

基于着色 Petri 网的组织知识流建模研究

朱卫未¹, 黄 阳¹, 于 娱², 杜鸿飞¹

(1. 南京邮电大学, 江苏 南京 210046; 2. 河海大学, 江苏 南京 211100)

摘 要: 为了研究组织知识生命周期中, 隐性知识流和显性知识流的异步并发过程以及知识流的分布和流动状况, 文中从知识流与着色 Petri 网基本概念出发, 采用着色 Petri 网以不同颜色的托肯表示不同类型的知识, 构建了基于组织知识生命周期的知识流模型。运用 CPN Tools 软件对模型进行仿真分析, 重点对 Petri 网中各节点的有界性和活性进行分析。研究得出模型中各库所都有界, 同时存在一个死标识, 并不存在死变迁, 从而便于组织更清晰地获知不同类型知识的分布与流动状况, 为提高组织知识流管理效率提供了理论基础。

关键词: 着色 Petri 网; 知识流; 知识生命周期; 模型仿真

中图分类号: C931

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2013)04-0189-06

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2013.04.046

Research on Organizational Knowledge Flow Modeling Based on Colored Petri Net

ZHU Wei-wei¹, HUANG Yang¹, YU Yu², DU Hong-fei¹

(1. Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210046, China;

2. Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: In order to study the asynchronization and concurrency of tacit and explicit knowledge flow, as well as its distribution and flowing patterns, construct a knowledge flow model based on organizational knowledge life cycles. Starting from the basic concepts of knowledge flow and Colored Petri Net, tokens with different colors are used to represent various types of knowledge, and an organizational knowledge life cycle-based knowledge flow model is built hereto. Furthermore, CPN Tools, a professional Colored Petri Net simulation software, is adopted to analyze the boundedness and liveness of each node in the net. The simulation results show that all the places in the model are bounded, and there exists a dead marking but no dead transition in the model, which proves the effectiveness of the model in describing the distribution and flowing patterns within organizations, and certain theoretical foundation is set to enhance the efficiency of organizational knowledge flow management.

Key words: Colored Petri Net; knowledge flow; knowledge life cycle; model simulation

0 引 言

知识管理理论之父 Nonaka 曾指出, 信息技术的发展使得许多组织越来越依赖于知识而非劳动力等传统资源; 对此类组织而言, 知识就是最宝贵的资产与核心竞争力^[1]。知识可划分为显性知识与隐性知识^[2], 前者存储于知识库等可编码媒介中, 而后者存储于人脑中^[3]。隐性知识量大且重要, 但其分布状况、转移规律

不易描述, 各组织若想实现有效的知识管理, 必先明晰其知识资产的分布状况, 并对知识流动的过程加以监控, 才能进一步优化知识流, 实现科学高效的知识管理, 因此对组织知识流进行建模与描述非常重要。

科学的知识流模型的建立是实现有效管理知识流的前提与基础, 而着色 Petri 网的原理与特性十分适于描述知识流的流动过程^[4]。Petri 网是对离散并行系统的数学表示, 适于描述异步并发、有多种路由的计算机系统模型, 因此可用其描绘知识的分布与流动状况, 刻画知识流流动的共享性、并行性与分布性等特性。它集形象化的图形描述与精确的数学定义于一体, 既直观易懂, 又避免了模糊性、不确定性与矛盾性。着色 Petri 网是在经典 Petri 网基础上扩展成的适合复杂系统的高级 Petri 网, 它通过对经典 Petri 网中的托肯 (token, 代表具有各种属性的对象) 加以着色, 使其颜色代

收稿日期: 2012-08-05; 修回日期: 2012-11-07

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71271119); 高等学校博士学科点专项科研基金项目 (20113223110007); 教育部人文社会科学研究青年项目 (10YJC630424); 江苏省社会科学基金项目 (10CSJ002); 江苏省教育高校哲学社会科学项目 (2010SJB630050)

