

# 面向对象知识表示在起重机专家系统中的应用

于萍, 吴业福

(武汉理工大学 计算机科学与技术学院, 湖北 武汉 430063)

**摘要:**知识表示是专家系统的关键组成部分。在对知识表示的方法进行探究的基础上,根据起重机操作专家系统的特点,采用面向对象与产生式表示方法相结合的混合表示方法对其专家知识进行表示,并在C++程序语言环境下实现起重机操作知识的表示,同时给出起重机操作的知识表示实例,用此法开发的专家系统具有代码短、易维护、易修改和易扩充的优点。阐述了起重机操作专家系统如何用面向对象方法封装规则、建立知识库、实现知识推理和具体的应用要点。

**关键词:**知识表示;专家系统;面向对象;产生式规则;知识库

**中图分类号:**TP182

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2008)11-0204-03

## Research and Application of Object-Oriented Knowledge Representation in Crane Expert System

YU Ping, WU Ye-fu

(School of Computer Science and Technology, Wuhan University  
of Technology, Wuhan 430063, China)

**Abstract:** Knowledge representation is one of the key part in expert system. With the in-depth research to the method of knowledge representation and the crane expert system's characteristic, uses a mix expression method with the object-oriented and produce expression method for expressing expert knowledge, then realizes the knowledge representation of crane designing under the language environment of C++, and gives the knowledge representation examples of crane operating. Based on this method, the system software codes is short, the system maintenance, modification and expansion are easy. Discusses the realization of some aspects to the crane operation expert system, for example, how to use object-oriented to pack rules, the building of knowledge base, the realization of knowledge inference and the specific application.

**Key words:** knowledge representation; expert system; object-orientation; produce-rule; knowledge base

### 0 引言

专家系统是人工智能的一个最为重要的应用领域,经过几十年的发展已广泛应用于军事、医学、化学工程各个领域,在专业系统的开发过程中,知识获取、知识表示和知识运用是3个核心部分,而知识表示是专家系统设计中的一个重要的环节。所谓知识表示,实际上就是对知识的一种描述,即用一些约定的符号把知识编码成一组计算机可以接受的数据结构,同一知识可以有多种不同的表示形式,而不同表示形式所产生的效果又可能不一样,合理、合适的知识表示可以使问题求解变得容易、高效<sup>[1]</sup>;反之,则会导致问题求解的烦琐和低效,因此,知识表示的适当与否直接关

系到一个专家系统的成败。文中以桥(门)式起重机专家系统的知识表示为例说明了如何在此系统中使用面向对象的方法实现知识表示。

### 1 几种常用的知识表示方法

常用的知识表示方法有以下几种方法:

(1) 一阶谓词逻辑表示方法。

谓词逻辑是一种表达能力很强的形式语言,同时,它又有许多成熟的推理方法。因此,谓词逻辑及其推理方法就成为知识表示和机器推理的基本方法之一,另外,谓词逻辑推理中的替换合一技术也是符号推理中模式匹配的基本技术。但其存在一定的局限性:推理过程冗长;对现实世界的知识不能明确地加以区分,其中隐藏着许多非确定性。

(2) 产生式规则。

产生式用作专家系统的结构语言,它是用得最多

收稿日期:2008-03-01

基金项目:武汉市科技攻关计划项目(200711021381)

作者简介:于萍(1981-),女,安徽淮北人,硕士研究生,研究方向为人工智能;吴业福,博士,副教授,研究方向为计算机支撑技术。

而且通俗易懂的知识表示方法,其优点在于:与人的思维过程相似;以唯一的结构表示知识能够让别人容易理解;单个规则能够自由方便添加、删除或修改<sup>[2]</sup>。但也有不足:效率较低;不能表示结构性知识。

(3) 语义网络。

语义网络是 Quillian 于 1968 年提出的一种知识表示形式,作为人的记忆过程模型。后来又朝着多种不同的方向拓广,其主要优点是:提供了表示对象与概念间关系的极其自然的框架;能合适表示分类层次知识。其缺点在于:缺乏连接的命名标准,没有公认的形式表示体系;对于一个产生否定结果的查询,可能要搜索很多甚至所有的连接。

(4) 框架表示。

以框架理论为基础发展起来的一种适应性强、概括性高、结构化良好、推理方式灵活、又能把陈述性知识与过程性知识相结合的知识表示方法,但也有短处:对知识的管理即知识之间的一致性和完整性存在问题;推理方法不固定、泛用性高,因而加重了用户方面的负担。

