

基于有限元理论的组织知识网络 相对绩效模型^{*}

吴继兰 李欣苗

(上海财经大学信息管理与工程学院 上海 200433)

摘要 对组织的知识网络绩效进行了研究,首先将组织知识网络与工程学有限元网络进行比较,分析网络性能的系统同一性,从而建立了了组织知识网络相对绩效模型。通过此模型,对个人或部门的知识贡献大小进行了分析。应用此方法,有助于组织科学地对个人或者部门进行考核,从而提升知识管理的效果,最后结合一实例对上述模型进行验证。

关键词 有限元 知识贡献 知识网络 绩效

中图分类号 C931.1

文献标识码 A

文章编号 1002-1965(2011)11-0115-05

The Model of Knowledge Network Performance in Organization Based on Finite Element Method

WU Jilan LI Xinmiao

(Institute of Information Management and Engineering, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433)

Abstract Knowledge network performance in organization is analyzed in the paper. Firstly the systematic identity between knowledge network and finite network is studied, and a knowledge network performance model in organization is proposed. Based on the model, the method to measure the knowledge contribution of an individual or a group is discussed in the paper. This will help to evaluate the performance of an individual or a group in a reasonable way and improve the effectiveness of knowledge management. In the end, a case study is given and the model is verified.

Key words finite element knowledge contribution knowledge network performance

0 引言

处在知识经济的浪潮中,企业内外部环境已经发生了巨大的变革,企业网络理论认为企业越来越趋向于一个网络组织。大量相关文献表明^[1],知识网络已成为组织中实现知识管理的有效工具和实践知识管理的主要平台,实现知识网络化已成为企业实施知识管理的基本方法。越来越多的企业通过构建知识网络来获取外部知识和提升企业创造价值的 ability。

网络是由多个节点(actor)和各节点之间的关系(ties)组成的集合,揭示具有复杂关联结构现象的本质,因此在 Watts、Strogatz 和 Barabási、Albert^[2-3] 做出

了开拓性的研究后,众多学者在复杂网络领域进行了大量的研究,研究的内容涉及电影演员合作网络、科研合作网络、交通网络、食物链以及在线社区网络等。这些研究从不同的角度丰富和发展了复杂网络理论和方法。复杂网络通过对描述网络统计特征的变量的研究,来解释网络内个体以及个体与整体之间的关系,特别适合于对通过个体的合作从而实现整体功能的对象进行研究。

对于网络结构的研究,有些学者^[4]对社会网络结构的相互作用进行分析,认为社会结构最终是由个人的行为及其互动所构成并保持的,当人的需要未得到满足时,机体便处于一种不均衡的状态、寻求所需由此

收稿日期:2011-05-04 修回日期:2011-06-24
基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目“面向任务的开放式团队创新协同理论与方法研究”(编号:71001059)。
作者简介:吴继兰(1978-),女,博士,讲师,研究方向:知识网络;李欣苗(1975-),女,副教授,研究方向:知识创新。

产生,而个体自身只能满足一小部分,大部分需要社会中其他个体与此互动才能满足,认为社会互动是指相互的社会行动,是社会网络中个体向其他个体发出动作或反应的过程。互动中是个体间进行沟通,把信息传给他人。根据不同的分类标准,分为组织内互动和组织外互动,又分为个体间互动、个体与组织之间的互动,组织间的互动,还可以分为单线互动和多线互动,而本文则是分析的多线互动中的个体间的互动。

企业知识理论认为企业是特定知识的集合体^[5],知识网络是在深刻认识并结合企业知识理论和企业网络理论上提出的。目前针对知识网络的概念、经济、市场结构模型及知识网络的实际构建意义有较多的研究。而对知识网络中节点间相互作用的规律及机理,目前没有相关的研究,更很少对知识网络的效能进行分析^[3-4]。

同一行业或组织的人,从近邻同事或从直接的人际交往到通过媒体或第三方间接地交往,逐渐发展出纵横交错的工作网络。这种网络的成员有着相近的生活、教育和工作经历,既有共同的背景知识、语境知识,有相互理解和信任的基础,也有不同的视角知识、体验和认知特性,甚至存在偏见、冲突。在交往理性支撑下,各个成员都会运用其他成员的经验、知识资源,同时也会向其他成员奉献各自的经验和知识,从而促进交往各方知识进步和个性完善。这种人际网络能容忍不同的个性和观念,允许适度的冲突,这有利于交往持续推进和群体共识的演进。而网络个体对网络整体的贡献如何判定目前没有相关研究,这一问题也是组织考核中需要考虑的重要因素。

