

## 基于认知模式的企业集群知识传播演化仿真

牛家洋<sup>1,3\*</sup>, 王洪国<sup>1</sup>, 邵增珍<sup>1,3</sup>, 宋超超<sup>2</sup>

(1. 山东师范大学 信息与工程学院, 济南 250014; 2. 山东师范大学 管理科学与工程学院, 济南 250014;

3. 山东省分布式计算机软件新技术重点实验室, 济南 250014)

(\* 通信作者电子邮箱 niujiayang@126.com)

**摘要:**针对现有研究无法很好描述企业知识结构的情况,构建了基于认知模式的集群企业知识传播模型(CEKTM)。该模型通过对集群知识传播机制的分析,提出了企业染色体的定义;并借鉴蚁群路径选择策略,给出了学习策略及知识互动机制。仿真结果表明,集群内部的知识传播具有认知邻近的原则,知识结构相似的企业间知识传播的概率更高;过高或过低的企业染色体规模都不利于企业集群平均知识水平的提高;在集群发展初期,小规模的市场环境更有利于企业间的合作和知识传播。

**关键词:**知识传播;认知模式;集群企业;企业染色体;仿真

**中图分类号:** TP18; TP301 **文献标志码:** A

### Simulation of knowledge diffusion among enterprise clusters based on cognitive perspective

NIU Jia-yang<sup>1,3\*</sup>, WANG Hong-guo<sup>1</sup>, SHAO Zeng-zhen<sup>1,3</sup>, SONG Chao-chao<sup>2</sup>

(1. College of Information Science and Engineering, Shandong Normal University, Jinan Shandong 250014, China;

2. College of Management Science and Engineering, Shandong Normal University, Jinan Shandong 250014, China;

3. Shandong Provincial Key Laboratory for Distributed Computer Software Novel Technology, Jinan Shandong 250014, China)

**Abstract:** In order to overcome the deficiency of the previous research on knowledge structures of enterprises, this paper proposed the knowledge diffusion model among enterprise clusters based on cognitive perspective Clusters of Enterprise Knowledge Transmission Model (CEKTM). The model proposed the definition of enterprise chromosome based on cognitive perspective and learned from ant colony path selection strategy, giving the learning strategies and knowledge interactive mechanism. The simulation results indicate that the knowledge structure within a cluster has cognitive proximity principle, and the similar knowledge structure has the higher knowledge transfer probability; too high or low enterprise chromosome dimension is not good to the improvement of average knowledge level for enterprise cluster; at the initial period, the small market environment is in favor of enterprise cluster development.

**Key words:** knowledge diffusion; cognitive perspective; enterprise cluster; enterprise chromosome; simulation

## 0 引言

知识创造能力是企业保持竞争优势最重要的源泉。自从知识创造的概念在20世纪90年代提出以来,其对企业乃至整个国家发展的重要性被越来越多的学者所认识<sup>[1]</sup>。随着知识经济的兴起,知识成为企业的重要战略资源,企业竞争优势的源泉已经从物质资产向智力资源转变<sup>[2]</sup>。然而,大部分企业都不可能在其内部拥有需要的一切关键知识资源,所以,企业为了应对日趋激烈的市场竞争并保持自身竞争优势,最终取得经济效益,必须积极地从外部转移新知识<sup>[3]</sup>。

目前对知识传播的研究主要是沿着社会角色的思路, Owen-Smith等<sup>[4]</sup>研究了集群内企业由于角色不同对知识传播的影响, Giuliani<sup>[5]</sup>、Giuliani等<sup>[6]</sup>以及 Boschama等<sup>[7]</sup>则从吸收能力的角度指出企业在吸收能力上的差异与集群知识传播的联系。傅荣等<sup>[8]</sup>从集群企业的交互偏好方面进行了知识网络的仿真;梁晶等<sup>[9]</sup>提出了基于信用的知识传播力度模型。虽然现有的研究已经取得了很大的进步,但是缺少对集

