




卓越学术文库

本体评价 与本体不一致诊断

BENTI PINGJIA YU BENTI BUYIZHI ZHENDUAN

河南省高等学校哲学社会科学优秀著作资助项目

宋丹辉 著

 郑州大学出版社



卓越学术文库 ■

本体评价 与本体不一致诊断

BENTI PINGJIA YU BENTI BUYIZHI ZHENDUAN

河南省高等学校哲学社会科学优秀著作资助项目

宋丹辉 著



郑州大学出版社

郑州

图书在版编目(CIP)数据

本体评价与本体不一致诊断/宋丹辉主编. —郑州:
郑州大学出版社, 2016. 6

(卓越学术文库)

ISBN 978-7-5645-2951-2

I. ①本… II. ①宋… III. ①文献标引-计算机
应用 IV. ①G254.361

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 051466 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人: 张功员

全国新华书店经销

新乡市豫北印务有限公司印制

开本: 710 mm×1 010 mm 1/16

印张: 15

字数: 286 千字

版次: 2016 年 6 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行电话: 0371-66966070

印次: 2016 年 6 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978-7-5645-2951-2 定价: 32.00 元

本书如有印装质量问题, 由本社负责调换

序 言



信息过载是网络时代面临的一个重要问题。近些年来西方发达国家、组织、企业(如欧盟、美国医学图书馆、联合国粮农组织等)纷纷开展信息组织开放应用的研发项目,来推动信息建设基础平台的创新性实践和技术改善,如美国医学图书馆建设的统一医学语言系统(Unified Medical Language System, UMLS),谷歌收购了语义搜索公司 MetaWeb,采用其主打产品 Freebase—大规模的开放结构化信息数据库,来推出知识地图服务。我国在“十一五”期间,在国家层面推进了 1.7 万台大型科学仪器设备(单台套原值 50 万元以上)、105 个野外科学观测研究台站,135 万份自然资源实物、970 万号标本、4000 余种标准物质,22 万种科技图书、6 万种科技期刊、138 万余条标准和技术法规、41 万项科技成果信息,以及 160 TB 的科学数据等大量科技资源的整合、开放与共享^①。

面对海量的信息,如何从传统图书馆基于文献知识组织方法,向适应计算机海量信息处理基于概念单元或知识单元方向发展,如何从资源链接的整合,向提供深入知识内容的整合,成为了我国在“十二五”期间信息资源建设的一项重要任务。因此由国家科技文献信息中心牵头,组织实施了国家科技支撑计划“面向外文科技文献信息的知识组织体系建设和示范应用”项目,来构建我国面向外文科技文献的知识组织体系,以支持信息揭示、组织和发现,促进文献信息内容的知识关联和知识发现。

通过大量的跟踪调研和凝练,本项目组把西方发达国家或组织推进知识组织实践应用归纳为四种模式:基于传统知识组织体系关联的语义网络模式、基于传统知识组织体系整合抽取的本体仓库模式、基于语义网的参考网络模式和本体网络模式。

^① 国家科技基础条件平台中心.“十一五”国家科技基础条件平台建设总结(简版)[EB/OL]. [2012-11-20]. <http://www.nstic.gov.cn/1-side/115.jsp>.

这四种模式虽然各有特色,但同时具有一些典型的共性:充分借用已有各类知识组织体系;无论是语义网、本体仓库、参考网络还是网络本体,均是以实现网络环境下计算机语义处理和知识组织为目标。只有综合运用这些模式,才能确定项目的可操作的解决方案。

具体方案如:①充分借用目前可获得各类知识组织体系素材和元数据素材,作为遴选规范概念名称的来源;②借鉴“基于语义网的参考网络”模式构建本项目的超级科技词表体系。包括:在利用现有分类范畴的基础上构建超级科技词表的等级结构,以支持面向外文科技文献的结构化呈现与知识导航;选用合适的专业领域知识组织体系作为领域内的参考结构,并实现范畴(等级结构)与各专门知识组织体系(参考结构)的关联映射;③借鉴“基于知识组织体系关联扩展的语义网”模式构建各知识组织体系(参考结构)间的关联网络,通过规范概念名称与各知识组织体系的关联实现各知识组织体系的关联整合。构建多元化的面向外文科技文献的超级科技词表网络;④结合中国科技工作的具体环境与需求,探索实现基于英文超级科技词表网络的中英文混合检索的技术路线。包括在医学领域建设英文规范概念名称汉译名和工程技汉表与英文超级科技词表网络映射关键技术两种方式;⑤借鉴“本体网络”模式构建本项目的本体层,包括:本体转化、重构、模块化、本体化等的机制、方法和工具模型及4~5个领域本体构建的应用示范。

