

# 实证驱动的信息系统扩散与组织互动模拟研究<sup>①</sup>

吴 江, 胡 斌, 鲁耀斌  
(华中科技大学管理学院, 武汉 430074)

**摘要:** 本文提出实证关系数据驱动的模拟模型研究了信息系统采纳和扩散过程中用户之间以及组织与信息系统之间的互动行为. 以电子商务系统为研究对象, 设计了问卷, 通过 SPSS 的统计分析以及结构方程模型得到影响个体对信息系统采纳的诸多因素之间的关系. 并基于实证关系数据, 建立了基于多智能体的模拟模型, 研究了信息系统在组织中扩散的宏观涌现过程. 通过一系列的虚拟实验, 从组织角度, 分析了组织拓扑结构、组织规模、组织文化、组织内沟通四方面因素对信息系统扩散的影响以及信息系统扩散中组织行为的变化; 并且对组织在信息系统推广中的行为决策提供参考建议.

**关键词:** 信息系统扩散; 基于多智能体的模拟; 组织与信息系统扩散的互动; 电子商务  
**中图分类号:** C931   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1007-9807(2010)10-0021-11

## 0 引 言

当今社会, 信息系统的应用正在蓬勃发展. 信息系统要具有生产力, 首要前提是能被用户采纳. 在信息系统研究领域, 解释用户为什么及如何采纳信息系统行为的研究已经兴起了很久<sup>[1]</sup>. 在过去的二十年中, 研究个体采纳信息系统的模型从最初的技术接受模型 (TAM)<sup>[2]</sup> 进行了扩展, 逐渐加入了各种信念因素, 发展到统一技术采纳模型 (UTAUT)<sup>[3]</sup>, 就一直没有很好的突破<sup>[4]</sup>. 因为用实证方法很难建立起时序模型, 很难对信息系统推广中不同阶段的信念因素的影响进行研究<sup>[5]</sup>. 同时, 研究者也忽略了信息系统采纳中的群体、文化、社会影响等方面复杂联系的因素, 没有能够对信息系统个体采纳与信息系统扩散之间联系的内部机制进行深入研究<sup>[6]</sup>. 国际信息系统协会会刊 (JAIS) 在 2007 年 8 月出了一个特刊, 重新审视了信息系统采纳和扩散的研究, 并且呼吁要用新方法带给该项研究不同的视角, 促进研究

的进展<sup>[7]</sup>.

为了弥补在信息系统采纳和扩散研究中采用传统实证研究的缺陷, 本文以电子商务系统为研究对象, 提出了一种用实证关系数据驱动的基于多智能体的模拟模型来研究信息系统采纳和扩散的新方法. 模拟模型可以用来产生时间连续的数据; 并且为了创造不同的实验环境, 模型参数也可以非常方便地被调整以达到要求<sup>[8]</sup>. 模拟模型对于需要大量参与者参与——持续互动, 并且需要大量实证数据的研究也是非常有用的<sup>[8]</sup>. 模拟模型的优点在于其可以考察从微观机理涌现出来的宏观现象<sup>[9]</sup>, 它可以作为研究信息系统采纳和扩散行为的实验环境.

信息系统作为一项技术, 其在组织中扩散亦属于创新扩散的范畴. 创新扩散被定义为社会系统中技术或创新在特定通道中随时间传播的一个过程, 通常这些传播通道彼此都在一个小范围内<sup>[10]</sup>. 这种社会互动机制实际上是在用元胞自动机或者基于多智能体模型建立扩散模型的最重要

① 收稿日期: 2008-06-18 修订日期: 2010-09-18  
基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70671048 70731001).  
作者简介: 吴 江 (1978-), 男, 浙江衢州人, 博士后. Email bin\_hu@mail.hust.edu.cn

的微观机理<sup>[11]</sup>. 在信息系统采纳和扩散的研究中, 某些学者利用基于元胞自动机的模拟模型, 结合了个体的空间分布<sup>[11-12]</sup> 并利用了统计分析<sup>[13]</sup>. 也有利用基于多智能体的模型研究电子政务信息系统在政府机构中被采纳的群体行为的<sup>[14]</sup>. 国内, 王铁男等用实证方法研究了在组织单元差异性对信息系统的应用绩效的影响<sup>[15]</sup>, 集中在组织单元层面. 吴江等对信息系统与人群互动问题运用基于多智能体模拟的方法进行了研究<sup>[16]</sup>, 集中在人群层面; 胡斌等也提出了定性模拟方法从人群层面探讨了组织内人群与工作的互动关系<sup>[17]</sup>. 姚莉等从复杂系统的视角研究了信息系统的开发方法<sup>[18]</sup>, 但没有涉及本文所探讨的信息系统采纳和扩散中的相关问题.

根据文献调研, 目前为止, 国内外还未有将实证与模拟结合, 将研究信息系统采纳和信息系统扩散相结合, 并从与组织互动的角度进行阐述的研究发表. 本文通过基于实证关系的模拟研究, 探讨了信息系统推广过程中的用户之间以及组织与信息系统之间的互动行为, 从组织层面上回答: 组织规模、组织文化、组织沟通和组织结构如何影响信息系统扩散? 信息系统扩散过程中, 组织采纳行为又如何变化?

## 1 研究框架

在本文的研究中, 将实证研究与模拟研究相结合. 实证研究用来发现个体采纳信息系统的各个信念因素之间的关系, 集中在个体层面. 基于技术接受模型 (TAM)<sup>[19]</sup>、统一技术采纳模型 (UTAUT)<sup>[3]</sup>和电子商务初始信任模型 (ITT)<sup>[20]</sup>, 建立概念模型来描述影响个体采纳信息系统的信念因素关系, 并用统计分析和结构方程模型找到关系间的数值权重. 将实证研究所获得的信念因素间的元网络作为描述使用信息系统的组织中的元网络之一输入到模拟模型中. 在模拟研究中, 利用基于多智能体方法使得代表个体的智能体进行互动, 从而产生在组织层面上的信息系统扩散现象, 研究组织采纳信息系统的行为. 为了验证此模拟模型, 利用创新扩散理论 (IDT) 中的 S 曲线<sup>[10]</sup> 作为参考, 利用曲线数据拟合方法进行宏观验证.