群企业知识结构与知识传播关系的研究。因此,本文基于认知模式的角度,提出了企业染色体的定义。通过对集群知识传播机制的分析,构建了基于认知模式的集群企业知识传播模型(Clusters of Enterprise Knowledge Transmission Model, CEKTM)。该模型突破了传统的对知识转移的表层认识,深入到集群内部的知识异构性以及由此引起的企业认知模式的差异,实现了有限理性前提下的集群企业间知识学习及传播的仿真,为集群企业制定正确的知识转移策略提供了一些参考;同时集群系统是一个复杂适应系统,各子系统内部及相互之间存在复杂的联系,仿真系统的建立便于利用系统的自组织和自适应性,运用调控手段纠正系统在动态运行中产生的不协调因素,寻求整个系统的最优结构,使系统的协调发展达到新的层次<sup>[10]</sup>。

## 1 模型设计

本文对于企业集群知识传播演化这一特定研究对象,在实验经济学模型的基础上借鉴遗传算法染色体概念、借鉴蚁

收稿日期:2012-04-10;修回日期:2012-05-24。

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(ZR2011FQ029;ZR2011FL026);山东省科技发展计划项目(2011YD01099;2011YD01100)。

作者简介:牛家洋(1982-),男,山东济南人,硕士研究生,CCF会员,主要研究方向:数据挖掘、进化计算;王洪国(1966-),男,山东济南人,教授,博士生导师,主要研究方向:电子政务、智能算法;邵增珍(1976-),男,山东济南人,副教授,博士研究生,主要研究方向:计算智能、人工社会;宋超超(1988-),男,山东济宁人,硕士研究生,主要研究方向:物流优化。

群路径选择策略对其进行了部分改进和调整,提出了仿真企业集群知识传播演化的 CEKTM。模型的定义如下:

企业群落中的知识主体—企业具有交互性、自组织、适应性等智能特性。因此群落中的每个企业个体都可作为一个智能 Agent。Agent 在进化过程中,会产生各种各样的能量及信息交流,达到能量流动及知识传播的效果,进而实现整个群落的发展进步。

模型中涉及的变量,具体含义表示如下:

1) 模型是由企业及企业生存环境构成:

$$CEKTM = (Agents, environment) \quad (1)$$

2) 主体结构。

企业  $Agent_i$ , 是一个由知识禀赋  $K_i$ 、伙伴主体集合  $F_i$  及能量  $energy_i$  组成的三元组,如下所示:

$$Agent_i = (K_i, F_i, energy_i) \quad (2)$$

向量  $K_i = (k_{i1}, k_{i2}, \dots, k_{in})$  表示个体  $i$  的知识水平,其中  $k_{ij}$  表示个体对知识  $j$  的掌握程度 ( $j = 1, 2, \dots, n$ )  $n$  是大于 0 的常数,表示环境中的知识类型;集合  $F_i$  表示集群中与企业  $Agent_i$  存在关系的企业集合;  $energy_i$  表示企业  $i$  所具有的能量(资本)。

3) 环境描述。

模型中的环境由各种各样的任务构成,企业通过不断地学习完成环境中的任务,实现企业的生产及持续发展,定义为二元组  $environment = (T, \bar{K})$ , 其中  $T$  为环境中的任务,  $\bar{K}$  为环境中的知识平均存量向量:

$$\bar{K} = (\bar{k}_1, \bar{k}_2, \dots, \bar{k}_n) \quad (3)$$

其中  $\bar{k}_i = \sum_{j=1}^m k_{ij} / m$ ,  $m = count(Agent)$  为环境中的第  $i$  维知识的平均存量。

任务  $T$  由知识需求及能量收益构成,表示企业要完成该任务需要满足的条件及完成任务后所得的能量增量,  $T = (R, penergy)$ 。

向量  $R(r_1, r_2, \dots, r_n)$  表示在某项任务中对各种知识的需求程度。 $r_i, i = 1, 2, \dots, n$  的值由整个集群的平均知识存量水平决定,任务需求围着集群平均知识存量上下波动,  $r_i = \bar{k}_i \times random(1 - \sigma, 1 + \sigma)$ ,  $\sigma$  为波动影响因子。

