

基于 OWL 的双语领域本体构建方法研究

刘 言, 林 民

(内蒙古师范大学 计算机与信息工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010022)

摘 要:随着在万维网上进行多语种语义查询要求的提高,多语言本体的研究逐渐成为热点,但是专业领域多语言本体的研究还相对较少。在对现有多语言本体构建方法的分析比较基础上,设计了两种基于 OWL 的、面向计算机专业领域知识的、汉英双语领域本体的构建方法,并进一步研究了基于上述两种方法的概念间相似度的计算方法,并且利用以上两种方法,以软件工程中 UML 知识为来源,建立了一个实验性双语领域本体。该方法在概念映射方面改进了原有方法无法有效地实现概念映射的缺陷,在多语种概念映射方面具有比较好的效果。

关键词:网络本体描述语言;双语领域本体;语义编码;概念相似度;构建方法

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)08-0084-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.08.020

Research on Construction Method of Bilingual Domain Ontology Based on OWL

LIU Yan, LIN Min

(Department of Computer and Information Engineering, Inner Mongolia Normal University,
Huhhot 010022, China)

Abstract: As the increasing demands of multilingual semantic query on the World Wide Web, the research on multilingual ontology has gradually become a hot spot, but the study of multilingual ontology on professional field is relatively rare. In this paper, present two construction method of Chinese-English bilingual domain ontology based on OWL and oriented knowledge of computer software engineering domain, on the basis of the analysis and comparison of existing construction method of multilingual ontology, and the calculation method of concept similarity based on the above two methods is researched further, using the above two methods, establish an experimental bilingual domain ontology based on UML knowledge in the software engineering. This method improves the fault that original methods can't implement the concept mapping effectively in the aspect of concept mapping, and it has a better effect in terms of multilingual concept mapping.

Key words: OWL; bilingual domain ontology; semantic coding; concept similarity; construction method

0 引 言

万维网已经成为人们获取知识的主要来源,但是在搜索信息的过程中,仍然存在准确率、查全率低,甚至搜不到任何结果等问题。因此,如何从海量信息中获取有用的知识成为亟待解决的问题。同时,网络上的信息所使用的语言也越来越具有多样性,对于一种检索问题,与单一语种反馈的结果相比,多样语种所反馈的结果回答的更加全面。因此,人们不再满足于在同一语种中进行检索,要求用一种语言进行检索,而在检索结果中包含多种语言的相关信息。本体作为一种能在语义层次上描述概念和概念之间关系的模型,

将信息的结构和内容相分离,提供了语义知识的明确化表示方式^[1],而多语言本体正是解决这些问题的关键所在。多语言本体是本体在不同语种中的具体表示形式,其关键特征是:不同语种本体中对应的概念内涵是一致的^[2]。目前,多民族语言,除汉语外,均缺乏或没有本体知识库建设^[3],而少数存在的一些多语言本体大多数是面向大众领域、通用的多语言本体,对于专业领域双语本体的构建方法研究则少之又少。文中选择计算机专业领域知识,研究汉英双语领域本体的构建方法,在分析现有多语言本体的构建方法特点的基础上,取长补短,设计了针对计算机专业领域知识

收稿日期:2013-10-25

修回日期:2014-01-26

网络出版时间:2014-05-21

基金项目:内蒙古自然科学基金项目(2013MS0912)

作者简介:刘 言(1988-),女,硕士,CCF 会员,研究方向为自然语言信息处理;林 民,教授,CCF 会员,通讯作者,研究方向为自然语言处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140524.2151.053.html>

更加优化的双语领域本体构建方法,并选择 UML 知识作为知识来源,建立了一个实验性的双语领域本体。该方法在概念映射方面改进了原有方法无法有效地实现概念映射的缺陷,在多种语言概念映射方面具有比较好的效果。