建立创新知识网络的规则是以所掌握知识的人为节点、以知识之间的协同关系为边来建立网络结构,

寻求这种网络结构运行的效率及网络节点对网络的影响是本文研究的主要问题。本文仅建立有一类节点属性的创新知识网络。

1 有限元与知识网络系统分析

有限元素法简称有限元法(FEM),是用较简单的问题代替复杂问题后再求解。其基本思想是对结构离散,用有限个易于分析的单元来表示复杂的对象,单元之间通过有限个节点相互连接成网,然后根据边界单元状态综合求解。其基本函数如下^[6]:

$$f = Kq \quad (1)$$

其中 K —整体网络的性能矩阵

f —外界作用

q —网络中所有单元在外作用下一种反应

知识网络中的节点是具有知识的个人或组织,可以看作是一个知识体。一般来说,知识体的发展主要

依赖于其本身的知识存量、知识积累、知识学习、知识吸收及应用能力,这些都在一定程度依赖其他个体的知识作用。因此,对于知识体间具有特定知识关系所构成的知识网络来说,知识体将必然与其他知识体交互增进,最终形成稳定网络结构,具有比单个知识体更强的生命力,呈现其群体优势,而且,每一个知识体也能够在合作中互利互惠、共同发展,形成“多赢”局面,从而向更高水平发展。对于由多个知识体组成的知识网络来说,即使每一个个体的创新能力都很强,但如果个体之间的知识不同质时,知识创新能力也不具有互补性,那么,个体之间的知识吸收与应用变得几乎不可能,也无法形成密切的合作及在此基础上的知识交互增进,知识网络仍是不稳定的。只有当个体之间所掌握的知识类型相同或相似、所具有的创新能力具有互补性时,企业之间的知识吸收与应用才有可能,网络知识创新中的分工与合作才能变得有序、相互依赖、不可或缺,知识网络也才能达到一种稳定状态,产生显著的创新绩效^[7]。在这种同质的知识网络中,组织的管理策略会对知识网络产生作用,网络中各节点在这种外作用力必将产生反应,最终体现为知识网络的整体绩效。由此可见,应用有限元理论进行知识网络性能的分析其可行性主要体现在以下两点:

a. 个体相互作用产生整体效应:有限元理论分析中网络被分割的单元相互作用形成域的边界作用,而知识网络中个体之间的相互协同产生网络的整体绩效。

b. 网络的单元分割的自然性:有限元理论是将求解域—整体分割成许多称为有限元的小的互连子域,因此最后解只是近似解,而知识网络中个体则是自然的分离而又相互影响的个体组成,因此应用有限元理论于知识网络分析得出的结果则更趋向于精确解。

2 基于有限元的知识网络相对绩效模型

2.1 知识网络结构 在既定规模条件下,知识网络中的各节点之间通过局部互动来处理任务,而任务处理的效率和有效性取决于信息交流和知识共享的效率和程度。由于网络组织中多重联结关系的存在,这就使得必须具有一种合理的协调机制来调节信息交流与知识共享的渠道选择。尤其在知识网络中有核心知识个体存在的情况下,该核心主体将发挥什么样的作用,如何设计协调机制或该机制能带来多大效能等也是需要解决的问题,同时,由于各节点组织间存在着大量的局部互动关系,这就使知识网络产生显著的协同效应。但是,网络组织与协同效应之间并不是一个简单的线性关系。各节点组织状态的转移和变化,只有在一定规则的诱导下,通过某种复杂的作用机制才能引致网

络组织整体状态的改变,从而表现出知识网络的进化动力学特性。因此,解决网络整体作用的关键,在于探寻网络中节点间内在作用机理,以及网络组织整体演化动力学特性。而目前对网络的这些特性还没有相关研究^[8-9],本文则结合有限元思想,探讨组织内部知识网络的整体作用机理。

图 1 是基于员工的知识网络拓扑示意图。如果将群体中的每个个体(人或企业)看作一个节点、个体之间的知识关系看作一条边,那么整个群体就构成一个复杂的网络^[10],网络中结点的特性分析是研究知识网络的关键,结点之间相互分离又存在关系,借鉴有限元思想,对知识网络做如下定义及假设^[11],对知识网络的结点作以下描述:

用 $V = \{1, 2, \dots, N\}$ 表示一个有限个体集合,对任意 $i, j \in V$, 定义变量 $e(i, j)$, 当 i 与 j 间有边连接时, $e(i, j) = 1$, 否则 $e(i, j) = 0$ 。 d_{ij} 表示节点 i 到节点 j 的最短距离。

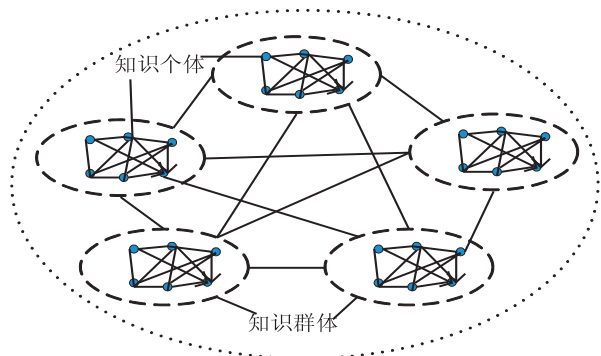


图 1 基于员工的知识网络拓扑示意图

2.2 知识网络作用函数分析 知识网络是一种特殊的网络,知识具有非磨损性、可共享性和无限增值性,在一个组织中,个体某种知识的增长依赖于个体的自我努力和其他个体的作用影响所产生的知识溢出效应^[10]。网络上的个体之间发生交互时产生一个学习效应,即低知识水平的接收者会从高知识水平的溢出者学习到一定的知识,而高知识水平溢出者的知识水平不变。然而很难明确到底有多少种因素在对知识增长起作用,但知识增长一定与个体的现有知识水平有关,如果将知识的增长理解为知识的合作生产,则个体现有的知识水平和两个个体水平之差相当于知识生产的种要素,个体现有的知识水平可以测试个体的自我努力程度和学习能力,两个个体知识水平之差可以测度其他个体所产生的溢出效应。当组织执行知识管理某一机制时可以认为组织知识网络是处于一种外在的作用,则网络中各节点产生的效能引用王铮的知识网络演化规律,即知识网络节点中的状态函数为^[12]:

$$x_i(t+1) = a_i(t) \sum_{j=1}^n e^{\beta(t)(x_j(t)-x_i(t))} x_j(t), i \in [1, \dots,$$

$$n] \quad (2)$$

式中:

$x_i(t)$ 表示 i 结点在 t 时刻的状态,即知识生产能力; $\exp^{\beta(t)(x_j(t)-x_i(t))}$ 表示知识网络中任意两结点间的相互作用强度; β 表示知识网络间两节点相互作用参数; $x_j(t) - x_i(t)$ 表示知识网络中两结点知识水平差距; $\alpha(t)$ 是个体本征特征,表示其知识生产能力的相对大小。式(2)表明,对于知识网络中的结点 i , 其某时刻知识生产能力与网络所有结点中的任一结点 j 之间的相互作用的结果,并与自身的个体特征,相互作用参数及知识生产能力的差距决定。

2.3 基于有限元思想的知识网络相对绩效有限元分析 组织知识管理是企业寻求知识最大化,力求知识效能的最大化,组织知识效能并不是简单个体效能的叠加,而是在组织推动作用下,个体相互作用后形成的整体效能。

在知识网络中,人作为知识网络中的结点,他们之间是自然分离的个体,他们之间相互作用,对网络产生知识贡献,从而产生组织的整体效能,结合上述有限元思想及模型,可建立组织知识网络效能有限元模型:

$$F = K_k Q \quad (3)$$

式中, F 为组织知识网络效能, K_k 为网络的性能矩阵, Q 为组织知识网络中个体单元在知识管理机制作用下的一种状态,本文指个体的知识效能。对于式(3),我们假定当组织在施加作用力(知识管理机制)一段时间内其知识网络趋于稳定,为一相对静态值,则式(2)可写成:

$$x_i = a_i \sum_{j=1}^n e^{\beta(x_j-x_i)} x_j, i \in [1, \dots, n] \quad (4)$$

把(4)代入(3)式得组织知识网络相对绩效有限元模型为:

$$F = K_k [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_i \ \dots \ x_n]^T \quad (5)$$

2.4 组织性能矩阵的确定 网络的性能矩阵是网络中个体形成的特性,与他们本身的知识存量、知识积累、知识学习、知识吸收及应用能力有关,这些因素最终产生的个体特性用 σ_i 来表示,则网络整体特性为:

$$K_k = [\sigma_1 \sigma_2 \dots \sigma_i \dots \sigma_n] \quad (6)$$

则组织知识网络效能函数变为:

$$F = [\sigma_1 \sigma_2 \dots \sigma_i \dots \sigma_n] [x_1 \ x_2 \ \dots \ x \ \dots \ x_n]^T \quad (7)$$

