

# 基于本体的工艺知识管理系统框架研究

郭春芬, 钟佩思, 魏军英

(山东科技大学 机械电子工程学院, 山东 青岛 266510)

**摘要:** 将本体引入工艺知识管理, 提出了一种基于本体的工艺知识管理系统框架。针对机械制造领域工艺知识的特点, 建立了工艺知识分类层次结构; 结合本体建模在知识重用和共享方面的优势, 给出了一种工艺知识本体构建模型, 并以切削加工知识为例, 描述了工艺知识本体建模过程。基于本体的信息模型在知识的表达上更清晰、完整, 为更好地进行工艺知识管理奠定了基础。

**关键词:** 本体; 系统框架; 建模; 工艺知识

中图分类号: TP182

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2011)02-0090-04

## Research on Management System Framework of Technological Knowledge Based on Ontology

GUO Chunfen, ZHONG Peisi, WEI Junying

(College of Mechanical & Electronic Engineering, Shandong University of Science and Technology,  
Qingdao, Shandong 266510, China)

**Abstract:** The idea of ontology was introduced into technological knowledge management and a management system framework of technological knowledge was proposed in the paper. According to the characteristics of technological knowledge in the machinery manufacture field, the classification hierarchy structure of the technological knowledge was established. Combined with the advantage of ontology in knowledge reuse and sharing, the ontology modeling of technological knowledge was presented. Taking the machining knowledge as an example, the ontology modeling process of technological knowledge was described. The information model based on ontology is clearer and more integral in the knowledge expression, establishing a better information foundation for technological knowledge management.

**Key words:** ontology; system framework; modeling; technological knowledge

知识管理是一个知识生产及利用的过程, 是将组织可获得的各种信息转化为知识, 并将知识与人联系起来的过程, 是对企业知识的识别、获取挖掘、使用、存储和共享<sup>[1]</sup>。目前, 知识管理在信息业、金融业、医疗和咨询业得到广泛发展, 但在制造业还处于起步阶段。文献[2]针对制造企业工艺知识载体形式多样和知识间关系复杂的特点, 设计了工艺知识管理框架, 重点讨论了制造工艺领域中本体的构建方法和本体与数据库映射的方法。文献[3]设计了产品设计知识管理技术框架, 对产品设计知识的表示和设计过程的建模技术进行了研究。文献[4]利用 OWL(web ontology language)丰富的语义表达能力, 结合本体建模在知识重用和共享方面的优势, 对制造资源进行了本体建模和分析。

随着信息技术和新工艺、新技术的不断涌现, 工艺知识快速增长并不断更新。针对工艺知识的特点, 在相关研究的基础上, 提出一种基于本体的工艺知识管理框架, 利用本体技术实现工艺知识的知识检索、知识挖掘、知识评价更新和共享的功能, 为企业工艺知识管理系统的技术实践奠定良好的基础。

收稿日期: 2010-01-07

基金项目: 山东省科技攻关计划项目(2010GGX10408)。

作者简介: 郭春芬(1971—), 女, 河北邢台人, 博士研究生, 主要从事机械设计及理论、CAD/CAM 等技术的研究。

E-mail: guochunfen@163.com.

钟佩思(1966—), 男, 山东莱阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事机械设计及理论、先进制造技术、知识管理等方面的研究。

# 1 基于本体的工艺知识管理逻辑架构

知识管理系统是企业提升核心竞争力的一个重要平台。它能把企业内不同形式、不同种类的知识转化成统一、可存储的形式,在合适的时间把合适的知识传递给最需要的人。根据企业的现状和工艺知识的特点,结合文献[5]给出的知识管理的层次结构,提出一种基于本体的工艺知识管理系统逻辑框架,如图 1 所示,分为用户界面层、系统功能层、知识数据层、知识处理层、数据传输层和基础源数据层 6 个层次。