1 国内外相关研究

1.1 跨语言信息检索技术

本体技术是构建面向计算机的知识组织模型,使计算机能够理解并处理知识,已经用于信息检索、知识服务等多个应用研究领域。而多语言本体构建方法的研究是面向跨语言信息检索领域的,在 90 年代后期,跨语言信息检索研究才真正成为热点。国外已经涌现出不少成功的跨语言信息检索系统,但国内在这方面的研究还处于起步阶段。Mulinex 系统是 1997 年德国语言技术研究室人工智能研究中心研究开发的,是世界上第一个成功地运用跨语言的自动翻译技术,可实现英、德、法三语种之间的两两对译;Cindor 系统是 MNIS 公司的一个产品,目前所支持的语言有英、法、德、意、日和西班牙语,而对于中文的支持正处于研究之中^[4]。

1.2 多语言本体

国外对本体的研究开展的比较早,主要有 WordNet,它是迄今为止计算语义学、文本分析等相关领域研究者可获取的最为重要的资源^[5]。目前,世界上多数的跨语言本体都是在 WordNet 的基础上或采用与 WordNet 相同的架构建立的,如欧洲的欧语词网(EuroWordNet)、俄罗斯的英俄双语本体 RussianWordNet,以及中国大陆的 CCD、HowNet 和中国台湾的中英双语知识本体词网(The Academia Sinica Bilingual Ontological Wordnet)等。这些多语言本体建立的主要目的,就是为跨语言信息处理架设桥梁,如在跨语言信息检索、词义消歧、机器翻译、信息提取、概念检索等工作中的应用^[6]。国外对本体的研究异常活跃,建立了很多比较完善成熟的本体,但是在国内对于本体的研究尚处于起步阶段,只是利用国外已经比较成熟的英语本体,来转换为所用的英汉双语本体。

2 现有基于 OWL 的双语本体构建方法

2.1 方法一:基于 HowNet 的双语本体构建方法

(1)方法描述。

在文献[2]中,提出了将 HowNet 中的术语及术语之间的关系用 OWL 描述成双语本体的构建方法。该方法将 HowNet 中的概念对应于“owl:Class”;将动态角色对应为“owl:ObjectProperty”。义原作为描述概念的基本元素,也将其定义为“owl:Class”。对于具有多

个动态角色的概念,可以用 OWL 中的“owl:intersectionOf”、“owl:unionOf”和“owl:Restriction”来表示。

(2)评价。

此方法的优点在于很好地将 HowNet 中术语的描述映射成 OWL 的描述形式,并将概念之间的关系用 OWL 语言描述了出来。不足体现在主要是针对英语本体,其对应的汉语只是作为英语的一个注释,对于真正实现双语概念上的映射还存在一定的困难。

2.2 方法二:通过等价类属性建立双语领域本体构建方法

(1)方法描述。

在文献[7]中,将本体最外层的几个大类,即高层概念用英语描述,到最里层的子类时,即最小概念用英语和汉语两种语言来描述并罗列在同一父类概念下,并利用 OWL 的等价类属性将双语的同义概念关联起来,但此方法中并未提及实例的描述语种。

(2)评价。

此方法的优点在于利用 OWL 中等价类的约束来实现双语概念映射,并且是面向临床检验诊断学领域的双语本体。不足体现在只能实现最小概念级别的双语映射,对于外层的父类概念下的实例,不能实现双语映射。

2.3 方法三:通过设置对象属性建立双语领域本体的构建方法

(1)方法描述。

在文献[8]中,使用英文描述概念类,分别构建蒙文和中文的概念类层次结构。每一个概念类都用一个与之相对应语种的精确术语实例来描述其语义,以便在蒙古语和汉语术语之间实现语义关联,并规定以术语作为实例名的第一个实例为该类的语义实例。在两个语种的语义实例之间定义 semantic-of(同义)属性,通过同义属性将双语同义术语映射起来,实现双语映射。

(2)评价。

该方法的优点在于通过 OWL 中的对象属性在双语概念间建立关联。不足体现在有的概念不存在相应的术语来描述这个概念,并且该方法工作量大,比较繁琐。

3 基于 OWL 的两种优化构建方法

3.1 基于语义编码的双语领域本体构建方法

3.1.1 方法描述

该方法使用语义编码来实现具有相同语义概念之间的映射,包括同种语言里具有相同语义概念的不同表达方式之间的映射,以及不同语言之间的同语义的概念的映射。

(1) 语义编码参考标准。

编码的标准参考由哈尔滨工业大学社会计算与信息检索研究中心研发的同义词词林(以下简称词林)^[9],词林中具有相同语义不同的词都有相同的编码。

由于词林中收录的是面向通用知识的词汇,对于专业领域的词汇来说,可能产生错误的分类编码,即将具有不同语义的概念视为同义词,生成相同的语义编码。对于这样的问题,文中采用了词语中最接近语义的字的编码的方法,因此概念的语义编码的甄别还需要人的参与。