详细的研究框架参见图 1

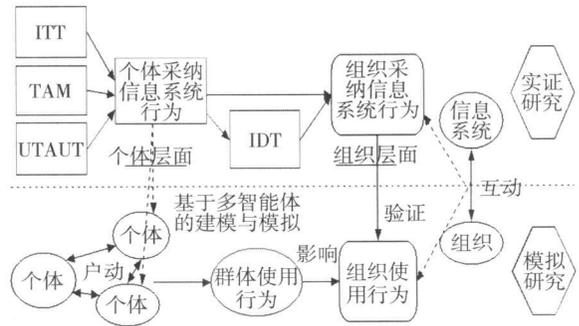


图 1 本文的研究框架

Fig 1 The research framework of the empirical relationships based simulation study

## 2 实证研究

### 2.1 建立概念模型

基于技术接受模型、统一技术采纳模型和电子商务初始信任模型, 以电子商务系统为例, 设计了信息系统个体采纳行为的概念模型, 如 2.3 节中的图 2 所示. 模型具有 10 个影响个体对信息系统采纳的信念因素, 并根据已发表的文献建立 9 条假设.

其中, 易用性和可用性参考技术接受模型 (TAM)<sup>[2-19]</sup>. 易用性会直接影响可用性. 易用性测量一个信息系统如何容易被使用. 信息系统具有良好的人机对话接口、良好的说明、有效的操作指导, 将使得信息系统更易使用. 电子商务系统立足于互联网, 如果购物的主要功能能够更好地排列在网页上, 查询使用简单方便, 那么该信息系统也将更容易被用户使用. 可用性测量信息系统如何有用. 如果用户可以快速地通过电子商务系统找到所需要的物品, 并且顺利完成网上交易, 那么该信息系统被认为是有用的. 初始信任考察用户在初始接触时, 如何信任一项信息系统. 在虚拟空间中, 用户与商家之间未曾谋面, 信任对网上交易的成功显得更为重要. 事实上, 通过提高电子商务系统的设计, 网上购物平台的销售额会有很大的提高<sup>[21]</sup>. 有以下 2 条假设

- H1 易用性 (PE) 对可用性 (PU) 有正面影响
- H5 可用性 (PU) 对初始信任 (IN) 有正面影响

商家信誉对用户是否信任并采纳电子商务系

统非常重要. 用户期望系统是稳定的、可靠的并具有高信誉的. 而且, 对于初次使用该信息系统的用户尤其重要, 因为他们自己没有任何使用该信息系统的经验, 期望从其他用户那里得到一些评价, 如果商家信誉高, 用户评价高, 那初始信任也必将越高<sup>[20]</sup>. 因此有如下假设

**H2 商家信誉 (FS)对初始信任 (N)有正面影响**

如今, 网络欺骗和钓鱼程序在互联网上广泛存在. 电子商务系统的用户, 需要在网上提供信用卡信息, 如果系统不安全, 存在漏洞, 没有进行加密传输, 或者存在木马与病毒, 都将对用户使用该信息系统造成威胁, 用户对该信息系统的初始信任也必然降低. 所以有

**H3 网络安全 (SE)对初始信任 (N)有正面影响**

在认知心理学中, 人的感受是会在相似事物之间转移的<sup>[22]</sup>. 每个人都有自己信任的价值观. 有些人认为人本来就是善良和诚实的; 也有人总是怀疑他人, 认为人与人之间是一种利用和被利用的关系<sup>[22]</sup>. 这些感受发生在现实世界中, 但也会转移到虚拟世界中, 电子商务系统用户会有与现实相同或者相似的信任价值观. 因此, 有以下假设

**H4 信任倾向 (IT)对初始信任 (N)有正面影响**

与信息系统采纳相关的用户行为并不能直接用问卷进行测量, 但是可以通过测量使用动机来间接考察用户行为<sup>[2]</sup>. 根据以前的实证研究<sup>[23-24]</sup>, 初始信任将影响信息系统的使用动机. 所以有

**H6 初始信任 (N)对信息系统使用动机 (UI)有正面影响**

社会影响是个体认为他身边重要的人对他采纳信息系统影响的程度<sup>[3]</sup>. 社会影响在信息系统采纳的早期阶段的作用尤其重要, 以后作用将会有所减弱<sup>[3]</sup>. 社会影响是复杂且随机的, 对个体采纳行为通过三种机制进行影响: 承诺、内在化和同一化<sup>[1]</sup>. 后两种机制在于调节个体的信念结构并使得个体对潜在社会状态做出反应, 而承诺为初始个体简单地改变他们对社会压力反应的动

机, 譬如个体会顺从于社会影响. 通过以上分析, 所以有

**H7 社会影响 (SI)对信息系统使用动机 (UI)有正面影响**

购物感受会影响电子商务系统的使用动机. 在购物后, 如果客户感觉心情舒畅, 那么客户也许会喜欢使用电子商务系统. 由于男女之间存在差异, 女性更加感性, 男性更加理性, 因此女性更喜欢感受购物过程的情绪调节和购物后的满足感<sup>[25]</sup>. 当今社会, 生活的节奏越来越快, 人们越来越难以抽身去商店购物. 因此, 这种购物的需求需要通过使用电子商务系统进行网络购物的方式得以弥补. 所以有

**H8 购物感受 (SF)对信息系统使用动机 (UI)有正面影响**

电子商务系统中的商品是影响电子商务使用动机的一个重要因素. 用户会关注商品的价格、材质、颜色以及售后服务等特性. 如果商品的这些特性能够与用户需求在很大程度上匹配, 那么用户购买该商品的可能性就会比较大. 因此有以下假设

**H9 商品质量和售后服务 (PR)对信息系统使用动机 (UI)有正面影响**

## 2.2 问卷与调研数据

为了使实证研究具有延续性, 在量表设计中, 大量应用了在先前文献中被认为具有可操作性的有效测量变量. 量表测量条目参见表 1. 采用 LIK-ERT 5点测量方法.

表 1 测量条目.

Table 1 Measurement items of factors

因素	来源	条目数量
易用性 (PE)	(Venkatesh and Davis Davis) <sup>[2]</sup>	3
可用性 (PU)	(Venkatesh and Davis Davis) <sup>[2]</sup>	3
商家信誉 (FS)	(Koufaris and HampforSosa) <sup>[24]</sup>	3
初始信任 (N)	(Koufaris and HampforSosa) <sup>[24]</sup>	3
网络安全 (SE)	(Koufaris and HampforSosa) <sup>[24]</sup>	3
社会影响 (SI)	(Venkatesh等) <sup>[3]</sup>	3
信任倾向 (IT)	(Wakzidh and Lundgren) <sup>[20]</sup>	3
购物感受 (SF)	自定义	3
使用动机 (UI)	(Gefen等) <sup>[23]</sup> 与自定义	5
商品 (PR)	自定义	3

\* UI1, UI2, UI3来自[23], UI4, UI5为自定义.

