

德州学院学术著作出版基金资助

Benti Moshi xia de ●

Shuzi Tushuguan Xinxi Jiansuo yu Fuwu Yanjiu

本体模式下的 数字图书馆信息检索与服务研究

● 陈立华 著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

德州学院学术著作出版基金资助

本体模式下的 数字图书馆信息检索与服务研究

陈立华 著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北京 ·

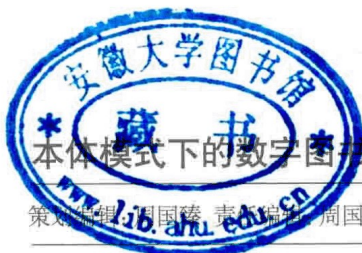
图书在版编目(CIP)数据

本体模式下的数字图书馆信息检索与服务研究 / 陈立华著. —北京: 科学技术文献出版社, 2014.10 (2015.3重印)

ISBN 978-7-5023-9508-7

I. ①本… II. ①陈… III. ①数字图书馆—情报检索—研究 ②数字图书馆—情报服务—研究 IV. ①G250.76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 223141 号



本体模式下的数字图书馆信息检索与服务研究

策划编辑: 周国臻 责任编辑: 周国臻 赵 斌 责任校对: 赵 瑗 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官 方 网 址 www.stdp.com.cn
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京厚诚则铭印刷科技有限公司
版 次 2014年10月第1版 2015年3月第2次印刷
开 本 880×1230 1/32
字 数 227千
印 张 9.5
书 号 ISBN 978-7-5023-9508-7
定 价 38.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

1994 年美国国家科学基金会 (NSF)、美国国防部高级研究计划局 (DARPA)、美国国家宇航局 (NASA) 联合发起了“数字图书馆创始工程”(Digital Library Initiative), 经过 20 年的发展,“数字图书馆”这一术语已为世界各国所接受,对数字图书馆的研究也日益广泛和深入。2011 年 6 月,由美国国家科学基金会主办的“NSF 数字图书馆未来研讨会”(NSF Post Digital Libraries Futures Workshop),主题是“无所不在的知识环境”。来自美国著名大学和研究机构的 40 多名专家学者提交会议论文 40 余篇,涉及数字图书馆的各个方面。匹斯堡大学信息科学学院的一些教授们向会议提交了一份报告(Ubiquitous Knowledge Environments: The Cyberinfrastructure Information Ether)指出:数字图书馆的研究重点已转为 Ubiquitous Knowledge Environment(UKE,无所不在的知识环境),或者说数字图书馆将以 UKE 的形式存在,而 UKE 的存在目的就是大会的副标题“(to provide) Cyberinfrastructure Information Ether”(提供计算机基础结构的信息大气)。报告还指出:真正的挑战来自如何建立这样一种系统,它既能支持学术要求与交流,又能高效方便地适应新性能和生产量,使其运行几乎是不被人察觉的。事实上,衡量成功与否的最严格的标准就是看此结构的设施是否能够以一个十分简单的方式出现在高级用户和一般用户面前,这也就是所谓的“无所不在的知识环境”或“信息大气”。同时报告对未来数字图书馆的研究也提出了需要关注的一些问题。研讨会指出要建立一个多语言、多媒体、移动的、语义的数字图书馆知识网来检索人类知识,服务范围从信息服务转向知识服务,要以前所未有的规模与速度推动知识进步。数字图书馆是 21 世纪发展教育、科研、工程等国家战略的重要组成部分,是评价一个国家信息基础设施水平的重要标志之一。它也是

庞大的系统工程,涉及理论研究、技术基础、政策法规、人文文化等方方面面。展望未来,数字图书馆将会对社会及人类的精神文明、物质文明起到不可估量的作用。

数字图书馆随着计算机技术、现代通信技术、高密度存储技术的迅速发展而产生,随着研究的不断深入,日益呈现出以下相关问题:第一,异构系统之间的互操作问题;第二,数字图书馆在信息表达和检索方面无可读语义信息问题;第三,数字图书馆以传统的关键词检索为主,其结果往往是与字面意义或某层意义的匹配,越来越无法满足人们对知识的渴望的问题等。为了解决这些问题,我们将本体技术引入数字图书馆,并且应用其技术研究开发了基于本体的数字图书馆检索模型。本书充分反映了该模型的全貌,开发了一个实现本体基本功能(本体建库、本体检索、本体推理、本体可视化)的系统:提供了通用程序接口,建立了一个可操作的本体平台;解决了对人物、事件等复杂关系的揭示和检索问题;模型可视化描述形式丰富多样、形象生动,静态与动态的可视化方式使用户操作更加直观、便捷;模型建立了较大规模的本体库,通过推理机制丰富了本体库的内涵,完善了知识发现、组织、管理功能,提高了知识检索深度。