在这当中,本体技术是重中之重。自从2001年万维网之父 Tim Berners-Lee 在《科学美国人》(Scientific American)上发表的“The Semantic Web”一文中提出“一种计算机能识别的新的 Web 内容模式将开启网络革命”以来,全球掀起了本体研究与建设的热潮。^①

当前本体的主要研究热点可以概括为三个方向:一个是关于本体构建的研究;二是关于本体自动标注、识别、推理等应用的研究;三是关于本体评价、本体演化管理等方面的研究。在本体构建方面,研究目标是构建网络化本体。这一点已基本达成共识。本体构建方法研究的重点在本体的重用、重构研究、非本体资源转化本体的研究、本体模式重用研究、本体整合(包括本体的匹配、本体连接、本体映射)研究等。

本项目组成员选择本体构建中的叙词表向本体转换、本体重用、本体模式、本体模块化、本体评价及本体不一致诊断这几个点进行较为深入的研究。旨在通过这几个点的分析,来窥视当前本体构建中的研究重点、热点和

^① Berners-Lee, T., Hendler, J., Lissila, O. The Semantic Web[J]. Scientific American, 2001, (5): 29-37

难点问题,以期引发其他研究人员对本体构建问题更加深入的研究与讨论。本书即为本体评价及本体不一致诊断相关的研究成果。

本体是面向特定领域和特定任务的知识表示模型。要判断本体是否达到了最初设计目标、具备期望的能力,本体评价与本体诊断就不可或缺。因此,本体评价、本体诊断成为本体领域的重要研究内容。本体评价方法的典型代表有黄金标准评价法、任务评价法、文本语料评价法、指标体系评价法等,但在复杂应用本体的功能评价方法都还有欠缺。为解决该问题本书提出了一种新的基于测试用例的应用本体需求验证方法,该方法从应用需求出发,通过测试用例评价目标本体是否满足设计需求,具有直接、需要测试条件少、自动化程度高等特点。

如果没有实用的、一致的复杂应用本体,本体的任何美好应用将永远只是前景。这本有关本体评价和本体诊断的论著全面系统地为读者提供了面向应用的复杂应用本体的功能评价与不一致诊断方面的方法与知识,丰富了复杂应用本体不一致诊断方面的研究成果。

本书开篇从若干类本体不一致实例入手,系统全面地介绍本体开发、本体评价、本体测试及不一致诊断等背景知识,阐述本体评价和诊断在保证本体语义正确性方面的重要作用。在此基础上,第2章对本体相关知识进行详细的解释和分析,包括本体构成元素、本体描述语言、本体分类、本体构建与开发工具等,并对本体评价的原理及演进过程进行系统全面的梳理。随后第3章用一章的篇幅介绍了本体不一致诊断的背景、存在的问题、现有的解决方案等,同时针对将要研究的复杂应用本体的不一致诊断问题,详尽分析介绍了更多直接相关的技术,如模型诊断法、根辨解法、简洁辨解法、反模式探测法等,同时也提供了大量与本体诊断工具相关的知识。第4章是本书的主体和主要创新部分,在借鉴数理逻辑和软件测试等领域成熟思想的基础上,设计了相应的不一致诊断流程和算法,进行了计算与需求不符的根本性冲突、筛选最大限度保留原本体语义的目标诊断等工作。第5章和第6章实证研究章节内容丰富,既有理论分析、实证框架设计,又有应用实例,具有一定参考价值。

整体说来,作者既分析了语义网的时代背景,又阐述了本体的构件与组成;既梳理了本体评价的发展演化,又探讨了本体测试的特点与功能;既介绍了本体不一致诊断的研究前沿,又讨论了存在的问题;既提出面向应用需求的复杂应用本体的不一致诊断流程与步骤,又用典型实例对方案的有效性进行验证。著作总体逻辑结构合理、层次清晰、环环相扣;研究内容方面,在作者之前,还没有看到与本体评价、面向需求本体不一致诊断相关的、内容如此丰富的本体理论与实践研究,尤其在面向需求的复杂应用本体的不

