够较好地用于虚拟现实^[9,10],在 FEAS 中,为了更好体现四部门之间的经济收入流量活动关系,文中只研究国民收入核算中四部门之间经济收入流量的一些关系。把四部门当中结

点都看作是一个 Agent。让每个 Agent 担任社会中的一个不同运行主体。运行主体抽象的说可以有生命的,也可能是无生命的。不同类型的 Agent 所扮演的功能是不一样的,比如,个人结点 Agent 根据自己的职业、性别、收入分配状况、年龄来实现各自的消费行为;企业 Agent 结点根据自己的发展规模给自己企业工作的个人发放不同等级的工资,对不同 Agent 结点的特性与行为分别设计,然后再利用 Agent 的通讯机制来实现它们之间的收入流量循环关系。

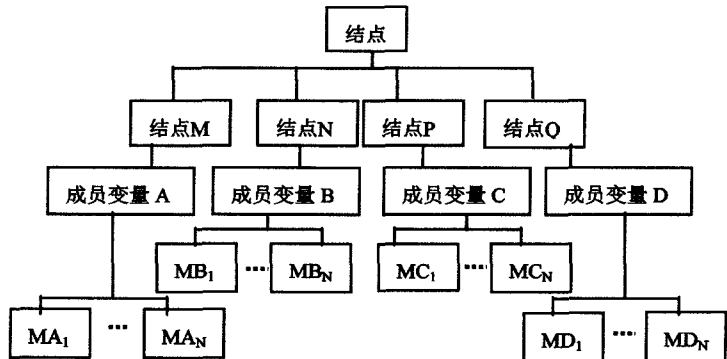


图1 结点与成员类型

注:结点 M 代表个人,A 代表的是成员变量当中的个人(也称居民、消费者等);结点 N 代表企业,B 代表的是成员变量(包括大型企业、中型企业、小型企业),结点 P 代表政府,C 代表的是成员变量(包含国税局、财政厅等),结点 Q 代表对外贸易,D 代表的是成员变量(具体为一些国家)。