根据不同任务对知识需求量的不同,不同任务含有的能量收益不同,  $penenergy$  表示任务的能量收益。当任务对知识的需求程度低于环境平均知识存量时,能量收益为一个固定值  $pe$ ; 当任务对知识的需求程度高于环境平均知识存量时,能量收益在原有固定收益基础上增加一部分超额收益。具体如下:

$$penenergy = \sum_{i=1}^n f(r_i, \bar{k}_i) \quad (4)$$

$$f(r_i, \bar{k}_i) = \begin{cases} pe, & r_i \leq \bar{k}_i \\ pe + (r_i - \bar{k}_i) \times \alpha, & \text{其他} \end{cases}$$

$$\alpha = 1.5 \cdot pe / \bar{k}_i$$

其中:  $\alpha$  为一调节系数,  $pe$  为能量固定收益。

## 2 群落内企业间知识传播仿真模型

为了探讨知识结构及学习策略对集群企业发展的影响,模型主要从企业认知模式、企业集群社会关系网络、企业间学习策略及知识互动三方面展开。企业认知模式用来描述企业知识结构,是整个模型的基础;企业集群社会关系网络及学习策略在认知模式的基础上,进一步实现了在特定环境中企业

主体间行为的仿真。

### 2.1 企业认知模式仿真

在企业集群内知识转移主要取决于企业的知识结构及认知模式。

认知模式是指认知主体在已有知识结构基础上形成的“固有观念”和“支架”,特定知识背景下企业在进行知识选择、知识转化和知识利用方面表现出特定的模式,认知模式影响企业对新知识的获取、吸收及应用,它规定着主题知识活动方式,进而影响知识主体之间的知识流量和知识转移效率<sup>[9]</sup>。本文通过对企业认知模式的描述构建企业染色体,而所有企业的基因总和构成了企业种群基因库,在仿真过程中随着企业的生老病死更新这个基因库,通过基因的突变诞生新的行业,形成新的认知模式。

**定义 1** 企业染色体。与生物具有遗传基因类似,企业也有自己的“遗传基因”。本文将企业所掌握的每一类知识看作一个基因,企业所掌握的知识总和称为企业染色体。企业染色体所包含的基因个数称为染色体大小,记为  $w$ 。

企业染色体分为两部分:知识片段(企业基因)和知识交换标识(知识掩码)。知识片段存储企业当前各种知识的禀赋;知识交换标识用来仿真企业的知识结构及认知模式,控制企业间的知识交换。

**定义 2** 知识交换标识(知识掩码)。集群企业间知识的传播会受到它们之间不同认知模式的影响,企业这种影响知识传播的认知模式定义为“知识交换标识”,表示为向量  $M(m_1, m_2, \dots, m_n)$ 。

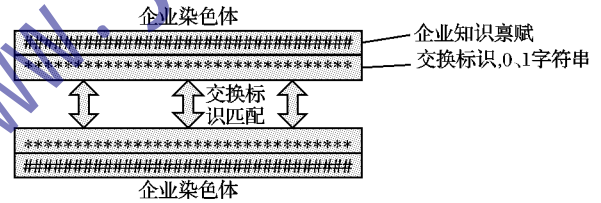


图1 企业染色体

**定义 3** 知识差异度。不同行业的企业具有不同的知识,为了描述这种行业知识的异构性,定义知识差异度。设企业  $A, B$  的知识交换标识分别为  $M_A, M_B$ , 则企业  $A, B$  的知识差异度为:

$$d_{AB} = sim(M_A, M_B) / count(M) \quad (5)$$

其中:  $sim(M_A, M_B)$  为企业  $A, B$  知识交换标识相同的位数,  $count(M)$  为知识交换标识的总个数。

**定义 4** 企业种群。不同的企业具有不同的知识交换标识,定义企业知识差异度小于阈值  $\varepsilon$  的企业集合为一类企业种群。

1) 企业认知模式具有稳定性<sup>[11]</sup>。企业认知模式是在企业的长期认知实践基础上形成的,一旦在原有的知识结构中形成“固有观念”,企业的认知模式就具有较强的稳定性,将长期引导企业认知过程及认知活动按照一定的固有模式和路径进行。

本文通过知识交换标识描述企业的知识结构的稳定性及企业活动的固有模式。对于某类知识而言,只有企业的知识存量达到阈值  $tr$ ,才能形成企业内部的固有模式,形成该企业的核心知识,此时知识交换标识置 1,反之,知识交换标识则置 0。

$$m_i = \begin{cases} 1, & k_i > tr \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (6)$$

