

基于本体的智能 Web 服务

The Intelligent Web Services Based on the Ontology

徐剑军 梁邦勇 李涓子 王克宏

(清华大学计算机系知识工程组 北京100084)

Abstract The IWS (Intelligent Web Services) is the result of the development of the network computing model. This paper discusses that it's necessity for the ontology to be brought into the IWS and introduces the vision of the IWSBO (IWS Based on the Ontology). Focusing the need of the IWSBO, this paper brings forward the WODOS (Web Oriented Distributed Ontology System), which is a model of the Distributed Ontology System in Web environment. The characteristic of the WODOS is that it can store, refer and process the ontology distributively and ensure the consistency and uniformity of the ontology in Web environment.

Keywords Ontology, IWS base on the ontology, DAML, Semantic Web, Web oriented distributed ontology system

一、引言

随着 Internet 应用的普及和软件技术的进步,基于 Web 的网络计算模式或 Internet 计算模式得到了广泛的重视和应用。目前,面向 Web 应用的三层结构(或多层结构)、构件化的商务逻辑封装、基于 XML 和 Web Services 的自动电子商务等理论和技术深入人心。但创新是无止尽的。实际上,现有的这些 Web 技术并不能真正解决人们期待已久的智能搜索引擎、智能信息代理、智能交易代理等基于 Web 的个性化、智能化的服务。而这正是 IWS(Intelligent Web Services)要解决的问题。表1总结了 Web 技术的发展和 IWS 在其中的位置。

“本体论”最早是哲学中的基本概念,它是研究“是”(being)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一个“本体论”的产生、发展、怀疑和批判的过程。把本体论引入人工智能中,其被赋予了一个可实现的,形而下的含义:“相关领域基本术语和关系,以及利用这些术语和关系构成该领域的规则的集合”。

表1 Web 技术的发展

	第一阶段	第二阶段	第三阶段
主要的信息描述格式	HTML	XML 和在此基础上建立的领域标准化格式如 e-bXML 等	RDF DAML
信息描述特点	信息非格式化或半格式化	信息格式化、标准化。信息定义缺乏关联,有可能有多重含义。	基于本体的信息(知识)定义与表达。
动态交互模式与技术	处理人机交互的 CGI 技术和类似的动态脚本语言 CGI、ASP、JSP 等	Web Services-SOAP, UDDI, WSDL	Intelligent Web Services 具体模式和技术有待发展
动态交互特点	处理人——机基于 Internet 的交互。计算机与计算机之间难以交互	可处理计算机——计算机的交互,交互过程自动化。但难以构建个性化、智能化的服务。	协调处理人——机交互与计算机对计算机的交互,交互过程智能化。可提供智能化、个性化的服务。
发展现状	应用广泛	技术已日益成熟,已有大量相关技术规范	从具体模式及相应理论到实现技术都有待发展。

二、基于本体的智能 Web 服务的建立

Web Services 作为 Web 技术的最新发展成果,它的出现及推广将变革现有的 Web 应用模式。但是要想使分布于 Internet 上的服务器可以通过 Web 更自动化地、更智能化地交互,就必须解决目前 Web 上广泛存在的信息格式的异构性、信息语义的多重性以及信息关系的匮乏和非统一。

将本体的概念和相应技术引入 Web Services 技术中,将从根本上解决以上问题。同时,由于本体具有丰富的语义和广泛的关系,它将变革现有的 Web Services,使之成为 Intelligent Web Services,使 Web 实现从自动化到智能化的转变成成为可能。

用本体来改进目前 Web Services,使之成为 IWS。我们认为,这时的 IWSBO (Intelligent Web Services Based on the Ontology)应包括以下特征:

- 以本体为基础,以 xxXML 技术(建立在 XML 基础之上,如 DAML)为手段对 Web 上的信息进行组织。这种组织方式更类似于人类存储“知识”的方式。

- 以本体为基础组织的 Web 信息往往又利用“产生式表示”、“语义网络表示”、“框架表示”、“谓词表示”等各种知识表示方法整合到知识库中,这种知识库不但象 Cyc 那样可存储和处理常识和领域知识,还可以在 Web 环境下分布并保证唯一性、一致性、高效性。

- 现有的 Web Services 技术,如 SOAP、UDDI 等将用本体的思想进行改造,从而使这些基于 Web 的计算机对计算机的自动交互标准可以实现智能化。也就是说,一个加入到 Web 环境中的用户(可以是人,也可以是机器)可以智能地搜索、发现、注册、执行广泛分布于 Web 的各种动态服务。