模型包括四个不同的结点,它们在现实生活当中分别代表个人、企业、政府、国外。FEAS 循环模型如图 2 所示。

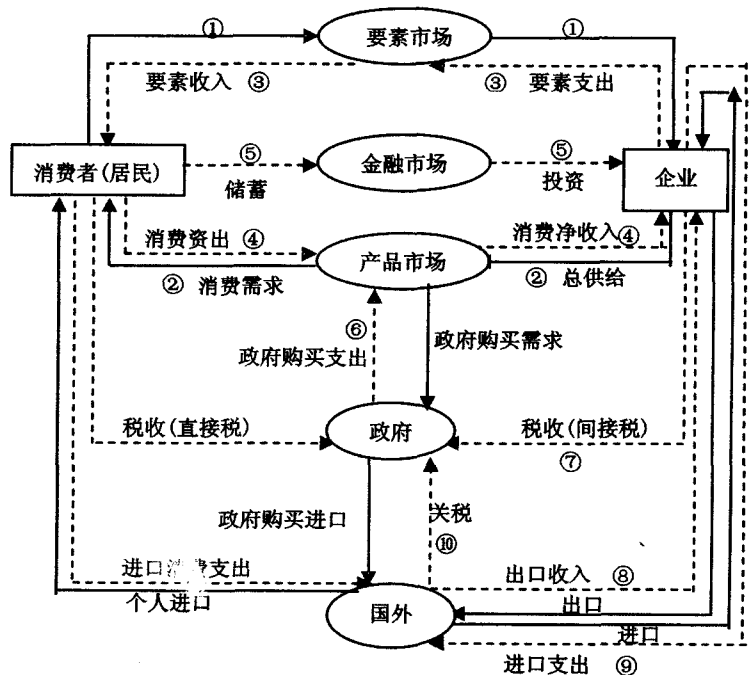


图2 四部门经济收入流量循环模型 Agent 交互关系

注:步骤①~⑩表示在 FEAS 中主要的收入流量关系。实线

表示物流,虚线表示资金的流出与流入。

①流程表示由居民户向企业提供生产要素:劳动、资本、管理、土地。

②表示由企业向居民购买生产要素生产的商品和劳务卖给居民。

③表示企业根据居民所提供的生产要素给予居民的报酬。

④居民户用各自企业所发工资(收入)购买企业产品的支出。

⑤居民户把消费企业产品后所剩余工资作为居民储蓄,同时企业把这部分储蓄作为投资,用于扩大再生产。

⑥引进政府后政府购买企业产出的支出。

⑦企业向政府缴纳的税金,本文不研究个人向政府交纳税金。

⑧引进国外后,企业向国外出口所得的收入。

⑨企业向国外进口产品的支出。

⑩政府所征收的关税。

1.2.2 四部门结点 Agent 设定

模型包括企业、个人、政府和对贸易四个结点 Agent,包含具有生产规模不同且拥有分布在不同企业的行业、投资倾向和消费倾向各异的个人,以及具有履行不同职能的各级政府,还包含作为经济系统枢纽的银行部门。四部门之间的最终经济行为活动靠银行账号来关联。

四部门结点 Agent 整体关系如图 3 所示。

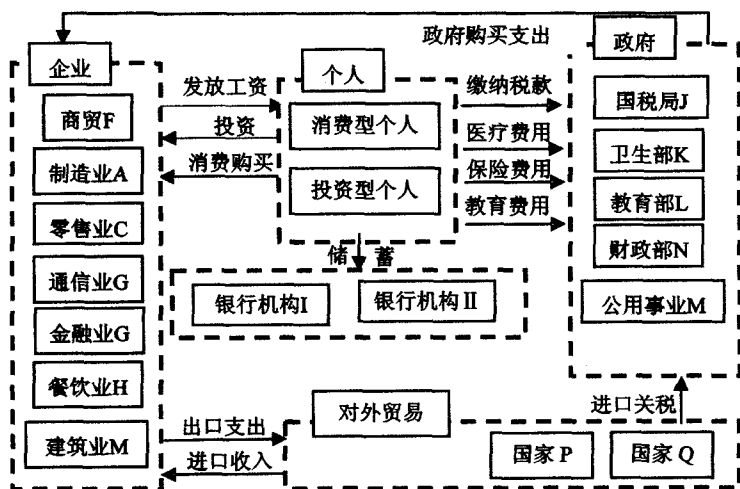


图 3 四部门 Agent 整体结构关系图

文中设计的 FEAS 是按照宏观经济学当中国民收入核算中的收入流量循环模型流程来设计的^[11],先设计二部门结点,然后三部门结点,最后设计四部门结点,这样设计的目的是保证系统的规则库与规则事件具有协调性、连续性与整体性。

(1) 个人 Agent 结点设定。

在图 2 中,要素市场代表的是居民 Agent 所拥有的全部要素,包括劳动、土地、资本、管理;产品市场包括企业生产的全部产品。个人 Agent 包括消费倾向各异的 50 个人。模型中的个人 Agent 主要为消费类

个人,投资类个人。消费类个人主要包括耐用消费品(如电视机、洗衣机、电冰箱等)、非耐用消费品(如衣服、食物等)及劳务(如医疗、旅游、化妆等)的支出,个人 Agent 根据自己的设定规则来进行消费,并把消费得到的金额返回给企业。同时所有交易金额全部以电子账户的形式体现。

(2) 企业 Agent 结点设定。

按照行业所处的企业注册资本把企业分为大中小三类规模企业,文中设定了三个典型规模不相同企业。在程序设计时可以用属性来加以区分。这三个企业功能是一样的,企业 Agent 所担任的角色是支付给员工所得报酬(文中研究的主要是工资);企业向政府交纳相关税收及从金融市场获得贷款用于扩大再生产;大型企业和中型企业可以进行对外贸易。

(3) 政府 Agent 结点设定。

政府 Agent 主要考虑与企业日常消费紧密相关的部门。它的功能主要是来向企业购买支出(政府对物品和劳务的购买),向企业征收间接税。政府当中有很多部门,设计 Agent 时不考虑各个部门之间的关系,只考虑政府当中与企业紧密联系的税务部门、财政部门。政府与个人之间的关系不在设计之内。

