

组织知识系统的知识超网络模型及应用^①

席运江¹, 党延忠², 廖开际¹

(1 华南理工大学工商管理学院, 广州 510641; 2 大连理工大学系统工程研究所, 大连 116024)

摘要: 利用网络模型研究知识系统, 是当前知识管理研究者感兴趣的热点问题之一. 现有的单一要素模式的知识网络不能反映组织知识系统的复杂构成和整体结构. 采用超网络的思想和方法对这一问题进行了研究, 提出了组织知识系统的知识超网络模型. 该模型由三种节点、六种边构成, 可用于表示组织知识系统中的知识、人、存储载体等三类要素及其之间的复杂关系, 因而可反映组织知识系统的复杂构成及结构形态. 文中对模型的应用做了初步探讨, 包括: 知识组织、知识表示、知识结构分析、知识定位搜索、分析组织知识管理活动等. 该模型为组织知识管理提供了一种新的工具和思路.

关键词: 知识网络; 超网络; 知识超网络; 组织知识系统

中图分类号: C934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2009)03-0012-10

0 引言

对组织实施知识管理时, 面临的首要问题是如何正确描述组织知识, 并据此进行各种知识管理活动. 从系统科学的观点看, 组织知识实质上是一个知识系统^[1], 可称为“组织知识系统”, 而组织的知识管理就是对组织知识系统的管理. 因此, 如何正确地描述组织知识系统, 即用什么样的模型来描述以及如何建模则成为组织知识管理的首要问题.

当前, 用网络来研究现实中的各类系统^[2~6], 已成为研究的热点, 这也为组织知识系统的研究提供了一个全新的视角. 这方面的研究主要集中在知识网络领域, 目前已取得很多进展:

1) 知识网络的概念、性质

知识网络作为一个概念, 早在 1995 年就有人提出^[7]. 目前, 关于知识网络较通行的定义是: 知识网络指的是一批人、资源和它们之间的关系, 为了知识的积累和利用, 通过知识创造、知识转移, 促进新的知识的利用^[8].

从性质上, 知识网络一般被认为是一种社会网络^[9]. 此外, 由于一些技术网络(如某些 Web 网络、Agent 及本体构成的网络等^[10~11])也常被看作是知识网络, 因此, 某些知识网络还具有社会网络与技术网络混合的特性.

2) 知识网络的类型

从描述知识系统的网络模型形态上看, 可根据节点形态, 将知识网络大体分为如下四类:

* 知识主体间的网络: 其实质是知识在不同主体间流动或传播的网络^[12~13].

* 知识与知识之间的网络: 以知识为结点, 以知识分类或语义分类为基础建立的知识与知识之间的关联网^[14~15].

* 知识存储媒介之间的网络: 主要指由文档分类、索引等形成的知识网络^[16].

* 多种类型的节点或关系构成的知识网络: 研究较多的是知识与人之间的网络^[17], 网络的构成要素涉及人、资源和关系等^[18].

上述四类知识网络, 前三种类型都是由单一

① 收稿日期: 2006-02-20; 修订日期: 2009-03-15.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70801028 70871043 70871040); 教育部人文社会科学研究青年项目(08JC630027).

作者简介: 席运江(1973—), 男, 河南南阳人, 讲师. Email: yx@scut.edu.cn

类型节点及边构成, 因而是同质网络, 第四种类型的知识网络, 则由多种类型的节点和边构成, 因而属于异质网络。

3) 存在的主要问题

从现有研究看, 当前的研究, 主要集中于前三种类型的知识网络, 即本文所指的同质知识网络, 而对异质知识网络, 基本上还处于概念及设想阶段, 对其网络形态、如何描述、如何建模等都未涉及。然而, 对组织知识系统而言, 同质知识网络模型具有很大的片面性和局限性。作为一个复杂的社会系统, 组织知识系统中包含了多种不同要素, 在同类或不同类要素之间还存在错综复杂的关系。如此复杂的构成及结构形态, 很难用单一要素模式的网络进行描述, 更遑论进行全面深入的分析和研究。

此外, 从知识的产生、转化、传播、创新等系统功能以及知识的标识、存储、整合、使用等管理要求来看, 也需要一个真实全面的模型。而这些要求, 单一要素模式的知识网络很难达到。

综上, 从知识管理的研究及应用来看, 迫切需要建立可全面深入描述知识系统的整体集成模型, 而同质知识网络无法满足这种要求, 因此, 只有在异质知识网络思想基础上, 进一步深入研究才有可能。

对此, 本文拟采用超网络^[19, 20]的思想和方法进行的研究。这里, 超网络是指“在已有网络之上的网络”, 即由多种网络构成之网络, 其概念最早于 1985 年被提出, 目前主要应用于研究 internet 网络、交通、物流及供应链网络^[21]等, 成为研究大型复杂系统的一种新兴工具。研究思路为: 在对组织知识系统构成及关系进行分析的基础上, 分别针对知识、知识主体、知识存储媒介三种要素建立三种类型的知识网络, 并根据三者间的关联关系将它们集成为一个“超网络”, 本文称之为知识超网络 (KSN, Knowledge Supernetwork)。在此基础上, 对 KSN 特性及其在知识管理中的应用进行初步探讨。

1 组织知识系统的构成要素、关系及结构

1.1 组织知识系统的构成要素

根据王众托院士的观点^[22], 组织知识系统的

要素包括: 1) 存在于文件、手册、图纸中的知识; 2) 存在于人的头脑中的知识; 3) 已经凝聚在工作过程、经营管理制度和方法中的知识; 4) 嵌入 (外化) 在产品或服务中的知识。