(2) 设计思想。

该方法构建的本体包括三种类型的概念类:一种是汉语的概念类;一种是与汉语对应的英语概念类(汉语和英语之间存在多对多的关系);还有一种是语义编码概念类。定义了对象类型属性 HasNumber,使用该属性将具有相同语义编码的汉语和英语概念建立起同义关系。利用 OWL 中的等价关系约束 owl:equivalentClass,定义凡是具有相同语义编码的类都是等价概念类,以此来实现双语概念的映射。

3.1.2 用 OWL 语言描述

本体描述语言(OWL)是 W3C 开发的一种网络本体语义描述语言,对本体中的类和属性具有更强的描述能力,已成为一种被广泛接受的标准的语义网(Semantic Web)本体描述语言^[10]。文中使用 OWL 子语言中的 OWL DL 逻辑描述语言。下面实例给出了通过定义等价类约束条件实现双语概念类间语义映射的 OWL 描述:

```
<owl:Class rdf:ID="活动图">
<owl:equivalentClass>
<owl:Class> <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="#图"/>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty rdf:resource="#HasNumber"/>
<owl:allValuesFrom> <owl:Class rdf:about="#Di20"/>
</owl:allValuesFrom>
```

3.1.3 在 protégé 中本体的实现

具体实现如图 1~图 3 所示。

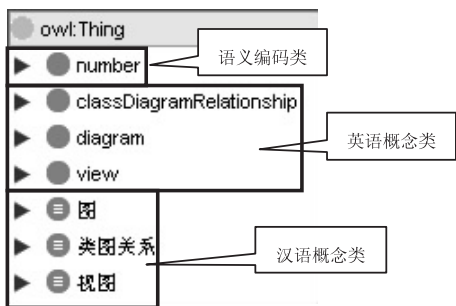


图 1 三种类型概念类的定义

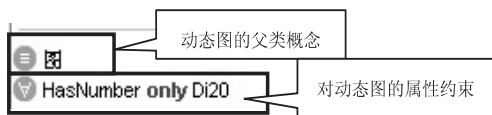


图 2 动态图的属性值及约束条件

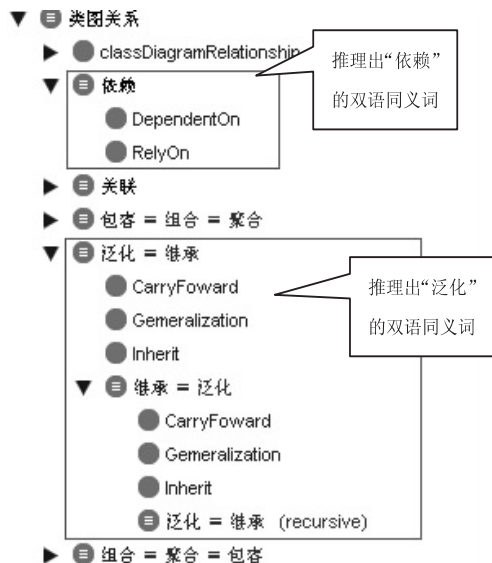


图 3 对于“依赖”、“泛化”的双语概念映射推理结果

3.1.4 评价

此方法抓住了双语映射的关键所在,即拥有相同的语义信息,通过语义编码将同义词连接起来。采用语义编码更适合机器自动处理,按照编码规则自动生成语义编码,实现对概念的自动分类。与方法三中通过设置对象属性的方法相比,该方法虽然啰嗦,但适用范围很广,不仅仅局限于查询扩展方面,还可以应用在其他基于知识的信息处理方面,如机器翻译中的语义消歧等。

