

知识管理技术在船舶协同设计中的应用研究^{*}

胡小平, 徐招辉, 朱 朋

(杭州电子科技大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 知识管理技术在船舶协同设计过程中起着非常重要的作用。分析了支持协同设计的知识管理系统的特点, 针对船舶协同设计过程中设计人员对知识的需求及特点, 构建了基于 SOA 的知识管理系统框架, 建立了包含本体描述、本体属性集、本体案例集、本体间关系集的船舶设计知识本体模型; 在知识共享策略和知识库检索方面给出了技术方案; 最后, 介绍了所开发的基于 .Net 平台的支持船舶协同设计的知识管理原型系统。实际应用结果表明, 该系统为船舶协同设计提供了一种新思路和解决问题的新方法。

关键词: 协同设计; 知识本体; Web Service

中图分类号: TP302

文献标识码: A

文章编号: 1001-4551(2010)04-0062-05

Technology of knowledge management applied in ship collaborative design

HU Xiao-ping, XV Zhao-hui, ZHU Peng

(College of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Technology of knowledge management plays an important role in ship collaborative design. The characteristics of knowledge management system which supports the collaborative design was analyzed. Aiming at the requirements and features of knowledge in ship collaborative design for designer, a framework of knowledge management system based on SOA was built. The ontology domain model of design knowledge was introduced, which consists of description, attribute set, case set and relation set of the ontology. Then the solutions to knowledge share and knowledge retrieval were proposed. At last, a tentative knowledge management system based on .Net platform was developed. The application results show that the system provides a new idea for ship collaborative design.

Key words: collaborative design; knowledge ontology; Web Service

0 引 言

知识管理是企业首先要考虑的一个重要课题, 有效的知识管理不仅可以提高工作效率, 而且对于企业的知识创新也具有重要意义^[1]。目前, 国内外许多企业、学者都非常关注知识管理, 并对此进行了广泛而深入的研究和应用。例如浙江大学的战洪飞等人为分散在异地的企业员工和客户进行知识交流及共享而开发了基于网络的协同知识管理系统^[2]。北京大学信息管理系的王娟论述了对企业业务流程中的知识元素进行有效管理的内容和价值, 指出其实现途径是建立知

识管理体系^[3]。在产品概念设计过程中, 有效的知识管理对产品的创新具有非常重要的作用, 研究人员提出并设计了一种基于 XML 的通用格式用以描述设计知识、共享设计经验和相互交流^[4]。

协同设计是一个非常复杂的设计过程, 在设计过程中存在设计人员的知识结构不一致、设计人员分散异地、设计环境不一致等问题, 因此更需要实施有效的知识管理^[5]。目前已有学者提出将基于本体的知识模型和工作流模型集成起来应用于协同设计过程中, 旨在为不同设计用户获取、提供有用的知识^[6]。当前, 协同设计对知识管理提出了新的要求, 支持协同设

收稿日期: 2009-11-17

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(602125); 浙江省交通厅科技计划资助项目(2005G012)

作者简介: 胡小平(1970-), 女, 浙江温州人, 博士, 教授, 硕士生导师。主要从事企业信息集成, 协同设计和知识工程方面的研究。E-mail: xiaoping.hu@hdu.edu.cn

计的知识管理系统具有下列特点:①环境分布性。这是协同设计的主要特征,具体体现为地理分布性和业务分布性,如协同设计人员分散、资源分散、任务分散等。支持协同设计的知识管理必须适应协同设计的分布式特点。②跨平台支持性。参加协同设计的设计人员几乎不可能具有完全一致的设计环境,因此支持协同设计的知识管理系统对于异构设计环境的支持至关重要,必须具有跨平台的特性。③服务方式全面性。协同设计过程中的具体设计任务需要全方位的知识支持,支持协同设计的知识管理必须具有便捷的知识查询、个性化的知识服务、专家快速定位等各种功能。④知识表达一致性。协同设计需要支持设计人员方便地从异构、异地的共享知识库获取知识,因此必须建立统一的知识描述方式,支持协同设计知识管理。基于上述特征,开发出基于网络、跨平台、满足全设计流程的知识管理平台并提供良好的共享机制是支持实现协同设计、实现知识共享和知识创新的关键。

船舶协同设计是一个知识高度密集型的设计过程,其中存在大量跨学科、多类型、多渠道的知识及知识交互^[7]。面对这种分布式、分散性、不一致的设计环境要求,将参与协同设计的所有知识资源联合起来形成一个较为全面的知识网络,为整个船舶协同设计流程提供全方位的知识服务,是摆在船舶设计制造行业面前的一个亟待解决的任务。本研究针对船舶协同设计流程中对知识需求的特点,对设计知识采用基于本体对象方法进行统一描述,实现在设计过程中进行知识服务。同时将 SOA 的思想引入其中,将各功能模块用 Web 服务进行封装,不但可以无缝地集成应用,而且可使系统结构灵活、部署方便。