### 2 3 结构方程模型求解

用 SPSS11.0 对量表进行可信性和有效性两个步骤的分析, 然后用 LISREL8.72 建立结构方程模型, 得到途径图, 图 2 显示了信息系统采纳的各个因素之间的关系以及权重值. 结果如表 2 所示, 与推荐值相比较, 途径图与样本数据较好吻合, 因此根据途径图得到影响信息系统采纳的信念因素之间的关系和权重是有效的. 这种关系和权重将在模拟研究中组成信念间元网络输入到模拟模型中.

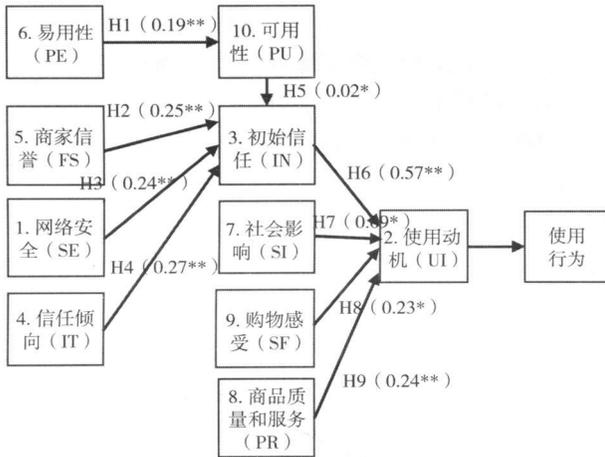


图 2 影响信息系统个体采纳行为的概念模型和信念因素之间的关系 (\*\*  $p < 0.01$  \*  $p < 0.05$ )

Fig 2 The conceptual model of e-commerce system adoption

## 3 模拟模型

本文中的实证关系数据驱动的信息系统扩散模型 (ED2M, empirical data driven S diffusion model) 是一个多智能体模型, 其利用隐喻关系, 将个体、个体的属性特征和行为映射成智能体、智能体的属性和方法<sup>[26]</sup>. 用元网络<sup>[27]</sup>代表智能体之间的关系、信念属性关系等社会网络, 并且参考 Friedkin 的社会影响网络理论<sup>[28]</sup>、观点交换理论<sup>[29]</sup>、人际关系理论<sup>[30]</sup>来定义智能体的互动行为.

### 3 1 用元网络描述使用信息系统的组织

在本文的 ED2M 模型中, 一个社会组织中包含智能体、信念和事实, 所以存在 4 个元网络<sup>[27]</sup>.

1) 智能体之间的元网络 (agent × agent): 描述现实中的人与人之间的关系. 网络矩阵中的每个

单元格的值是 [0 1] 之间的一个实数, 表示两个智能体之间的亲近度, 值越大则亲近度越高. 每一个智能体具有内部属性: 性别、年龄、使用互联网年龄 (YUI)、购物频率 (FOSS)、使用当当网频率 (FDS)、网上购物频率 (FOLS). 模型可以利用属性初始化机制来初始化亲近度<sup>[31]</sup>: 首先, 所有的智能体之间的亲近度被初始化为 0 然后, 如果两个智能体某个属性值相同, 则它们之间的亲近度升高, 如果它们的属性值不同, 则亲近度不受影响; 最后, 亲近度的值归一化到 0 与 1 之间.

2) 智能体与信念间的元网络 (agent × belief): 记录实证中用户和问卷变量之间的关系, 这里的每个问卷变量也就是用户对采纳信息系统的某种信念因素. 元网络中的单元格的值表示每个智能体与问卷中的 10 个信念因素关联的值, 值为 [0 1] 之间的实数, 信念越高, 值越高. 为了利用实证数据, 需要对问卷条目的调查值进行反转操作, 即 1 变为 5, 5 变为 1, 最后计算每个信念对应条目的平均值, 并将其归一化到 0 与 1 之间, 作为智能体与信念之间关系的权重值.

3) 信念间的元网络 (belief × belief): 通过结构方程模型得到的 10 个信念因素的关系构成信念间元网络, 被融入模拟模型中, 单元格的值表示结构方程模型结果中的两个信念间的权重值.

4) 信念与事实间的元网络 (belief × fact): 代表信念与事实之间的关系. 事实就是调查问卷中的条目. 同样, 要利用实证数据, 需要对问卷中调查条目的值进行反转操作, 并进行归一化处理.

### 3 2 对智能体之间的互动行为建模

本文用隐喻方式<sup>[9]</sup>构建计算机模拟模型中的智能体间的互动行为, 如下所述:

1) 每个智能体都有它的互动范围. 基于社会影响网络理论<sup>[28]</sup>, 由于本模型为网络环境下的沟通, 忽略空间的影响, 因此, 一个智能体的互动范围的大小定义为该智能体可以进行沟通交流的具有较高亲近度的智能体的数量, 智能体必须与互动范围内的其他智能体进行互动; 要与其互动范围外的智能体互动, 必须通过该智能体互动范围内的中间智能体进行. 互动范围大小用范围半径来描述.

2) 每一个智能体与其他智能体交换信念并

且更新自己的信念. Friedkin把信念或者观点交换的过程定义为人际关系的适应过程, 群体中的每一个人要改变他人的信念, 同时也要改变自己的信念, 直到最终对某一个问题的稳定信念形成为止<sup>[29]</sup>. 一个智能体在其互动范围内与彼此之间拥有较大亲近度的智能体互动. 首先, 在互动范围内, 智能体将发现与其有最大亲近度的智能体作为它的互动同伴. 在一个模拟周期内, 假设一个智能体只能完成与另外一个智能体的一次互动; 并且只能交换一个信念, 信念的选取也是随机的. 其次, 智能体的信念受其他智能体相同信念的影响. 例如, 智能体 1 的使用信息系统动机的信念受其他智能体的使用信息系统动机信念的影响, 而不会受购物感受信念的影响. 这个过程按照附录中的公式 (1) 进行. 第三, 智能体的信念会影响其他智能体的相同信念, 计算过程如附录中的公式 (2) 所示. 最后, 已经改变的智能体信念, 按照信念之间的元网络 (belief × belief) 中权重的影响, 会引起该智能体的其他信念发生改变.