研究成果充分反映了本体技术在数字图书馆工程中成功的应用,随着数字图书馆对知识管理的引入,本体提供了一种全新的知识管理模式,较好地解决了知识组织、知识检索等问题。但是目前基于本体的知识管理仅仅局限于静态知识和绝对知识,对于知识的真实性、权威性等问题还没有明确的解决方案。为了解决这些问题,本书提出了网格应用、主题图知识组织理论和用户兴趣建模理论,并从定义到形式化语言描述进行了全面和科学的论证。根据科学理论,作者从解决动态知识、相对知识和复合知识入手,构造了本体组织下的知识管理与控制系统,研究成果证明了本体理论在数字图书馆建设中的可行性。

本书共分8章。第1章,本体及其在数字图书馆中的应用;第2章,基于主题图的数字图书馆知识组织研究;第3章,基于本体的数字图书馆知识导航研究;第4章,基于 OWL-S 语义服务描述的数字图书馆网格应用模型研究;第5章,基于本体的数字图书馆知识服务模式研

究;第6章,基于本体的语义检索在数字图书馆中的应用;第7章,基于本体的数字图书馆用户兴趣建模研究;第8章,基于 Web3.0 的数字图书馆个性化信息服务研究。本书的出版得到了图书馆界、情报界专家及同行的大力支持,在此一并向他们表示衷心感谢!

受知识背景、数据来源、研究方法等方面的限制,本书研究的内容还较为肤浅,书中仍然存在着许多缺陷与不足,敬请各位专家和读者批评指正!

陈立华

2014 年 8 月

目 录

第 1 章 本体及其在数字图书馆中的应用	(1)
第 1 节 本体及其构建	(2)
第 2 节 本体在数字图书馆中的应用	(47)
第 2 章 基于主题图的数字图书馆知识组织研究	(85)
第 1 节 主题图标准及其相关技术	(85)
第 2 节 基于主题图的数字图书馆知识组织模型	(94)
第 3 节 基于主题图的数字图书馆知识组织实例分析 ...	(104)
第 3 章 基于本体的数字图书馆知识导航研究	(118)
第 1 节 数字图书馆的知识组织	(118)
第 2 节 科学本体的建构	(125)
第 3 节 基于本体的导航系统	(134)
第 4 章 基于 OWL-S 语义服务描述的数字图书馆网格应用 模型研究	(142)
第 1 节 网格与服务	(142)
第 2 节 基于网格的 OWL-S/UDDI 服务检索模型	(147)
第 5 章 基于本体的数字图书馆知识服务模式研究	(184)
第 1 节 基于本体的数字图书馆知识服务模式的建构 ...	(185)
第 2 节 案例分析	(199)

第 6 章 基于本体的语义检索在数字图书馆中的应用	(207)
第 1 节 图书本体库建设	(207)
第 2 节 数字图书馆语义检索模型	(213)
第 3 节 基于本体语义的数字图书馆检索系统设计 与实现	(222)
第 7 章 基于本体的数字图书馆用户兴趣建模研究	(232)
第 1 节 数字图书馆用户兴趣建模相关理论与方法	(232)
第 2 节 基于本体的数字图书馆用户兴趣建模方案 设计	(239)
第 3 节 基于本体的数字图书馆用户兴趣建模实现	(257)
第 8 章 基于 Web3.0 的数字图书馆个性化信息服务研究 ...	(268)
第 1 节 数字图书馆个性化信息服务平台建设	(268)
第 2 节 基于 Web3.0 的数字图书馆个性化信息服务 平台建设	(275)
结 语	(289)
参考文献	(291)