3.2 将双语概念作为语义编码类实例的本体构建方法

3.2.1 方法描述

该方法同样要用到语义编码的思想,这里将语义编码作为表达不同语言相同语义的通用语。也就是说,对概念不按照语种分类描述,而是将概念用语义编码类进行描述,然后将具有相同语义的、不同语种的概念(即同义概念)作为实例放在已定义的同义语义编码类下。该方法使用汉英两种语言来构建双语领域本体,实质是将汉语和英语概念融合在一个语义编码本体里,在一个本体里实现双语概念的映射和扩展。

3.2.2 在 protégé 中实现双语概念的映射和扩展

将具有相同语义的不同语种的概念作为实例添加到所属编码类下,如图 4 所示。

3.2.3 用 OWL 描述本体

下面给出了用 OWL 描述双语领域本体中编码类之间的属性约束的示例。描述编码类“Hj30”(集成测试)的对象属性“NeedToUseDiagram”的取值全部来自

于类“Bo032”(组件图)和类“Hj12”(协作图)的并集。

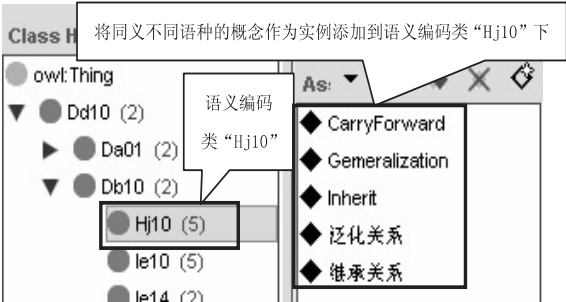


图 4 为编码类添加实例

```
<owl:Class rdf:ID="Hj30">
<owl:Restriction>
<owl:allValuesFrom>
<owl:Class>
<owl:unionOfrdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:ID="Bo032"/>
<owl:Class rdf:ID="Hj12"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</owl:allValuesFrom>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectPropertyrdf:ID="NeedToUseDiagram"/>
</owl:onProperty>
</owl:Restriction>
```

3.2.4 利用 SPARQL 查询语言查询双语领域本体

目前,SPARQL 的查询规范已经成为 W3C 的推荐标准,其相对于本体的作用类似于 SQL 对于关系数据库的重要性,是对 RDF、OWL 本体进行查询的首选语言^[11]。

(1)同义查询。

加载本体之后,在 Java 运行环境中通过 SPARQL 查询语句来查询本体。例如,查询实例“自身关联”的双语同义词,如下所示:

```
String str="自身关联";
String queryString=pre+"SELECT ? x "+
"WHERE { "+" owl:" +str+" rdf:type ? y. "+" ? x
rdf:type ? y. }";
```

其运行结果如图 5 所示。

x
owl:反向关联
owl:SelfAssociation
owl:自身关联
owl:ReverseAssociation

图 5 同义查询结果

(2)关系查询。

以上例子表示一个类下实例的查询,还可以查询类和类之间具有关联的实例。如查询“需求分析”要

用到的图有哪些,其查询代码及结果如下所示:

```
String str="需求分析";
String p="NeedToUseDiagram";
String queryString=pre+"SELECT ? x "+
"WHERE { "+" owl:" +str+" owl:" +p+" ? x. }";
查询结果如图 6 所示。
```

x
owl:状态图
owl:StateDiagram
owl:用例图
owl:UseCaseDiagram
owl:ActivityDiagram
owl:活动图

图 6 关系查询结果

3.2.5 评 价

与建立两个本体的双语映射方法相比,此方法将多语种概念作为实例放在同一语义编码类下来实现双语概念的映射和扩展,本体的构建更加精简,特别适合于信息检索中查询扩展的应用需求。但是,如何合理地定义概念的语义编码,特别是向本体中新增概念时,如何确定新增概念对应的语义编码类是此方法的难点。

4 概念相似度的计算方法

概念间的相似度计算是进行查询语义扩展的关键所在。将查询关键字与领域本体中的实例及属性进行匹配,找到这些实例和属性所属的编码类,根据本体层次结构及相关属性,可以从本体中查找出更多的语义相关编码类。将这些编码类分别与原查询关键字所属的编码类计算相似度值,并按相似度由高到低的顺序排序显示。

双语领域本体中概念相似度的计算思路:

目前领域本体中概念相似度的研究主要是利用概念的上下位关系进行计算,但这并没有完整反映出概念的语义信息^[12]。文中将双语领域本体中的概念相似度计算分为两个层次:基于语义距离的相似度计算和基于属性的相似度计算。基于语义距离的相似度计算是通过概念的上下位关系体现出的相似度的一个近似值,记作 $Sim I (C_1, C_2)$ 。基于属性的相似度计算是根据概念所拥有的属性体现的相似度的一个近似值,记作 $Sim II (C_1, C_2)$ 。两层相似度计算出来后,通过加权综合可得概念之间的相似度 $Sim (C_1, C_2)$ 。该方法考虑到概念间的语义信息,得出的相似度更加贴近概念的实际相似度。

在领域本体中,主要的概念语义关系为同义关系、继承关系和部分-整体关系^[13]。根据这三种关系的语

义相似程度,可以定义基于语义距离的相似度 $\text{Sim I}(C_1, C_2)$ 为:

$$\text{Sim I}(C_1, C_2) = \begin{cases} 1; \text{同义关系} \\ 1/2; \text{继承关系} \\ 1/3; \text{整体-部分关系} \end{cases}$$

若不是这三种关系,则定义两个概念基于语义距离的相似度 $\text{Sim I}(C_1, C_2)$ 为:

$$\text{Sim I}(C_1, C_2) = \frac{\lambda \times (\text{dep}(C_1) + \text{dep}(C_2))}{A \times B}$$

其中, $A = (\text{Dist}(C_1, C_2) + \lambda) \times 2 \times \text{Maxdep}$; $B = \max(|\text{dep}(C_1) - \text{dep}(C_2)|, 1)$ 。 $\text{dep}(C_1)$ 和 $\text{dep}(C_2)$ 分别是 C_1 和 C_2 所处的层次深度, $\text{Dist}(C_1, C_2)$ 是在本体树中概念 C_1 和 C_2 之间的最短路径, Maxdep 是指本体树的最大深度, λ 是一个可调节参数,一般有 $\lambda \geq 0$ 。

双语领域本体对该领域的概念及其关系进行了准确的定义,这里认为两个概念拥有的相同属性越多,它们就越相似。因为如果两件事物的很多功能是一样的,那么这两件事物的相似度也应该比较高。所以,基于属性的相似度 $\text{Sim II}(C_1, C_2)$ 为:

$$\text{Sim II}(C_1, C_2) = \frac{\text{Count}(P(C_1) \cap P(C_2))}{\text{Count}(P(C_1) \cup P(C_2))}$$

其中, $P(C_1)$ 和 $P(C_2)$ 是概念 C_1 和 C_2 的属性的集合; $P(C_1) \cap P(C_2)$ 是概念 C_1 和 C_2 相同属性的集合; $P(C_1) \cup P(C_2)$ 是概念 C_1 和 C_2 所有属性的集合; $\text{Count}()$ 用于统计属性的个数。

综合以上两层相似度的计算,得到概念 C_1 和 C_2 的实际相似度值为:

$$\text{Sim}(C_1, C_2) = \alpha * \text{Sim I}(C_1, C_2) + \beta * \text{Sim II}(C_1, C_2)$$

其中 $\alpha + \beta = 1$ 。

依据上述思想,该相似度的计算方法的流程图如图 7 所示。

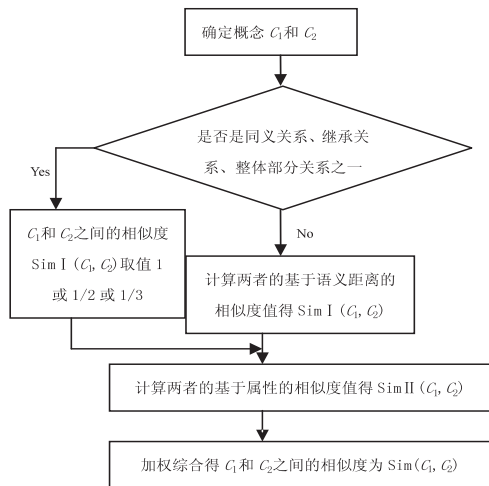


图 7 计算概念相似度的算法流程图

5 建立实验性的双语领域本体

文中研究的双语领域本体构建方法是针对计算机软件工程领域的构建方法研究,选用其中的 UML (UML 是 OMG 提出的标准对象建模语言,其从不同的侧面对信息系统的静态结构和动态行为进行建模^[14]) 知识作为构建实验性双语领域本体的内容来源,采用 3.2 中所述的构建方法来建立一个实验性的双语领域本体,为将来实现软件工程的问答系统提供基础。