3) 每个智能体在智能体间的元网络中, 与其他智能体互动, 改变亲近度. 亲近度表示人际关系纽带中的相似度, 人们喜欢与亲切度高的人进行互动<sup>[30]</sup>. 假设, 除了信念属性外, 智能体的其他属性在模拟过程中不会发生改变. 在实证研究中, 性别、年龄等样本属性是相对稳定的, 而影响信息系统采纳的信念属性是测量的目标, 所以以上假设是合理的. 因此, 在模型中, 只考察信念属性对亲近度改变的影响. 两个智能体间对应信念属性之间差值的和被计算, 然后将当前的该差值和与模拟过程中前一状态的差值和相比较. 如果目前的差值和变大了, 则这两个智能体间的亲近度降低了, 否则亲近度提高. 过程如附录中的公式 (3).

### 4 模型验证

基于多智能体模拟研究中一个非常棘手的问题就是模型验证, 尤其在研究社会组织中, 模型关注 workflow、社会活动以及人的行为, 要完全验证这些模型, 会非常耗时耗力<sup>[32]</sup>. 然而, 可以在完全验证和满足需求之间找到一个折中点<sup>[33]</sup>. 本文为了

验证个体采纳信息系统在经过组织中的互动后所产生的组织信息系统扩散现象是否与真实环境下的扩散现象相一致, 采用宏观验证方法<sup>[34]</sup>.

本文中宏观验证的问题可以认为是一个曲线拟合问题, 要考察模型输出的图形能否拟合扩散曲线方程. 用 ED2M 模拟模型产生了三组数据 A、B、C, 采用 Logistic 和 Gompertz 方程<sup>[35]</sup> 进行拟合, 结果如图 3 和表 3 所示, 表明模型输出的扩散率曲线能够与 Logistic 和 Gompertz 方程较好的拟合. 而 Logistic 和 Gompertz 方程是目前广泛采用的描述真实世界中技术扩散 S 曲线过程的数学模型<sup>[36]</sup>. 因此, 得出结论, 信息系统扩散 ED2M 模拟模型真实地反映了真实世界中的信息系统扩散现象, 能够通过宏观验证.

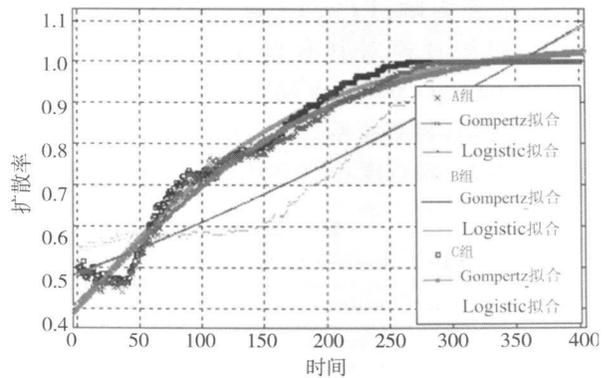


图 3 MATLAB 中的曲线拟合结果  
Fig. 3 The result of curve fitting using MATLAB

表 3 曲线拟合结果  
Table 3 Curve fitting results

数据集	模型	R 值
A	Gompertz 方程	0.979 9
B		0.930 5
C		0.978 7
A	Logistic 方程	0.980 9
B		0.931 9
C		0.981 5

### 5 模拟研究

虚拟实验如表 4 所示. 组织结构 (group structure) 表示智能体与智能体间元网络的结构, 本文中分为随机网络<sup>[27]</sup>、元胞网络<sup>[27]</sup> 和小世界网

络<sup>[37]</sup>. 组织中智能体的每个初始信念的分布 (belief distribution)是正态分布的,用均值和方差来描述.

表 4 虚拟实验设计

Table 4 Virtual experiment design

组织规模	半径	亲近度均值
100	1.59	0.205081
200	1.59	0.205081
300	1.59	0.205081

注:各个实验中,组织结构为随机网络,且信念分布的参数保持不变.

### 5.1 最终扩散率的统计分析

本虚拟实验中,保持初始信念分布以及组织结构不变,其他参数设置如表 4 所示. 根据参数设置,该实验中有  $3 \times 3 \times 4 = 36$  种情况. 结果分析如表 5 所示,对于最终扩散率,互动半径对其有显著影响:  $F(2, 1) = 11.521580, p < 0.01$ ; 组织规模对其有显著影响:  $F(2, 1) = 2.638639, p < 0.05$ ; 互动半径与组织规模的组合亦对其有显著影响:  $F(4, 1) = 714.238, p < 0.05$ . 然而,亲近度均值对最终扩散率没有显著

影响,并且亲近度均值与组织规模和互动半径的两两交互,以及三者之间的交互对最终扩散率亦没有显著影响.

统计分析结果显示,初始的亲近度分布对最终的信息系统扩散率的影响不大. 事实上,在信息系统的扩散过程中,用户之间的亲近度是在改变的,模型中亲近度取决于用户间的对信念理解的差异程度,初始时刻的高亲近度,在过程中,亦可能因为信念理解的不同,发生大的差异而降低. 而组织规模反映整体影响,对最终组织内的信息系统扩散率有显著影响;互动半径表示了组织内的沟通效应,亦是对组织一个整体影响效应,对最终扩散率有显著影响.

实际中,为了信息系统的推广,没有必要太多顾及初始的以用户亲近度为代表的组织文化因素;应该在推广过程中,给用户提供更多的交流机会,尤其是在大规模组织当中,交流对于信息流通的顺畅尤为关键,而信息流畅亦可以扩大信息系统在组织中的影响,促进推广的成功.

表 5 三因素方差分析结果 (agentnum, sphereradius, MEAN 和扩散率的影响关系)

Table 5 Three-way ANOVA results (relationship between agentnum, sphereradius, MEAN of belief and diffusion ratio)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
AGENTNUM	0.264	2	0.132	2.638639*	0.014 < 0.05
SPHERE	1.152	2	0.576	11.521580†	0.007 < 0.01
MEAN	2.555E-03	3	8.517E-04	17.033	0.176
AGENTNUM * SPHERE	0.143	4	3.571E-02	714.238*	0.028 < 0.05
AGENTNUM * MEAN	6.562E-03	6	1.094E-03	21.872	0.162
SPHERE * MEAN	2.729E-03	6	4.548E-04	9.096	0.249
AGENTNUM * SPHERE *	5.528E-03	12	4.607E-04	9.214	0.253
MEAN					
Error	5.000E-05	1	5.000E-05		
Total	13.259	37			

### 5.2 扩散过程以及组织行为的演化分析

为了考察信息系统扩散行为的演化过程以及组织行为的变化,本实验设计在不同的参数设置下,输出扩散率的时间序列. 每次参数设置都只改变其中一个参数,保持其他参数不变,从而考察该参数对信息系统扩散过程的影响.