2) 企业认知模式具有相关性<sup>[6]</sup>。企业认知模式将使得企业关注和选择与自身已有知识相关的知识和信息,对于与固有知识结构差异较大的知识接受难度较大,这一设计更加贴近现实企业的实际情况,对企业间学习对象的选择和知识吸收转化的模拟是非常重要的参数。

知识主体间进行知识交换时,首先将要学习知识对应的交换标识按位进行匹配(与运算)。若不匹配(运算结果为0),表明双方的该类知识差距较大,以较小的概率进行学习;若匹配(运算结果为1),则表明双方该类知识具有相关性,以较大的概率进行学习。假设企业  $a$  相对企业  $b$  是低知识存量的企业,则企业  $a$  向企业  $b$  学习知识  $i$  的概率表示如下:

$$P_{ab}^i = \begin{cases} \max(k_i^a, k_i^b)/k_i^a + k_i^b, m_i^a \wedge m_i^b = 1 \\ \min(k_i^a, k_i^b)/k_i^a + k_i^b, m_i^a \wedge m_i^b = 0 \end{cases} \quad (7)$$

其中:  $P_{ab}^i$  为企业  $a$  向企业  $b$  学习的概率,  $k_i^a, k_i^b$  分别标识企业  $a$  与企业  $b$  知识  $i$  的存量,  $m_i^a, m_i^b$  分别为企业  $a$  与企业  $b$  的知识交换标识。

3) 企业认知模式也是可变的<sup>[6]</sup>。这需要大量的、连续的异质信息和知识互动。

知识交换标识  $m$  不是一成不变的,当企业对某知识  $i$  的禀赋  $k_i$  大于(小于)阈值  $tr$  时,依据翻转概率  $p_r$ ,对交换标识值  $m$  反转,转换规则如下:

$$m_i = \begin{cases} 0 \rightarrow 1, k_i > tr \text{ 且 } random(0,1) < p_r \\ 1 \rightarrow 0, k_i < tr \text{ 且 } random(0,1) < p_r \end{cases} \quad (8)$$

## 2.2 企业集群社会关系网络仿真

现实世界的网络大部分不是随机网络,自从 Albert 等<sup>[12]</sup>通过对互联网的研究发现网络的无标度后,众多学者在各种领域都发现了网络的无标度性<sup>[13]</sup>。通过分析复杂网络中普遍存在的幂律分布现象的深入研究,Barabási 与 Albert 提出了网络动态演化的 BA 模型,从而从理论上解释了现实网络的无标度性。

社会网络是指社会个体成员之间因为互动而形成的相对稳定的关系体系,社会网络关注的是个体之间的互动和联系。社会网络作为一种复杂网络也具有节点的无标度性。企业集群作为某一地域范围内相互联系的集聚体,集群内各个企业的关系构成了一个社会网络。

根据 BA 模型中“择优选择”的思想,企业集群网络中,企业总是偏好与具有资源优势的企业建立关系以获得更多的效用。

**定义 5** 企业间的知识差距为:

$$\Delta_{ab} = \sum_{i=1}^n (m_i^a \cdot m_i^b) (k_i^b - k_i^a) \quad (9)$$

其中:  $k_i^a, k_i^b$  分别为企业  $a$ 、企业  $b$  第  $i$  维知识存量;  $m_i^a, m_i^b$  分别为企业  $a$ 、企业  $b$  第  $i$  维知识掩码。

在择优连接过程中,每个  $Agent_a$  在仿真周期  $t$  内随机选择一个相遇的  $Agent_b$  建立连接关系,连接建立的概率与  $Agent_a$  的知识认知及  $Agent_a$  与  $Agent_b$  的知识差距相关,定义为连接概率:

$$P_{ab}^{link} = \begin{cases} 0, & \Delta_{ab} \leq 0 \\ \Delta_{ab} / \sum_{i=1}^n (m_i^a \cdot k_i^a), & \text{其他} \end{cases} \quad (10)$$

其中:  $m_i^a$  为企业  $a$  的第  $i$  维知识交互标识,  $k_i^a$  为企业  $a$  的第  $i$  知识存量。连接概率反映了企业对领袖企业建立关系的偏好,符合现实世界的企业期望,但它并不是企业学习对象选择的概