(5) 面向对象表示法。

面向对象的知识表示方法将多种单一的知识表示方法比如规则、框架等按照面向对象程序设计原则组成一种混合知识表达形式,其采用类来进行数据抽象,并把作用在该抽象数据上的操作封装在类中,即以对象为中心,将对象的属性、动态行为和特征、相关领域知识和数据处理方法等有关知识“封装”在表达对象的结构中。

面向对象的知识库系统不同于传统的基于知识的专家系统结构,推理机不再作为一个单独的模块出现,而是作为方法定义在知识库中,问题的求解由控制器根据定义在知识库中的过程性知识来控制,如图 1 所示。

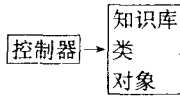


图 1 面向对象的知识库系统

根据上述对几种常用的知识表示方法的了解,面向对象技术中的封装性、继承性及重载性<sup>[3]</sup>,使其适合于起重机专家系统的设计,并将其表示方法与传统的产生式规则有机结合起来,这是当前知识表示的最有效的方式。

2 起重机设计知识库的建立

2.1 起重机专家系统简介

起重机专家系统是基于训练与考核的专家系统,

根据起重机实际操作考核内容,规划虚拟培训内容,给出评价的参考,整理成规则的形式;训练与考核中操作动作的视景回放设计与实现;并设计专家系统数据库,包含用户管理信息库、训练规则库、培训和考核记录等;还包括专家系统的人机交互界面设计,包含用户登入、打印成绩报表等。针对于上述的介绍,对于该系统的训练过程和考核过程,不仅仅取决于专家的经验,还应取决于专家对起重机对象的结构特征、功能特征、行为的认识,而面向对象的知识表示中对象用来描述客观事物的一个实体,它由一组属性和一组行为构成。所以用面向对象的知识表示方法是一种最理想的表示形式,又由于起重机设计领域知识的种类较多,而单一的知识表示方法不能很好地描述领域知识,而且混合知识表示增强了知识表示能力,提高了知识表示效率,所以最终是以面向对象与产生式相结合的知识表达方法。

利用这种混合表示方法建立知识库,只需对对象或类的文本描述进行信息提取,产生式规则表示形式又易于理解,在整个推理过程中,缩小了搜索空间,提高了推理效率。

2.2 产生式规则的起重机操作知识表示

先建立桥(门)式起重机知识表示结构图,如图 2 所示。

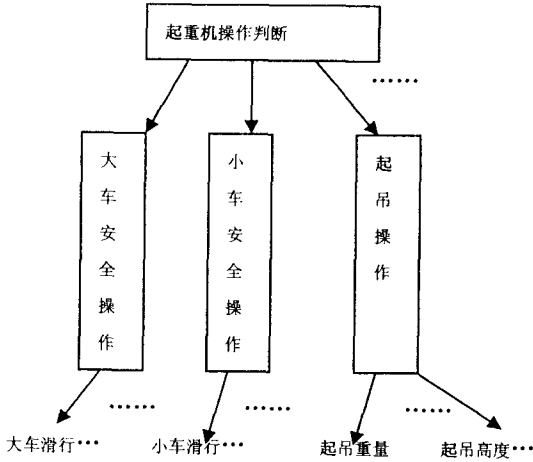


图 2 起重机知识表示结构图

产生式规则基本形式为:IF <条件> THEN <行为>,因此规则表示如下:

Rule1:if 起吊重量超过额定吊量 then 起吊负荷,禁止起吊

Rule2: if 大车制动器断电 or 大车滑行距离>V/15(m)or 大车滑行距离<V<sup>2</sup>/500(m)then 大车制动距离不符合标准,应调整大车制动器

Rule3:if 吊钩最高点距定滑轮最低点≥0.5m then 卷扬电动机断电并停机。

∴  
∴

### 2.3 利用面向对象方法封装起重机操作知识规则

建立面向对象类来封装产生式规则,下面建类名 rules 来说明如何实现封装性<sup>[2]</sup>。

```

Class rules
{
    Private
    char RulesNo[10]; //规则号
    char RulesName[100]; //规则名
    char premise[500]; //前提条件
    char conclusion[500]; //结论
    float credit; //可信度
    char Explain[500]; //规则的解释
    public
    rules (char RulesNo[10], char RulesName[100], char premise
[500],
        char conclusion[500],char credit ); //构造函数,规则实例化
    ~rules;
    void selectrules(char premise[500]); //声明一个函数,用来
规则的调用
}