从上述观点可知, 组织知识系统是由各种知识构成的, 这些知识可按照存储形态大致分为四种类型。因此, “知识”首先是构成组织知识系统的要素, 本文称之为 *K* 要素。

其次, 对组织知识存储形态做进一步分析可知, 其可进一步简化为两类: 以人为载体, 或以文档、音像等媒介为载体。那些凝聚在工作过程、制度、方法、以及产品或服务中的知识, 实际上也要存储在人脑中, 或各类媒介载体中, 否则就无法在组织中存在而发挥作用。因此, 根据存储形态, 上述要素可简化为两类:

* *P* 要素: 知识的主体, 即拥有知识的人——Person

* *M* 要素: 存储组织知识的各类物质载体——Material medium

上述三类要素中, *P* 要素和 *M* 要素比较直观具体, 因而便于观察和分析, 而 *K* 要素则相对抽象、模糊, 需要作进一步辨析。

本文中, *K* 要素代表各种不同的知识。由于知识的模糊性, 人们很难确定组织中有多少知识、哪些知识, 以及不同知识之间的关系等。因此, 首先须对 *K* 要素进行区分。为此, 本文建议采用领域分割的方法^[23], 其基本思路为:

根据学科或应用领域将组织知识划分为若干知识领域, 每一领域又可再分为若干子领域, 对子领域继续分割细化, 可得更小的子领域, 直到不可或不必要再分时为止。

在领域分割过程中, 各级知识域、知识子域之间可能存在着交叉, 即二者间包含着共同知识, 但随着分割的细化, 这些共同知识会逐次被识别出来。最后得到的子领域, 理论上不存在知识交叉。这时的子领域, 可称作知识单元 (knowledge units, KU), 其涵义为: 在一个很小领域内的一部分知识, 它可以不用另加定义就可以为人们所理解和认知, 并可以和其他知识单元区分开来。因此, 可把 KU 看作构成组织知识的基本单位。

对上述分割结果作进一步分析可知, 知识域、知识子域、知识单元, 实际上都代表组织知识中的

一部分知识,只是表示的领域大小不同.因此,它们都是组织知识的构成单位,本文将它们统称为知识点 (knowledge point KP).

在本文中,以知识点 (而不是知识单元) 作为 K 要素, K 要素集合即为组织知识点集.这主要是为了便于反映组织知识的结构和构成.另一方面也符合人们认识知识的习惯.

1.2 组织知识系统的要素关系分析

在知识系统各要素之间,存在着各种类型的关系,其中既包括同类要素之间不同类型关系,也包括异类要素之间的各种关系.从关系主体角度,概述如下:

1) K 要素之间关系分析

从知识点代表的知识领域的关系来看,知识点之间可能存在的知识联系有:

- * 两个知识点都包含相同的知识子域,即二者之间存在交叉领域;
- * 两个知识点都属于同一知识域;
- * 两个知识点之间存在直接或间接的隶属关系等.

此外,从知识的内容来看,知识点之间也存在着广泛的知识联系.例如:

- * 两个知识点都与某一对象、事物、实体等相关;
- * 两个知识点都与某一过程、方法、策略等相关;
- * 两个知识点的关联对象虽不相同,但存在着直接或间接的关联关系.例如,某知识点与电脑有关,另一知识点与主板有关,它们的关联对象之间存在着整体和局部的关系等.

上述各类关联关系,统称为知识点间的知识关联关系,简称知识联系.

2) K 与 P 、 K 与 M 之间关系分析

在 K 与 P 要素之间,以及 K 与 M 要素之间,存在着如下相关关系

* 存储关系

由于知识的依附性,知识必须存储于特定的载体: P 要素或 M 要素.因此, P 及 M 要素是 K 要素的存储载体,其间存在存储关系.

* 映射关系

K 要素反映了 P 和 M 要素中储存的知识的情况,在 K 、 P 之间和 K 、 M 之间,存在映射关系.

当 P 和 M 中储存的知识发生变化, K 要素也随之发生变化.

此外,需要指出的是, P 和 M 中并非所有知识都属于组织知识;有些个人知识与组织完全无关,物质载体中也可能包含大量与组织无关的知识,因此, K 要素是 P 要素和 M 要素中的知识的不完全映射.由于本文的研究主旨是为组织知识管理服务的,与组织无关的知识不予涉及,因此,本文中的个人知识及物质载体中的知识,仅指与组织业务相关、并可被组织进行管理的知识.

* 集成关系.

K 要素是所有 P 要素和 M 要素中储存的知识的集成.这种集成关系可通过知识点的集成体现出来:

令 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_a\}$ 表示组织成员集合, $K(p_i)$ 表示 p_i 的个人知识点集, K_{p-k} 表示所有 P 要素中知识点集合,则 K_{p-k} 可表示为

$$K_{p-k} = K(p_1) \cup \dots \cup K(p_a) \tag{1}$$

令 $M = \{m_1, m_2, \dots, m_b\}$ 表示组织中所有物质载体的集合, $K(m_i)$ 表示 m_i 中存储的知识点的集合, K_{m-k} 表示所有 M 要素中知识点的集合,则 K_{m-k} 可表示为:

$$K_{m-k} = K(m_1) \cup \dots \cup K(m_b) \tag{2}$$

令 $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ 表示组织知识点集,则其可看作 K_{p-k} 和 K_{m-k} 的集合

$$K = K_{p-k} \cup K_{m-k} \tag{3}$$

3) P 要素、 M 要素及其相互间关系分析

在 P 要素之间、 M 要素之间、以及 P 要素和 M 要素之间,存在着广泛的知识联系:

* P 要素之间关系

主要指组织成员之间的知识交流、共享、合作等知识联系.其中,正式的、常规的知识联系较易观察,如科研合作关系、工作中的知识联系等,有些则不易察觉,如员工之间的非正式知识交流等.在组织知识系统中,既要关注 P 要素之间的常规联系,也要关注一些非正式知识联系,后者有时候会产生更重要的作用.

