

智能 CAD 集成系统中知识工程的应用研究*

□ 谢鹏寿 □ 康永平 □ 朱爱红

摘要: 研究了将规则、框架和过程有机结合的混合知识表示方法、层次化知识库模型、多级知识获取策略以及面向对象的推理机制,阐述了 Microsoft SQL Server 2000 中 Meta Data Services 组件的优越性,并以圆柱齿轮传动设计为例,给出了其知识框架和知识表示的一般形式,旨在为智能 CAD 集成系统开发中知识库的创建提供有效的方法和工具。

关键词: 智能 CAD 知识库 知识表示 知识获取 推理机制

中图分类号: TH12, TP182

文献标识码: A

文章编号: 1000-4998(2005)01-0025-03

当前工业企业正面临着市场全球化、制造国际化和品种需求多样化的新挑战,各企业间围绕着时间、质量和成本的竞争越来越激烈。由此出现了一系列先进制造技术、系统和新的生产管理方法,如并行工程、及时生产、精良生产、敏捷制造和虚拟现实技术等,所有这些先进制造技术和系统都与 CAD 系统的发展和运用密切相关。智能 CAD 系统就是在这种环境下产生的,它把工程数据库及其管理系统、知识库及其专家系统、拟人化用户接口管理系统集成于一体^[1]。

专家系统是人工智能的一个分支,它大量利用专业知识以解决只有专家才能解决的问题。知识是图 1 所示层次结构中的一部分,专家系统中的知识可以是专门知识或是从书籍、杂志和有学问的人中获得的知识,也可以通过专家系统从噪声中提取数据,把数据转化为信息,把信息转化为知识^[2],常见的 CAD 专家系统如图 2 所示,其中,知识库和推理机是专家系统的核心。

知识库是存放以一定形式表示的专家知识、经验的集合。为有效地利用知识,应把存放在计算机外存储设备上的知识体系化、结构化,以便专家系统使用时能高效存取、检索和更新。因此,知识库的组织 and 结构形式对于专家系统效率至关重要。创建机械设计领域知识库便成为智能 CAD 集成系统研究与开发的主要工

作之一,而建立知识库的关键是如何表示知识。

1 混合知识表示方法和层次化知识库模型

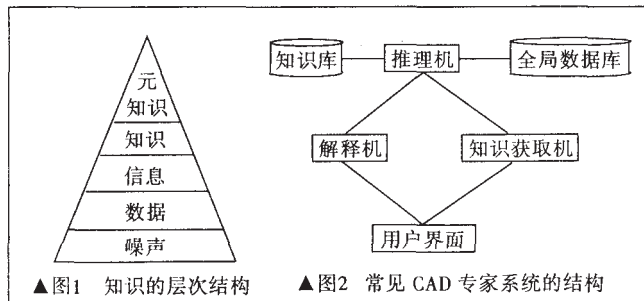
关于知识表示,科学家们已提出了诸如:谓词逻辑、产生式系统、关系表示、框架、脚本等多种方式^[3],然而机械设计领域应用到的知识类型多、结构复杂,有产品设计知识,有评价决策知识,除了领域知识和专家经验外,还包括各种工程图库、手册、图表、公式、基础数据库、方法库等,如果不同的知识采用不同的表示方法,就要求有其各自对应的推理机,因而增加了推理的复杂程度,同时对知识获取和知识库结构提出了更高的要求。

而知识获取的主要任务是如何将所需要的知识自动地或半自动地输入到计算机中去。可分为 4 个阶段:①识别领域知识的基本结构与特点,寻找适当的知识表示方法,这是知识获取过程中最困难的第一步;②确定适当的知识存储结构;③抽取领域知识转化成计算机可识别的代码;④调试精练知识库。也就是说,知识获取策略是由知识的表示模式和知识库的存储结构决定的。为此需要解决:①如何使知识工程化,建立知识库;②如何保证知识库内知识的完整性和一致性。