1 基于 SOA 的知识管理系统框架

船舶协同设计是一个以设计单位为中心,在船东、造船厂、船级社和设备制造商等合作单位之间开展广泛协同的设计过程。例如在设计初期,船舶设计单位需要与船东、造船厂一起拟定船舶的船级、用途、类型和航区、船舶的主要技术性能,并初步确定主/辅机及主要设备,估计预算和拟建造及完工时间等要求,进而建立设计任务书;在设计过程中,船舶设计单位就船舶主尺度、船型系数、总布置、机电设备选型等方面,存在设计人员之间的交流,以及他们与设备制造商、船级社等合作单位进行技术交流;在生产设计过程中,船舶设计单位针对设计工艺、生产进度、各种机电设备的具体安装要求等,还要与造船厂、相应的设备制造商进行协调、沟通。

要解决船舶设计单位与分布在异地合作单位协同工作中的问题,必须应用网络技术实现将船舶设计单位与各合作单位互联以构成一个分布式、跨平台的知识网络,消除设计过程的地域限制。当前,面向服务的体系结构(Service Oriented Architecture, SOA)是解决此问题的可行方案之一。SOA 是一种基于网络、松耦合、多应用集成的技术解决方案,是目前信息系统技术发展的主流方向。它采用面向服务的软件封装技术,应用程序可以通过简单对象访问协议(Simple Object Access Protocol, SOAP)访问服务,其数据信息是通过基于 HTTP 协议的 XML 形式传输,在应用中不需改变网络防火墙的设置。笔者在此技术体系结构上,构建了如图 1 所示的支持船舶协同设计的知识管理平台系统框架图。

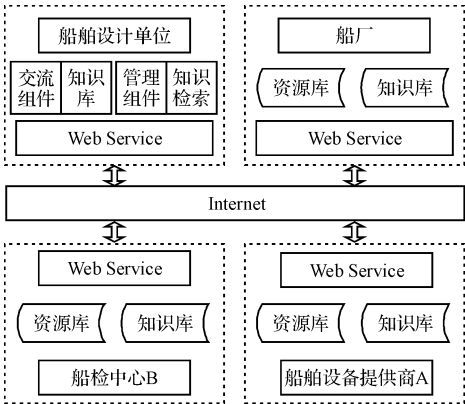


图 1 系统框图

如图 1 所示,船舶设计单位提供整个系统的知识管理功能模块。其中,“管理组件”负责管理系统的知识整理、系统用户管理、合作单位的用户管理、外部知识库的接入等配置操作;“交流组件”提供一个平台,支持设计人员在设计过程中进行多种形式的信息交流,如在线实时交流、BBS 或企业内部邮件,它不但可以与本单位的相关人员进行知识交流,而且还可以实现与合作单位的专家进行技术交流;“知识检索组件”提供了性能良好的操作平台,并实现对协同设计流程知识主动推送和个性化查询。各参与单位的设计人员可以根据系统分配的帐户进入系统与设计人员进行隐性知识交流,也可以根据船舶设计单位提供的 Web 服务配置接口和知识描述方式,建立共享知识库,方便设计人员直接查询显性知识。在此系统框图中,Web 服务是实现构建知识网络共享的关键技术之一。在原型系统中,所有的业务功能模块采用 Web 服务技术以实现粗粒度编程接口,这种服务的使用者不必考虑后台的具体实现技术,从而保证了系统的安全性,也为今后的业务扩展提供了更大的灵活性。

2 基于本体的知识描述

知识管理的根本目标在于促进知识重用,并在此基础上进行知识创新。但是由于各种原因,如各方信息的数据格式不兼容、纸张文件和电子文件的转换困难等,难以做到真正的信息交流。特别是在知识型企业中,存在于员工头脑中的知识比例更高。因此,船舶设计单位要保存核心竞争力和提高设计效率,必须组织、收集、整理在设计过程中产生的知识,以方便今后的知识重用。

为了能够用计算机保存知识并进行处理,需要设计合理的知识表示方法。合理选择知识表示要求能够对知识和经验进行正确合理的表述,构建内容丰富、结构合理、层次分明的知识系统,既要提高求解结果的可靠性,又能方便知识库维护和知识获取。一般而言,设计知识表示方法时需要考虑如下几个方面问题^[8]:

- (1) 是否能够将问题求解的知识有效地表达出来;
- (2) 是否便于对象知识的使用(如推理、聚合等操作);
- (3) 是否便于知识的扩充和既有系统的维护;
- (4) 从人类的思维或自然语言形式到具体表示的转换是否方便可行;
- (5) 所表达的知识是否简单明了、易于理解。

知识表示经过多年的探索与研究,现在已经提出的针对计算机的知识表示方法有:产生式、谓词逻辑、框架和脚本、语义网、过程模式、直接表示法、面向对象的知识表示和基于本体的知识表示等。由于本体最能反映知识的核心,基于本体的知识描述是解决知识异构性、实现语义统一和知识共享的有效方法。