如图 4 所示,保持组织规模 (agentnum = 100)、亲近度均值 (MEAN = 0.5)不变,改变互动

半径 (sphereradius)为 1.5、9 分别得到 3 种情况下的 3 条扩散率的变化曲线. 初始的信念分布亦保持不变,因此初始的每个智能体的信息系统使用动机在 3 种情况下是相同的. 图 5 反映了每个智能体的信息系统使用动机的变化过程,最上面的图为初始状态的使用动机分布,下面分别为 3 种情况下,30、40、66 和 160 时刻的使用动机分布.

随着时间的推进, 具有较高使用动机的智能体将会影响具有较低使用动机的智能体, 反之亦然. 最终智能体的使用动机将达到一个平衡点. 如图 4 所示, 在 30、66 时刻,  $sphereradius=5$  和  $Sphereradius=9$  扩散曲线具有相同的扩散率即时值, 而在 40 时刻,  $sphereradius=5$  扩散曲线的扩散率即时值则高于  $sphereradius=9$  扩散曲线, 在  $t=160$  则相反. 又如图 5 所示, 用使用动机  $UI=0$  5 的水平线来区分采纳者和非采纳者. 从  $t=40$  开始, 智能体 0 到 10 以及 40 到 45 将受到具有信息系统使用动机为 0 的智能体的影响, 所以他们的使用动机将减弱. 但是在互动半径  $sphereradius=5$  情况下的智能体, 与互动半径  $sphereradius=9$  相比, 受其他智能体影响相对要小. 所以在  $t=40$ ,  $sphereradius=5$  情况下采纳者数量要多于  $sphereradius=9$  情况下的采纳者数量, 扩散率也高于  $sphereradius=9$  情况下的扩散率.

接着, 考察从  $t=66$  到  $t=160$  的情况下不同互动半径的结果. 在这段时间内, 如图 5 所示, 智能体 11 到 39, 46 到 49, 84 到 100 将会受到具有信息系统使用动机为 1 的其他智能体的影响, 他们的信息系统使用动机会增强. 但是在互动半径  $sphereradius=5$  情况下的智能体, 与互动半径  $sphereradius=9$  的智能体相比, 受其他智能体影响相对要小. 所以, 在  $t=160$ ,  $sphereradius=5$  情况下采纳者数量要少于  $sphereradius=9$  情况下采纳者数量, 扩散率也低于  $sphereradius=9$  情况下的扩散率.

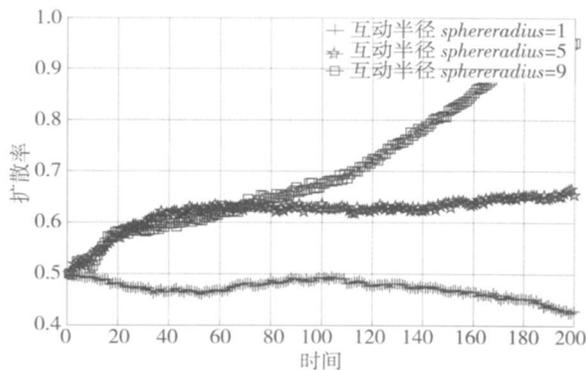


图 4 不同互动半径下的扩散率曲线 ( $agentnum=100$   
 $MEAN=0.5$ )

Fig 4 Diffusion ratio of different  $sphereradius$

以上模拟虚拟实验说明, 不能一味地提高互

动范围, 组织内人与人之间沟通多了, 互动范围大了, 并不能提高信息系统的扩散水平. 需要根据组织文化的变化, 在不同的时期采取不同的提高互动范围的策略, 才能够促进信息系统推广的有序顺利进行.

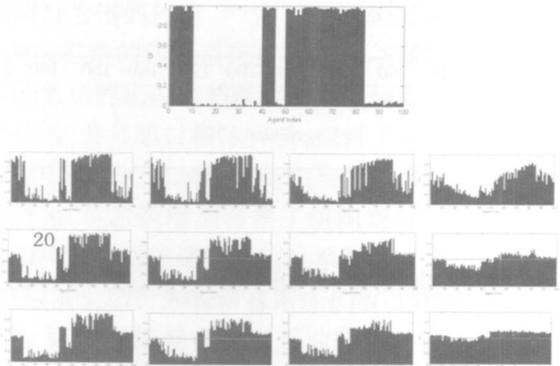


图 5 不同互动半径下的使用动机  $UI$  演化过程  
(从左到右:  $time=30, 40, 66$  and  $160$  从上到下:  
 $sphereradius=1, 5, 9$ )

Fig 5  $UI$  evolution of different  $sphereradius$

如图 6 所示, 保持互动半径  $sphereradius=9$  和亲近度均值  $MEAN=0.8$  不变, 组织规模  $agentnum=100, 200, 300$ . 图 6 显示了 3 种情况下的扩散率变化. 扩散率将会随着组织规模的增加而减小, 信息系统在大组织中推广相对来说会比较困难一些. 如图 7 所示, 随着组织规模的增大, 扩散速率变化的幅度变小, 随着时间的推移, 幅度将越来越小, 最后达到稳定值.

因此, 从此虚拟实验中可以得出, 实际中, 信息系统在小规模组织中扩散比在大规模组织中扩散快, 小规模组织比起大规模组织来说, 适应性更强, 对信息系统具有更好的吸收能力.