率,仅仅是连接概率,这里的连接代表现实世界中企业间的各类业务交往。

为了描述由连接建立起来的集群企业关系网中的企业之间关系好坏的程度,定义亲密度  $\tau_{ab}$ ,两个 Agent 每次交互成功时,则会相应增加它们之间的关系度:

$$\tau_{ab} = \begin{cases} \tau_{ab}, & random(0,1) \leq p_{ab}^{link} \\ \tau_{ab} + 1, & \text{其他} \end{cases} \quad (11)$$

基于以上定义,集群社会关系网络增长模型的具体算法如下:

步骤 1 网络初始化时,产生一部分随机的连通的节点;

步骤 2 每个仿真周期内,网络中加入新的节点;

步骤 3 每个个体根据连接概率  $P_{ab}$  择优选择,确定是否加入关系网络中。

## 2.3 学习策略及知识互动仿真

集群中的企业总是处在知识溢出及知识获取的动态过程中,企业为了自身的生存发展,更好地完成各项任务,进而获得更多的能量,需要不断地进行学习,从而实现企业间的知识传播。学习对象的选择作为学习的第一个步骤,选择一个合适的学习对象才能有效地提高企业自身的竞争能力。

一方面,企业总是偏好向具有资源(知识)优势的企业学习;另一方面,企业学习过程中希望尽可能地降低学习中的各方面学习成本。基于此,借鉴蚁群算法<sup>[14]</sup>路径选择策略,给出学习对象的选择概率:

$$p_{ij}^{select}(t) = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^\alpha(t) (1/d_{ij})^\beta}{\sum_h \tau_{ih}^\alpha(t) (1/d_{ih})^\beta}, & need(K) > need_i(K) \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (12)$$

其中:  $\tau_{ij}$  为企业  $i$  与企业  $j$  间的关系度,  $d_{ij}$  为企业  $i$  向企业  $j$  学习所需花费的学习成本,参数  $\alpha, \beta$  为企业间关系度及学习成本在知识学习过程中的重要度,  $need_i(k)$  为企业  $i$  本次所需要学习的知识,条件  $need(k) > need_i(k)$  表示若  $j$  各维知识中有任何一项高于学习企业,则为被学习候选。

为解释知识交互及知识溢出,假设企业  $b$  为高知识水平企业(被学习者),企业  $a$  为低知识水平企业(学习者),两个个体之间的知识溢出主要来自于双方之间的知识差距及学习者知识吸收能力等因素<sup>[15]</sup>,下面给出溢出效应公式为:

$$\Delta k_i^a = \frac{l_a}{\Delta_{ab}} e^{-(\frac{1}{l_a} G_{ab})^2}; G_{ab} = \ln(k_i^a/k_i^b) \quad (13)$$

其中:  $\Delta k_i^a$  为最终溢出到企业  $a$  知识  $i$  的量,  $l_a$  为企业  $a$  的知识吸收能力,  $\Delta_{ab}$  为企业  $a, b$  间的知识差距,  $k_i^a, k_i^b$  分别为企业  $a, b$  对知识  $i$  的存量。

具体企业学习(知识溢出)算法如下:

```
for each  $k_i$  in  $K$ 
  if (  $k_i^b > k_i^a$  &&  $random(0,1) < P_{ab}^i$  ) then
     $k_i^a = k_i^a + \Delta k_i^a$ ;
  end if
```

## 3 仿真及结果

### 3.1 仿真设定

本文利用 NetLogo 仿真平台进行实验,NetLogo 是由美国西北大学的 CCL( Center for Connected Learning ) 和 Computer-Based Modeling 研发的一种多主体仿真模型。实验设定了一个  $800 \times 800$  的二维空间,200 个企业主体随机分布。



为了研究集群知识结构与集群知识传播的关系,将集群中企业的知识存量设定为以下4种分布类型:低水平低知识异构性(LL)、低水平高知识异构性(LH)、高水平低知识异构性(HL)、高水平高知识异构性(HH),集群知识分布如表1所示<sup>[16]</sup>。

表1 集群知识分布设定表

知识分布函数	分布均值	集群知识分布
$U[50,100]$	75	LL
$U[0,150]$	75	LH
$U[100,150]$	125	HL
$U[50,200]$	125	HH