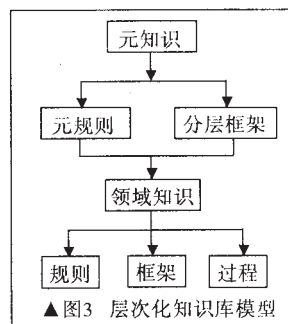
可见,采用单一的知识表示方法是难以满足要求的。为了扬长避短,智能 CAD 集成系统采用元知识(Metaknowledge)控制、分层框架引导的层次化知识库模型^[4](图 3 所示),将规则、框架和过程这 3 种表示方法有机地结合起来,即采用混合知识表示方法。

2 知识库开发工具

Microsoft SQL Server



* 甘肃省自然科学基金资助项目(编号 ZS031-A25-015-G)



▲图3 层次化知识库模型

2000 Meta Data Services 具有以下几个优越性^[5]：

①元数据浏览器是可用于浏览知识库、数据库内容的新工具,此工具被引入 Microsoft SQL Server 2000 Meta Data Services,可以在选择 Meta Data Services 时运行元数据浏览器,Meta Data Services 适用于所有安装的 SQL Server 副本。

②以本机模式使用可扩展标记语言(XML)编码,可以用最接近自己的信息模型的格式导入、导出和发布知识库元数据。

③XML 编码将替代作为此软件旧版本一部分的 XML 互换格式(XIF)。

④知识库引擎3.0版向后兼容2.0版的功能和接口,使用3.0版时对数据库不会有任何更改,此时只能使用2.0版的功能。通过在打开知识库、数据库时传递 REPOS_CONN_UPGRADE 标志,可以将数据库从2.0版升级到3.0版格式。升级知识库、数据库的另一种方法是在知识库、数据库注册过程中通过元数据浏览器进行升级,升级后就可以使用3.0版的所有新特性,同时,无法再使用2.0版的引擎去打开升级的数据库。

⑤在3.0版中引入了视图生成、性能提示、二进制大对象(BLOB)和大文本字段的属性扩展、集合筛选、与 MS DTC 集成、版本传播等新增知识库引擎功能,这些功能将提高根据驻留在知识库、数据库中的信息模型进行编程的能力。

⑥在3.0版引擎中引入了脚本支持、接口含义、成员委派、共享模型信息、对象命名语义、参数支持、枚举定义、类型信息别名化、版本标记、虚拟成员等新增知识库引擎功能,这些功能能够更好地创建信息模型,以利用此版本知识库引擎中的新特性。

因此,服务器端知识库采用 Microsoft SQL Server

2000创建,增强了系统对知识库的管理功能,同时,便于将系统与 Internet/Intranet 集成起来^[6]。

3 圆柱齿轮传动设计实例

齿轮传动是机械传动中最主要的一类传动,它具有传动效率高、结构紧凑、工作可靠、寿命长、传动比稳定、传递功率大和圆周速度高等特点,但是齿轮传动的制造及安装精度要求高。因此,齿轮传动的设计和优化就显得尤为重要。下面以圆柱齿轮传动设计为例,说明机械设计领域知识表示的基本方法。