第 1 章 本体及其在数字图书馆中的应用

本体(Ontology)原本是哲学概念,它的含义是:客观存在的一个系统的解释和说明,客观现实的一个抽象本质。^①在哲学上,本体被用于解决语言中的二义性问题。本体论是西方分析哲学中研究实体存在和存在本质的理论。随着人工智能的发展,在人工智能和知识工程领域本体被赋予了新的定义。在众多对本体的定义中最为流行的是由Gueber 给出的,即“本体是概念模型的明确的规范说明”^②。

本体方法目前已经成为计算机科学中的一种重要方法,在语义 Web、搜索引擎、知识处理平台、异构系统集成、电子商务、自然语言理解、知识工程、信息抽取与检索、多 Agent 系统、地理信息科学、数字图书馆等领域有重要应用。尤其是目前对语义 Web 研究的逐渐深入,本体已经成为一个研究的热点,受到了越来越多的关注,人们普遍认为它是建立语义 Web 的核心技术。

① 邓志鸿. Ontology 研究综述[J]. 北京大学学报(自然科学版),2002(5).

② Gueber T. Towards principles for the sesin of ontologies used for knowledge sharing[J]. International journal of jumna-computer studies,1995,43(5):907-928.

第 1 节 本体及其构建

一、本体

(一)本体的概念

“本体论”最早是哲学中的基本概念,它是研究“是”之所以为“是”的理论,可以说是哲学中的哲学,甚至可以认为西方哲学的发展就是“本体论”的产生、发展、怀疑和批判的过程。如果将本体技术引入 Web 技术中,由于本体具有丰富的语义和广泛的关系,将从根本上解决目前 Web 信息格式异构性、信息语义多重性以及信息关系匮乏和非统一性。它将变革现有的 Web 服务,使之成为智能化的语义 Web 服务,使 Web 实现从自动化到智能化的转变。

本体论在哲学中的含义:本体论是西方哲学特有的一种形态,人们把它当作从柏拉图到黑格尔的西方传统哲学的主干或“第一哲学”,这意味着它是各个哲学分支的理论基础,是理论中的理论,哲学中的哲学;其他哲学问题都是围绕着建设、应用或怀疑、反对本体论而展开的。从本体论的发展形态看,它是把系词“是”以及分有“是”的种种“所是”(即存在)作为范畴,通过逻辑的方法构造出来的先验原理体系。“是”是西方哲学中最抽象、最普遍的范畴,存在和本质是“是”的两个基本规定性。哲学范畴的“是”与日常语言的“是”是有区别的,本体论中的“是”的意义就是它的逻辑规定性,这是本体论语言与日常语言的一个根本区别。日常语言中的词或概念归根结底是经验的:它或是指示一个经验中的对象,或者是对主观心态的描述,而本体论的语言则是通过其范畴的逻辑规定性而使“语言”变成了某种独立的特殊王国,这就是本体论哲学的语言秘密,本体论通过词的形式具有自身的内容,本体论语言的这一特性,同本体论的特殊思想方式是一致的,它是一种纯粹的思辨哲学。率先为本体论下定义的是德国哲学家沃尔夫,他认为:“本体论论述各种抽象的、完全普遍的哲学范畴,在这个抽象

的形而上学中产生出偶性、实体、因果现象等范畴。”所以,本体论是靠从概念到概念的推演构筑起来的先天的原理系统。

本体在计算机科学中的含义:在哲学中,本体论是一种存在的系统化解释,将本体论的这种含义用到计算机领域中,人们赋予本体论更具体的意义,为了与哲学的“本体论”区别,笔者建议使用“本体”一词。在计算机领域中,本体是对概念化对象的明确表示和描述。本体被定义为: $C = (D, W, R)$,其中 D 是一个领域, W 是该领域中相关的事务状态的集合, R 是领域空间 (D, W) 上概念关系的集合,本体是采用某种语言对概念化的描述。因此,本体依赖于所采用的语言,按照表示和描述的形式化程度不同,可以分为完全非形式化的、半形式化的和严格形式化的。本体形式化程度越高,越有利于计算机进行自动处理。从概念化对象的定义来看,一个领域中的术语、术语的定义以及术语之间的语义网络应是一个领域本体应包含的基本信息。