把(4)代入(7),则:

$$F = \sum_{i=1}^n \sigma_i \alpha_i \sum_{j=1}^n e^{\beta(x_j-x_i)} x_j \quad (8)$$

为计算的方便,把公式中的系数合并整理,其中 $x_j - x_i$ 表示知识网络中两点之间的距离^[5], 可以称为广义距离,用 r 来表示,本文中,即两个个体知识水平距离,

定义为： $r_{ij} = \frac{h_j}{h_i}$ ，个体贡献系数： $\lambda_i = \sigma_i \alpha_i$ ，表示个人对组织知识管理所做的贡献大小度量系数，则知识网络相对绩效函数为：

$$F = \sum_{i=1}^n \lambda_i \sum_{j=1}^n e^{\beta r_{ij}} x_j$$

(9)

公式(9)说明知识网络的相对绩效是知识网络中的结点相互作用的体现,是网络中知识结点知识贡献能力,结点之间的知识生产能力的差距 r_{ij} 和网络结点作用参数 β_i 的函数,模型符合有限元理论的基本思想。

3 案例讨论

对于模型(9),可以演化为跨组织或者组织部门级的知识效能分析,现以案例作一分析,笔者与一家咨询企业进行合作开展研究,该组织有8个部门,组织知识成效则由这8个部门知识贡献组成,则 $n=8$,由于是知识型企业,一个部门的知识效能由部门在知识管理中在组织内的业绩表示。

a. 模型中系数的确定： r_{ij} 部门间的知识水平差异,这里参考文献^[11]中对员工知识存量测试指标,认为个体知识水平由部门内成员个体学历、工作年限及职位等指标综合评分确定,其标准如表1。

表1 员工知识水平评价标准

一级指标	二级指标	评分	备注
教育水平	博士	5	高学历高知识水平
	硕士	4	
	学士	3	
	其他	2	
产业内工作年限	10年以上	10	工作经验对知识积累至关重要,因此分值较高
	5-10	8	
	3-5	6	
	1-3	4	
职位	1年以下	2	
	高层	5	
	中层	3	
	低层	2	

数据统计综合对比结果如下：

$r_{ij} =$

1.0000	1.1009	1.0960	1.2330	1.1936	1.1209	1.0722	1.0494
0.9084	1.0000	0.9956	1.1200	1.0842	1.0182	0.9739	0.9532
0.9124	1.0045	1.0000	1.1250	1.0891	1.0227	0.9783	0.9574
0.8110	0.8929	0.8889	1.0000	0.9681	0.9091	0.8696	0.8511
0.8378	0.9223	0.9182	1.0330	1.0000	0.9391	0.8983	0.8791
0.8921	0.9821	0.9778	1.1000	1.0649	1.0000	0.9565	0.9362
0.9327	1.0268	1.0222	1.1500	1.1133	1.0455	1.0000	0.9787
0.9530	1.0491	1.0444	1.1750	1.1375	1.0682	1.0217	1.0000

相互作用参数 β_i 由部门与组织之间在过去一段时间内的知识交流频繁度表示,本案例值采用过去两年各部门间开展知识交流活动次数除以组织平均知识

交流次数,其值分别为：

$$\beta_1 = 3.4568 \quad \beta_2 = 4.6667 \quad \beta_3 = 3.4568$$

$$\beta_4 = 2.9383 \quad \beta_5 = 3.6296 \quad \beta_6 = 3.8025$$

$$\beta_7 = 3.6296 \quad \beta_8 = 2.4198$$

x_i 则为各部门的知识状态,即各部门的知识水平,依据表1的标准其相对值如下：:

$$x_1 = 12.33 \quad x_2 = 11.2 \quad x_3 = 11.25 \quad x_4 = 10$$

$$x_5 = 10.33 \quad x_6 = 11 \quad x_7 = 11.5 \quad x_8 = 11.75$$

由于上述方程中有N个未知数,在实际计算中,可以不同专家来进行组织整体绩效的评定,或各部门,评定结果如下：

$$F_1 = 78 \quad F_2 = 76 \quad F_3 = 80 \quad F_4 = 81$$

$$F_5 = 74 \quad F_6 = 87 \quad F_7 = 83 \quad F_8 = 72$$

通过MATLAB软件计算各部门的知识贡献系数相对大小如下：

$$\lambda_1 = 0.014 \quad \lambda_2 = 0.02 \quad \lambda_3 = 0.021 \quad \lambda_4 = 0.033$$