* M 要素之间关系

物质存储载体之间的知识联系也包括多种,例如,在知识内容上的相似关系、因分类索引而产生的分类关系等.

* P 要素与 M 要素之间关系:

主要包括个人因创造、学习、使用、管理文档而形成的知识关系等。

1.3 组织知识系统的结构分析

综上所述, 组织知识系统由 K 、 P 、 M 三类要素构成, 同类及异类要素之间, 存在着各种复杂关系。依照系统科学的原理, 根据要素特点及其相互之间的作用机制, 可将组织知识系统划分为三个同种要素及关系构成的子系统: 1) 知识子系统: 由 K 要素及其相互之间关系组成; 2) 知识主体子系统: 由 P 要素及其相互之间关系组成; 3) 物质载体子系统: 由 M 要素及其相互之间关系组成。

这三个子系统又通过异类要素之间的关系联结作用在一起, 形成一个包含三种不同要素、多种类型关系的复杂系统: 组织知识系统, 其结构如图 1 所示:

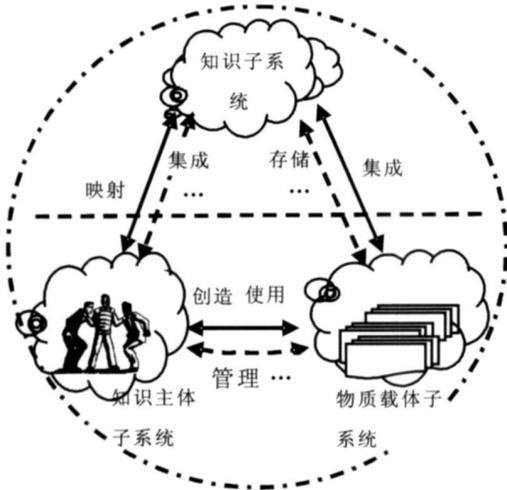


图 1 组织知识系统的结构

Fig 1 Structure of organizational knowledge system

2 组织知识系统中的三类知识网络模型

网络模型是描述系统结构的有效方法。组织知识系统中的三个子系统都可以用一个网络来进行描述。因此, 根据组织知识系统的要素和结构, 可获得三类知识网络模型:

2.1 K-K 知识网络模型

以 K 要素为结点, K 要素间的知识联系为边, 可建立一个由知识点构成的网络, 称之为广义 $K-K$ 网络。其形式为

$$G_k = (K, E_{k-k}) \quad (4)$$

其中, $E_{k-k} = \bigcup_r E_{k-k}^r$ 表示知识点间多种边的集成, $E_{k-k}^1 = \{ (e^r(k_i, k_j)) \}$ 表示知识点之间某一种类型的边的集合。可知: 广义 $K-K$ 网络是一个由单一类型节点、多种类型的边构成的复杂网络, 其网络图为一个超图 (如图 2)。

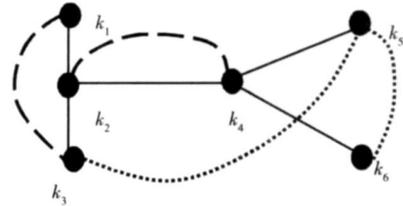


图 2 广义 $K-K$ 网络示意

Fig 2 Illustration of generalized $K-K$ network

以 K 要素为结点, K 要素间的隶属关系为边, 可以建立一个相对简单的知识网络, 本文称之为狭义 $K-K$ 网络, 该网络是一个层次网络, 可反映组织知识的构成情况。其可表示为

$$G_k' = (K, E_{k-k}') \quad (5)$$

其中, $E_{k-k}' = \{ (k_i, k_j) \}$, $i, j = 1, 2, \dots, n$ 为边的集合, (k_i, k_j) 含义为 k_j 是 k_i 的直接下级知识点 (其中 k_i 称为父节点, k_j 称为子节点), 因此, 狭义 $K-K$ 网络是一个有向网络, 而广义 $K-K$ 网络则为混合网络。

从前文的分析可知, 知识点之间的隶属关系, 也是知识联系的一种, 因此, 狭义的 $K-K$ 网络只是广义 $K-K$ 网络的一个特例。

广义 $K-K$ 网络中包含着多种类型的边, 用于表示知识点之间多种多样的知识联系, 其中每种类型的知识联系都可反映组织知识结构的某种属性或特征, 因而广义 $K-K$ 网络可以描述组织知识的复杂结构及构成。因此, 在本文中, 除非特殊说明, $K-K$ 网络都是指广义 $K-K$ 网络。