在齿轮设计中主要确定如下内容^[7]：

①齿轮的基本参数,包括模数、压力角、螺旋角、齿数、变位系数等；

②啮合质量指标,包括齿宽、最小侧隙、重合度、滑动比、压强比；

③噪声控制,包括控制滑动比的噪声指标,控制摩擦力的噪声指标以及模数和压力角；

④齿轮强度的计算方法,主要包括从齿轮损坏的3种形式即齿轮折断、齿面点蚀和齿面胶合出发,进行齿面接触强度计算、轮齿弯曲强度计算和齿面胶合强度计算；

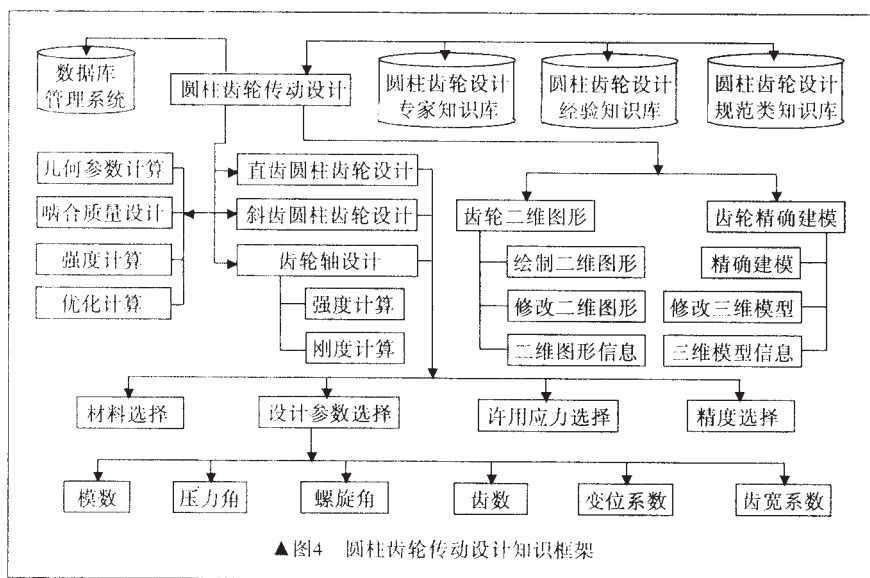
⑤优化计算方法,主要采用增广拉格朗日乘法作为优化算法,以模数、齿数、压力角、齿宽、螺旋角、变位系数、中心距、重合度为设计变量,在接受基本参数、啮合质量约束和强度为约束条件的前提下,以中心距最小和齿轮啮合不发生根切为目标函数,建立数学模型进行齿轮的优化。

此外还包括附件的设计方法,如轴的设计与校核等。圆柱齿轮传动设计知识框架如图4所示。

对机械设计中用到的领域知识和专家经验,譬如

传动形式、齿轮材料、部分设计参数、许用应力、精度等级、失效形式的选择等,用规则可以较好地表示;对数据图表、零件的特征信息和几何尺寸,譬如设计手册提供的使用系数、齿间载荷分配系数、接触强度计算用的齿向载荷分布系数、齿形系数、模数、压力角、螺旋角、齿数、变位系数、中心距等,可以采用框架来表示;函数关系式求解,譬如接触强度、弯曲强度、几何尺寸、重合度等相关计算公式,可用过程来表示。按面向对象的编程原则,用规则表示对象的动态特征,用框架的槽表示对象的属性,用过程表示知识的处理^[8]。

将圆柱齿轮传动设计中所涉及



▲图4 圆柱齿轮传动设计知识框架

的上述知识采用混合知识表示方法,以规则为主体,辅以框架和过程,框架之间通过规则来连接,同样,过程之间也通过规则来连接。其一般表示形式描述如下:

```
Class Rule {Rule_Name; if A then B;
A:: = <Frame_Slot>|<Procedure_Result>|<Rule_onclusion>|
<Value_User>;
B:: = <Frame_Slot>|<Procedure_Result>|<Rule_Conclusion>;
Frame_Slot:: = Class Frame (Frame_Name (<Slot1> (<Side1>
(<Value1>, <Value2>, ... ) <Side2> (<Value1>, <Value2>, ... ) ... )
<Slot2> (<Side1> (<Value1>, <Value2>, ... ) <Side2> (<Value1>,
<Value2>, ... ) ... ) ...);
Procedure_Result:: = Class Procedure { Procedure_Name; Parameter_List; Return_Value; }
Rule_Conclusion:: = Class Rule {Rule_Name; Precondition clause;
Conclusion clause ;Rule interpret; Inferential arithmetic; }
Rule interpret;
Inferential arithmetic;
}
```