$$\lambda_5 = 0.027 \quad \lambda_6 = 0.025 \quad \lambda_7 = 0.020 \quad \lambda_8 = 0.017$$

b. 讨论。从案例结果可以看出,并不是知识水平相对高的部门对组织的知识贡献大,也并非知识交流频繁的部门对组织的贡献大,而要看他们知识共享及交流过程中的效率,本文中的模型则可以对此加以判别,比如,对于案例中部门($n=4$),其知识水平在组织内相对较低,但部门知识交流频繁度 $\beta_4=2.9383$,交流相对也比较少,其知识贡献系数相对较大： $\lambda_4=0.033$ 。模型计算结果比较符合实际情况,说明模型设计合理。

上述知识网络绩效模型在应用中也存在一定的复杂性,模型中的参数的确定是模型应用合理的关键： β_i ：本案例中,分析网络结点作用参数即传递因子时只考虑了知识结点间知识交流的频率,而该传递因子与多因素有关,包括知识交流的规模与质量等等； r_{ij} ：如何判别两结点知识水平差距,组织也要因人而异,不同类型的组织在应用此模型时对参数的设定有所不同,因此在实际应用中组织应根据其知识管理的具体情况来衡量模型中参数的影响因素。

4 总 结

本文提出的基于有限元思想的知识网络模型,是对知识网络中知识节点对整个网络影响作用探讨的一种有益尝试,虽然不能从财务角度说明整个网络对组织的市场价值,但从提升组织知识管理角度考虑,该方法可以实现组织考核中知识贡献的定量化表示和分析,包括:知识网络表示:将组织知识个体表示为一知识网络中的节点,并将其与有限元网络进行系统性的对比分析。

知识网络的深层次分析:对知识网络与一般网络

进行对比,提出了知识网络的绩效模型定量计算方法,实现知识这种定性因素的定量化分析。

知识网络性能分析:探讨网络中的结点对网络的影响,提出知识贡献概念,并对其量化进行分析。

从应用实例可以看出,该模型具有可操作性、可定量化等特点,并基本与实际的直观认识相一致,因而应用到实际的知识管理中具有一定的可行性。当然,由于知识的特殊性及拥有知识的人的主观性,这种分析方法还难以做到十分客观和准确,这有待于进一步地深入研究。

由于组织知识网络中各知识节点随时间的变动性,模型中的参数可能会有所变化,模型中的时间变量将是下一步的研究问题。

参 考 文 献

[1] 赵蓉英. 知识网络研究(Ⅱ)——知识网络的概念、内涵和特征[J]. 北京:情报学报,2007,26(3):470-476

[2] Carley K M. Information Technology and Knowledge Distribution C3I teams[A]. Proceedings of the 2002 Command and Control Research and Technology Symposium[C]. Vienna, 2002: 356-371

[3] Carley K M. Computational Organization Science: A New Fron-

tier [A]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America[C]. America, 2002, (5): 7257-7262

[4] 肖冬平,顾新. 知识网络中的知识合作原理及其实现途径[J]. 科学学与科学技术管理,2009(9):89-96

[5] Beckmann M J. Economic Models of Knowledge Networks in Networks in Action [M]. Springer - Verlag Berlin Heidelberg NewYork, 1995: 159-174

[6] 张洪武,关振群,李云鹏等. 有限元分析与 CAE 技术基础[M]. 北京:清华大学出版社,2004:32-56

[7] R M Grant. Toward a Knowledge-Based Theory of The Firm [J]. Strategic Management Journal, 1996(17): 109-122

[8] 马骏,唐方成,郭菊娥等. 复杂网络理论在组织网络研究中的应用[J]. 科学学研究,2005,23(2):173-178

[9] 刘刚. 知识网络的超循环结构及协同演化[J]. 科技进步与对策,2007,124(8):145-148

[10] 李金华,孙东川. 复杂网络中的知识传播模型[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2009:383-397

[11] 陈亮,陈忠. 基于社会网络分析的企业员工知识存量测度及实证研究[J]. 管理工程学报,2009(4):49-53

[12] 王铮,马翠芳,王露等. 知识网络动态与政策控制(I)-模型的建立[J]. 科研管理,2001(3):126-133

(责编:白燕琼)