2.2 P-P 知识网络模型

以 P 要素为结点, P 要素间的知识联系为边, 可构建组织知识系统的 $P-P$ 网络模型

$$G_p = (P, E_{p-p}) \quad (6)$$

其中, $E_{p-p} = \bigcup_s E_{p-p}^s$ 表示组织成员间多种边的集成, 其代表多种不同类型的知识联系; $E_{p-p}^s = \{ (e^s(p_i, p_j)) \}$ 表示成员之间某一种类型的边的集合, 其代表成员之间某种特定的知识联系。该网络可称为广义 $P-P$ 网络。

同样, 令 $E_{p-p} = \{(p_i, p_j)\}$, $i, j = 1, 2, \dots, m$ 为边的集合, (p_i, p_j) 表示 p_i 与 p_j 之间存在知识联系 (或某种特定的知识联系), 则可得到狭义 P-P 网络. 其可以表示为

$$G_p = (P, E_{p-p}) \quad (7)$$

对于狭义 P-P 网络, 若 (p_i, p_j) 表示 p_i 与 p_j 间的知识合作关系 (或人际交往关系), 则该网络就转化为合作网络 (或人际关系网络).

2.3 M-M 知识网络模型

以 M 要素为结点, M 要素间的知识关联为边, 可构建组织知识系统的 M-M 网络模型

$$G_m = (M, E_{m-m}) \quad (8)$$

其中, $E_{m-m} = \bigcup_i E_{m-m}^i$ 表示物质载体间多种边的集成, 代表载体间多种不同类型的知识联系; $E_{m-m}^i = \{(e^i(m_i, m_j))\}$ 表示物质载体间某一类型的边的集合, 其代表物质载体间某种特定的知识联系. 该网络可称为广义 M-M 网络.

同样, 令 $E_{m-m} = \{(m_i, m_j)\}$, $i, j = 1, 2, \dots, m$ 为边的集合, (m_i, m_j) 表示 m_i 与 m_j 之间存在知识联系 (或某种特定的知识联系), 则上述模型可简化为狭义 M-M 网络. 其可表示为

$$G_m = (M, E_{m-m}) \quad (9)$$

其中, 边 (m_i, m_j) 的实际含义可根据研究及应用需要而定, 例如可根据 m_i 与 m_j 之中是否存储有共同知识点来判断其是否关联.

3 组织知识系统的 KSN 模型

3.1 三种网络之间关系分析

K-K, P-P, M-M 网络间, 存在如下关系:

1) K-K 是一个非实体的虚拟网络, 其必须依赖于 P-P, M-M 网络才可以存在, 而且必须经过建模或特殊的处理才可以显示出来;

2) 每个 P 及 M 要素中的知识都可看作一个小型 K-K 网络, 而组织 K-K 网络则相当于所有组织成员及物质载体 K-K 网络的集成.

令 $G_k(p_i)$ 表示 p_i 个人知识的 K-K 网络, 则所有组织成员个人知识 K-K 网络集成起来, 形成组织人力知识 K-K 网络. 其可表示为

$$G_k(P) = \bigcup_{i=1}^a G_k(p_i) \quad (10)$$

这里, 符号 \cup 表示网络间集成关系, 而非简单的集

合运算.

令 $G_k(m_j)$ 表示 m_j 中知识的 K-K 网络, 则所有物质载体知识的 K-K 网络集成起来, 形成组织物质载体知识 K-K 网络. 其可表示为

$$G_k(M) = \bigcup_{j=1}^b G_k(m_j) \quad (11)$$

则 K-K 网络可以看作是 $G_k(P)$ 和 $G_k(M)$ 的集成

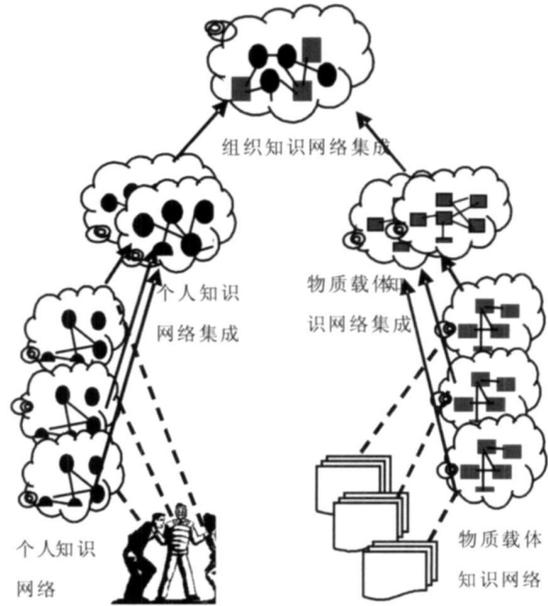


图 3 组织知识网络集成示意图

Fig 3 Integration of organizational knowledge network

$$G_k = G_k(P) \cup G_k(M) \quad (12)$$

上述集成过程如图 3 所示.

3) K-K 网络是实体网络 (P-P, M-M 网络) 中知识活动的动态映射. 发生在实体网络中的知识活动, 如知识学习、传播、创新、编码整理等, 都会影响 K-K 网络的构成和结构.

4) 在三个网络中, P-P 网络处于主导地位, K-K 和 M-M 网络都是 P-P 网络中 P 要素的知识活动对象或结果.

从上述关系分析可知, 三个网络之间的联系和影响, 实际上是系统中三种不同要素 K, P, M 之间各种关系的集成和反映.

3.2 组织知识系统的 KSN 模型

综上所述, 在 K-K, P-P, M-M 网络之间存在着复杂而紧密的联系, 这些联系将三者联结起来成为一个整体, 从而形成一个“网中有网”的超网络形态, 本文称之为知识超网络 (KSN).