作者简介: 朱卫未 (1979-), 男, 江苏滨海人, 博士, 副教授, 研究方向为知识管理、商务智能; 黄 阳 (1988-), 女, 江苏徐州人, 硕士研究生, 研究方向为知识管理。

表建模对象的具体特征,从而实现复杂系统的建模^[5]。复杂的知识流系统通常较庞大,易产生知识溢出,甚至爆炸;基于着色 Petri 网的知识流以不同颜色的托肯表示不同类型的知识,有效解决了基于经典 Petri 网的知识流模型的复杂化问题。

文中从知识流与着色 Petri 网基本概念出发,提出了基于着色 Petri 网的组织知识流模型,并通过 CPN Tools 仿真软件对所建模型的正确性进行了验证,为日后进一步研究知识流流动过程与规律奠定了基础。

1 知识流理论概述

虽然至今尚未达成一个被普遍认可的知识流定义,但知识的流动却早已融入各种社会活动中。Wiig 认为知识流是知识创造、来源探究、编辑、转化、扩散、应用和价值实现的过程^[6]。Nonaka 和 Takeuchi 将知识流定义为分享、创造概念、验证概念、交叉知识、构建原型的过程^[1]。Marquardt 和 Dell 则指出知识流包括知识的获取、存储、识别和共享四方面^[7]。Hai Zhuge 认为知识流是知识在各节点间流动的过程与知识处理的机制,是知识的载体,该载体可将一个团队成员(知识发送方)的知识传递给遵循一定流程的其他团队成员(知识接收方),并同接收方分享知识的内容、积累团队成员的知识^[8]。Kim 等则将知识流看作从一个流程开始周而复始的向承接流程或最初流程传递的人员知识的载体,即一个从知识生产者向知识使用者流动的过程^[9]。

通过以上对知识流定义的研究分析发现:(1)知识流步骤依据划分的详细程度、局部活动整合方式的不同有多种分法,但实质上差异并不大;(2)虽然知识流步骤大致上存在先后顺序,即先有知识生产(创造和获取),再有存储和共享,最后才有利用与销售。但实际上许多步骤同时发生(异步并发),几个步骤间也会重复循环^[10]。因此,知识流各步骤间实际上不存在固定的线性顺序与源头。文中将知识流定义为组织内部与组织之间的知识的获取、存储、转移与共享、应用与创造,

从而促进知识流动的速率与效率的过程,并按此顺序构建组织知识流模型。

2 组织知识流模型

组织知识生命周期是从知识被组织模糊地察觉、学习,到在组织内甚至组织间传播、应用,直至其生命终止之间的时间间隔。该周期包括四个阶段:

(1)初生期:知识获得阶段。知识获取有两种渠道:一是组织员工通过学习从组织外部获得人类已有知识;二是组织自己发现知识,即员工通过试验、观察、总结、分析、思考等方法,自己发现新知识。

(2)成长期:知识记忆整合阶段。组织通过对已获得知识的编码、存储、传播、共享、整合、提取等过程,使其由新知识达到可以使用、便于使用的成熟状态。此阶段的主要知识流包括内化、外化与群化。

(3)成熟期:知识使用阶段。组织人员将知识运用于工作中,知识的价值得以物化到为顾客提供的产品与服务中而使企业获得超值利润。

(4)衰退期:知识消失阶段。当组织内知识创造的价值低于持有知识的成本时,组织通常会选择让此知识自然遗忘或主动遗忘。本阶段的主要知识流包括泄露流、遗忘流与溢出流^[10]。