- 不可能抛弃现有的 Web 信息。必须要有技术和相应工具保证现有 Web 可以改造成 IWS。

图1表达了我们对 IWSBO 体系结构的设计和理解。

图1中,我们将面向 Web 环境的本体分为两类,一是流程本体,用于表达 Web 服务的流程。二是信息本体,用于表达服务的内容和用户的兴趣(或限制)模型。例如,在一次智能化的自动电子交易中,交易的过程就是用流程本体表示,交易中所用到的数据就是用信息本体表示。

图1中的“基于本体的用户特征与限制”是指基于本体建

徐剑军 博士研究生,研究方向为智能 Web 服务以及面向 Web 的分布式本体系统。

立的用户兴趣模型,“基于本体标识的 Web 页面”是指用本体对现有 Web 站点进行改造的结果。面向用户的“智能服务”利用“知识库及处理引擎”对用户的兴趣模型和“基于本体标识的 Web 页面”进行处理,与其它“智能服务”进行协同工作。而这一切又最终建立在一个统一的广泛的面向 Web 的分布式本体系统基础之上。

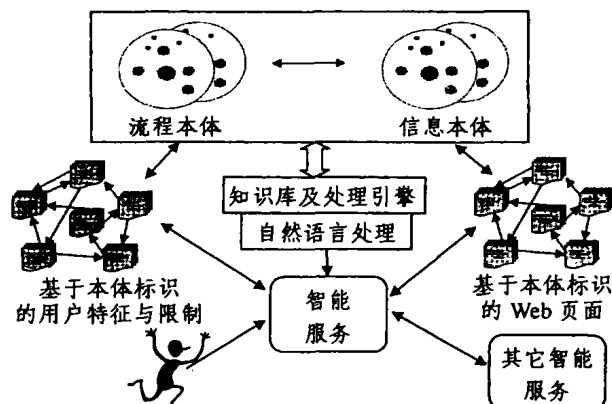


图1 基于本体的智能 Web 服务

目前,虽然 IWS 还没有可产业化的理论与技术,但众多研究机构从不同角度对它进行了研究。很多的研究成果可用到我们所提的 IWSBO 中来。其中,最主要的是:

DAML 和 Semantic Web:图1中的本体都可用 DAML 规范进行定义。DAML(DAPRA Agent Markup Language)发布于2000年8月,它的目的是为语义 Web(Semantic Web)提供语言和工具。它属于军方 DAPR(Internet 就是源自改组织的研究项目)的计划。DAML 在 W3C 的 XML 与 RDF 标准基础上建立。DAML 自己表达本体,同时对原有 Web 页面进行注解,链接到相关的本体上。

Cyc 和 OpenCyc:图1中的关键之一是“知识库及处理引擎”,而这可以充分利用 OpenCyc 的成果.Cyc 由 AI 的泰斗 Doug Lenat 一手创立,从1984年起一直致力于研究形式化常识.Cyc 研究的最初目标是通过知识工程的手段,让计算机建立起和人一样的常识系统,如知道树是长在房子外面的、人死后就不会买东西等等。从目前的情况来看,Cyc 不但可用于常识,也可以用于处理领域相关的知识.Cyc 在最近取得很大的进展。更重要的是,Cyc 将在 OpenCyc.org 上公布其保密多年的部份技术,从我们目前对 OpenCyc 分析来看,它已向 Web 应用方向前进;如用 Java 进行开发、用 DAML 重新定义本体等。

三、面向 Web 的分布式本体系统

建立 IWS 的基础在于建立本体系统,而这种本体系统与原有的非 Web 环境下的智能系统所用的本体系统有很多机制与模式上的不同。

Stanford 大学的 KSL 实验室的 Chimeara 是目前对 Web 环境下的本体研究最为成熟的成果之一。这是一个本体的分析和对分布于不同位置的本体库进行合并(半自动)的工具软件,该软件用 Web 的方式提供用户使用。

但是,随着 DAML 和 Semantic Web 标准以全球 Web 的推广,我们很难想象把所有的本体定义存于一处。因此,在保证本体所必需的唯一性与一致性的前提下,如何高效地对本体进行分布存储、引用、处理是一个必须解决,但目前都还没

有解决的问题。这可以说是 Semantic Web 推广和 IWS 建立的一个重大的障碍。

针对这些问题,我们提出了面向 Web 的分布式本体系统 WODOS(Web Oriented Distributed Ontology System)模型。在这个模型中,通过分析,我们根据对本体库的使用目的、机制的不同定义了三种角色。它们是:

定义1 Global Ontology Base (GOB):大型领域化的全局本体库。

定义2 Ontology Annotated Web Services Site (OAWS-S): 用本体标识的动态或静态 Web 网站。它们是 Web Services 中的 Services Provider。

定义3 Software Using Ontology (SUO): 利用本体对 Web 上的服务进行搜索、综合、代理、分析、处理的基于 Web 的软件。

实现 GOB 的关键在于建立一个大型的可以以 DAML 格式发布的本体库,同时还要有相关的本体维护,管理工具。实际上现有的很多系统如 CYC 等已经做到了这一点,但如果要成为我们所定义的 GOB,还要有一个基于 HTTP 的服务程序,该程序接受请求本体的 request,然后把相应的本体以一定的粒度(粒度可以是本体的 Class,但一定不是简单的 DAML 文件)给回请求者。还有一个关键在于这个服务程序的交互必须基于一定的标准。这个标准应该在 DAML 之上。

OAWSS 是用本体标识的动态或静态 Web 网站。它们是 Web Services 中的 Services Provider, 见图 2。

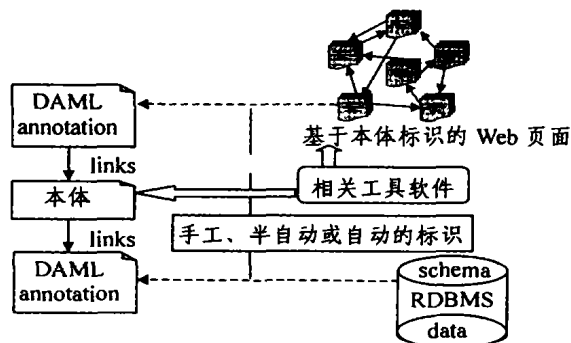


图2 OAWSS 示例

四、WODOS 的实现

通过分析,我们发现我们要想实现面向 Web 的分布式本体系统原型,重点在于 SUO 的设计。原因是 GOB 虽然重要,但重新做工作量巨大,而现有的研究成果如 Cyc 经过简单改造就可以基本实现。OAWSS 虽然广泛需要,但相对简单,我们在现有的成果如 DAML 和一些工具 OntoEdit、OntoMat、Oiled 的基础上已实现了一个简单范例。

而 SUO 则成为问题的关键。很多论文和会议的 Presentation 稿都将 Web 环境下 Services 的使用者及提供者的本体统称为“Local Ontology”。我们把它们分为 OAWSS 和 SUO 两种角色,因为我们发现这两种角色对本体库的使用机制很不一样。关键在于前者是“静态”的增加、删除、修改局部本体库,后者是“动态”的增加、删除、修改局部本体库。而我们发现产生这种不同的根本原因在于系统对所使用本体的变化(增、减、修改)是否有可预见性。

我们认为, SUO 中有一类是 Services Agent, 其余的是 Web Services 中的 Services Users。这两类在 IWSBO 中是不

用的角色,但我们认为它们对本体库的使用机制是很类似的,所以把它们在“基于 Web 的分布式本体”环境下归于一类。

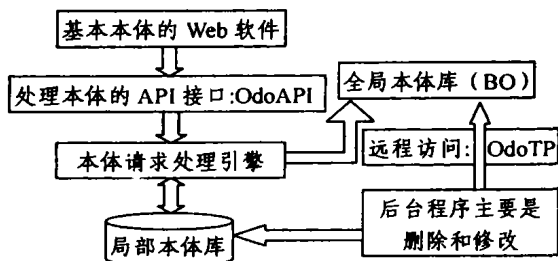


图3 SUO 上本体系统结构

在图3中,我们的 OdoAPI(Open distributed Ontology API)参考了 DAML API.使用这个 API,第三方开发的基于本体的 Web 软件可以在不用关心分布式本体的处理机制的情况下,简单而透明地使用一切符合规划的本体.图3中的“局部本体库”完成了对本地本体的存储与管理。

图3中的“本体请求处理引擎”是关键,本体的分布式策略及相关算法在这里实现.上图中的“后台程序”是按一定算法对局部本体库的本体进行删除和修改的操作.而这两者的操作都需要通过一定的协议来和远端的 GOB 交互.我们将开发 OdoTP(“Open Distributed Ontology Transport Protocol”)来完成这种交互的信息格式(建立在 DAML 基础之上)和交互粒度的定义。