1) 用户界面层:用户与知识管理系统交流的通道,系统为用户提供所需的信息显示和知识推送,用户通过知识门户进行知识学习、知识维护、知识创新和用户管理。

2) 系统功能层:用以实现系统的知识检索、知识决策及维护功能,并对系统用户身份和权限进行管理。

3) 工艺知识数据层:该层是框架的核心,是基于领域本体构建的综合知识库,包括事实性工艺知识库、选择性工艺知识库、决策性工艺知识库、本体库等。领域本体是在工艺知识体系的基础上构建的概念分类体系,是整个工艺知识管理系统的概念基础,每一个知识领域都是一个庞大的体系,领域本体的建立是一项复杂而重要的工作。

4) 知识处理层:分为两个阶段,首先利用知识挖掘工具进行工艺知识挖掘,从各种知识载体中捕获有价值的知识和信息;然后通过采用基于本体的工艺知识表示方法,对挖掘的知识进行优化评价和合理性、有效性的验证,并将各种知识利用本体语言进行统一规范。

5) 数据传输层:提供系统构建的基础设施支持。

6) 基础源数据层:提供与企业相关的源数据,可以是包含原始数据的数据库、文档库,也可能是网络 Web 数据资源或者企业拥有的其他系统数据资源等。

工艺知识管理系统中,基于本体的知识表示为知识的共享和重用提供了保障,本体概念清晰的层次化关系较好地保证了工艺知识的存储,利用工艺知识地图和基于语义的工艺知识信息检索技术<sup>[6]</sup>能够为用户提供准确、高效的检索和知识推送途径。

# 2 基于本体的工艺知识建模

基于本体的工艺知识建模技术是实现工艺知识系统管理的关键,本体语义明确、结构清晰地描述了工艺知识及工艺知识之间的关系,提供了工艺知识领域认同的形式化表达,为人与机器之间提供了理解和交流的概念基础。

## 2.1 本体概述

本体是关于领域知识的概念化、形式化的明确规范。本体的目标是捕获相关领域的知识,提供对该领域知识的共同理解,确定该领域内共同认可的词汇,从而为知识的表示,人们对领域知识的共同理解和知识的共享、重用提供了良好的平台<sup>[7]</sup>。OWL 是 W3C 组织推荐的国际通用的标准本体描述语言,具有与多种本体语言兼容的特点,其底层语法符合 XML 标准格式。基于 OWL 建立的本体有很丰富的语义表达能力并具有完善的推理机制,在工艺知识建模方面,相对其他本体描述语言能更清晰完整地表达工艺知识的概念和概念之间的联系。

## 2.2 工艺知识的特点及分类

工艺知识是在企业的设计、生产准备、制造和经营管理活动中,贯穿产品全生命周期的与工艺有关的知识<sup>[8]</sup>。工艺知识具有复杂性、隐含性、多样性、动态性等多种特征,有以数据库、文档资料、图片、视频等形式

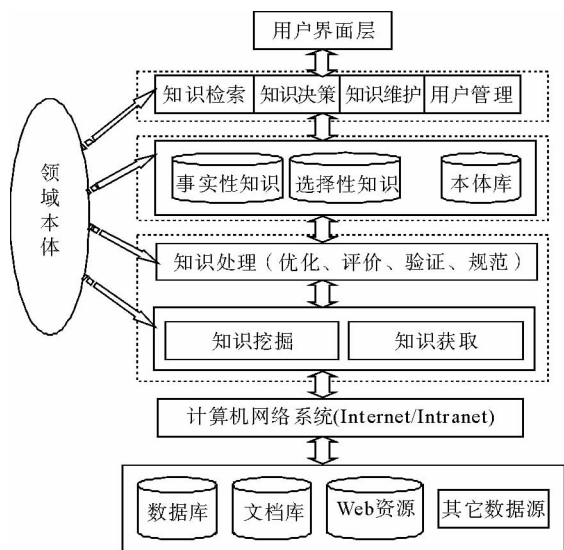


图 1 工艺知识管理的逻辑架构图

Fig. 1 The logical framework of technological knowledge management

存储的工艺知识,有物化在产品上的工艺知识,还有很多存储于工艺设计人员或专家大脑中的经验知识等。工艺知识的划分方式有多种,按照其性质和功能,可分为:①事实性知识,包括各种加工方法、加工对象和加工能力,以及设备的性能和使用情况等;②选择性知识,如零件毛坯的选择、零件材料的选择、设备的选择、刀具的选择、工艺装备的选择等;③决策性知识,如工艺方案的决策、工艺方法决策、加工顺序的决策、定位基准的决策等,如图 2 所示。