一致诊断方面,作者示范了详尽的研究与实践过程。总之,该书是本体评价与面向需求本体不一致诊断领域的一本好书,对广大本体研究者具有较高参考价值和启发作用。

中国农业科学院信息研究所所长 研究员
孙 坦
2015年9月

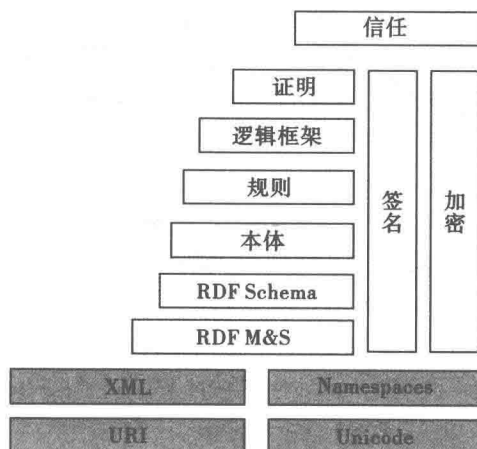
前 言



随着 Web 信息的与日俱增, Web 页面上出现的大量非结构化的、异构的数据, 它们通过统一资源标识符(URI: Uniform Resource Identifier)来标记和定位, 其语义和内容并不能被计算机理解, 这给人们在信息表示、抽取、检索等方面带来极大的不便。如果能让计算机尽可能自动完成网上这些海量信息的处理, 首先应该让计算机“理解”这些信息。为解决这些问题, 语义 Web 应运而生。

语义 Web 是当前 Web 的延伸, 其目标是让计算机能够“理解和处理”Web 信息, 并基于 Web 信息进行自动推理, 为人们提供各种智能服务。为了便于计算机处理和交互, 语义 Web 要实现信息在知识上的共享和语义上的互操作性, 因此语义 Web 中的信息应采用共享的词汇描述, 并赋予严格的语义。

语义 Web 的创始人 Tim Berners-Lee 给出了七层体系结构。如下图所示, 自下而上其各层功能逐渐增强^①。



^① http://baike.baidu.com/link?url=hP3Gf1JmXiDg4h4_P1mng9EMabXWli2JjXttihdmq1-3cRPhFJe5si-wE5J8lc4jCbkdVpMowJWoIcpodGIN_#7

(1)第一层：“字符集”层(Unicode 和 URI)。Unicode 是一个字符集,这个字符集中所有字符都用两个字节表示,可以表示 65 536 个字符,基本上包括了世界上所有语言的字符。数据格式采用 Unicode 的好处就是它支持世界上所有主要语言的混合,并且可以同时进行搜索。URI(Uniform Resource Identifier),即统一资源定位符,用于唯一标识网络上的一个概念或资源。在语义网体系结构中,该层是整个语义网的基础,其中 Unicode 负责处理资源的编码,URI 负责资源的标识。

(2)第二层：“根标记语言”(XML+NS+XML Schema)层。XML 是一个精简的标准通用标记语言,它综合了标准通用标记语言的丰富功能与 HTML 的易用性,它允许用户在文档中加入任意的结构,而无需说明这些结构的含义。NS(Name Space)即命名空间,由 URI 索引确定,目的是为了不同的应用使用同样的字符描述不同的事物。XML Schema 是文档类型定义(DTD)的替代品,它本身采用 XML 语法,但比 DTD 更加灵活,提供更多的数据类型,能更好地为有效的 XML 文档服务并提供数据校验机制。正是由于 XML 灵活的结构性、由 URI 索引的 NS 而带来的数据可确定性以及 XML Schema 所提供的多种数据类型及检验机制,使其成为语义网体系结构的重要组成部分。该层负责从语法上表示数据的内容和结构,通过使用标准的语言将网络信息的表现形式、数据结构和内容分离。

(3)第三层：“资源描述框架”(RDF+RDF Schema)层。RDF 是一种描述 WWW 上的信息资源的一种语言,其目标是建立一种供多种元数据标准共存的框架。该框架能充分利用各种元数据的优势,进行基于 Web 的数据交换和再利用。RDF 解决的是如何采用 XML 标准语法无二义性地描述资源对象的问题,使得所描述的资源元数据信息成为机器可理解的信息。如果把 XML 看作一种标准化的元数据语法规则的话,那么 RDF 就可以看作一种标准化的元数据语义描述规范。RDF Schema 使用一种机器可以理解的体系来定义描述资源的词汇,其目的是提供词汇嵌入的机制或框架,在该框架下多种词汇可以集成在一起实现对 Web 资源的描述。