从前文可知, 三个网络之间的联系和影响, 实际上是 K, P, M 要素之间关系的反映. 因此, 通过

在 K 、 P 、 M 节点之间建立连结, 可将三个网络联结起来, 从而实现 KSN 建模. 具体如下:

令 $p_i \in P$ 、 $k_j \in K$ 、 $m_l \in M$ 分别表示 P - P 网络、 K - K 网络、 M - M 网络的任一节点, 布尔变量 $\phi(p_i, k_j) = 1$ 表示 k_j 为 p_i 的个人知识点, 布尔变量 $\varphi(m_l, k_j) = 1$ 表示 k_j 为 m_l 中的知识点, $\forall(p_i, m_l) = 1$ 表示 p_i 与 m_l 之间存在知识联系 (或某种特定的知识联系), 则 P 要素与 K 要素之间的边的集合为

$$E_{p-k} = \{(p_i, k_j) \mid \phi(p_i, k_j) = 1\} \quad (13)$$

M 要素与 K 要素之间边的集合为

$$E_{m-k} = \{(m_l, k_j) \mid \varphi(m_l, k_j) = 1\} \quad (14)$$

由于在 P 、 M 之间可能会存在多种关系, 因此, 令 $E_{p-m} = \bigcup_u E_{p-m}^u$ 表示 P 、 M 之间多种类型边的集成, $E_{p-m}^u = \{(p_i, m_l) \mid \forall(p_i, m_l) = 1\}$ 表示 p_i 和 m_l 之间某一种类型的边的集合, 则有

$$\begin{aligned} KSN &= f(G_k, G_p, G_m) \\ &= G_k + G_p + G_m + E_{p-k} + E_{p-m} + E_{m-k} \\ &= (K, P, M, E_{k-k}, E_{p-p}, E_{m-m}, \\ &E_{p-k}, E_{p-m}, E_{m-k}) \end{aligned} \quad (15)$$

上述 KSN 模型中, E_{k-k} 、 E_{p-p} 、 E_{m-m} 、 E_{p-m} 都可以有多种类型, 导致两个节点间同时存在多条边, 因而可看作是广义 KSN 模型. 为简化起见, 可以用 E_{k-k} 、 E_{p-p} 、 E_{m-m} 、 E_{p-m} 取代它们, 这里, $E_{p-m} = \{(p_i, m_l) \mid \forall(p_i, m_l) = 1\}$, 表示 P 要素和 M 要素之间某特定类型的边的集合, 则可得到狭义 KSN 模型

$$\begin{aligned} KSN &= f(G_k, G_p, G_m) \\ &= G_k + G_p + G_m + E_{p-k} + E_{p-m} + E_{m-k} \\ &= (K, P, M, E_{k-k}, E_{p-p}, E_{m-m}, \\ &E_{p-k}, E_{p-m}, E_{m-k}) \end{aligned} \quad (16)$$

从公式 (15)、(16) 可以看出, KSN 模型是在三种知识网络基础上, 在不同类型要素节点之间增加边而形成的, 其中包含了三种类型的节点、六种不同类型的边, 揭示了组织知识系统的复杂构成及结构形态.

3.3 KSN 模型特性分析

KSN 模型具有如下一些特性:

1) 整体性与全面性: KSN 网络是从整体上对组织知识系统进行描述, 模型全面反映了系统的

各类要素及其相互之间关系, 而由同质节点构成的知识网络则仅能反映组织知识系统的某一个方面.

2) 实体网络与虚拟网络的集成: KSN 模型中, P - P 与 M - M 网络是实体网络, 而 K - K 网络则是虚拟的非实体网络, 三者通过网络之间的关联关系集成为一个整体. 因而 KSN 网络既可以描述实体网络中的知识活动和知识联系, 同时又可以知识的层面对这些活动进行反映, 因而可以做到更深入、更具体.

3) 同时包含有向边与无向边的混合网络: 在 KSN 网络的各种边中, 除 E_{k-k} 外, 其他边都是无向边; 对于 E_{k-k} , 既可能是无向边 (例如 E_{k-k} 表示知识点之间的知识关联关系), 也可能是有向边 (例如 E_{k-k} 表示知识点之间的领域隶属关系), 这要视应用和研究需要而定.

4) 复杂性与灵活性的统一: 模型包含三种类型的节点、六类不同类型的边, 具有高度复杂性; 同时, KSN 网络还具有很大的灵活性, 如在网络尺度和知识点粒度方面, 可根据应用及研究需要, 确定知识点的粒度, 并进而控制网络的尺度; 在边的选择方面, 也可灵活处理, 因而可以灵活的反映各类知识活动.

5) 可视性及可控性: KSN 模型经过特定处理后, 可将节点和边的情况存储到数据库中, 然后以可视形式, 将模型整体或局部显示出来, 并可按照特定目的对模型进行组织、整理, 便于人们对组织知识系统进行调控和管理.

综上所述, KSN 模型是一个高度复杂的网络, 同那些由单一类型节点及关系组成的知识网络相比, KSN 模型更能反映组织知识系统的复杂构成及结构形态, 因而可更全面、深入的对组织知识系统进行研究.

4 实例验证及应用分析

4.1 模型实例

下面以某组织知识系统为例, 对上述 KSN 模型进行实例验证 (为简化起见, 本实例统一采用狭义 KSN 模型), 并结合实例分析其应用.