据此,可绘制出基于知识生命周期的组织知识流模型(如图 1)。

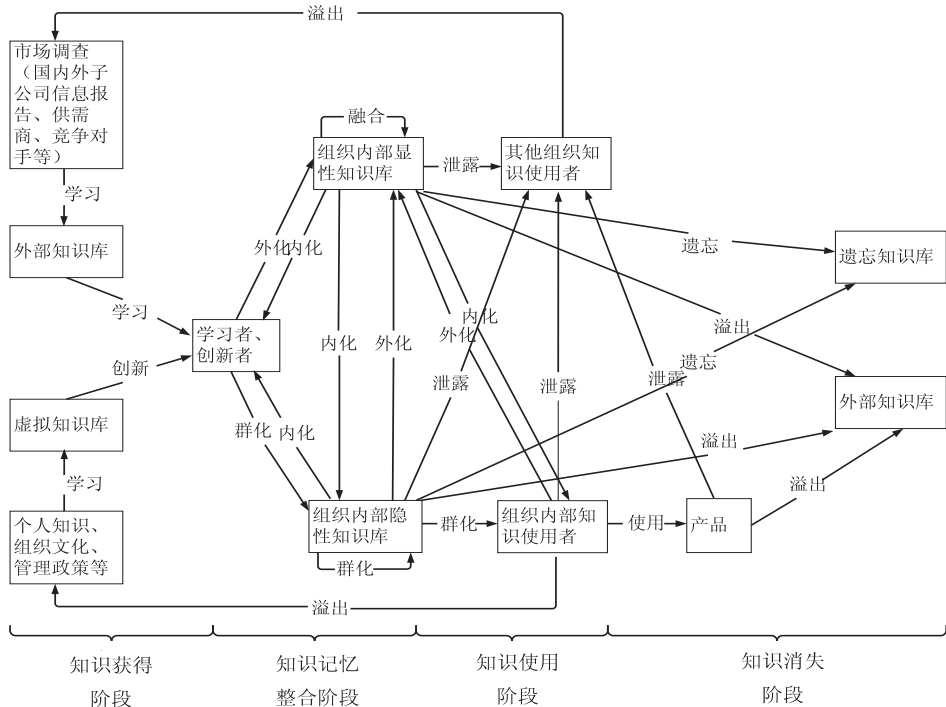


图 1 组织知识流四阶段模型

(1)知识获得阶段:知识主要来源于市场调查、待招聘员工、已有的个人知识与组织文化及管理政策等三种途径,其中通过市场调查获得的是能明确表达与

编码的显性知识,而通过待招聘员工、已有的个人知识与组织文化及管理政策途径获取的是难以言述的隐性知识。通过学习整合市场调查结果这一显性知识形成外部知识库,学习者与新员工会将此知识库中的知识简单内化,形成对组织外部的机遇与挑战、组织内部的优势与劣势的感性认识;通过招聘新员工而带入组织中的新知识(以隐性知识为主)也可供学习者学习;通过学习整合个人知识、组织文化、管理政策等隐性知识构造的虚拟知识库为创新者提供了知识创新的动力与资源。创新者首先将个人知识、组织文化、管理政策等隐性知识简单内化,形成对组织内部虚拟知识库的感性认识,并在实践中将此感性认识不断深化提升为更高级的理性认识,最终将组织内部知识与创新者的个人知识融会贯通,创造出新知识。在知识获得阶段,创新者、学习者与新员工作为知识节点,其涉及的具体实施者并非一成不变:学习者与新员工经过学习整合新知识可能转化为创新者;反之,创新者在获取知识的过程中也扮演着学习者的角色。

(2)知识记忆整合阶段:创新者在知识获得阶段创造的新知识既可先通过编码、传播等过程外化给组织内部的学习者与新员工,再由其整合、外化给组织内部显性知识库或群化给组织内部隐性知识库,又可由创新者直接外化给组织内部显性知识库或群化给组织内部隐性知识库。总之,通过对上一阶段已获得知识的编码、存储、传播、共享、整合与提取,新知识已被转化为可以使用、便于使用的成熟的知识。

(3)知识使用阶段:组织内部显性知识库与隐性知识库可分别将知识内化或群化给组织内部知识使用者;然而,这两个知识库与组织内部的知识使用者也可能将知识泄露给竞争对手。正常情况下,组织内部知识使用者使用知识生产产品或提供服务,使知识的价值物化为其通过为顾客提供产品与服务所获得的超值利润。此阶段是组织知识生命周期中最重要的阶段,是知识获得阶段与知识记忆整合阶段的落脚点。