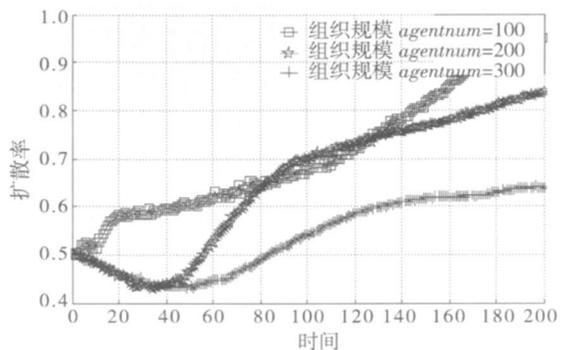
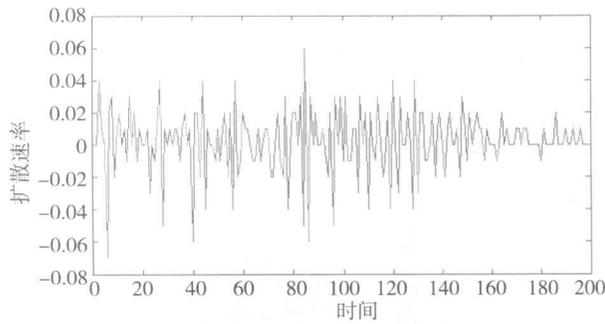
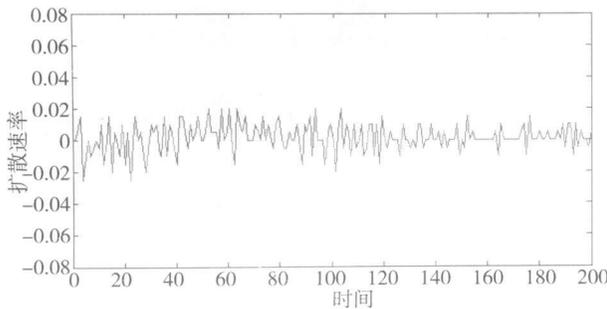


图 6 不同组织规模下的扩散率曲线 ( $MEAN=0.8$   
 $sphereradius=9$ )

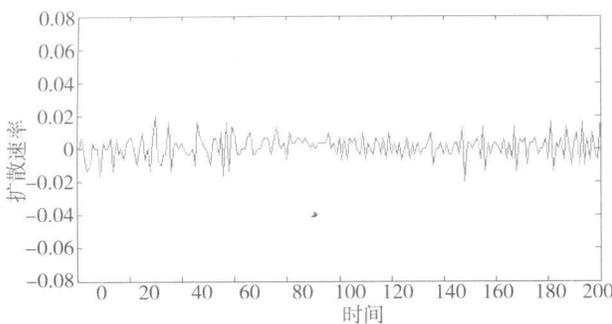
Fig 6 Diffusion ratio of different  $agentnum$



(a) agentnam = 100



(b) agentnam = 200



(c) agentnam = 300

图7 扩散速率的变化曲线

Fig. 7 Velocity evolution of different agentnum

### 5.3 初始信念的敏感性分析

在此虚拟实验中,用敏感性分析方法考察不同的信念因素的波动是对最后信息系统扩散率影响波动的大小.设置所有的智能体初始信念分布的均值和方差为 0.5和 0.01.然后分别以 -0.1, -0.05, 0.05和 0.1为偏差幅度,调整信念分布的均值,并对每一种情况下,重复运行蒙特卡洛模拟 10次,最后对 10次输出的扩散率结果取平均值,得到各个偏差情况下的扩散率,与最初的偏差前扩散率的差值如表 7所示.比较表 6的第 2列的差值均值的绝对值,可以看出商品质量与服务 (PR)、购物感受 (SF)和信任倾向 (II)是三个对信息系统扩散率影响最高的独立因素.

表 6 敏感性分析结果

Table 6 The results of sensitivity analysis

独立因素	扩散率				
	差值平均	-0.1	-0.05	0.05	0.1
网络安全 (SE)	0.287	-0.414	-0.241	0.204	0.290
信任倾向 (II)	0.338	-0.459	-0.444	0.152	0.297
商家信誉 (FS)	0.319	-0.243	-0.121	0.425	0.485
社会影响 (SI)	0.239	-0.316	-0.303	0.126	0.211
商品 (PR)	0.384	-0.543	-0.470	0.202	0.322
易用性 (PE)	0.099	-0.081	-0.092	-0.139	-0.084
购物感受 (SF)	0.373	-0.421	-0.334	0.297	0.440

在实际环境中,要有效控制电子商务系统在组织中的推广,必须关注商品质量与服务、用户的购物感受和用户的信任倾向这三个因素,尤其是信任倾向通过中间信念因素——初始信任 (IN)间接影响扩散水平,因此也应该重视初始信任对最终的信息系统推广的影响.

### 5.4 组织结构影响分析

以上的虚拟实验都是基于随机网络的组织结构运行的.这里,为了考察不同组织结构对信息系统扩散的影响,用 ORA 软件<sup>[27]</sup>生成了 7个具有不同拓扑结构和参数的网络,其中网络 1是随机网络.如图 8所示,网络 2,3,4为元胞网络<sup>[27]</sup>,元胞数量分别为 1,5,10.网络 5,6,7为小世界网络<sup>[37]</sup>,邻域智能体数目分别为 7,10,20.模拟结果如图 9所示.

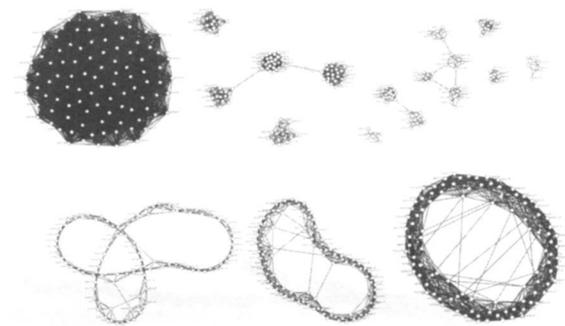


图 8 具有不同拓扑结构和参数的智能体间元网络

Fig. 8 Agent×agent network with different topologies

结果显示,具有小世界网络的拓扑结构的组织更能从信息系统推广中得益,并且在具有邻域智能体数目较大的小世界网络组织中,信息系统扩散速度较快.实际中,组织网络中联系的密度越大,组织内个体的依赖性越大,沟通更加有效,在

这种情况下, 信息系统扩散也更快. 否则如果组织是按照元胞网络结构组成的, 这些组织存在许多小群体, 小群体内成员沟通交流比较密切, 但是与小群体外或者其他小群体成员之间的沟通就不是非常顺畅. 元胞数量越多, 沟通水平越低.

