

FKMS 不精确知识库推理维护系统的设计与实现*

陈宏盛 杨 莉 薛啸宇

(国防科技大学电子技术系 长沙 410073)

摘 要 简述在 SUN 工作站上用 PROLOG 语言所实现的 FKMS 不精确知识库推理维护系统的理论基础和有关的实现技术, 并对 FKMS 系统给出评价。

关键词 知识库, 不确定性, 非单调推理

分类号 TP392

The Design and Implementation of FKMS Approximate Knowledge Inference and Maintenance System

Cheng Hongsheng Yang Li Xue Xiaoyu

(Department of Electronic Technology, NUDT, Changsha, 410073)

Abstract The paper gives a brief account of theoretical basis of the system of inference and maintenance, and the technology for implementation, of FKMS approximate knowledge base we implemented in PROLOG at the SUN work station. This paper also evaluates FKMS system.

Key words knowledge base, uncertainty, nonmonotonic inference

几乎所有的知识处理系统都有一个庞大的知识库, 如何使这些知识库具有自动推理和自动维护能力, 已成为知识库能否有效的工作, 能否达到实用水平的关键问题。

FKMS 系统依据基于缺省理论的非单调推理技术, 在信息不完全的情况下, 作出与当前知识库中的知识相一致的假设, 并使该假设成为系统当前的信念。当系统出现不一致或矛盾时, 则采用相关性回溯对整个知识库的信念加以检查和修订, 以便使整个系统恢复一致性, 通过系统维护使得新的知识库可信和有效。

1 FKMS 不精确知识库推理、维护系统的模型

由一阶逻辑知, 推理的结论是无前提的, 因为知识蕴含于公理之中。公理集扩大, 只

* 1995年11月22日修订

会增加新的知识，而不会使知识无效。但这种原则在常识推理、控制问题等方面经常变得无效。因为这些问题的知识集常常是非单调变化的，此时就需要采用不精确(或称不确定)推理技术。

由此，可假想一个模型：其中的一个信念(知识)的真值只作为参照。重要的是看此信念是否有足够的证据(前提)，其前提是否可以接收。无论推理者的目的如何，如寻找答案或制定行为规则，都要通过构造前提来实现。因而可认为：

(1)若知识 pat 在当前知识库中至少有一个有效的证实，则认为 pat 在当前的信念集中，其状态为 in；

(2)若知识 pat 在当前知识库中找不到一个有效的证实，则表示 pat 不在当前信念集中，其状态为 out。

这里的证实，可以是已知的事实，也可以是假设。为了解决信念非单调变化的问题，赋予证实和假设以新的含义。

证实(Justification)：一个证实由两个集合(证真集和证伪集)构成，当且仅当其中前一个集合中的元素均在当前信念集中，且其状态为 in；且后一个集合中元素的状态均为 out。称此证实有效。

假设(Assumption)：状态为 in，且其有效证实的后一集合非空，即这种信念依赖于不在当前信念集中的信念。这种信念可分为两种情形：与当前信念集相符或相背。无论哪种情况都必须“否定”，因为它不在当前信念集中。只有这种条件成立，假设才能成立。

由上可知，假设是证实库的一部分。即使它不成立，仍保留假设。原因是：当某个使假设不成立的条件一旦被推翻时，假设就可成立，从而可以置其状态为 in；而不成立时，不删除它，而是置其状态为 out。

1)FKMS 中信念的表征

基于上面的思想，模型中描述信念的量有状态和证实，那么在整个系统中还要用哪些量来描述信念呢？

为了便于查找证实库中的依赖关系，可为信念建立如下数据结构。

(1)statement：表示结点的内容，可以是命题、规则和事实，用来构造推理和解。

(2)status：表示结点 n 的状态表征，可为 in、out、armed，表示结点是否在当前信念集中。当未知时，为 armed。

(3)effect：当前结点受影响的情况：on, off，表明在知识库变化过程中结点 n 是否受影响。

(4)supporting-nodes：支持结点的集合。在 in 结点的有效证实集中出现的结点集合，或 out 结点的证伪结点集。当此结点的结点状态改变时，结点 n 将受到影响。

(5)justification：结点 n 的证实集合。若有有效证实，则有效证实是其中的一个元素。

(6)consequences：推论集是这样一些结点的集合，其中每个结点的证实中均有当前结点 n 的出现，结点 n 的状态影响这些结点的状态。

(7)believed-consequences：确信结论集。它是推论集的一个子集，使其状态为 in。

在知识库中，若结论的影响标志均为 off 时，则知识库处于静态，静态的知识库称为

单纯的 FKMS。当知识库中某些知识结点的影响标志为 on 时，知识库处于复杂的 FKMS。下面主要讨论复杂的 FKMS 知识库推理维护技术。

2) 知识库维护技术

知识是知识库的主体。知识的维护是整个知识库有效的保证。知识库中的知识的维护有以下几方面的含义：(1) 循环论证的解决；(2) 矛盾论证的解决。

循环论证就是一个结点的成立依赖于(直接或间接)它本身，从而构成循环证实链。如：

结点	证实表
i	((j1(j), ()))
j	((j1(k), ()), (j1(i), ()))
k	((j1(p), (q)))