在人工智能界,最早给出本体定义的是 Neches 等人,他们将本体定义为“给出构成相关领域词汇的基本术语和关系以及利用这些术语和关系构成的规定这些词汇外延的规则”。1993 年, Gueber 给出了本体最为流行的一种定义:“本体是概念模型的明确的规范说明”。后来, Horst 在此基础上,给出了本体的另外一种定义:“本体是共享概念模型的形式化规范说明”。Sluder 等对上述两个定义进行了深入研究,认为“本体是共享概念模型的明确的形式化规范说明”。这包含 4 层含义:概念模型、明确、形式化和共享。

(1)“概念模型”指通过抽象出客观世界中一些现象的相关概念而得到的模型。概念模型所表现的含义独立于具体的环境状态。

(2)“明确”指所使用的概念及使用这些概念的约束都有明确的定义。

(3)“形式化”指本体是计算机可读的(即能被计算机处理)。

(4)“共享”指本体中体现的是共同认可的知识,反映的是相关领域中公认的概念集,即本体针对的是团体而非个体的共识。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,并从不同层次的形式化模式上给出这些词汇(本

语)和词汇间相互关系的明确定义。^①

用于描述本体的5个基本的建模元语如下。

类(classes)或概念(concepts):指任何事务,如工作描述、功能、行为、策略和推理过程。从语义上讲,它表示的是对象的集合,其定义一般采用框架结构,包括概念的名称、与其他概念之间关系的集合以及用自然语言对概念的描述。

关系(relations):领域中概念之间的交互作用,形式上定义为 n 维笛卡尔积的子集: $R:C_1 * C_2 * \dots * C_n$ 。如子类关系,在语义上关系对应于对象元组的集合。

函数(functions):一类特殊的关系。该关系的前 $n-1$ 个元素可以唯一决定第 n 个元素。形式化的定义为 $F:C_1 * C_2 * \dots * C_{n-1} \rightarrow C_n$ 。如Mother-of就是一个函数,hasSpouseOf(赵明诚,李清照)表示李清照是赵明诚的爱人。

公理(axioms):代表永真断言,如概念乙属于概念甲的范围。

实例(instances):代表元素,实例表示的就是对象。

从语义上讲,基本的关系共有以下4种。

Part-of:表达概念之间部分与整体的关系。

Kind-of:表达概念之间的继承关系,类似于面向对象中的父类与子类之间的关系。

Instance-of:表达概念实例与概念之间的关系,类似面向对象中对象和类之间的关系。

Attribute-of:表达某个概念是另一个概念的属性,如“价格”是桌子的一个属性。

在实际建模过程中,概念之间的关系不限于上面列出的4种基本关系,可以根据领域的具体情况定义相应的关系。

(二)本体的形式化模型

根据本体的定义,由于它是概念模型的明确的规范说明,有多种形

^① 黄映辉,李冠宇.语义Web的“语义”与“语义Web”的语义[J].计算机工程与应用,2008(16).

式化模型可以用于表示本体。其中,比较重要的有语义网络、基于框架的系统以及从前两种方法发展而来的描述逻辑系统。

1. 语义网络

语义网络是心理学家 Quillian 在 1968 年提出用以刻画人脑联想行为的一个显式的心理学模型。由于认知心理学与人工智能理论的深刻内在一致性,语义网络作为一种知识表示方式备受关注。它用语义概念(结点)与概念间的语义关联性(结点间的连线)来描述一个系统的静态组成,有着很强的描述能力。具体地说,语义网络使用带标签的弧连接的节点集合来表示信息:节点表示对象、概念或事件;弧表示节点之间的关系,弧的定义取决于问题领域。这种带标记的有向图能自然地描述客体之间的关系,语义网就是由一些有向图表示的三元组(结点 1,弧,结点 2)连接而成的。语义网表示法在描述一个事物同其各部分间的分类知识上具有优越性,这也正符合了知识发展的层次性。对知识描述的精细程度取决于对所论问题的分类程度或知识单元的分割程度^①。比如属性关系,可以笼统地讲,也可以细致地分,如大小属性、颜色属性、材料属性等。