(4)知识消失阶段:虽然在正常情况下,组织内部所获得与创造的知识都为自己所用,然而,组织内部显性知识库、组织内部隐性知识库、组织内部知识使用者,甚至已生产出的产品或服务都可能将知识泄露给其他组织知识使用者,从而使竞争对手物化知识的价值、生产产品或提供服务、获得超值利润。对此,组织可针对显性知识销毁相关文件、针对隐性知识与员工签订永久保密协议,以防止知识泄露。

此外,组织内部知识可能因意外而自然、主动或被动遗忘至遗忘知识库。自然遗忘知识无论对组织自身还是竞争对手都无利用价值,因此可任由员工逐渐淡忘,甚至离职员工带走此类知识;然而主动遗忘的知识

虽对组织自身无价值,却对竞争对手有价值,因此可将主动遗忘的显性知识相关文件予以销毁,并与员工签订永久保密协议,无论在职者、离职者都不得泄露此类知识;被动遗忘的知识是通过诸如文件意外损坏等途径因组织管理不善而非正常遗忘的知识,此类知识无论对组织自身还是竞争对手都具有价值,因此可通过备份被动遗忘知识降低意外发生的可能性,或通过重新学习等方式找回丢失的组织记忆。

最后,组织内部的知识还可能溢出至外部知识库。然而,此类知识大部分处于衰退期,不会危害组织的核心竞争力;部分处于成熟期甚至成长期的知识也可能因种种原因溢出至组织外部,但此类知识大多是零散的非核心知识,并不会对组织本身产生太大影响,也不会对竞争对手产生直接帮助。

应注意,文中对各库所包含知识的显性与隐性的划分并非绝对的,只是对其包含的大多数知识的性质的认定。比如,通过市场调查得到的库所中的知识被认定为显性知识,然而除了市场调查报告等可编码的知识外,调查人员也会获得一部分对市场状况认识的难以言传的隐性知识,但此处还是抓住重点,将此库所性质定义为显性知识。

3 基于着色 Petri 网的组织知识流模型构建

3.1 着色 Petri 网基本理论

Petri 网作为一种用语言描述流程的数学方法,自 1962 年被德国科学家 C. A. Petri 建立以来,在各种流程的描述中得到广泛应用。着色 Petri 网是在 Petri 网的基础上进行功能性扩展而形成的高级 Petri 网,它由 5 种基本元素构成:

(1)库所(P , Place 或 Position),用圆圈 \bigcirc 表示,亦称位置,用于描述可能的系统局部状态;

(2)变迁(T , Transition),用方块 \square 表示,亦称转换,用于描述、修改系统状态的事件,反映系统状态变化的条件;

(3)弧(F , Arc),用箭头 \rightarrow 表示,弧连接库所与变迁,通过方向与权重规定局部状态和事件间的关系,引述事件能够发生的局部状态;

(4)托肯(M , Token),用点 \cdot 表示,亦称标记,其动态的变化表示系统的不同状态, M_0 为网的初始状态;

(5)托肯颜色(C , Color),它将每个库所 P 都映射到一个颜色集。

Petri 网模型的动态行为由其实施规则(firing rule)规定,若一个变迁的所有输入库所非空,则称其为可实施变迁。

使用着色 Petri 网建模时定义如下:

首先,定义简单有向 Petri 网,满足下列条件的三元组 $N = (P,T;F)$ 称为一个 Petri 网:

- 1) $P \cup T \neq \emptyset$
- 2) $P \cap T = \emptyset$
- 3) $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$
- 4) $\text{dom}(F) \cup \text{cod}(F) = P \cup T$