为了反映 CEKTM 模型在认知模式和基于蚁群的交互机制方面的改进,本文以梁晶等<sup>[9]</sup>提出的面向客户需求的企业集群知识传播模型为对比进行了五项具体实验,五项实验从知识的异构性、市场规模、企业染色体设置等方面研究集群内知识传播仿真情况。

### 3.2 结果分析

实验1 知识分布对集群内平均知识存量的影响。

为了分析不同知识分布对集群内平均知识存量的影响,分别研究了四种分布类型的集群的知识传播过程,得到如图2所示结果。

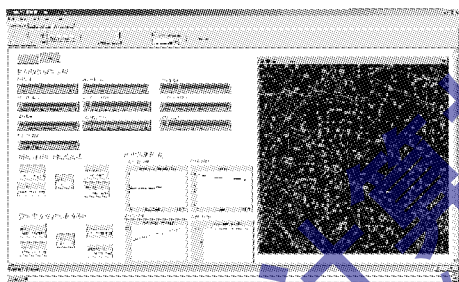


图2 仿真模型界面

从图3中可以看出,即使集群内知识结构不同,企业之间的知识存量终会趋于一致,只是在收敛的速度和水平上存在着不同。其中,HL集群收敛速度最快,其次是LL集群和HH集群,而LH集群收敛最慢。在收敛状态中,所有集群中的企业都达到或接近集群知识分布可能达到的最高水平。

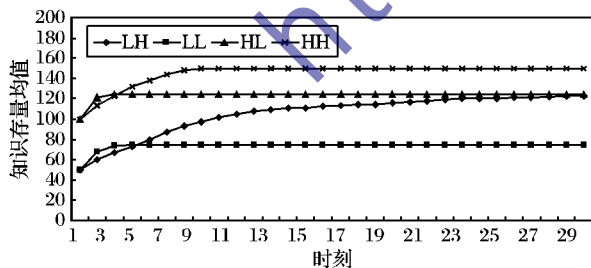


图3 不同知识分布下知识存量变化

在图4对比模型中,决定集群整体知识水平的决定因素只与平均知识的初值相关,分布的情况影响了收敛的速度,但是最终知识存均值收敛到几乎一样的数值。这是因为企业在选择学习对象时只考虑了企业间的信任度,并没有考虑到知识的异构性给企业之间的知识传播带来的影响。

实验2 知识分布对知识传播量的影响。

为了分析初始知识分布对知识传播的影响,得到如图5所示结果。

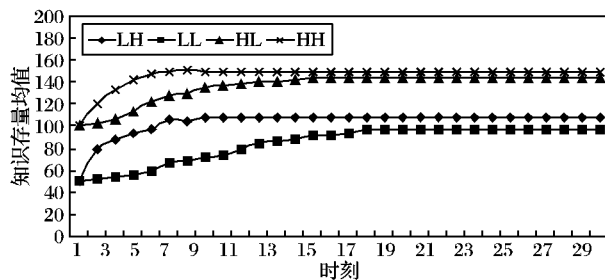


图4 对比模型不同知识分布下知识存量变化

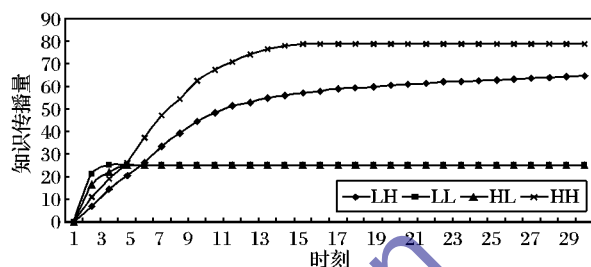


图5 不同知识分布下传播量变化

从图5中可以看出,初始的知识分布对集群的知识传播有着重大的影响。从短期看,集群知识分布的异构性决定了集群中的知识传播量,当异构性越低,短期的知识传播量越大;从长期看,集群的知识分布水平决定了集群企业可能达到的最高知识水平。具备较高知识存量和较低异构性的集群能够获得更高的知识传播效率。

在图6对比模型中,知识的传播量还是与初始值相关性较大,较高的初始知识水平使集群知识快速提高,传播量增长较快。但最终决定总体知识传播量的还是初始的知识均值。原因是模型中的知识传播力度由企业间信任值决定,在CEKTM模型中考虑到了由于企业基因决定的认知模式的差异,学习量由两者的知识差异及吸收能力等因素决定。