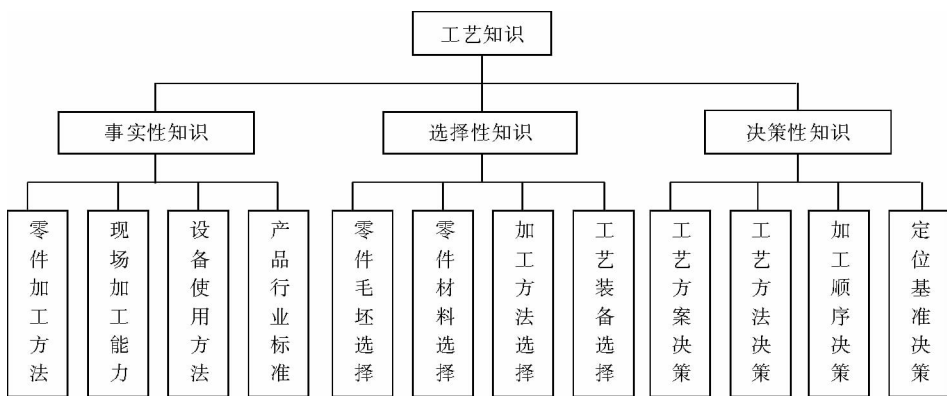


图 2 工艺知识分类层次结构图

Fig. 2 The classification hierarchy structure of technological knowledge

### 2.3 基于 OWL 的工艺知识本体构建模型

本体的构建方法很多,主要有企业建模法、骨架法、七步法、循环获取法、知识工程方法和原型进化法<sup>[9]</sup>。上述方法各有特点,也有不足。如七步法建模比较完整,但缺少评价;骨架法考虑了评价,但建模过程不太完整。根据工艺知识的特点,综合骨架法和七步法的优点,给出一种基于 OWL 的工艺知识本体构建方法,该方法的特点是:保证本体设计的有序和完整,有效地利用现有的知识本体,避免资源的浪费。其构建模型如图 3 所示。

- 1) 确定应用领域。将本体应用于机械制造工艺知识领域范围。
- 2) 选择 protégé 作为本体开发工具。protégé 具有图形化的用户界面,接口丰富,适合本体的可视化编辑。
- 3) 复用已有本体。如果可以复用已有的本体,则将该本体直接存储到新的本体库,否则,进行 4)。
- 4) 本体设计。抽取领域概念,建立概念分类层次,形成概念本体树;定义类、关系和属性及实例等,用本体建模语言对本体进行形式化描述。
- 5) 本体评价。对本体进行语法、一致性、完备性及可扩展性评价。
- 6) 建立工艺知识本体。对形式化本体进行存储,形成工艺知识本体库。

### 2.4 基于 OWL 的建模实例

根据工艺知识的分类,对机械制造领域工艺知识部分事实性知识进行建模。首先定义类(class)概念,如切削加工、机床、刀具、工件材料等,定义切削加工概念的子类(subclass)为车削、钻削、镗削、铣削。切削加工与车削、钻削之间是父类与子类的关系,车削与钻削之间为并列关系,又称兄弟关系。然后描述概念的属性(properties),包括基本属性、功能属性、对象属性、数据属性和扩展属性等。如机床的基本属性为机床名称、机床编号、出厂日期、使用年限,机床的功能属性有加工范围、加工精度、加工方式等,机床的数据属性有床身的长度、高度、长度,主轴的转速等,这些属性从不同方面描述了机床这个概念所具有的性质。通过定义机床的加工精度,还从知识的内在联系上揭示了加工工件与机床的内在联系。因此概念属性的定义不仅描述了概念本身具有的特征,并且将概念间的关系也体现出来。使用 protégé 工具采用 OWL 编写的部分领域本体如下。

