

## 知识表示应用模型研究

朱晓红<sup>1</sup>, 胡勇<sup>2</sup>, 曾龙<sup>3</sup>, 徐宗俊<sup>3</sup>

(1. 重庆大学计算机学院, 重庆 400044; 2. 重庆水利电力职业技术学院信息工程系, 重庆 402160; 3. 重庆大学机械学院, 重庆 400044)

**摘要:**作为当今社会的关键性资源,知识管理成为研究和应用人员普遍关注的问题。为了研究知识表示的数学理论基础,定义了一种知识表示模型,以库所、变迁和弧等组成的有色多元组集合表示知识库系统,单个知识对象由元组表示,运用替代变迁对知识进行层次化和结构化的系统表示,以城市给水管网设备系统为例说明该模型的应用。

**关键词:**知识管理; 知识表示; 应用模型

**中图分类号:** TP311.131 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7329(2005)02-0121-03

## Study on Application Model of Knowledge Expression

ZHU Xiao-hong<sup>1</sup>, HU Yong<sup>2</sup>, ZENG Long<sup>3</sup>, XU Zong-jun<sup>3</sup>

(1. College of Computer Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China; 2. Chongqing College of Water Resources and Electric Engineering, Chongqing 402160, P. R. China; 3. College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

**Abstract:** As a key resource, the knowledge management is becoming a research field interested by many researchers. In order to study the mathematics theory base of knowledge expression, in this paper, a knowledge expression model is given. In this model the knowledge system is expressed by multi-tuple, the single knowledge object is expressed by the tuple, a structural expression of knowledge is given using token as example and the application of the model in city water supply pipe network is presented in this paper.

**Keywords:** knowledge management; knowledge expression; application model

随着信息技术和网络技术的快速发展,知识已经成为当今社会的关键性资源,知识管理也成为研究和应用人员普遍关注的问题。知识作为能够转化为有效行动的信息,已经成为关键性的资源和经济发展的新动力,知识可以用来解决实际问题或者产生新的知识,知识管理则是改进组织的基础知识结构的一个构架和工具集,其目的在于使正确的知识以正确的形式,在正确的时间传递给正确的人,以此提高整个组织的应变和创新能力。知识在信息的基础上增加了两个特点:具有可用性,人们可以利用知识来实现某个目标;具有产生新知识的能力,人们可以用已有知识来产生新的知识。

目前,国内学术界和企业界对知识工程、知识管理进行了广泛的理论研究和应用探索,对知识管理系统中的知识获取、知识表示、知识演绎、知识操纵、知识建模、知识控制等几个方面以及知识流程控制管理模式作了方法和技术上的研究,并运用了相关的数学工具对知识获取、知识表示、知识处理进行了理论探索。为了研究知识表示的数学理论基础,我们定义了一种知识表示模型,以城市给水管网设备系统为例说明该模型的应用。

\* 收稿日期:2004-11-20

作者简介:朱晓红(1970-),女,重庆人,讲师,博士生,主要从事智能建筑设备控制、知识应用研究。

## 1 城市给水管网设备系统知识组成

城市给水管网是一个纵横交错的巨大网络,具有十分复杂的空间和非空间属性,由于种种原因,给水管网漏水率超过20%,为了从根本上解决管网漏水问题,建立给水管网巡检监控体系,需要收集供水管网设备各类基础信息,对知识进行表示和处理。下面,将各类城市给水管网设备原始信息进行归纳,形成一个原始资料系统。

1) 供水设备、设施,包括:管段、阀门、消防栓、分支节点、水表、堵头封板、排气阀、排水阀、加压泵站、测压点、测流井、重点用户等。

2) 管网图纸,包括:供水管网设计图、供水区域地形图、管网竣工资料图等。图纸信息涉及内容广泛,包括各种矢量信息和属性信息。

3) 用水业务,如:用户属性数据(包括用户编号、名称、所在地、水表口径),用户水量数据(包括水表读数、用水量、用水类别),用户接水点位置数据(包括接水管段、接水点离管段两端距离等)。

上述知识所涉及的数据分为图形数据和属性数据两类,数据量大,知识背景不同,为此,运用面向对象的设计方法,将知识组织成层次结构进行表达。下面将构造一个知识表示模型,使得我们能够对不同背景知识进行统一的描述。