```

在类 rules 中包含公有和私有属性以及定义的方法,规则的可信度属性取值范围在 0~1 间,用来表示知识的不确定性。上述的类含有两个方法,还有一个析构函数,可以用来完成规则的调用、规则实例化并存储到数据库中。例如:在 Rule2 中前提有三个,其用连接符“OR”来连接,在用面向对象表示时必须进行拆分,将其拆分成 3 条单前提规则,对应于类 rules 中定义,可以表示成下列规则:

(dacherule1, 大车安全操作规则, 大车制动器断电, 大车制动距离不符合标准, 应调整大车制动器)

(dacherule2, 大车安全操作规则, 大车滑行距离 > V/15(m), 大车制动距离不符合标准, 应调整大车制动器)

(dacherule3, 大车安全操作规则, 大车滑行距离 < V<sup>2</sup>/500(m), 大车制动距离不符合标准, 应调整大车制动器)

把三条规则作为参数,调用类 rules 中的 rules()方法进行初始化,再调用 selectrules,匹配前提条件返回结论。

## 3 推理机的实现

### 3.1 系统的结构图

推理机是专家系统的“思维”机构,其任务是模拟领域专家的思维过程,控制并执行对问题的求解<sup>[4,5]</sup>。

面向对象的推理是针对抽象数据中事实和规则的推理机制,采用消息驱动的控制推理方法。由于本系统采用面向对象的知识表示方法与产生式相结合的方法,因此,推理机利用数据库中的事实和知识库中的知识进行推理,从而求解问题,整个系统的结构图如图 3 所示<sup>[5]</sup>。

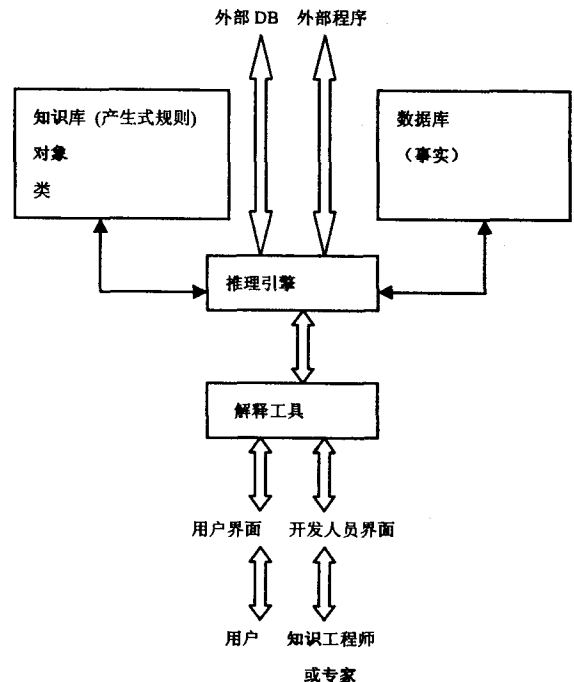


图 3 专家系统的总体结构

知识库包含解决问题用到的领域知识,当满足规则的条件部分时,便激发规则执行动作部分。数据库包含一系列事实,用来和知识库中存储规则的 IF(条件)部分相匹配。推理引擎执行推理,由专家系统找到解决方法,其连接知识库中的规则、调用类和数据库中的事实。用户使用解释工具询问专家系统它是如何得到某个结论的,以及为何需要这些事实,所有的专家系统都必须能够解释其推理,并证明其建议、分析或结论的正确性。用户界面是用户为寻找问题的解决方法和专家系统间沟通的途径,这种沟通应该尽可能地有意义并且足够友好。外部接口使专家系统可以使用外部的数据文件和使用传统的编程语言,如 C、C++ 等程序。开发界面通常包括知识库编辑器、调试工具和输入\输出工具。

### 3.2 推理机的实现

面向对象的专家系统,其推理方式采用实例或类之间的消息机制,可看作一种函数调用。其用 C++ 来具体实现:

```

Class busRules
{ private

```

(下转第 210 页)