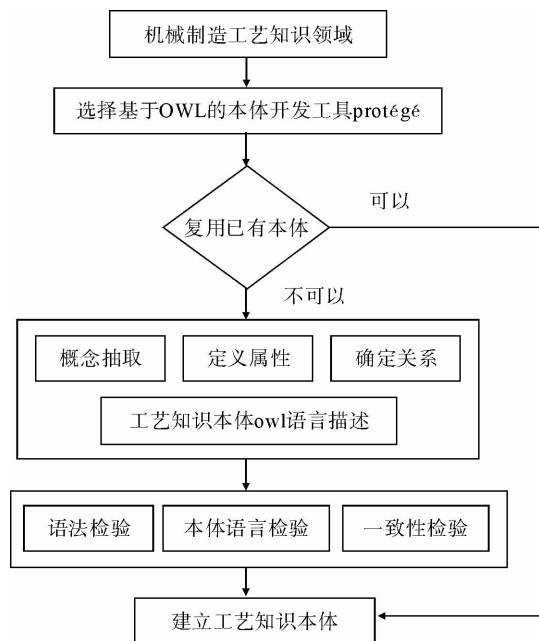


图 3 工艺知识本体构建模型图

Fig. 3 The ontology modeling of technological knowledge

```
<owl:Class rdf:ID="钻削">  
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#切削加工"/>  
</owl:Class>  
<owl:Class rdf:ID="车削">  
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#切削加工"/>  
</owl:Class>  
<owl:Class rdf:ID="镗削">  
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#切削加工"/>  
</owl:Class>
```

表示“钻削”、“车削”和“镗削”是“切削加工”的三个子类,其中 subClass 表示类公理,描述了两个概念之间的继承关系。

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="加工范围">  
  <rdfs:domain rdf:resource="#机床"/>  
</owl:ObjectProperty>  
<owl:ObjectProperty rdf:ID="加工精度">  
  <rdfs:domain rdf:resource="#机床"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

表示功能属性“加工范围”、“加工精度”的定义域是“机床”,即两个属性的主体类是“机床”。

### 3 结束语

在制造企业中最重要的是工艺知识,它是实现产品设计、保证产品质量的重要手段,是企业发展的重要保障。针对机械制造工艺知识的特点,建立了基于本体的工艺知识管理逻辑框架,并对其知识管理系统的核心技术工艺知识领域本体的建立进行了分析,为更好地进行工艺知识管理提供了良好的理论支持。

#### 参考文献:

- [1]张立娜,宋丹辉,杨之音.知识管理框架研究综述[J].农业与技术,2006,26(6):164-167.  
ZHANG Lina,SONG Danhui,YANG Zhiyin. A research summary of knowledge management framework[J]. Agriculture & Technology,2006,26(6):164-167.
- [2]高焕明,郭明哲,张瑜,等.基于本体的工艺知识管理方法研究[J].机械工程师,2009(3):63-66.  
GAO Huanming,GUO Mingzhe,ZHANG Yu,et al. Research on process knowledge management methods based on ontology [J]. Mechanical Engineer,2009(3):63-66.
- [3]张善辉.机械产品设计知识管理系统的研究[D].济南:山东大学,2008.
- [4]魏军英,钟佩思,郭春芬,等.基于OWL的制造资源本体建模[J].山东科技大学学报:自然科学版,2011,30(1):58-61.  
WEI Junying,ZHONG Peisi,GUO Chunfen,et al. OWL-based ontology modeling of manufacturing resources[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology:Natural Science,2011,30(1):58-61.
- [5]廖良才,秦伟,舒宇.基于本体的动态知识管理系统[J].计算机工程,2009,35(8):256-261.  
LIAO Liangcai,QIN Wei,SHU Yu. Ontology-based dynamic knowledge management system[J]. Computer Engineering,2009,35(8):256-261.
- [6]乔立红,董薇.基于本体的工艺设计语义检索与决策技术研究[J].航空精密制造技术,2010,46(2):45-49.  
QIAO Lihong,DONG Wei. Research on retrieval and decision technology based on ontology[J]. Aviation Precision Manufacturing Technology,2010,46(2):45-49.
- [7]冯志勇,李文杰,李晓红.本体论工程及其应用[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [8]孙丽.工艺知识管理及其若干关键技术研究[D].大连:大连交通大学,2004.
- [9]戴维民.语义网信息组织技术与方法[M].上海:学林出版社,2008.