(4)第四层：“本体词汇”(Ontology vocabulary)层。该层是在 RDF(S)基础上定义的概念及其关系的抽象描述,用于描述应用领域的知识,描述各类资源及资源之间的关系,实现对词汇表的扩展。在这一层,用户不仅可以定义概念而且可以定义概念之间丰富的关系。

(5)第五至七层:Logic、Proof、Trust。Logic 负责提供公理和推理规则,而 Logic 一旦建立,便可以通过逻辑推理对资源、资源之间的关系以及推理结果进行验证,证明其有效性。通过 Proof 交换以及数字签名,建立一定的信任关系,从而证明语义网输出的可靠性以及其是否符合用户的要求。

在该体系中,本体层是重中之重。本体作为共享概念模型的明确的规范说明,可以描述某个领域甚至更广范围内的概念以及概念之间的关系,使得这些概念和关系在共享的范围内具有大家共同认可的、明确的、唯一的定义。

领域本体是领域内重要概念、属性、过程及其相互关系形式化描述的基础,这种形式化的描述在海量、异构、分布的信息资源整合中,提供了基于知识或概念的科学组织方法,揭示了领域概念以及概念间的相互关系,为计算机系统具备语义理解的能力提供了基础条件。基于本体的智能检索、数据挖掘、信息分类、知识表示、知识发现等领域的研究和应用大大提高知识服务的效率,实现真正意义上的知识重用和知识共享。近年来,应用本体作为一种清晰表达特殊场景下共享概念和知识的方式,在智能推理中发挥越来越重要的作用,其相关研究也得到了很大的进步。

然而,应用本体开发是个复杂的过程。本体构建者对知识认识的不足或错误、本体描述或者分类上的含混、语义上的冲突都可能引起前后不一致,本体的不断演化和多个本体之间的融合、集成等操作也很容易使本体产生不一致。在经典推理下,不一致本体可以演绎出任何结论,针对这样的本体进行推理是毫无意义的。因此分析和诊断本体中的逻辑不一致性,并对其进行调整和修正、使之成为逻辑上一致的本体,成为本体研究的关键问题,得到学术界的高度关注。

换句话说,受人员素质、开发方法、描述逻辑自身复杂性等因素影响,应用本体既可能出现与本体逻辑基础不符的不可满足概念、不一致体等内部错误,也可能出现与背景知识、领域基本假定或需求不符的潜在语义错误,二者都会影响本体语义正确性及后续推理服务的质量。

为消除这些语义错误、降低诊断难度,不同研究者先后提出多种不一致诊断方法,如反模式探测法、根辨别法和简洁辨别法等。这些方法虽然在性能上已不断改进,但就应用本体及其需求的不一致而言,仍存在各种局限与不足,如反模式法不能保证完备性、根辨别法不能排除冗余、简洁辨别法不能归并衍生性冲突,目前仍没有一套完整的、既解决内部不一致、也消除潜在语义错误,且能够最大限度保留原本体语义的、面向需求的本体不一致诊断流程或方法,这给实践造成很多不便。

为改善现状、弥补空缺,本书在全面系统地梳理国内外本体评价及本体不一致问题研究现状的基础上,重点对本体调试算法与优化方法、本体诊断与修正等若干关键问题进行了深入探讨,分析二者发展趋势。二者是处理本体不一致性的两种普遍采用的方法,具有非常紧密的联系。

在计算辨别任务中,针对现有不一致诊断方法过于依赖推理、只关注辨

解某方面特性等问题,本书分别从启发式规则、辩解依赖关系、辩解简洁性三个角度出发,分析反模式探测法、根辩解法、简洁辩解法的原理、核心技术及局限,分析将三者组合的可行性。在此基础上,结合应用本体及其需求特点,提出通过反模式探测来减少调用推理机次数、通过结构转化和批量一致性检测来计算与需求不符的根本性冲突的思路和方法。

在筛选诊断任务中,针对返回最小诊断数量多、用户无法科学取舍的问题,本书分别从易出错公理与最小诊断间的整部关系、蕴含式与最小诊断间的依赖关系两个角度出发,分析公理可信度筛选诊断法、信息熵筛选诊断法的原理、核心技术及局限,分析将二者组合的可行性。在此基础上,优化诊断筛选策略,提出根据要处理最小诊断数量来动态选择筛选方法、综合损失信息量和预产生后果两方面信息识别目标诊断的思路与方法。