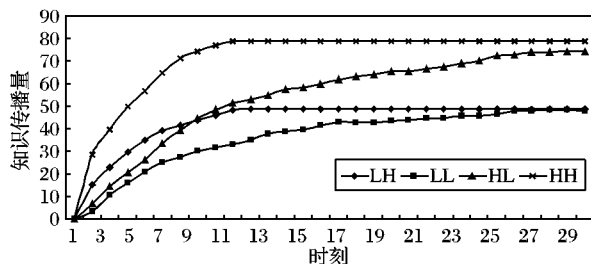


图6 对比模型不同知识分布下传播量变化

实验3 企业间知识差距对知识传播的影响。

为了了解集群内企业间知识差距对知识传播的影响,对比了集群内知识存量分别为1、5和10时企业向不同知识存量的企业进行学习的知识收益情况,得到如图7所示结果。

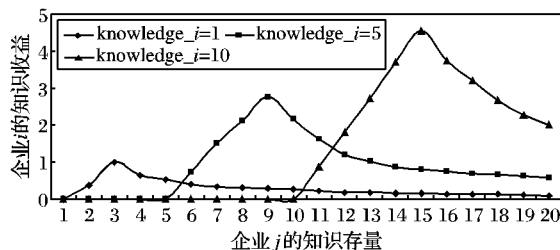


图7 知识差距对知识传播的影响

从图7中可以看出,企业间的知识差距对知识收益的影响呈倒U型,即知识传播并不是知识差距越大收益越好,知识差距适中的企业间的知识传播效率才是最好的。该实验也说明了,较低的知识异构性使集群内企业获得高度的知识传

播效率。

从图8对比模型中,知识学习收益随着与学习对象知识差距的增大而单调增大,这与对比模型的学习对象选择策略有关,企业选择学习对象时尽量选择领袖企业,并且忽略了企业在学习对象选择中的认知邻近效应,并且也未考虑企业认知对知识吸收能力的影响。

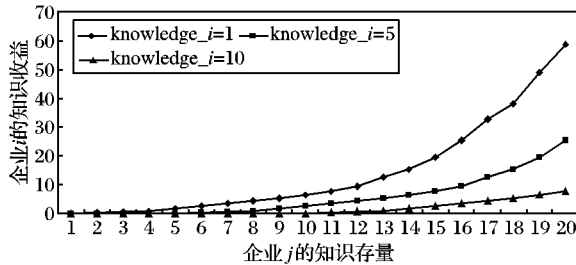


图8 对比模型知识差距对知识传播的影响

#### 实验4 市场规模对集群知识水平的影响。

由图9可知,长期来看,集群环境内任务数量 $T_n$ 越多,则整个集群的平均知识水平越高,即市场规模越大,越有利于集群的长远发展;但在集群发展初期,大多数企业都处于知识贫乏状态,此时需要大量的合作才能满足客户的需求,但是过多的市场需求,会使企业疲于完成各自的任务,降低了企业间相互合作的几率,因此较多的任务数量并不会使集群平均知识水平快速提高,反而小规模的市场会带来较高的集群知识水平增长,即在集群发展初期,小规模的市场环境更有利于企业间的合作和知识传播。

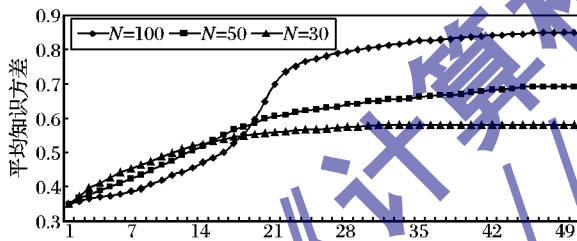


图9 集群内任务数量 $N$ 对知识传播的影响

实验4对比模型得到了与CEKTM模型相近的结果,说明无论是面向需求的建模还是基于认知模式的建模,市场容量对于知识传播的影响均有一致的仿真结果,原因是两个模型在处理任务的方式上具有近似的算法,区别大部分在知识异构性的表达和学习对象的选择机制上。