语义网络的主要优点是:重要相关性能被明确、清晰地表示出来;相关事实可以从其直接相连的节点中推导出来,而不用遍历整个庞大的知识库;能利用 is-a 和 subset 链在网络中建立性质的继承层次;易于对继承层次进行演绎;能够利用少量的基本概念的记忆建立状态和动作的描述。其缺点是:不能保证网络操作所得推理的有效性;对于网络不存在标准的术语和约定,语义解释取决于操作网络的程序;网络的搜索需要有力的组织原则。

2. 基于框架的系统

为了表示生活和工作中相对固定的情况,1975 年, Minsky 提出了基于框架的表示方法。框架是把某一特殊事件或对象的所有知识存储在一起的一种复杂的数据结构。它包含过去定义的内在关系的说明信

^① 高巾. 语义 Web 服务异构性解决方法——WSMO 中介器深入探讨[J]. 现代图书情报技术, 2007(6).

息和过程信息,依靠它们可以利用以前获得的知识来解释新的数据。这种知识组织方式有利于“期望制导”的处理,即根据人们所在的特定环境寻找期望的事情。框架中的槽(slot)使这种推理成为可能,利用槽的概念人们能为框架创建的环境添加知识。

框架中可能有几类不同的知识,不同类的知识可以用不同的槽来说明。框架中允许有自己的子槽,某些系统中允许一个槽有一个复杂的类框架的结构。利用槽能说明期望信息,并且一个槽可附加一个过程,说明在需要的情况下如何求槽的一个值。槽可以有缺省值,说明在缺乏明显相反论据的情况下槽的值。

框架表示方法的主要优点是:有利于“期望制导”的处理。在给定的状况下,通过设计能决定其本身的可利用性或者提供其他框架;知识组织的方式有利于推理。主要缺点是:许多实际情况与原型不符;对新的情况不易适应。

3. 描述逻辑

描述逻辑又称术语逻辑或概念表示语言,是基于对象的形式化知识表示的方法。它是一阶谓词逻辑的可判定子集,能够提供可判定的推理功能,是语义网络、框架系统方法统一的逻辑基础。描述逻辑建立在概念(concept)和关系(role)的基础上。

一个描述逻辑系统包括4个基本的组成部分:表示概念和关系的构造集、Tbox断言集、Abox断言集、Tbox和Abox上的推理机制。不同的描述逻辑系统的表示能力与推理机制由于对这4个组成部分的不同选择而不同。

尽管一阶逻辑具有很强的表达能力,但其推理过程复杂,不利于本体模型的检验。描述逻辑作为一种用来描述概念和概念层次关系的知识表示语言,尽管没有一阶逻辑的表达能力强,但推理复杂度是可知的,更适用于需要推理功能的应用。而且描述逻辑的语法容易转换成XML/RDF形式,因此基于描述逻辑的本体模型更适合Web环境下的概念建模与知识共享。

(三)本体的分类

Guarin 提出以详细程度和领域依赖度 2 个方面对本体进行划分。描述或刻画建模对象的程度较高的称为引用本体(Reference Ontologies),程度较低的称为共享本体(share Ontologies)。根据本体对领域的依赖程度由低到高分别分成 4 个类别。

(1)顶级本体(top-level Ontologies)描述最普遍的概念及概念之间的关系,如空间、时间、事件、行为等,与具体的应用无关,其他本体均为其特例。

(2)领域本体(domain Ontologies)描述特定领域中的概念和概念之间的关系。

(3)任务本体(task Ontologies)描述特定任务或行为中的概念及概念之间的关系。

(4)应用本体(application Ontologies)描述依赖于特定领域和任务的概念和概念之间的关系。

目前已开发的本体项目中,大致可以归类到顶级本体这一类的主要包括以下几种。

(1)Wordnet。Wordnet 是由美国普林斯顿大学认知科学实验室的 George A Miller 教授负责开发研制的。它的设计思路来源于心理语言学 and 人类词汇记忆的计算理论。迄今为止,Wordnet 被认为是计算语义学、文本分析等相关领域研究者可获取的最为重要的资源。

(2)Framenet。Framenet 是美国国家科学基金支持的项目,由美国加州大学伯克利分校的国际计算机科学研究所以承担。目前发展为 Farment II。它采用称为语义框架的描述框架,由人以机器的形式对语义知识进行标注,提供了很强的语义分析能力。