某组织为一科研单位, 其成员全部为科研人

员,截至2004年12月,共有18位.由于该组织的核心任务是进行科学研究,因此,该组织的知识系统,主要由科研知识组成,其他的可不予考虑.从存储形态看,这些知识主要存储在其成员的头脑中和科研文献中,因此,对于M要素,可仅考虑已发表的科研论文,对于P要素,也仅考虑科研人员.

首先建立三种单一要素模式知识网络:

1) P-P网络:以科研人员为节点、人员之间的论文合作关系为边,可得到系统的P-P网络模型(如图4).

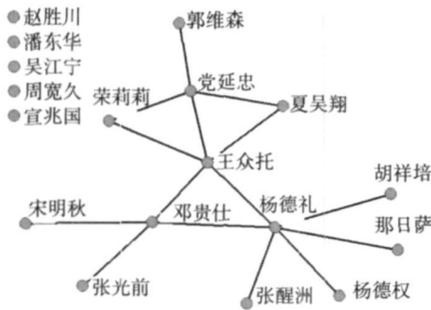


图4 P-P知识网络(本文中网络图都使用Ucinet6 71^[24])创建
Fig. 4 P-P know ledge network

2) M-M网络:以1994-2004年间该组织所有发表的科研论文为节点(以“中国期刊全文数据库”检索的论文为标准),以论文之间的知识相关性为边建立M-M网络.这里,将论文之间的知识相关性定义为:二者具有相同的关键词(如图5).



图5 M-M知识网络
Fig. 5 M-M know ledge network

3) K-K网络:首先确定组织知识点集.文献[15]提出了一种科研专家领域知识发现方法,可发现科研专家的知识点.对于科研论文中的知识点,可通过对文本进行知识挖掘获得.不影响一般性,为简化起见,本文直接用论文关键词作为知

识点.通过判断知识点之间的相关性,就可建立K-K网络(如图6).

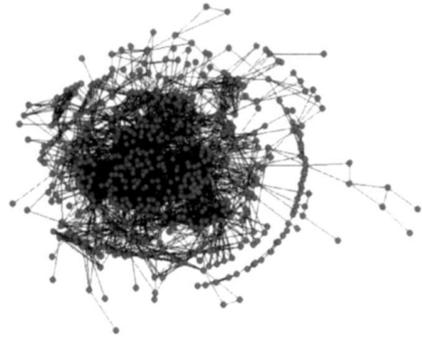


图6 K-K知识网络
Fig. 6 K-K know ledge network

然后依次建立三种要素之间的对应关系,从而将三种知识网络进行集成,以获得KSN模型(如图7图8其中图8为图7的局部放大图).其中,P-P网络与M-M网络节点间的关系可按照论文的作者进行判断,若科研人员是论文的作者,则二者间存在一条边.

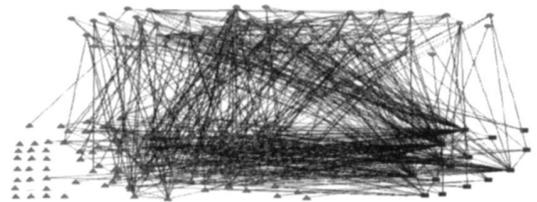


图7 组织知识系统的KSN模型(圆形节点为K要素,长方形节点P要素,上三角形节点M要素)
Fig. 7 The KSN model for organizational know ledge system

4.2 KSN模型应用分析

KSN模型可应用于组织知识管理的许多方面,包括知识组织、知识表示、知识导航、知识结构分析、知识转化、反映知识活动等.

1) 知识组织:利用KSN模型,通过对K-K、P-P、M-M网络及其关系进行收集、整理、分类、过滤、加工,可促进组织知识系统的结构化、有序化,从而实现知识资源的合理组织,为知识使用提供便利.

2) 知识表示:可表示组织知识资源的构成及分布,也可表示某一知识域的知识结构及存储分布情况(如图8所示).KSN模型中,K-K网络可反映知识的结构和构成, E_{p-k} 和 E_{m-k} 可反映各知识点的存储分布情况,因而可深入反映组织知识资源的构成及分布等.