5.1 确定核心概念和概念之间的关系

文中主要参照 UML 官方网站 <http://www.uml.org.cn/> 中对 UML 知识的描述,从中得知 UML 的核心概念由视图、图、模型元素、通用机制和建模机制组成,确定了 66 个核心概念,通过对 UML 概念的定义和描述,提取出概念之间的关系,确定 2 个属性,那么,建立实验性的双语领域本体就从这几方面展开。

5.2 确定概念的属性

根据对 UML 核心概念的描述,实验主要确定两个对象属性,即 Include (包括) 和 NeedToUseDiagram (需要用到的图)。

5.3 确定概念编码类及实例

根据方法 3.2 中的编码参考标准,确定 UML 核心概念的语义编码,并将具有相同语义的不同语种概念作为实例添加到同一语义编码类下,建立一个实验性的双语领域本体,如图 8 所示。

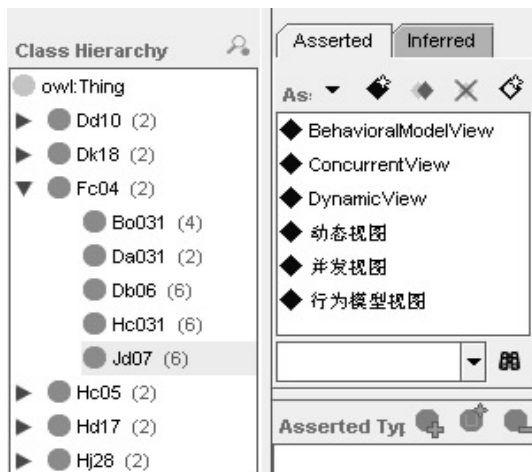


图 8 为语义编码类添加实例

6 结束语

对本体构建的研究,一直是本体工程研究的热点。由于手工构建方法效率低、出错率高,因此,研究人员越来越关注本体自动化或半自动化构建研究^[15]。文中主要阐述了两种双语领域本体的构建方法,都是基于语义编码的思想,为更有效地实现本体自动化或半自动化构建打下坚实基础。基于 OWL 对通用知识描

(下转第 93 页)

则推理还需要借助推理机,推理机有很多,如 Pellet、Racer、Jena 和 FaCT 等,文中采用基于 Jena 和 Prolog 的 AllegroGraph(AG)数据库进行推理,在上文已经简单介绍了 AG 的特点。然后将 Prolog 规则和本体模型文件引入到 AG 推理引擎中,基于推理机进行推理,最后就可以得到三角形 ABC 和三角形 CDA 全等。

6 结束语

文中通过对语义 Web 和本体理论以及规则推理等的研究,对定理机器证明和几何定理问题的探讨,应用本体对几何定理进行推理证明。该证明方法过程符合人们的思维习惯,而且本体推理脱离了代数形式,其推理过程接近自然语言的描述。基于本体强大的知识表示能力,对象之间关系清晰明确,支持复杂关系间的组合推理以及 AllegroGraph 强大的知识推理能力等优点,使得几何定理证明过程中的信息不会过于膨胀紊乱,提高了推理效率。

参考文献:

[1] 吴文俊.初等几何判定问题与机械化证明[J].中国科学(A辑),1997,20(6):507-516.
[2] 张景中.平面几何新路-解题研究[M].成都:四川教育出版社,1994.
[3] 常晋义,陶世群,邓超.一种演绎数据库系统的设计与实

(上接第 88 页)