(4) 国外 Agent 结点设定。

国外 Agent 文中只考虑二个国家,该国家主要担任的功能是购买企业的产品,并向企业支付购买支出,同时政府向该国征收关税。

金融市场:该模型中的金融市场也是一个 Agent,但在文中把金融市场也设定为结点代表银行能够较好地体现四部门循环运行的持续性。它是一个金融系统枢纽,负责把居民不用于消费的那部分收入储蓄起来;企业为了投资向金融市场贷款。

2 四部门结点 Agent 推理机与规则库设计

2.1 Agent 规则事件

文中主要将 Agent 定义为企业 Agent、个人 Agent、政府 Agent、国外 Agent。每个个人 Agent 在收到一定的行为后便开始执行相应的动作。产生相应的收入流量循环。表 1 给出了个人 Agent 规则部分事件表。该规则详细列出了个人发生事件,个人 Agent 在设计时程序根据个人 Agent 规则事件表给 Agent 的行为进行定义和整理,这些定义在个人 Agent 中可以作为其要实现信念、意图、愿望。对信念、意图、愿望各项之间所要实现的具体内容需要用到推理机,由推理机产生

决策信息,决策的过程是根据 Agent 的事实作为输入,由推理机产生的结论作为输出。退出的条件是个人 Agent 推理机当中没有与个人事件匹配的事实,即推理机退出。推理的过程要与事实的输入事件相结合,体现了推理机工作时的逐层思想。

表 1 Agent 规则事件表

事件	产生条件	交互账号
医疗支出	每月随机事件	医疗部门
旅游支出	每年随年发生事件 1~4 次	旅行社
交税	工资发放当天	政府
日常购物	每月随机事件	商店(包括零售公司和超市)
教育支出	一年发生一次事件	教育部门
工资	每月下旬 24~31 号当中的一天发生事件	员工所在企业
水电费用	每月在 26 号缴纳一次	相应部门
取现金	每月随机事件	银行部门
存款	每月发工资以后一次发生事件	银行部门
住房贷款支付	每月按时还贷	银行部门

2.2 Agent 决策规则事例

规则的内容是根据各个 Agent 不同需求而确定

表 2 个人 Agent 决策规则事例

条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5	结论
每月 28 日					取得工资
Agent1 取得工资	所在企业规模类型为小型	消费倾向投资倾向	消费类型 P_1	进行消费 1	储蓄 1
Agent2 取得工资	所在企业规模类型为中型	消费倾向投资倾向	消费类型 P_2	进行消费 2	储蓄 2
Agent M 取得工资	所在企业规模类型为大型	消费倾向投资倾向	消费类型 P_m	进行消费 M	储蓄 M
一个月已经完成					下一月开始
下月 28 日					取得工资
Agent1	所在企业规模类型为大型	消费倾向投资倾向	消费类型 P_1	进行消费 1	储蓄 1
Agent N	所在企业规模类型为小型	消费倾向投资倾向	消费类型 P_N	进行消费 N	储蓄 N

的,表 2 给出了部分个人 Agent 的决策事例。

3 系统实现

通过 Agent 智能仿真技术,在多部门 Agent 的设计和实现过程中,主要参考面向对象技术中类和对象的概念,以及面向对象中的继承、多态,封装。在系统实现中采用 Agent Class 类作为各 Agent 的整体程序块^[12]。单个 Agent 结点和成员变量是 Agent Class 类的实例,单个 Agent 结点、成员变量特征和行为方封装在各 Agent 的属性和函数中。Agent 的实现过程采用事实推理策略和产生式系统;产生式系统当中写入各 Agent 要实现的知识与规则;事实推理策略采用规则的构建和前向推理。