其中,Value_User为用户输入的值。

根据系统开发中机械设计问题的描述和求解特点,采用面向对象的推理机制^[9],它使每一个知识实体(规则对象)自带一个相对独立的推理算法,可以完成自身的推理,即规则对象包括知识的存储和知识的使用,从而把推理机制同规则对象封装在一起。推理是在知识库与数据库传递消息的过程中实现的,事实空间记录当前状态,每个规则对象从事实空间得到有关事实的消息,根据规则匹配原则进行复合不精确推理,并将推理的结果再发送给事实空间。如所有前提条件都被证实,则结论为真,否则系统不知道结论是否为真。

4 结束语

要实现机械设计领域的知识表示和知识获取,必须认真研究领域知识的基本结构和设计人员在设计过程中的思维特点,建立符合机械设计过程特点的知识

表示模型,从而确定合理的知识库结构和知识获取策略,建立符合设计要求的推理机制,选用优秀的知识库开发工具,最终设计出令人满意的机械设计领域知识库,集成于CAD系统之中,提高系统的智能水平。智能CAD集成系统采用混合知识表示方法(规则、框架和过程有机结合)层次化知识库模型、多级知识获取策略和面向对象的推理机制,以适应设计中不同类型知识的描述,从而简化推理机制,提高推理效率。以对象为单位将知识和控制封装起来,增加了知识的表达能力和知识库的易维护性。

参考文献

- 1 宗志坚. CAD/CAM技术[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- 2 Joseph Giarratano, Gary Riley 编,刘星成,汤庸译. 专家系统原理与编程[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- 3 危辉,潘云鹤. 从知识表示到表示:人工智能认识论上的进步[J]. 计算机研究与发展,2000,37(7):819~925.
- 4 钟佩思,高国安. 智能CAD系统中的知识表示与知识获取策略[J]. 中国机械工程,1999,10(3):301~304.
- 5 冈德罗依,张伟. SQL Server开发指南——OLAP(联机分析处理)[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- 6 谢鹏寿,余冬梅,朱昌盛. CAD智能化工程数据库系统的开发研究[J]. 机械制造,2003,41(9):14~16.
- 7 濮良贵,纪名刚. 机械设计(第六版)[M]. 北京:高等教育出版社,1996.
- 8 袁泽虎. 面向对象的机械设计专家系统工具的研究[J]. 武汉水利电力大学学报,1999,32(2):91~93.
- 9 袁泽虎. 机械设计专家系统开发工具MDEST[J]. 水利电力机械,1995,96(3):34~37.

(编辑 禾 禾)

作者单位:兰州理工大学

邮政编码:730050

收稿日期:2004年6月

上海冲剪机床厂研制的 数控新品通过鉴定

上海冲剪机床厂研制的ME50/2550机械电子伺服数控折弯机和Q11K—4×2540型机械数控剪板机两种新产品日前通过鉴定。

ME50/2550机械电子伺服数控折弯机一改以往传统板料折弯机的结构,以伺服电机驱动取代液压驱动,填补了国内在这一领域的空白。Q11K—4×2540型机械数控剪板机,具有生产效率高、剪切板料剪口平整、剪切板料直线度高的特点,是理想的薄金属板料剪切设备。(朱明旗)

上海电站集团构建 一体化信息平台

上海电气电站集团信息“高速公路”广域网建设和集团办公管理系统OA系统建设项目日前启动,这是在保证上海电站设备制造现有IT系统正常运行和协调好这些企业现阶段IT工作的基础上实施的。这些企业的相关IT主管担任这两个项目的负责人,共同参与电站集团的信息化项目建设,项目组的成员也由下属企业的相关IT技术人员组成。从项目的需求出发,项目组成员共同完成项目基本需求、实施计划、供应商的选择等工作。(朱明旗)