(3)GUM。GUM 是通用上层模型的缩写。它是独立于专业领域的语言本体,目的是希望用自然语言的表达方式来组织信息。GUM 支持多语种处理,包含基本的概念及独立于各种具体语言的概念组织方式。GUM 的表示语言是 Loom。

(4)Mikrokmos。Mikrokmos 支持多语种处理,采用一种语言中立

的中间语言 TMR 来表示知识。

(5) SENSUS。面向自然语言处理,为机器翻译提供概念结构,包括 7 万多个概念。

Perez 和 Benjamins 在研究了多种本体分类方案的基础上,归纳出 10 种类型,分别是:知识表示本体、通用本体、顶级本体、核心本体(或称元本体 Meta/Core 本体)、领域本体、语言本体、任务本体、领域——任务本体、方法本体和应用本体。这种划分方法是对 Guarin 分类方法的扩充和细化,但这 10 类本体之间的界限比较模糊,彼此又有交叉,层次不够清晰。

(6) 知网(HowNet)。HowNet 是中国科学计算机研究所董强、董振东的研究成果。德克萨斯大学计算机系知识系统研究小组将 HowNet 列为本体项目之一。研究小组对其评价是:“HowNet 是一个在线的常识知识库,用于自然语言处理。它包含中文词典中概念与概念间的关系,概念的属性与属性间的关系。同时还包含了与中文对应的英文概念以及概念的属性间的关系。”HowNet 的基本单元是义原:以义原描述概念,以义原表示概念与概念之间以及概念所具有的属性之间的关系,其中最重要的是上下位关系。根据义原的上下位关系,所有的“基本义原”组成了一个义原层次体系。

HowNet 着重反映的是概念的共性和个性,例如:对于“医生”和“患者”,“人”是其共性,HowNet 在其主要特性文件中描述了“人”所具有的共性,那么“医生”的个性是他是“医治”的施事者,而“患者”的个性是他是“患病”的经历者。此外,HowNet 的关系描述也是一大特色,除了上下位关系,HowNet 还描述了下列各种关系:近义关系、反义关系、部件与整体间的关系、属性与宿主间的关系、材料与成品间的关系、对逆关系等。

基于上述特色,可将其知识网络体系输入计算机进行,使知识对计算机而言是可操作的。另外中英文对照的特色使它成为国内外中文信息处理领域引用最广的本体。

(四) 本体的作用

从一般领域应用的角度来理解,本体主要有以下作用。

1. 对于领域知识进行分析、明确并使其形式化

一旦明确说明了一个领域中的各种术语,就可对领域知识进行分析。当要重用和扩展现有本体时,对术语的形式化的分析就体现出了它的重要价值。

2. 在人、机器(表现为软件代理)以及人与机器之间共享

对于信息及结构的共同理解,这是本体开发最基本的一个目标。采用术语和关系来编码领域假设。举例说明,假设几个不同的 Web 站点包含医药信息或者提供医药电子商务服务,如果这些站点之间共享和发布他们共同使用的术语的本体,那么计算机代理就可以从这些不同的站点中抽取并集合信息,用这些集合的信息来回答用户的查询请求或作为其他应用的输入数据。

3. 实现一定程度的领域知识的双重用

促进领域知识的双重用推动了本体的研究。下面给出一个本体在领域知识重用方面的例子,比如有多个不同领域组织的模型均需要表示时间这一概念,时间的表示包括时间间隔的概念和定义、时间指针、相关的时间测量方法等。如果这些领域和组织中有一个组织详细开发了满足要求的本体,其他领域和组织就可以很方便简单地把这个本体应用到自己的领域中来。此外,如果需要开发一个大型的本体,可以通过集成描述大型本体某些部分的多个现成的本体来实现。

4. 本体可以明确领域假设,使领域公理得到明确描述从而达到共知

通过本体可以明确领域假设,这些领域知识的明确说明对于该领域的新用户了解该领域中的术语非常有用。如果关于领域的知识发生变化,通过本体可以非常容易地改变关于该领域的假设。如果关于领域的假设被隐藏到程序语言代码中,则这些假设难以发现和理解,更难修改,特别是对那些不懂程序的人更是如此。