## 2 知识表示的形式化定义

**定义1** 一个知识库系统是一个多元组  $CPN = (\Sigma, P_i, T_i, A_i, N_i, C_i, G_i, H_i, F_i)$ , 其中:  $\Sigma$  是一个颜色集的有限非空集合;  $P_i = P_i^{So} \cup P_i^{Si} \cup P_i^* = \{P_s | s = 1, 2, \dots, m\}$  是一组库所集;  $T_i = \{t_k | k = 1, 2, \dots, n\}$  是一组变迁集;  $P_i^{Si} = \{P^{Si} | (\neg \exists t_k \in T_i \rightarrow (t_k, P^{Si}) \in H_i)\}$  是一组输入库所集;  $P_i^{So} = \{P | (\neg \exists t_k \in T_i \rightarrow (P^{So}, t_k) \in F_i)\}$  是一组输出库所集;  $P^* = \{P^* | (\exists t_k, t_j \in T_i \rightarrow (t_k, \in H_i) \wedge (P^*, t_j) \in F_i)\}$  是一组内部库所集;  $A_i$  是弧的有限集合;  $N_i$  为节点函数;  $C_i$  是颜色函数;  $G_i$  是识别函数;  $P_i, T_i, A_i$  表示库所、变迁和弧的三个集合,皆为有限,且两两不相交,库所集可细分为输入库所集、输出库所集和内部库所集;节点函数把每条弧映射到一个二元组,即(变迁,库所)或(库所,变迁);颜色函数把每个库所  $P_k$  映射到一个颜色集  $C(P_k)$ ,也就是说  $P$  中的每个标识(token)都属于颜色类型  $C(P)$ ;识别函数  $G_i$  把每个变迁  $t_i$  都映射到一个布尔表达式,且包含于颜色集集合  $\Sigma$  中;  $H_i, F_i$  是有序偶集合,其中  $H_i$  是  $CPN_i$  中(变迁,库所)的有序集,  $F_i$  是  $CPN_i$  中(库所,变迁)的有序集。

**例:**在上述的给水管网管理信息系统中,整个信息系统可以用多元组表示,  $P_i$  是系统中对象(控制对象、实体对象、数据对象)的集合,包括各类设备、设施信息,供水管网设计图、供水区域地形图、管网竣工资料图等各类图纸信息;这些信息进一步细化为输入、输出、中间信息,分别属于输出、输入、内部库所集;  $T_i$  是系统中事件的集合,包括地形图录入、设计图录入、供水事故呼叫、用户水费管理、管网设备管理、生成事故抢修方案、历史档案管理,从类型看又分为普通变迁和替代变迁,替代变迁是系统知识表示层次化和结构化的基础,下面将详细介绍;  $\Sigma$  为颜色集的集合,等价于系统中各类信息的特征属性定义域的集合。

**定义2** 单个对象实例可由多元组表示:  $(S, F, A, \lambda, \alpha, \beta, SV, FV)$ , 其中:  $S$  是一个状态集;  $F$  是一个特征集;  $A$  是属性集;  $\lambda: S \rightarrow 2^F$  是一个从状态到特征集的映射;  $\alpha$  是一个在  $2^{F \cup A} \times S$  上的关系集;  $\beta$  是一个在  $S$  上的关系集;  $SV$  是状态变量集;  $FV$  是特征变量集。

**例:**信息管理系统中,用水业务数据对象可表示如下:

$$(S_1, F_1, A_1, \lambda_1, \alpha, \beta, SV, FV)$$

其中:  $S_1 = \{\text{用户属性数据, 用户水量数据, 用户接水点位置数据, 用户水费数据, 用户维修记录, 用户所在区域管网布置图数据}\}$

$F_1 = \{\text{用户编号, 名称, 所在地, 水表口径, 水表读数, 用水量, 用水类别, 水费单价, 故障原因, 报障时间, 维修结果, 小区域管网施工图}\}$

$A1 = \{100012, \text{张山}, \text{沙坪坝}, \dots\}$

$\lambda_1$  是下面的映射:

$\lambda_1(\text{用户属性数据}) = \{\text{用户编号}, \text{名称}, \text{所在地}, \text{水表口径}\}$

$\lambda_1(\text{用户水量数据}) = \{\text{水表读表读数}, \text{用水量}, \text{用水类别}\}$

$\lambda_1(\text{用户接水点位置数据}) = \{\text{接水管段}, \text{接水点离管段两端距离}\}$

$\alpha$  是一个关系集,包括如下的元组:

(用户编号,100012,用户属性)、(所在地,沙坪坝,用户属性)...