结束语 几乎从 Internet 开始普及推广的时候起,人们就一直在描绘智能搜索引擎、个性化智能信息推荐、智能代理、智能电子商务、个性化电子服务、基于 Web 的 KOD(Knowledge on Command)等的美好前景.但这些从来就没有应用推广过,它们就象“科幻小说”一般遥不可及.究其原因,Web 智能服务所必需的面向 Web 的基于本体的信息及知识

表达相关标准、理论和技术还有待发展。

另一方面,本体论在人工智能中的运用由来已久.但在实际应用中并没有广泛的效果.Web 的出现为本体论提出了新的、更广泛的需求,也提供了一个建立真正全球化的、统一的、标准化的本体环境的途径。

因此,基于本体的智能 Web 服务 IWSBO 是必然的发展方向,相关的研究课题如 Semantic Web, DAML 等已成为研究热点.本文提出了自己对 IWSBO 的理解,同时提出它必须要有一个重要基础——面向 Web 的分布式本体系统 WODOS.本文提出了一个 WODOS 的模型,并对其进行了初步设计。

参考文献

- 1 Hendler J. Agents and the Semantic Web. IEEE Intelligent Systems, March/April 2001
- 2 LuRu-qian, Jin Zhi, Wang Rong-lin, et al. An approach of acquiring requirement information based on domain knowledge. Journal of Software, 1996, 7(3)
- 3 McGuinness D L, Fikes R, Rice J, Wilder S. The Chimaera Ontology Environment. In: Proc. of the Seventeenth National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI 2000). Austin, Texas, 2000
- 4 McGuinness D L. Conceptual Modeling for Distributed Ontology Environments. In: Proc. of the Eighth Intl. Conf. Conceptual Structure Logical, Linguistic, and Computational Issues (ICCS 2000), Darmstadt, Germany, 2000
- 5 Heflin J, Hendler J. A Portrait of the Semantic Web in Action. IEEE Intelligent Systems, March/April 2001
- 6 Neches R, Fikes R E, Finin T, et al. Enabling technology for knowledge sharing. AIMagazine, 1991, 12(3)
- 7 McIlraith S A, Son T C, Zeng Honglei. Semantic Web Service. IEEE Intelligent Systems March/April 2001

(上接第113页)

的用户服务参数为 $(\lambda/N, L)$ 的 poisson 分布, 由于 $\lambda = \sum_j \lambda_j$, 因此 $(\sum_j \lambda_j, L/N)$ 的 poisson 分布 $= (\lambda, R/N)$ 的 poisson 分布 $= (\lambda/N, L)$, 所以 $P = Pr\{\text{Max}(X_i) > C\} = \prod_i (Pr(X_i > C))$ 对于两种存放方式是一致的。

参考文献

- 1 Cleary K. Video on demand-competing technologies and services. Broadcasting Convention, 1995. IBC 95. International, 1995. 432~437
- 2 Anderson D P, Osawa Y, Govindan R. A File System for Continuous Media. ACM Transaction on Computer System, 1993, 11(2)
- 3 Barnett S A, Anido G J. A cost comparison of distributed and centralized approaches to video-on-demand. Selected Areas in Communications. IEEE Journal on 1996, 14(6): 1173~1183
- 4 吴敏强, 周刚, 陈晓林, 陆桑璐, 陈道蓄, 谢立. 分布式视频点播服务

器关键技术分析. 计算机科学(录用待发表)

- 5 Berson S, Muntz R, Wong W. Randomized data allocation for real-time disk I/O. In compcon 96, 1996. 286~290
- 6 Berson S, et al. Staggered striping in multimedia information systems In ACM SIGMOD 94, ACM, 1994. 79~90
- 7 Ozden B, Rastogi R, silberschatz A. Disk striping in video server environments. In: Proc. of the Intl. Conf. on Multimedia Computing and Systems, Hiroshima, Japan, June 1996. 172~180
- 8 Brinkmann A, Salzweid K, Scheideler C. Efficient, Distributed Data Placement Strategies for Storage Area Networks. In: Proc. 12 ACM Symposium on Parallel Algorithms and Architectures (SPAA), 2000
- 9 Santos J R, Muntz R R, Ribeiro-Neto B. Comparing Random Data Allocation and Data Striping in Multimedia Servers SIGMETRICS 2000, 6/00, Santa Clara, California, USA
- 10 Vin H M, Goyal P. A statistical admission control algorithm for multimedia servers. In: Proc. of ACM Multimedia, San Francisco, Oct. 1994. 33~40