前者可以保证辩解的简洁性、完备性和面向多需求的独立性,并从一定程度上减少调用推理机的次数;后者可以确保目标诊断的最小影响性和在关键性推理任务上的准确性,二者共同为后续本体推理奠定良好基础。为提高计算结果的准确性,研究还尝试综合不一致度、删除代价、使用率与本体结构等多维度信息考察公理相对重要性,并结合应用本体特点调整其权重及计算方法。

为验证方法有效性,本书分别以相关论文中经常使用的实验本体和实际本体为例,对研究成果进行了实证分析。在随机添加3~5个测试用例的前提下,计算简洁根辩解并筛选目标诊断。结果表明,这种综合性的、在整合现有方法基础上组建的面向需求的不一致诊断流程在整体上是可行的。



第 1 章 绪言	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目标和意义	8
1.3 基本概念	11
1.4 研究内容	16
1.5 研究思路	17
1.6 本书结构	19
第 2 章 本体及本体评价概述	21
2.1 本体概述	21
2.2 本体评价概述	41
2.3 本章小结	76
第 3 章 本体不一致诊断概述	78
3.1 本体不一致的类型	79
3.2 本体不一致问题演进	81
3.3 本体不一致诊断的思路与方法	84
3.4 辨析的特性及其核心技术	91
3.5 最小诊断的特性及其核心技术	97
3.6 相关本体诊断工具及存在的问题	101
3.7 本章小结	106
第 4 章 面向应用需求的本体不一致诊断流程	108
4.1 面向应用需求不一致诊断概述	109
4.2 计算辨析过程特性分析	118

4.3	筛选诊断过程特性分析	122
4.4	面向应用需求不一致诊断流程的构建	125
4.5	本章小结	129
第5章	计算简洁根辩解的方法研究	131
5.1	基本思路与流程	131
5.2	启发式简洁根辩解法的主要任务	133
5.3	启发式简洁根辩解法的实践验证	143
5.4	对实验结果的分析	163
5.5	本章小结	169
第6章	筛选目标诊断的方法研究	171
6.1	基本思路与流程	171
6.2	启发式筛选诊断法的主要任务	173
6.3	启发式筛选诊断法的实践验证	178
6.4	对实验结果的分析	195
6.5	本章小结	197
第7章	结论及研究展望	198
7.1	主要贡献与创新	200
7.2	存在问题及不足	200
7.3	研究展望	201
附录一	缩略语简写说明	203
附录二	反模式的类型、原理、形式化表达及修改方法	204
参考文献	参考文献	209
后记	后记	226

第1章

绪言

1.1 研究背景

本体是领域概念的明确的规范化说明。作为知识组织、表示、共享及互操作的基础,已广泛应用于知识管理、信息抽取、智能搜索中。

随着语义网的发展强化了用户对高质量应用本体的需求,应用本体在智能推理中发挥越来越重要的作用,但应用本体开发是个复杂的过程,需要综合使用多种语言构件来描述约束,因而开发人员素质、开发方法、描述逻辑自身复杂性等多种因素都会影响最终本体的质量。在描述逻辑复杂性无法改变、开发者素质无法在短时间内提高,现有开发方法又普遍缺乏对本体评价、尤其是面向需求的功能评价的支持的背景下,应用本体出现逻辑矛盾或者与需求不符的问题就不可避免。识别并诊断这些不一致,并对其进行修正成为应用本体开发的一个重要任务。

随着本体技术的不断发展,不同研究者提出很多适用于不同场景的本体开发方法论,如 Enterprise Ontology^[1]、METHONTOLOGY^[2]、TOVE^[3] 和 NeOn^[4]等。这些方法论虽然都有成熟的框架或明确的开发步骤,但过程都比较复杂,技术性强。由于缺乏经验、再加上描述逻辑自身复杂性,领域专家因错用语言构件而引发异常结论、所得应用本体有不一致或者与需求不符的现象时有发生。具体实例如:

实例 1:本体中出现相互矛盾的知识,与本体逻辑基础不符

- $$\left. \begin{array}{l} 1. \text{Koala} \subseteq \text{Marsupials} \\ 2. \text{Koala} \subseteq \exists \text{isHardWorking. "false"} \\ 3. \text{domain}(\text{isHardWorking}) = \text{Person} \\ 4. \text{Person} \subseteq \neg \text{Marsupials} \end{array} \right\}$$