#### 实验5 企业染色体大小对集群知识水平的影响。

由图10可知,从长远来看,当企业染色体大小 $w=6$ 的时候集群知识水平最高、过高或者过低都不利于集群知识水平的增长。染色体大小过小,虽然有利于企业间的相互合作,但是集群内企业技术知识过于单一,成为了集群内知识进一步传播发展的瓶颈;而染色体大小过大,由于集群内的资源、技术过于多样化,各企业掌握的知识领域跨度过大,难以形成良好的合作,无法形成集群的技术特点及优势,从而也会影响对集群知识的传播。

## 4 结语

本文从企业知识结构出发,通过对集群企业知识传播机制的分析,从遗传基因的角度建立了基于认识模式的集群企业知识传播仿真模型。该模型借鉴蚁群路径选择策略,给出了学习策略及知识互动机制,使企业能快速、有效地进行知识

学习。该模型更好地解释了知识结构与知识传播的关系,得出集群内部的知识传播遵循着认知邻近原则的结论。但本文所建模型中只考虑了认知模式与知识传播的关系,下一步将从知识结构与竞争优势的关系上进一步展开研究。

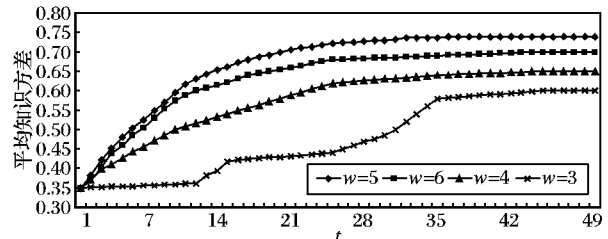


图10 企业染色体长度 $w$ 对知识传播的影响

## 参考文献:

- [1] 刘臣,张庆普.知识创造的复杂适应系统角度分析[J].科技管理研究,2008,19(10):267-269.
- [2] KANAWATTANACHAI P, YOO Y. The impact of knowledge coordination on virtual team performance over time[J]. MIS Quarterly, 2007,31(4):783-808.
- [3] LIU PINGFENG, RAAHEMI B, BENYUCEF M. Knowledge sharing in dynamic virtual enterprises: A socio-technological perspective[J]. Knowledge-Based Systems, 2011, 24(3):427-443.
- [4] OWEN-SMITH J, POWELL W. Knowledge networks as channels and conduits: the effects of spillovers in the Boston biotechnology community[J]. Organization Science, 2004,15(1):5-21.
- [5] GIULIANI E. The structure of cluster knowledge networks: Uneven and selective, not pervasive and collective[EB/OL]. [2012-03-01]. <http://www2.dnuid.dk/conferences/viewpaper.php?id=2752&cf=18>.
- [6] GIULIANI E, BELL M. The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster[J]. Research Policy, 2005,34(1):47-68.
- [7] BOSCHMA R, WAL A L. Knowledge networks and innovative performance in an industrial district: The case of a footwear district in the south of Italy[EB/OL]. [2012-03-01]. <http://econ.geo.uu.nl/peeg/peeg0601.pdf>.
- [8] 傅荣,裴丽,张喜征,等.产业集群参与者交互偏好与知识网络演化:模型与仿真[J].中国管理科学,2006,14(4):128-133.
- [9] 梁晶,吴江宁.面向客户需求的企业集群知识传播模型与仿真[J].运筹与管理,2010,19(4):150-153.
- [10] 方美琪,张树人.复杂系统理论与仿真[M].北京:中国人民大学出版社,2006.
- [11] 王岚,王凯.基于认知模式的企业集群知识转移研究[J].科学与科学技术管理,2008,22(2):119-122.
- [12] ALBERT R, JEONG H, BARABASI A L. Internet: Diameter of the World Wide Web[J]. Nature, 1999,401(6749):130-131.
- [13] ALBERT R, BARABASI A L. Statistical mechanics of complex networks[J]. Reviews of Modern Physics, 2002,74(1):47-97.
- [14] COLORNI A, DORIGO M, MANIEZZO V. Distributed optimization by ant colonies[EB/OL]. [2012-01-01]. <ftp://iridia.ulb.ac.be/pub/mdorigo/.../IC.06-ECAI92.pdf>.
- [15] VERSAPAGEN B. A new empirical approach to catching up or falling behind[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 1991,2(2):359-380.
- [16] 徐乾.基于认知视角的集群知识传播与企业竞争优势研究[D].杭州:浙江大学,1998.