情形 1: 没有发生数据包丢失的情况时, 系统 NBFI(2.3) 的状态响应如图 3 所示。

情形 2: 仅发生数据包丢失的情况时, 系统 NBFI(2.3) 的状态响应如图 4 所示。

情形 3: 令  $\tau = 1$ , 当同时发生数据包丢失和时延时, 系统 NBFI(2.3) 的状态响应如图 5 所示。

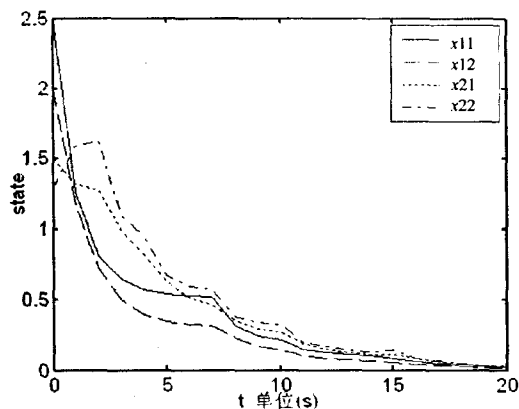


图 5 系统的状态响应曲线(单位时延)

#### 4 结束语

研究了一类基于网络反馈连接的系统(NBFI), 并在此模型的基础上, 研究了有界任意丢包和网络时延问题。通过迭代的方法, 将 NBFI 系统建模成线性切换系统, 应用切换 Lyapunov 函数方法对该切换系统进行分析, 以 LMI 的形式给出了 NBFI 系统渐近稳定的充分条件。最后的仿真结果验证了结论的正确性。对

于这种新的模型, 仅考虑了数据丢包和网络时延的情况, 对多包传输等情况, 并没考虑。将在今后, 对这一新模型进行深入的研究。

#### 参考文献:

- [1] Zhang W, Branicky M S, Phillips S M. Stability of Networked Control Systems[J]. IEEE Control System Magazine, 2001, 21(1):84-99.
- [2] Walsh G C, Ye H, Bushnell L. Stability Analysis of Networked Control Systems[J]. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2002, 10(3):436-446.
- [3] Hassibi A, Boyd S P, How J P. Control of Asynchronous Dynamical Systems with Rate Constraints on Events[C]//Proceedings of the 38th IEEE Conference on Decision and Control. Phoenix: [s. n.], 1999:1345-1351.
- [4] Walsh G C, Beldiman O, Bushnell L. Asymptotic behavior of networked control systems[C]//Proceedings of the International Conference on Control Applications. Hawaii, Denver: [s. n.], 1999:1448-1453.
- [5] Yu M, Wang L, Chu T G, et al. Stabilization of networked control systems with data packet dropout and network delays via switching system approach[C]//Proceedings of the 43rd IEEE Conference on Decision and Control. Bahamas, NV: [s. n.], 2004:3539-3544.
- [6] Xiong J L, Lam J. Stabilization of linear systems over networks with bounded packet loss[J]. Automatica, 2007, 43(1):80-87.

(上接第 206 页)

```

:
public
rules (char RulesNo[10], char RulesName[100], char premise
[500],
char conclusion[500], char credit);
void rules:: selectrules(char premise)
{if (premise == "大车制动器断电" && premise == "大车
滑行距离 > V/15" && premise == "大车滑行距离 < V^2/500")
{rulesNo = "规则号";
conclusion = "结论";
credit = "可信度";
}
}
}

```

#### 4 结束语

采用面向对象技术来封装产生式规则的混合表示方法, 实现了构成起重机专家系统中重要的一个组成

部分——知识库的建立。通过在此系统的实际应用, 这种混合表示方法促使知识更方便管理、检索和重用, 也提高了专家系统的另一个组成部分——推理机的有效性, 因此, 这种方法对专家系统开发具有很重要的参考价值。

#### 参考文献:

- [1] Slagle J R, Gardiner D A. Knowledge Specification of an Expert System[J]. IEEE Expert, 1990, 5(4):29-38.
- [2] Lo K L, Nashid I. Expert systems and their application to power systems. I. Components and methods of knowledge representation[J]. Power Engineering, 1993, 7(1):41-45.
- [3] 程慧霞, 李龙澍, 倪志伟, 等. 用 C++ 建造专家系统[M]. 北京: 电子工业出版社, 1996.
- [4] Shirai Y, Tsuji J. Artificial Intelligence: Concepts, Technologies and Applications[M]. New York: John Wiley, 1982.
- [5] Negnevitsky M. 人工智能: 智能系统指南[M]. 第 2 版. 顾力翔, 沈晋惠, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2007.4.