其中, F 的定义域

$$\text{dom}(F) = \{x \in P \cup T \mid \exists y \in P \cup T: (x,y) \in F\}$$

F 的值域

$$\text{cod}(F) = \{x \in P \cup T \mid \exists y \in P \cup T: (y,x) \in F\}$$

将上述三元组扩充为一个简单的(带 k 种颜色的)着色 Petri 网五元组:

$$\Sigma = (P,T;F,W,M)$$

其中, $(P,T;F)$ 是简单有向 Petri 网基网,

$$W:F \rightarrow \{0,1,2,\dots\}^k$$

$$M:P \rightarrow \{0,1,2,\dots\}^k$$

k 维向量表示一个带 k 种颜色的 Petri 网,各库所内的 k 维向量表示库所含有各种颜色的托肯个数,每一分量表示一种颜色,分量值表示颜色的托肯个数。

变迁的输入弧与输出弧标上用 k 维向量表示的权值可表述各个变迁的发生权条件,以及变迁发生后所引起的托肯变化^[5]。

与经典 Petri 网相比,着色 Petri 网完善了其不足:不同类型的托肯避免了知识类型单一造成的模型庞大情况;着色 Petri 网允许每种颜色的托肯拥有自己的权重,可以更详尽地控制与描述知识流的流动过程。

3.2 模型构建

目前关于知识流的 Petri 网模型进行了相关的行业研究,周密等(2005)^[11]分析了知识流的 Petri 网模型,高大成等(2006)^[12]对航空企业的知识流 Petri 网模型进行研究,张喜征等(2009)^[13]基于 Petri 网对企业间知识转移过程进行建模与分析,李贺等(2010)^[14]运用 Petri 网对钢铁企业知识流模型进行研究。虽然目前相关学

者运用 Petri 网理论对知识流进行相关理论研究,但缺乏对知识流 Petri 网的实证仿真分析。文中将通过着色 Petri 网对组织知识流进行建模仿真分析,便于组织更清晰地获知知识的分布与流动状况,从而提高组织知识流管理的效率。

与着色 Petri 网的基本元素相对应,可获知相应的组织知识流基本元素:

(1)库所表示知识节点,即员工或知识库等知识的发送者与接收者;

(2)变迁表示知识流,即知识的获取、编码、存储、传播、共享、整合、提取、遗忘、泄露、溢出等能引起知识分布发生变化的条件;

(3)弧通过方向与权重规定局部知识节点与知识流的关系;

(4)托肯数表示知识的数量与种类的分布情况;

(5)托肯颜色表示不同类型的知识,如隐性知识与显性知识可分别用不同的颜色集表述。

按照上述规则,通过 CPN Tools 软件构建出基于着色 Petri 网的组织知识流模型,如图 2:

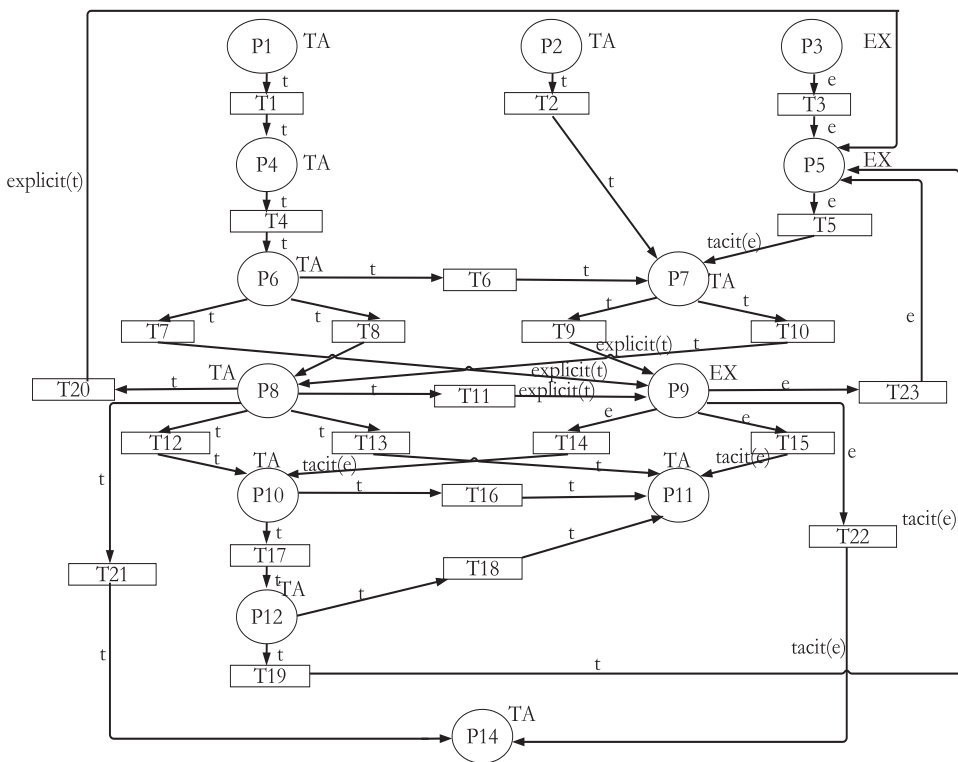


图 2 组织知识流着色 Petri 网模型

其中各库所与变迁的含义如表 1 所示。

CPN Tools 中托肯类型及相关变量定义与函数声明如下:

```
val n = 2;  
colset EX = index ex with 1...n;  
colset TA = index ta with 1...n;  
var e: EX;
```



```
var t: TA;  
fun explicit(ta(i)) = ex(i);  
fun tacit(ex(i)) = ta(i);
```

在以上声明中, n 是常数值, 此例中常数 n 绑定为数值 2; 索引颜色集 colset EX 表示显性知识颜色集, colset TA 为隐性知识颜色集; 两个变量 e 和 t 分别作用于显性知识颜色集与隐性知识颜色集; 函数 $\text{explicit}()$ 表示将隐性知识转化为显性知识, 函数 $\text{tacit}()$ 则表示将显性知识转化为隐性知识。

表 1 组织知识流 Petri 网模型中库所与变迁的含义

| 库所 | 含义 | 变迁 | 含义 |
|-----|-----------------|-----------------|-------|
| P1 | 个人知识、组织文化、管理政策等 | T1、T3 | 学习整合 |
| P2 | 待招聘员工 | T2 | 招聘新员工 |
| P3 | 市场调查 | T4 | 对知识创新 |
| P4 | 虚拟知识库 | T5 | 从外部学习 |
| P5 | 外部知识库 | T6、T7、T9、T11 | 知识外化 |
| P6 | 创新者 | T8、T10、T12 | 知识群化 |
| P7 | 学习者/新员工 | T13、T15、T16、T18 | 知识泄露 |
| P8 | 组织内部隐性知识库 | T14 | 知识内化 |
| P9 | 组织内部显性知识库 | T17 | 使用知识 |
| P10 | 组织内部知识使用者 | T19、T20、T23、T24 | 知识溢出 |
| P11 | 其他组织知识使用者 | T21、T22 | 知识遗忘 |
| P12 | 产品 | | |
| P13 | 遗忘知识库 | | |

4 组织知识流 Petri 网模型仿真结果分析

通过 CPN Tools 软件对所建组织知识流模型进行仿真, 并对其输出的状态空间报告进行分析, 文中重点检验统计数字分析表、有界性分析表与活性分析表, 以验证所建知识流模型的正确性。

(1) 统计数字分析。

见表 2, 基于 CPN Tools 的组织知识流模型状态空间 (State Space) 包含 639 个知识节点与 3618 个连接弧, 而强连通图 (Scc Graph) 包含 42 个节点与 933 个连接弧, 两项统计结果在数值上的显著差异为正常差别。

表 2 统计数字分析表

| Nodes | Arcs | Secs | Status | |
|-------------|------|------|--------|------|
| State Space | 639 | 3618 | 1 | Full |
| Scc Graph | 42 | 933 | 0 | |