述的范围比较广泛,其中对概念的描述无法满足不同领域概念含义的特殊性,而且存在于某些领域的特殊概念在通用本体中无法全部提及,这样就可能会引起检索过程中的语义曲解和检索无结果等问题。相比之下,文中研究基于 OWL 对专业领域知识的描述,解决了以上的缺陷和不足,可以从专业角度更准确地描述专业领域概念、更全面地收集领域特殊概念,适用于计算机专业领域的跨语言信息检索。

参考文献:

[1] 戴维民.语义网信息组织技术与方法[M].上海:学林出版社,2008.
[2] 祁智苗.基于 HowNet 的语义检索模型的设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2009.
[3] 赵小兵,邱莉榕,赵铁军.多民族语言本体知识库构建技术[J].中文信息学报,2011,25(4):71-74.
[4] 寿亦敏.跨语言信息检索的国内外比较研究[J].情报资料工作,2009(4):53-57.
[5] 曹灿.基于本体的软件工程课程知识库研究和应用[D].北京:北京林业大学,2010.

现[J].北京工业大学学报,2004,30(4):505-509.
[4] 钟秀琴,符红光,丁盘苹.基于本体和 Prolog 的平面几何定理证明[J].电子科技大学学报,2011,40(3):429-434.
[5] 郝泳涛,刘峥,楼狄明.基于本体几何特征分析的产品制造行为推理[J].同济大学学报(自然科学版),2011,39(9):1339-1344.
[6] 李杰.几何过程本体的构建及其应用研究[D].成都:电子科技大学,2012.
[7] 袁莹.基于 AllegroGraph 的空间数据语义查询研究[J].厦门理工学院学报,2011,19(4):50-54.
[8] Gruber T R. A translation approach to portable ontology specifications[J]. Knowledge Acquisition, 1993, 5(2):199-220.
[9] Studer R, Benjamins V R, Fensel D. Knowledge engineering, principles and methods[J]. Data and Knowledge Engineering, 1998, 25(1-2):161-197.
[10] Prolog[EB/OL]. 2002. <http://en.wikipedia.org/wiki/Prolog>.
[11] Allegrograph[EB/OL]. 2006. <http://www.franz.com/ag-raph/allegrograph>.
[12] 李恒杰,李军权,李明.领域本体建模方法研究[J].计算机工程与设计,2008,29(2):381-384.
[13] 陈琨,张蕾.基于知识图的领域本体构建方法[J].计算机应用,2011,31(6):1664-1666.
[14] 韩韧,黄永忠,刘振林,等.OWL 本体构建方法的研究[J].计算机工程与设计,2008,29(6):1397-1400.

[6] 刘伟成,孙吉红.多语言本体构建及其在跨语言信息检索中的应用[J].武汉科技大学学报:社会科学版,2008,10(4):73-76.
[7] 杜志银,刘芳,胡虹,等.临床检验诊断学双语领域本体构建方法研究[J].情报探索,2010(6):18-20.
[8] 塔娜.面向跨语言信息检索的蒙汉语义词典构建[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2011.
[9] 田久乐,赵蔚.基于同义词词林的词语相似度计算方法[J].吉林大学学报(信息科学版),2010,28(6):602-608.
[10] 胡鹤,刘大有,王生生.Web 本体语言 OWL[J].计算机工程,2004,30(12):1-2.
[11] 纪兆辉.本体的查询与推理研究[J].微电子学与计算机,2011,28(10):52-55.
[12] 刘紫玉,黄磊.基于领域本体模型的概念语义相似度计算研究[J].铁道学报,2011,33(1):52-57.
[13] 黄果,周竹荣.基于领域本体的概念语义相似度计算研究[J].计算机工程与设计,2007,28(10):2460-2463.
[14] 陈振庆,罗兰花.基于 OWL 本体的 UML 类图推理[J].计算机应用与软件,2011,28(8):190-192.
[15] 金鑫.面向 Web 信息资源的领域本体模型自动构建机制的研究[J].计算机科学,2012,39(6):213-216.

基于OWL的双语领域本体构建方法研究

作者: [刘言](#), [林民](#), [LIU Yan](#), [LIN Min](#)
作者单位: [内蒙古师范大学 计算机与信息工程学院, 内蒙古 呼和浩特, 010022](#)
刊名: [计算机技术与发展](#) 
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2014(8)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201408020.aspx