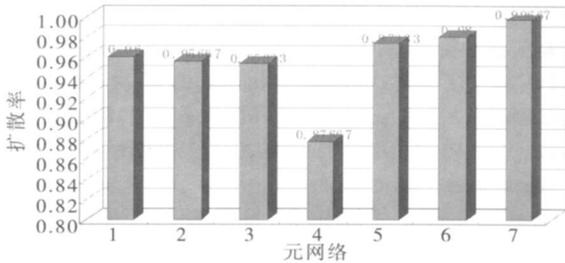


图 9 不同组织结构下的信息系统扩散率

Fig. 9 Diffusion ratio under different topologies

因此, 具有小世界网络结构的组织比具有随机和元胞网络结构的组织更易于信息系统的扩散; 在实际环境中, 孤立的非正式组织在组织中的存在, 也大大影响了组织内的沟通, 使得信息系统的推广中, 也更容易遇到沟通障碍, 因此应该尽量避免这些组织的存在. 小世界网络组织的一个最大的特点在于其中错综复杂的弱关系, 组织应该建立更多的沟通渠道, 不应只局限于通过会议等强关联方式的沟通, 应该更多地发展以网络讨论组为代表的弱关联方式的沟通, 这样才能使信息系统的推广进展得更好.

## 6 结束语

本文针对信息系统的采纳和扩散与组织行为互动问题, 将实证研究与模拟研究相结合, 利用实证关系数据建立模拟模型, 从组织角度对信息系统扩散的演化过程以及用户之间以及组织与信息系统扩散之间的互动行为进行了探讨.

贡献一, 在信息系统的组织相关问题研究中, 摆脱单一使用实证研究的束缚, 将实证研究与模拟研究相结合. 模型采用了实证为基础的关系数

据, 并利用宏观验证方法, 验证了模型能够反映真实世界中的信息系统扩散. 贡献二, 通过验证实验, 证明了信息系统在组织层面的扩散现象是信息系统在个体层面的采纳行为的涌现现象. 在组织中, 正是通过大量个体与个体之间的互动沟通, 采纳行为得到传递, 产生了在组织层面上的依照 S 曲线扩散的信息系统扩散现象. 贡献三, 用基于实证数据的模拟方法从组织层面研究了信息系统的扩散, 并且通过模拟实验, 探讨了信息系统推广过程中的用户之间以及组织与信息系统之间的互动行为, 从组织层面考察了组织规模、组织文化、组织沟通和组织结构对信息系统的扩散过程的影响, 以及组织行为在信息系统扩散过程中的变化. 实验发现, 组织规模和以互动范围半径为代表的组织内部沟通对信息系统扩散的影响比较显著, 而以组织初始亲近度为代表的初始组织文化对信息系统的扩散影响不太显著; 具有小世界网络拓扑结构的组织更加有利于信息系统的扩散. 组织在信息系统推广中, 更应该适时调整策略, 采取诸如网络讨论组等更多弱关联组织形式. 在大组织中推广信息系统时, 尤其要注意尽可能避免孤立群体, 从而破坏信息系统推广的氛围.

利用实证数据建立了模拟模型, 需要在模型数据的采集使用和模拟模型建立之间找到一个折中点. 以下, 客观讨论本文中现存的主要局限性. 首先, 通过问卷调查学生团体和部分上班族团体, 没有对更多的团体进行调查. 所以, 实证研究中的概念模型并不能完全准确地表示影响信息系统的信念因素间的关系. 其次, 在实证研究中, 还未能通过调查获得一段时间的数据, 模型也未能通过一段时间的数据得以验证, 而是通过先前的技术扩散理论<sup>[10]</sup>和一个时间截面上的数据得以验证的.

在未来的工作中, 我们将继续建立更加充足的实证研究数据库, 为模型的建模、验证、校准提供更加可靠的实证数据.

## 参考文献:

- [1] Venkatesh V, Davis F D. A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies[J]. *Management Science*, 2000, 45(2): 186-204.
- [2] Davis F D. Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology[J]. *MIS Quarterly*, 1989, 13(3): 319-339.

- [ 3] Venkatesh V, Morris M G, Davis G B, et al. User acceptance of information technology: Toward a unified view[ J]. *MIS Quarterly*, 2003, 27(3): 425–478.
- [ 4] Hirschheim R. Introduction to the special issue on Quo Vadis TAM: Issues and reflections on technology acceptance research [ J/OL]. *Journal of the AIS* <http://aiselaisnet.org/jais/v018/iss4/18/>, 2007, 8(4).
- [ 5] BaK IH. Quo vadis TAM[ J]. *Journal of the AIS* <http://aiselaisnet.org/jais/v018/iss4/161/>, 2007, 8(4).
- [ 6] Bagozzi R P. The legacy of the technology acceptance model and a proposal for a paradigm shift[ J/OL]. *Journal of the AIS* <http://aiselaisnet.org/jais/v018/iss4/12/>, 2007, 8(4).
- [ 7] Jones A B, Veni V, Ij V. Reaking the TAM logjam[ J/OL]. *Journal of the AIS* <http://aiselaisnet.org/jais/v018/iss4/14/>, 2007, 8(4).
- [ 8] Davis J P. Developing theory through simulation methods[ J]. *Academy of Management Review*, 2007, 32(2): 480–499.
- [ 9] Nigel G. How to build and use agent based models in social science[ J]. *Mind and Society*, 2000, 1(1): 57–72.
- [ 10] Rogers E M. *Diffusion of Innovations*[ M ]. New York, United States: Free Press, 2003.
- [ 11] Bhagava S C, Kumar A, Mukherjee A. A Stochastic cellular automata model of innovation diffusion[ J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 1993, 44(1): 97.
- [ 12] Goldenberg J. Using cellular automata modeling of the emergence of innovations[ J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2001, 68(3): 293–308.
- [ 13] Sarit M. Cellular automata modeling of resistance to innovations: Effects and solutions[ J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2004, 71(5): 425–442.
- [ 14] Wu J, Hu B, Zhang J L, et al. Multiagent simulation of group behavior in e-government policy decision[ J]. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2008, 16(10): 1571–1587.
- [ 15] 王铁男, 沈南, 李一军. 组织单元间的差异性对信息系统应用绩效影响[ J]. *管理科学学报*, 2007(02): 30–42.  
Wang Tian-nan, Sheng Nan, LI Yi-jun. Study on impact of differentiation on subunit level performance after information system implementation[ J]. *Journal of Management Science in China*, 2007, (02): 30–42 (in Chinese).
- [ 16] 吴江, 胡斌. 信息化与群体行为互动的多智能体模拟[ J]. *系统工程学报*, 2009, (02): 92–99.  
Wu Jiang, Hu Bin. Multiagent simulation for interaction of IT implementation and group behavior[ J]. *Journal of Systems Engineering*, 2009, (02): 92–99 (in Chinese).
- [ 17] 胡斌, 董升平. 人群工作行为定性模拟方法[ J]. *管理科学学报*, 2005, (02): 80–88.  
Hu Bin, Dong Sheng-ping. Qualitative simulation for group work behavior[ J]. *Journal of Management Science in China*, 2005, (02): 80–88 (in Chinese).
- [ 18] 姚莉. 基于多智能体的复杂信息系统开发方法研究[ J]. *管理科学学报*, 2002, (05): 47–57.  
Yao Li. Research on modeling method of complicated information system based multiple intelligent agents[ J]. *Journal of Management Science in China*, 2002, (05): 47–57 (in Chinese).
- [ 19] Lee Y, Kai R T. The technology acceptance model: Past, present and future[ J]. *Communications of the Association for Information Systems*, 2003, 12: 752–780.
- [ 20] Walczuch R. Psychological antecedents of institution-based consumer trust in e-retailing[ J]. *Information & Management*, 2004, 42(1): 159–177.
- [ 21] Wang Y. An overview of online trust: Concepts, elements and implications[ J]. *Computers in Human Behavior*, 2004, 21(1): 105–125.
- [ 22] Levitt D J. *Foundations of Cognitive Psychology*[ M ]. Cambridge, MA, USA: MIT Publisher, 2002.
- [ 23] Gefen D K, Straub D W. Inexperience and experience with online stores: The importance of TAM and trust[ J]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2003, 50(3): 307–322.
- [ 24] Koufaris M. The development of initial trust in an online company by new customers[ J]. *Information & Management*, 2004, 41(3): 377–397.
- [ 25] Miller D. *A Theory of Shopping*[ M ]. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1998.
- [ 26] Macal M J. Tutorial on Agent Based Modeling and Simulation[ C ] // *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*, Orlando, FL, USA: IEEE, 2005, 153–174.
- [ 27] Carley K M. Toward an interoperable dynamic network analysis toolkit[ J]. *Decision Support Systems: Special Issue on Cyber-infrastructure for Homeland Security: Advances in Information Sharing, Data Mining and Collaboration Systems*, 2007, 43: 1324–1347.
- [ 28] Friedkin N E, Johnsen E C. Social positions in influence networks[ J]. *Social Networks*, 1997, 19: 209–222.