(2) 有界性分析。

表 3 分别描述了各节点所包含托肯数量区间、库所拥有的最多托肯数及最少托肯数。由输出结果可见: 该模型中各库所都有界, 这与人类只能在有限的时间、空间内获得有限的知识的现实相符。第二部分与第三部分显示了每个库所中所包含的具体的托肯数量与种类。以库所“组织内部显性知识库”(P9) 为例, 在任意可达标识中, 库所 P9 中最多拥有 3 个托肯, 即 2

表 3 有界性分析表

| Best Integer Bounds | | |
|-----------------------------|-------|------------------|
| | Upper | Lower |
| cpn_tools_KFM`P10`1 | 3 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P1`1 | 1 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P11`1 | 3 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P12`1 | 3 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P14`1 | 3 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P2`1 | 1 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P3`1 | 1 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P4`1 | 1 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P5`1 | 3 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P6`1 | 1 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P7`1 | 3 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P8`1 | 3 | 0 |
| cpn_tools_KFM`P9`1 | 3 | 0 |
| Best Upper Multi-set Bounds | | |
| cpn_tools_KFM`P10 | 1 | 2`ta(1)++1`ta(2) |
| cpn_tools_KFM`P1 | 1 | 1`ta(1) |
| cpn_tools_KFM`P11 | 1 | 2`ta(1)++1`ta(2) |
| cpn_tools_KFM`P12 | 1 | 2`ta(1)++1`ta(2) |
| cpn_tools_KFM`P14 | 1 | 2`ta(1)++1`ta(2) |
| cpn_tools_KFM`P2 | 1 | 1`ta(2) |
| cpn_tools_KFM`P3 | 1 | 1`ex(1) |
| cpn_tools_KFM`P4 | 1 | 1`ta(1) |
| cpn_tools_KFM`P5 | 1 | 2`ex(1)++1`ex(2) |
| cpn_tools_KFM`P6 | 1 | 1`ta(1) |
| cpn_tools_KFM`P7 | 1 | 2`ta(1)++1`ta(2) |
| cpn_tools_KFM`P8 | 1 | 2`ta(1)++1`ta(2) |
| cpn_tools_KFM`P9 | 1 | 2`ex(1)++1`ex(2) |
| Best Lower Multi-set Bounds | | |
| cpn_tools_KFM`P10 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P1 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P11 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P12 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P14 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P2 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P3 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P4 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P5 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P6 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P7 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P8 | 1 | empty |
| cpn_tools_KFM`P9 | 1 | empty |

个 ex(1)类型的托肯与 1 个 ex(2)类型的托肯,此时从模型所示三种途径获得的知识全部被组织内部内化吸收或储存,且尚未通过某种形式泄漏给竞争对手;库所 P9 中最少不含任何托肯,此时可能组织刚开始组建内部显性知识库,各类显性知识尚未被传递至此处;也可能组织内部显性知识库内的知识已被完全泄露给竞争对手。对其他库所中所含的托肯数量与类型的解释可依此类推。

(3)活性分析。

由表 4 输出结果可知,该模型存在一个死标识,并不存在死变迁。唯一的死标识同时也是家标识,家标识是其他任何可达标识都可到达的标识,而死标识代表其不包含被使能的合法元素^[8],节点[563]既是家标识也是死标识,这表示以正确的结果终止知识流总是有可能的。死变迁是不存在可达标识来触发的变迁,因此,不存在死变迁确保了每一个变迁至少被触发一次,即所有的活动都已被执行。因此,从统计数字、有界性、活性三方面分析,所建组织知识流模型都是合理的。

表 4 活性分析表

| | |
|---------------------------|-------|
| Dead Markings | [563] |
| Dead Transition Instances | None |
| Live Transition Instances | All |

5 结束语

文中从知识流与着色 Petri 网基本概念出发,采用着色 Petri 网以不同颜色的托肯表示不同类型的知识,构建了基于组织知识生命周期的知识流模型,运用 CPN Tools 软件对模型进行仿真分析,重点对 Petri 网中各节点的有界性和活性进行分析,研究得出模型中各库所都有界,同时存在一个死标识,并不存在死变迁,从而便于组织更清晰地获知不同类型知识的分布

与流动状况,为提高组织知识流管理效率提供了理论基础。

参考文献:

[1] Nonaka I, Takeuchi H. The Knowledge-creating Company [J]. Harvard Business Review,1991,69(6):96-104.