FEAS 初始化如图 4 所示。

4 结束语

运用 Agent 建模仿真技术,模拟了现实世界中二部门、三部门和四部门经济收入流量运行情况,对基于 Agent 的四部门循环模型进行了初步的尝试和实现。所设计的 Agent 智能体所产生的属性与行为具有一定的选择性和针对性。通过设计四部门经济循环运行的方式来为国民收入核算提供一定的宏观经济分析和宏观经济决策。

文中构建的对于结点 Agent 和成员变量 Agent 的行为特征来源于其行为特征库,由于对提取相应的行为特征库实例数据量不足,系统相应的存在一定的不足,每个部门当中实例成员变量不多;结点 Agent 和成员变量 Agent 的行为规则不够完备,这将在今后的研究中加以充实和完善。

该系统将为今后进行宏观经济政策调整的预期结果进行模拟提供一种方法。

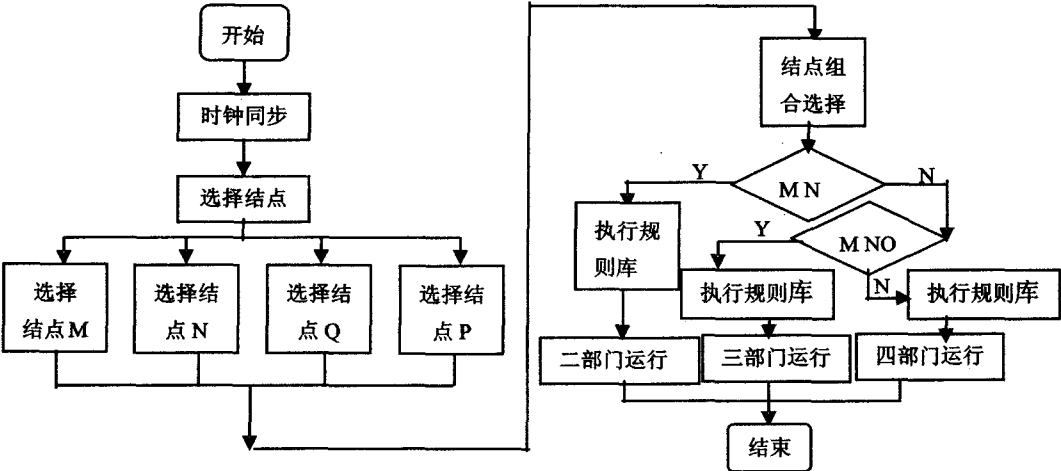


图 4 FEAS 初始化过程

包含可用性管理和网络行为监测的网络管理系统来监测、控制网络的资源和服务。此外,随着因特网应用的日益广泛,网络变得越来越重要,它促进了人类发展的同时也给各个国家带来了净化网络环境、扼制网络违法犯罪的挑战。因此网络内容监管已成为网络管理不可或缺的一部分。纵观网络发展历程,笔者研究认为网络管理的发展趋势是继续设法保障网络具有良好的服务质量,并将越来越注重网络秩序和网络信息安全的维护。

参考文献:

- [1] 吴功宜,吴英. 计算机网络技术教程——自顶向下分析与设计方法[M]. 北京:机械工业出版社,2010.
- [2] 郭军. 网络管理[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2007.
- [3] Chadha R, Kant L. Policy-Driven Mobile Ad hoc Network Management[M]. [s. l.]: Wiley-IEEE Press, 2007.
- [4] A Simple Network Management Protocol (SNMP)[S]. RFC 1157, 1990.
- [5] IAB Recommendations for the Development of Internet Network Management Standards[S]. RFC 1052, 1988.
- [6] Linux SNMP Network Management Tools[EB/OL]. 1998. <http://linas.org/linux/NMS.html>.
- [7] Waldbusser S. Remote network monitoring management information base[S]. RFC1271, 1991.
- [8] GB 917. SLA management handbook (public evaluation/version 1.5)[S]. TeleManagement Forum, 2001.
- [9] Jong-Tae Park, Jong-Wook Baek. Management of service level agreements for multimedia Internet service using a utility model[J]. IEEE Communications Magazine, 2001, 39(5): 100-106.
- [10] Alasti M, Farrokhi F, Olfat M, et al. Service Level Agreement (SLA) Based Scheduling Algorithms for Wireless Networks[C]//2004 IEEE International Conference on Communications. [s. l.]:[s. n.], 2004:1028-1032.
- [11] Martin J, Nilsson A. On service level agreements for IP networks[C]// INFOCOM 2002. [s. l.]:[s. n.], 2002:855-863.
- [12] 从 SNMP 到 WBEM——论网络和系统管理的发展和展望[EB/OL]. 2006. <http://www.qqread.com/meetwindows/y084179041.html>.
- [13] Specification of the IP Flow Information Export (IPFIX) Protocol for the Exchange of IP Traffic Flow Information[S]. RFC 5101, 2008.
- [14] Quittek J, Zseby T, Claise B, et al. Requirements for IP Flow Information Export (IPFIX)[S]. RFC 3917, 2004.
- [15] Duffield N, Haffner P, Krishnamurthy B, et al. Rule-Based Anomaly Detection on IP Flows[C]// INFOCOM 2009. [s. l.]:[s. n.], 2009:424-432.
- [16] Yu Gu, Lee Breslau, Duffield N, et al. On Passive One-Way Loss Measurements Using Sampled Flow Statistics[C]// INFOCOM 2009. [s. l.]:[s. n.], 2009:2946-2950.
- [17] 程光,龚俭,丁伟,等. 基于自适应抽样的超点检测算法[J]. 中国科学 E 辑,2008, 38(10): 1679-1696.
- [18] 代六玲. 互联网内容监管系统关键技术的研究[D]. 南京:南京理工大学,2005.
- [19] 唐春生,张磊,潘东,等. 文本分类研究进展[EB/OL]. 2001. <http://epcc.sjtu.edu.cn/seminar/>.
- [20] 黄旭. 基于信息搜集与内容分析的互联网不良信息监测技术研究[D]. 苏州:苏州大学,2008.
- [21] 白广奇. 网页内容过滤的关键技术研究及实现[D]. 济南:山东大学,2005.

(上接第 213 页)

参考文献:

- [1] 胡代平,王浣尘. 基于 Agent 的宏观经济决策支持系统[J]. 系统工程理论与实践,2002,1(1):33-37.
- [2] 杜玉强,王明哲. 基于 Agent 的决策支持系统的构建[J]. 微机发展,2003,13(2):66-68.
- [3] 刘海燕,王献昌,王兵山. 多 Agent 系统的研究[J]. 计算机科学,1995, 22(2):57-62.
- [4] Zambonelli F, Omicini A. Challenges and research directions in agent-oriented software engineering[J]. Autonomous Agents and Multi-Agent robotics Systems, 2004, 9(3): 253-283.
- [5] Aspen[EB/OL]. 2002. <http://1-eme.gdccc.edu.cn/ztzs/fzxt/5-2.htm>.
- [6] Arthur W B, Holland J H, Lebaron B, et al. Asset pricing under endogenous expectations in an artificial stock market[M]//In Arthur W B, Durlauf S N, Lane D A. The Economy as an Evolving Complex System II. Redwood City: Addison-Wesley Press, 1997.
- [7] 宣慧玉,高宝俊. 管理与社会经济系统仿真[M]. 武汉:武汉大学出版社,2002:134-145.
- [8] 李春生. 基于多 Agent 的开放式金融投资辅助分析系统[J]. 佳木斯大学学报,2007,25(1):140-142.
- [9] Wenzhigang, Mehdi Q H, Gough N E. A New Animation Approach for Visualizing Intelligent Agent Behaviours in a Virtual Environment[D]. USA: School of Computing and Information Technology, Technology University of Wolverhampton, 2002.
- [10] 蒋云良,徐从富. 智能 Agent 与多 Agent 系统的研究[J]. 计算机应用研究,2003,20(4):31-34.
- [11] 高鸿业. 西方经济学[M]. 北京:中国人民大学出版社,2006:423-473.
- [12] 朱永彬,薛耀文,高慧敏. 基于 Agent 的金融交易模拟终端设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2008,18(8):249-253.