以 Koala 为例,既声明 Koala 是 Marsupials 的子类,又声明 Koala 有属性 isHardWorking,而 isHardWorking 的定义域是 Person,也就是说凡具有该属性的事物一定都是 Person 的子类,因此可推出 Koala 是 Person 的子类,而 Person 和 Marsupials 不相交关系,那么 Koala 和 Marsupials 也应该是不相交关系,与已声明的 Koala 是 Marsupials 的子类冲突。这属于与本体逻辑基础不符的内部不一致。

实例 2:修改后本体虽然通过一致性检测但却丢失了应蕴含的知识

SEKT FP6 借鉴软件工程中的单元测试,针对本体特性进行适当的调整,开发出一系列本体单元测试方法。其案例之一是基于本体构建一个智能的、能够为新律师提供帮助的 FAQ 系统。系统基于本体寻找参考案例和最佳答案,可为律师提供更多的背景信息。应用本体的构建和维护都由法学专家来完成,他们在形式化描述领域没有任何经验。^[5]

在本体维护过程中,专家发现,有些改动产生意料之外的副作用。如图 1-1 所示,

假设该本体已经投入使用,但后来有人意识到:并非所有的 Academic 都是 University member,因此把 Academic 调整为 Person 的直接子类。如此一来,调整后的本体仍然是一致的,但 Professor 也不再是 University member,这显然与实际情况不符,专家在修改之时并不一定能察觉,因为编辑工具只显示直接上下位,并不显示间接上下位。系统在检索 University member 时将直接跳过 Professor,因为 Professor 不是 University member 的子类。这个疏忽在后续使用过程中才会变得明显,彼时才去追溯原因会非常麻烦。

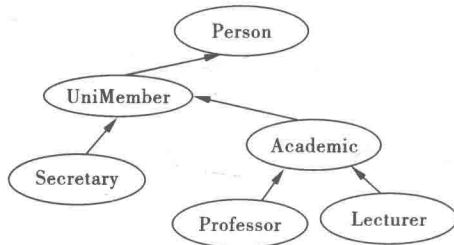


图 1-1 SEKT 项目中的本体

这属于与需求不符的外部不一致, $Academic \subseteq UniMember$ 与事实不符,删除该公理却丢失了 $Professor \subseteq UniMember$ 。

实例 3:在开发过程中,由于错用全称约束符,应用本体没有完成预期的推理任务

某本体有公理^[6]: $EUProject = \exists foundedBy. EUFundingProgram,$



$\text{EUCofundedProject} = \exists \text{foundedBy. EUFundingProgram} \cap \exists \text{foundedBy. NationalFundingProgram},$

表达的意思是:欧盟项目是由欧盟基金资助的项目,合作项目是由欧盟基金和国家基金共同资助的项目。由这两个公理可推出 EUCofundedProject 也是 EUProject 的子类。但用户本想表达的语义是: EUProject 是单纯由 EUFundingProgram 资助的项目,于是开发者把 EUProject 的定义修改为第3个公理。

$\text{EUProject} = \exists \text{foundedBy. EUFundingProgram} \cap \forall \text{foundedBy. EUFundingProgram}$

在此基础上,开发者又声明 $\text{FP7Project} = \exists \text{foundedBy. \{FP7\}}, \text{FP7} \subseteq \text{EUFundingProgram}$ 。以期能推出 $\text{FP7Project} \subseteq \text{EUProject}$ 。但事实上呢?推理机却给出 $\text{EUProject} \subseteq \text{FP7Project}$,与期望完全相反,这是因为 $\forall \text{foundedBy. EUFundingProgram}$ 的全称约束,推理机不知道 FP7 是否有可能被其他基金资助,只有再声明 $\text{FP7Project} = \forall \text{foundedBy. \{FP7\}}$,才能出现预期结论。这种错误目前只能通过专家审查来发现。

这属于与需求不符的外部不一致,想要 $\text{FP7Project} \subseteq \text{EUProject}$,但推理机却给出 $\text{EUProject} \subseteq \text{FP7Project}$ 。