[2] Polanyi M. Personal Knowledge:Towards a Post-critical Philosophy[M]. Chicago:University of Chicago Press,1959.

[3] 王兆祥,蔡晨. 基于知识生命周期的企业知识流模型[J]. 中国管理科学,2007(2):126-133.

[4] 胡晓静,胡敏,刘士喜. Petri 网标记语言[J]. 计算机技术与发展,2011,21(12):66-69.

[5] 吴哲辉. Petri 网导论[M]. 北京:机械工业出版社,2006.

[6] Wiig K M. Knowledge Management Foundations:Thinking About Thinking:How People and Organizations Create, Represent, and Use Knowledge[M]. Arlington:Schema Press,1993.

[7] Marquardt M J. Building the Learning Organization:Mastering the 5 Elements for Corporate Learning[M]. [s. l.]: Davies-Black Publishing,2002.

[8] Hai Zhuge. The Knowledge Grid[M]. [s. l.]: World Scientific Pub Co Inc,2004.

[9] Kim S. A Process-Based Approach to Knowledge-Flow Analysis:A Case Study of a Manufacturing Firm[J]. Knowledge and Process Management,2003,10(4):260-276.

[10] Beckman T J. Knowledge management handbook [M]. [s. l.]:CRC Press,1999.

[11] 周密,韩立岩. 知识流的 Petri 网模型[J]. 计算机工程与设计,2005,26(8):2149-2152.

[12] 高大成,韩立岩. 航空企业的知识流 Petri 网模型[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2006,8(6):61-64.

[13] 张喜征,谢琼. 基于 Petri 网的企业间知识转移过程建模与分析[J]. 科技进步与对策,2009,26(23):147-150.

[14] 李贺,王道平. 基于 Petri 网的钢铁企业知识流模型研究[J]. 科学管理研究,2010,28(4):85-93.

(上接第 118 页)

[4] 刘栋,陈颖,沈沉,等. 电力应急预案数字化方法研究[J]. 电力系统自动化,2009,33(21):48-52.

[5] Huang Weidong, Yang Jidong, Zhao Jia, et al. Study on construction of emergency plan ontology model[J]. Information Technology Journal,2012(11):414-419.

[6] 王文俊,孟凡阔,王月龙,等. 基于本体的应急预案研究[J]. 计算机工程,2006,32(19):170-172.

[7] 王文俊,刘昕鹏,许卓群,等. 应急事件 Ontology 语义模型及其应用[J]. 计算机工程,2005,31(10):10-12.

[8] 董存祥,王文俊,杨鹏. 应急预案体系本体模型(EPSOnto)及应用[J]. 计算机工程与应用,2011(10):235-238.

[9] 韩芳,党德鹏,刘吉夫,等. 基于 Open XML 的应急预案

数字化方法[J]. 计算机工程与设计,2012,6(6):2246-2250.

[10] de Maio C, Fenza G, Gaeta M, et al. al. A knowledge-based framework for emergency DSS [J]. Knowledge-based Systems,2011,24(8):1372-1379.

[11] Dong Cunxiang, Wang Wenjun, Yang Peng. DL-based the knowledge description of emergency plan systems and its application [C]//3rd International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering. Piscataway:IEEE Computer Society,2009:364-368.

[12] 王建光,段富. 一种 UML 模型到 XML 模型的转换方法[J]. 计算机技术与发展,2007,17(7):123-126.

基于着色Petri网的组织知识流建模研究

作者：[朱卫未](#)，[黄阳](#)，[于娱](#)，[杜鸿飞](#)

作者单位：[朱卫未, 黄阳, 杜鸿飞\(南京邮电大学, 江苏 南京 210046\)](#)，[于娱\(河海大学, 江苏 南京 211100\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(4)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201304048.aspx