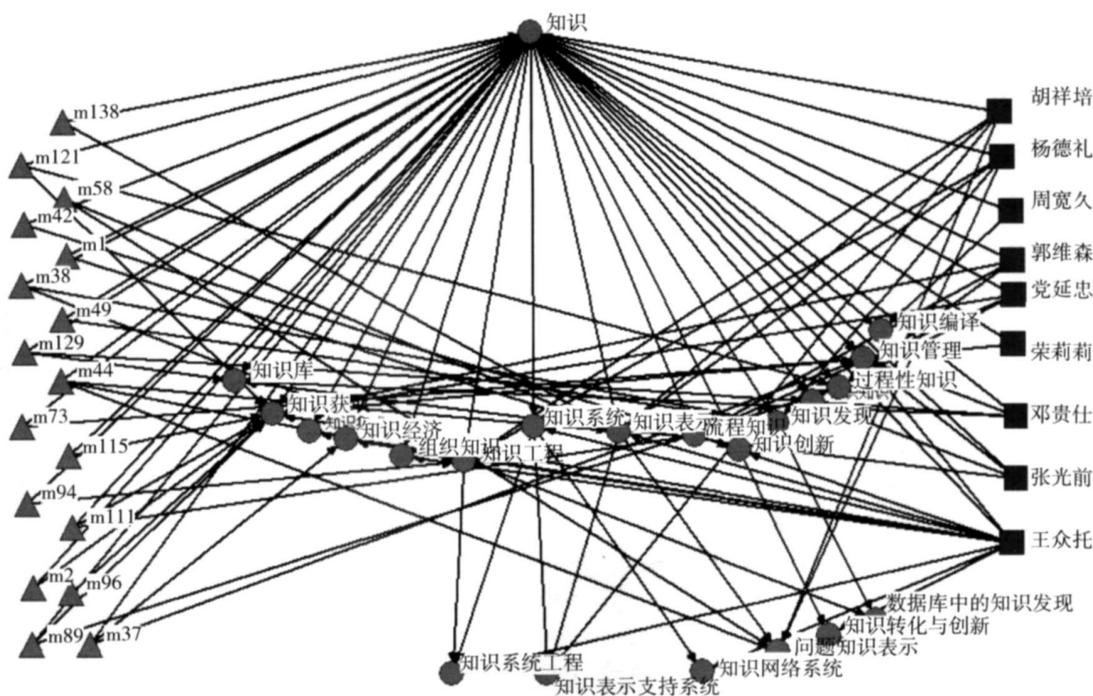


图 8 某知识域 KSN 模型

Fig 8 KSN model for a know edge field

3)知识结构分析:通过分析 KSN 网络结构,可在三网集成的基础上分析组织整体知识结构、领域知识结构、成员知识结构等.这些分析可帮助组织发现问题,为组织知识管理提供依据.例如,可分析团队知识结构、评价在给定合作模型下组织成员的知识重要度等.

4)知识导航:KSN 模型可为组织知识的定位搜索提供便利.在进行知识搜索时,既可搜索到拥有知识的人,也可搜索到存储知识的媒介资料,以实现更全面的知识搜索功能.

其中,拥有某种知识点的人可以表示为

$$P(k_j) = \{p_i | p_i \in P, \phi(p_i, k_j) = 1\} \quad (9)$$

拥有某种知识点的文档资料可表示为

$$M(k_j) = \{m_l | m_l \in M, \varphi(m_l, k_j) = 1\} \quad (10)$$

5)知识管理活动反映:利用 KSN 模型,可深入、全面反映组织的各类知识管理活动,如知识学习、传播、创新、转化等:

* 知识学习:可映射为 K-K 网络中知识点增加或知识点权重增大,同时在知识点与人之间的关联关系也会增加,从而反映组织学习的成果;

* 知识传播:个体间知识传播活动既表现为 P-P 网络中主体间的关联关系,也可映射为 K-K 网络中知识点权重的变化,即当个体间进行知

识传播时,可通过对 K-K 网络进行加权来反映;

* 知识创新:当组织进行知识创新时,组织中会增加很多新知识,这些新知识既可能是若干孤立知识点,也可能是若干相互关联的知识点形成的新知识体系.反映在 KSN 网络上,在其中的 K-K 网络中,会有一些新节点及新边出现,新节点既可能与老节点相连,也可能是孤立节点,且在新节点之间,也可能有边互联,即新节点本身也可能形成一个子网.此外,P 与 K 类节点间,也会产生新的边,表明个人知识增加;如果新知识被以文档形式存储,则在 M-M 网络中也会出现新节点和边,在 M 类节点与 P 类节点之间,M 类节点与 K 类节点之间也会有新的边出现.因此,KSN 网络可以从多个层面反映组织的知识创新成果;

* 知识转化:包括个人知识与组织知识转化、隐性知识与显性知识转化等,都可通过 K-K、P-P、M-M 网络之间的作用得到深入反映.例如,当个人知识通过固化而转化为组织知识时,M-M 网络中节点和边随之增加,相应的 K-K 网络中节点的权重会变大等;

此外,利用 KSN 模型,还可通过网络演化研究、网络鲁棒性研究等,探讨多要素互动条件下组织知识的演化及知识结构的稳定性等问题,这有

待于下一步深入研究.

5 结 论

本文通过对三种不同类型的知识网络进行集成,建立了组织知识系统的知识超网络模型.该模型包含了三种不同类型的知识要素、六种要素关

系,可全面深入地刻画组织知识系统的整体特性及结构形态.通过对模型中的各类要素和关系进行分析,该模型还可用于组织知识表示、知识组织、知识结构分析、组织知识导航、反映组织知识管理活动等,从而为组织知识管理提供一种新的思路与工具.进一步的研究可集中于 KSN 的演化、鲁棒性分析等方面.

参 考 文 献:

- [1]张新武,刘仲英.企业知识系统柔性战略决策模型[J].管理科学学报,2002,5(6):65-70
Zhang Xinwu, Liu Zhongying. Decision model of strategy flexibility of enterprise knowledge system[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, 5(6): 65-70 (in Chinese)
- [2]Barabási A L, Albert R. Emergence of scaling in random networks[J]. Science, 1999, 286(5439): 509-512
- [3]Albert R, Barabási A L. Statistical mechanics of complex networks[J]. Rev Mod Phys, 2002, 74(1): 47-97.
- [4]Newman M E J. The structure and function of complex networks[J]. SIAM Rev, 2003, 45(2): 167-256
- [5]Boccaletti S, Latorab V, Morenol Y, *et al*. Complex networks: Structure and dynamics[J]. Physics Reports, 2006, 424(4-5): 175-308
- [6]车宏安,顾基发.无标度网络及其系统科学意义[J].系统工程理论与实践,2004,(4):11-16
Che Hong'an, Gu Jifa. Scale-free networks and their significance for systems science[J]. Systems Engineering theory & Practice, 2004, (4): 11-16 (in Chinese)
- [7]Beckmann M J. Economic Models of Knowledge Networks[C]. Batten D, Casti J. Networks Action. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer-Verlag, 1995: 159-174
- [8]赵蓉英.知识网络研究(II)—知识网络的概念、内涵及特征[J].情报学报,2007,26(3):470-476
Zhao Rongying. Study on knowledge network(Part II)—The notion and characters of knowledge network[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2007, 26(3): 470-476 (in Chinese)
- [9]肖冬平.知识网络研究综述[J].重庆工商大学学报(自然科学版),2006,23(6):617-623
Xiao Dongping. Review of research into knowledge network[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2006, 23(6): 617-623 (in Chinese)
- [10]杨帆,肖希明.从资源网络到知识网络——Web 2.0泛在知识环境下数字信息服务基础建构[J].图书情报工作,2007,51(8):72-75
Yang Fan, Xiao Xinming. From resource networks to knowledge networks—Fundamental architecture of digital information services under web 2.0 ubiquitous knowledge environment[J]. Library and Information Service, 2007, 51(8): 72-75. (in Chinese)
- [11]程少川,程向前,张朋柱.基于本体系统的知识管理人工智能研究[J].管理科学学报,2003,6(2):17-22
Cheng Shaochuan, Cheng Xiangqian, Zhang Pengzhu. Study on artificial intelligence of knowledge management based on ontology[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, 6(2): 17-22 (in Chinese)
- [12]Robin Cowana, Nicolas Jonardh. Network structure and the diffusion of knowledge. Journal of Economic Dynamics and Control[J]. 2004, 28(8): 1557-1575
- [13]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,2001,22(03):126-133
Wang Zheng, Ma Cuifang, Wang Lu, *et al*. Knowledge network dynamics and policy control(I): Modeling[J]. Science Research Management, 2001, 22(03): 126-133 (in Chinese)
- [14]Wang Jun. A knowledge network constructed by integrating classification, thesaurus, and metadata in digital library[J]. International Information & Library Review, 2003, 35(2-4): 383-397.

- [15]席运江, 党延忠. 基于知识网络的专家领域知识发现及表示方法研究 [J]. 系统工程, 2005, (8): 110—115.
Xi Yunjiang Dang Yanzhong The discovery and representation methods of expert domain knowledge based on knowledge network [J]. Systems Engineering 2005, (8): 110—115. (in Chinese)
- [16]Redner S. How popular is your paper? An empirical study of the citation distribution [J]. European Physical Journal B, 1998, 4: 131—134.
- [17]Kathleen M Carley. Information Technology and Knowledge Distribution in C3I Teams [C]. Vienna Proceedings of the 2002 Command and Control Research and Technology Symposium, 2002.
- [18]Seufert A, Krogh G, Bach A. Towards knowledge networking [J]. Journal of Knowledge Management 1999, 3(3): 180—190.
- [19]Nagumey Anna June Dong. Supernetworks [M]. Cheltenham, UK. Northampton, MA, USA. Edward Elgar Publishing Limited, 2002. 17—17.
- [20]王众托, 王志平. 超网络初探 [J]. 管理学报, 2008, 5(1): 1—8.
Wang Zhongtuo Wang Zhiping Elementary study of supernetworks [J]. Chinese Journal of Management 2008, 5(1): 1—8. (in Chinese)
- [21]Dong June Ding Zhang Hongyan, et al. Multitiered supply chain networks Multicriteria decision making under uncertainty [J]. Annals of Operations Research, 2005, 138(1): 97—111.
- [22]王众托. 知识系统工程 [M]. 科学出版社. 北京: 科学出版社, 2004.
Wang Zhongtuo Knowledge System Engineering [M]. Beijing: Science Press, 2004. (in Chinese)
- [23]席运江, 党延忠. 基于加权知识网络的个人知识存量表示与度量方法 [J]. 管理学报, 2007, 4(1): 28—35.
Xi Yunjiang Dang Yanzhong A method to represent and measure personal knowledge stocks based on weighted knowledge network [J]. Chinese Journal of Management 2007, 4(1): 28—35. (in Chinese)
- [24]Bogatti S P, Everett M G, Freeman L C. Ucinet for Windows Software for Social Network Analysis [M]. Harvard Analytic Technologies, 2002.

Knowledge supernetwork model and its application in organizational knowledge systems

XI Yun-jiang¹, DANG Yan-zhong², LIAO Kai-ji¹

1. South China University of Technology, Guangzhou 510641, China

2 The Institute of System Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China

Abstract Advanced research in knowledge management shows that the homogenous knowledge networks are not capable of describing the complexity of organizational knowledge system. This paper, based on the theory of supernetwork, presents a knowledge supernetwork (KSN) model which comprises three types of nodes and six types of edges, each representing respectively knowledge, persons, material storage media, and the complex interrelations between them. The KSN model can describe complex compositions and the structure of organizational knowledge systems. Some primary applications of this model are suggested, including knowledge organization, knowledge resource representation, knowledge structure analysis, knowledge location / retrieval, and knowledge activities analysis. KSN model represents an innovative method for organizational knowledge management.

Key words knowledge network; supernetwork; knowledge supernetwork; organizational knowledge system