**定义 3** 知识系统中可以分离的单元(CPN 块)和替代变迁  $st$  可互相替换。其中,替代变迁  $st$  的输入、输出库所被 CPN 块的输入库所和输出库所替代,并将替代变迁  $st$  从新的 CPN 块中移走;而 CPN 块的输入、输出库所由替代变迁  $st$  的输入、输出库所替代,并将 CPN 块从知识表示系统中移走。

替代变迁是知识表示系统层次化和结构化的基础,在知识表示中引入替代变迁,替换掉那些可以分离的知识单元,同时在  $st$  变迁和  $st$  变迁代表的知识单元 CPN 块之间建立赋值关系,这种方法是一种同时具有模块化和层次化思想的知识表示方法。

模块化是指对可分离的知识单元单独建模表示,然后将其挂到系统上,每个知识表示子系统都是一个单独的模块;层次化是指每一层次知识的某些部分可以被继续细分为更详细的知识,直到原子知识。

**例:**给水管网设备系统包括如下 5 个子系统:管网图形管理、供水业务管理、管网设备管理、事故处理、数据历史档案管理 etc 子系统。系统知识被 5 个子系统采用,为此用定义 3 中所提出的方法,运用替代变迁将知识进行层次化和模块化组织,以便为子系统采用。将系统知识进行组织,形成如下几个控制对象(替代变迁):管网设备、管网设施、客户、供水设备、设计图纸。下面以设计图纸为例,分析替代变迁如何实现知识分层表达和结构化的。

图 1 所示地理背景是图形信息 CPN 块中的替代变迁,地理背景的输出库所可作为图形信息图块的输入。如:管网规划图就是由道路街道、主干道路、管线布置等数据信息组合而表达的,管网设计图由居民点建筑物、道路街道、主干道路、管线布置组合表达的。

**参考文献:**

[1] 胡运发. 数据与知识工程导论[D]. 清华大学出版社,2003.  
 [2] William. 面向对象数据仓库设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2000.  
 [3] 朱晓红. 城市给水管网管理信息系统的设计[J]. 重庆建筑大学学报,2004,26(2):126-128.  
 [4] 张攀. 基于神经网络与专家系统的智能评估系统[J]. 重庆建筑大学学报,2004,26(1):129-132.

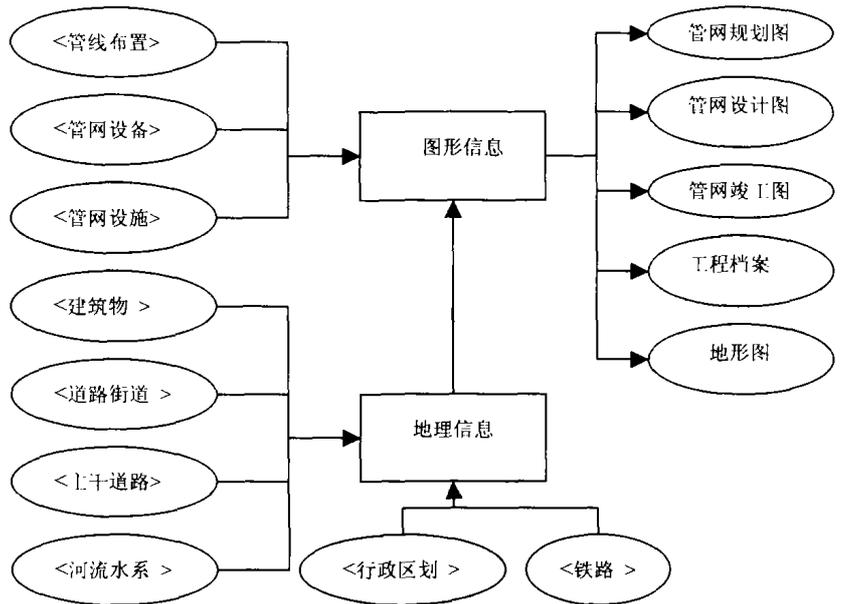


图 1 替代变迁示意图