- [29] Friedkin N E, Johnsen E C. Social influence networks and opinion change[J]. *Advances in Group Processes*, 1999, 16: 1–29
- [30] Friedkin N E. A gutman scale for the strength of an interpersonal tie[J]. *Social Networks*, 1990, 12: 239–252
- [31] Hirschman B, Michalek L. *Loading Networks in Construct[M]*. Carnegie Mellon University, Cases Technical Report CMU-ISR-07-116, 2007.
- [32] Gilbert N. *Simulation for the Social Scientist[M]*. Buckingham, United Kingdom: Open University Press, 2005.
- [33] Sargent R G. Verification and Validation of Simulation Models[C]. // *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*. Orlando, FL, USA: IEEE, 2005, 130–140
- [34] Yin Z L. Validation and verification of social processes with in agent-based computational organization models[J]. *Computational Mathematics Organization Theory*, 2006, 12: 283–312
- [35] Nägele M. Technological forecasting: Model selection, model stability and combining models[J]. *Management Science*, 1998, 44(8): 1115–1130
- [36] Mahajan V, Muller E. Innovation diffusion and new product growth models in marketing[J]. *Journal of Marketing*, 1979, 43(4): 55–68
- [37] Watts D J. *Six Degrees: The Dynamics of Networks Between Order and Randomness[M]*. Princeton, New Jersey, USA: Princeton University Press, 1999.

## Empirical relationship driven simulation on Interaction between organization behavior and diffusion of an E-commerce information system

WU Jiang, HU Bin, LU Yao-bin

School of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

**Abstract** This paper studies organization behavior in the evolution of information system diffusion using simulation; it focuses on innovation of methodology and it avoids the limitations of classical empirical research method. The individual adoption and organizational diffusion represent interactive individual and organizational behavior with the information system. We use an E-commerce system as an example with questionnaire designed to obtain data from E-commerce users, which is then statistically analyzed using SPSS. To obtain the relationship among factors that affect E-commerce system adoption, Structural Equation Modeling is used. Driven by empirical relationships data, agent-based modeling and simulation is created and the emergent phenomenon during the evolution of E-commerce system diffusion is studied. Through observing evolution process of adopting the E-commerce system in virtual experiments, insights from the viewpoint of organization are found that can complement empirical research for information system diffusion that is impacted by organization topological structure, group size, organizational culture, and organizational inner communication. Simulation study also provides some implications in the real environment for decision making during the E-commerce system diffusion.

**Keywords** information system diffusion; agent-based simulation; interaction between IS and organization; e-commerce

附录

(1) 交换信念: 在时刻  $t$ , 智能体  $i$  的第  $j$  信念属性被随机选择, 记做  $B_{ij}(t)$ , 互动半径为  $sd$ , 互动范围为  $M_{sd}$ , 总的信念个数为  $nb$ . 时刻  $t$  智能体  $n$  和  $m$  之间的亲近度为  $P_{nm}(t)$ . 则在时刻  $t+1$ , 智能体  $i$  相信信念  $j$  的程度按照公式 (1) 得到; 在互动范围  $M_{sd}$  内的其他智能体  $n$  相信信念  $j$  的程度由公式 (2) 得到, 最后的计算值要进行归一化处理.

$$B_{ij}(t+1) = B_{ij}(t) + \sum_{n \in M_{sd}} \frac{(B_{nj}(t) - B_{ij}(t)) \times P_{ni}}{sd \times nb} \quad (1)$$

$$B_{nj}(t+1) = B_{nj}(t) + (B_{ij}(t) - B_{nj}(t)) \times \frac{P_{ni}}{sd}, n \in M_{sd} \quad (2)$$

(2) 更新亲近度: 设智能体  $i$  在  $t$  时刻的信念的值在值域  $M_i$  范围内, 则时刻  $t+1$  智能体  $n$  和  $m$  之间的亲近度为  $P_{nm}(t+1)$  按照公式 (3) 计算, 结果归一化到 0 与 1 之间:

$$P_{nm}(t+1) = P_{nm}(t) - \sum_{i \in M_n} \sum_{j \in M_m} (B_{ni}(t) - B_{mj}(t)) + \sum_{i \in M_n} \sum_{j \in M_m} (B_{ni}(t-1) - B_{mj}(t-1)) \quad (3)$$