实例4:在开发过程中,由于误解定义域值域公理,应用本体中出现异常结论

由于 OWL 语言的开发世界假设和非唯一命名假设,属性定义域和值域公理只能用于推理,而不能作为约束检测冲突。这很容易被误用。工程师本意是将其作为值约束用以检测冲突,但实际上推理机却将其视为公理推出新的知识。

如某本体认为 organises 是只有人才可从事的活动,故把定义域设为 Person 、值域为 Event 。而后又声明 $\text{ProjectWorkshop} \subseteq \text{Workshop} \cap \text{organises}^-$ 。Project,结果推出 $\text{Project} \subseteq \text{Person}$ 。这显然与事实不符,但推理机无法识别该异常。^[7]

实例5:多个错误同时出现,既有异常结论,又有不可满足概念

某本体有如下公理,由 $\text{ax1}, \text{ax3}, \text{ax4}$ 可以推出 Platypus 是不可满足的(蕴含 $\text{Platypus} \subseteq \perp$);若添加 $\text{Platypus}(\text{pete})$,则 $0 \cup \text{Platypus}(\text{pete})$ 是不一致的(蕴含 $\text{Thing} \subseteq \perp$);由 ax2 和 ax6 可推出 $\text{Penguin} \subseteq \text{FlyingAnimal}$,这显然与事实不符,但推理机无法识别该异常。^[8]



- ax1 : Mammal \subseteq \neg NonMammal ;
- ax2 : Penguin \subseteq Bird ;
- ax3 : Platypus \subseteq Mammal ;
- ax4 : \exists lays. Eggs \subseteq NonMammal ;
- ax5 : Platypus \subseteq AquaticAnimal \cap \exists lays. Eggs ;
- ax6 : Bird \subseteq FlyingAnimal \cap \exists lays. Eggs

综上所述,这不一致既可能是与本体逻辑基础不符的内部不一致,如实例 1 中 Koala 和实例 5 中的 Platpus;也可能是与背景知识、领域基本假定或需求不符的潜在语义错误(也就是外部不一致),如实例 2、实例 3、实例 4。二者都会影响本体的语义正确性以及后续推理服务的质量。

前者可通过推理机的一致性检测来识别,但后者却只能通过添加测试用例的本体验证或专家审查来识别。推理机虽然能检测不一致,却无法从语义上判断蕴含式的正误。这种局限的直接后果是,通过一致性检测的本体并非一定就满足应用需求,这就引发外部不一致问题。针对不同类问题,需要分别采用不同的方法来识别、诊断并进行修正,但处理流程大体是相似的。

如图 1-2 所示,推理机的一致性检测属于本体验证,专家审查属于本体确认,本体确认和本体验证都属于本体测试(二者在评价依据的形式化程度及评价方法的自动化程度上有所不同),本体测试是从需求及功能出发的本体评价,三者都属于本体评价的范畴,可以为面向需求的不一致诊断提供参考。不一致诊断的重点是解决错误,不同于前期以识别错误为目的本体评价,因此不应归入本体评价的范畴。但 NeOn 项目将本体诊断和本体修正归入本体确认,本书则将其视为不同于本体评价的独立过程。

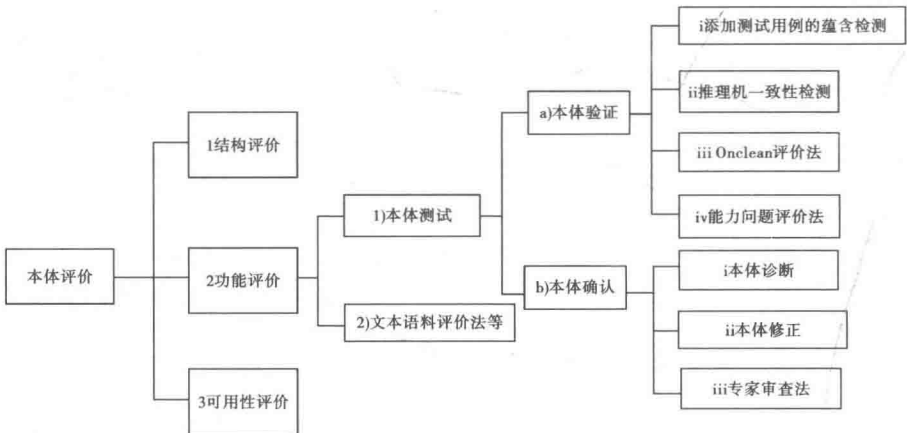


图 1-2 本体评价方法分类图