当结点 k 的状态为 in 时，j、i 的状态为 in。由于(j1(i), ())有效，则 j 状态为 in。由于(j1(j), ())有效，使 i 的状态也为 in。因而 i 的成立依赖于 j，j 的成立依赖于 i，从而在 j 和 i 之间构成一个循环证实链。同样，以下构成一个矛盾论证：

结点	证实表
i	((j1(k), ()), (j1(j), ()))
k	((j1(), (i)))

当 j 状态为 in 时，k 为 out。改变知识库使 j 状态变为 out，由于 k 为 out，所得 i 为 out，从而推出 k 为 in。于是 i 为 in, k 为 out, i 为 out…。如此遇到矛盾时，将陷入无穷循环之中。下面给出知识库维护的过程。

当用户增加知识到知识库中，包括增加结点，增加证实，删除结点，删除证实。当前的信息集都要作相应的变化，以适应当前知识库的要求。由于增加和取消所引起的过程类似，只讨论增加知识证实的情形。

当结点 n 增加一证实 J 时，若 J 无效，或虽然 J 有效，而 n 的状态已为 in，则系统是单纯的 FKMS。这时只简单地加入 J 到结点 n 的证实链中去。

若 J 有效，且结点 n 是一个新结点或 n 状态为 out 或 armed，则结点 n 和它的 repercussions(子孙)的状态必须重新定值。把这些元素的影响标志置为 on，使系统处于复杂 FKMS 状态；再分析受影响的每一个元素，审查它的证实链，找到它的支持证实；然后置状态为 in，否则置状态为 out，并恢复影响位为 off。如此操作，直到使知识库恢复静态，处于单纯 FKMS 状态。

在 FKMS 中，审查证实链找到成立的证实，并检查其有效性，即检查循环证实和矛盾证实。若有，则破除循环，并删除矛盾成立的条件。在 FKMS 中，破除循环和删除矛盾成立的条件，都要重新引起整个知识库的自动维护。

在知识库的维护中，一般的增加和删除操作都可能导出新的观点和事实。这就需要知识库要有自动推理的能力。

3) 正向链推理

在知识库自动推理维护过程中，当知识加入知识库时，知识库的内涵扩大，可能会

有新的知识导出,从而影响知识库的知识集。这里所述知识的导出关系就是现在讨论的问题,而正向链是解决这种知识导出关系的有力工具。

首先,在知识库中查找所有肯定为真的事实,然后检查这些事实能否激发(证明)知识库中的一条规则。若能,则把这条规则所能证明的事实存入知识库中,以备用来证明更多的规则。这一过程直至再也不能在知识库中推出新的事实为止。需要说明的是在正向链推理中需要进行冗余性检查和删除。

现在把知识库和推理机制进行综合分析。

(1)事实优化:对于知识库中的事实,如有两个事实可以相互证明,则我们删除其中内涵较小的一个。

(2)导出事实优化:对于导出式来说,如果它的前提没变,则结论不变。因此,可以不进行本次推理。

(3)事实和规则的优化:导出的事实加入知识库,而规则予以保留。只在如下情况下例外。当导出事实为极限时,删除规则,因为规则已没有存在的必要。

2 FKMS 的性能评价

由于采用了知识分离的思想,使得 FKMS 不精确知识库推理、维护系统在运行时的时空效率上有很大的优势。下面给出一些分析结果。

设知识库 KB 中有 n 个结点,平均结点耗费空间为 t ,结点平均依赖为 dep 。

结论 1:静态空间耗费为:

$$n(t+3 \cdot dep \cdot 2)=n(t+6 \cdot dep)$$

结论 2:动态库空间耗费为:

$$nt+4 \cdot n \cdot dep \cdot \log_{dep} n$$

由上可见,动态库内存空间为线性级的。

从上述两个结论可以看出,FKMS 对时空的依赖性较低。面对一个软件或智能系统来说,往往是时空等效的。即空间上的节省,意味着时间上的增长。FKMS 的空间效率并不是牺牲时间得来的,而是改进数据结构的效果。由于结构利用直接“定址”,从而直接进行操作,省缺了传值时的“匹配定位”以及“合一变值”等操作。而这些操作是比较费时的。

参考文献

- 1 General approach to nonmonotonic logic witold lukaszawite. Institute of Information, University of Warsaw, Warszawa, Poland,
- 2 Pavis M. The mathematics of non-monotonic reasoning. Artificial Intelligence, 1980, 13:13~80
- 3 Cohen P R. Heuristic reasoning about uncertaining. an artificial intelligence approach, Pitman, London, 1984:143~161
- 4 杨莉. 用 Prolog 实现的知识库推理维护的一种方法. 见: 逻辑程序设计论文集, 1990

(责任编辑 潘 生)