船舶设计可分为 5 个设计阶段:任务书制定、初步设计、详细设计、生产设计和完工设计,在每一个设计阶段都涉及到大量的组织和单位,并存在频繁的信息交互,包括设计原理知识、实例类知识、规范手册类知识、经验类知识、图形知识、设计历史等。在船舶协同设计过程中的知识来源如图 2 所示。



图2 船舶设计知识来源

从图 2 中可以看出,在船舶设计过程中需要利用的知识信息非常多,如何将这些信息保存、共享、应用、创造新知识是知识管理研究者需要解决的问题之一。本研究采用基于本体的知识表示方法对船舶设计过程中的知识进行表示。知识本体的建立一定需要组织船舶设计领域的专家来参与,因为领域专家通晓本领域的学科体系,能够较为准确地描述与提供领域本体的基本信息。建立知识本体需要经历如下步骤:

- (1) 收集与船舶设计有关的一切资料,如设计手册、各类规范、产品资料、技术专家信息、历史设计图、他人总结的设计经验等;
- (2) 确定船舶设计流程所需完成的设计任务及所需要的知识,并将任务的关键词作为知识的基本词汇;
- (3) 根据船舶设计流程的角色确定知识使用者和隐性知识持有者;
- (4) 根据各设计阶段、专业确定知识信息之间的关联关系,如设计先后顺序、包含关系等。例如在船体设计中,先设计好了机舱布置图,才能根据布置图设计机舱通风管系等子项;
- (5) 将收集到的知识根据基本词汇进行归类,其中也不乏存在多个基本词汇共享同一载体的知识信息。

根据上述步骤,本研究将各设计任务作为独立的知识本体,表示如下:

Knowledge Ontology::=

<Description, Features, Cases, Relations> (1)

其中,Description 表示知识本体的描述信息;Features 集合记录知识本体的基本特征属性或要求;Cases 集合是知识本体的案例集合,它包括此知识本体的原理知识、经验知识、设计历史等,还可包括拥有此知识本体的专家的联系方式;Cases 集合可以表示如下:

Cases::= <Role, Type, Path> (2)

其中 Role 表示使用或持有此知识的角色,Type 表示知识载体的类型,Path 表示此知识本体载体所在的位置;Relations 记录与此知识本体有关联关系的知识本体名称,它体现了知识本体的网络关联结构。设计人员根据设计任务就可以获取到有用的知识信息。此外采用此方法也便于知识管理人员采用面向对象的编程方式进行技术实现和管理。知识本体的表示如图 3 所示。例如将船舶总体布置图的知识本体用 XML 表示如下:

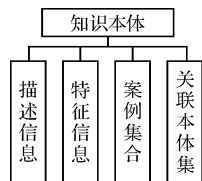


图3 知识本体表示

```
<? xml version = "1.0" encoding = "gb2312"? >
<Ontology>
<Name>总布置图</Name>
<Description>总布置图是其他各项设计和计算的主要依据……
</Description>
<Features name = "设计要求">
<Feature>最大限度提高船舶使用效能</Feature>
……
</Features>
<Cases>
<Case>
<Role>项目经理 | 设计员</Role>
<Type>设计图</Type>
<Path>/VZJ4355/vzj4355-100-0.dwg</Path>
</Case>
……
</Cases>
<Relations>
<Relation url = "Lisp.aspx? name = 机舱布置图">机舱布置图</Relation>
……
</Relations>
</Ontology>
```

3 知识服务实现关键技术

3.1 Web 服务技术

SOA 是一种基于网络、松耦合、多应用集成的技术解决方案,它在传统的业务层和技术层之间增加了一个服务层,以有效地沟通业务层和技术层之间的信息,让企业应用层可以彻底摆脱技术的束缚。Web 服务技术提供了在可缩放的、松耦合、跨平台的环境下进行交换信息的能力,它是基于 XML 和 HTTPS 的一种服务,其通讯协议主要基于 SOAP,用 WSDL 进行服务描述,通过 UDDI 来发现和获取服务的元数据。Web 服务体系结构如图 4 所示^[9]。

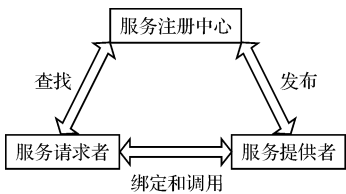


图 4 Web 服务体系结构

这一基本模型展现了 Web 体系结构的 3 个角色(即服务提供者、服务请求者、服务注册中心)与 3 种操作(发布、查找、绑定)。服务注册中心提供服务的抽象定义及其绑定方法,使得服务能够被正确地绑定;服务请求者是服务的使用者,它可以通过服务注册中心来寻找自己需要的服务,然后调用该服务;服务提供者是服务的所有者,它发布自己的服务详情,使得使用该服务的请求者能够更详细地理解服务提供者,对使用自身服务的请求进行响应。

对于一般 Web 服务体系结构的应用平台,其服务提供者在程序编制时就可以确定。但是在船舶协同设

计系统中,合作单位经常会发生变动,因此其共享知识库也会随着改变。为了保护合作单位知识库的安全、便于管理人员对随时会发生变动的合作单位的接入管理,在原型系统中应用了基于代理服务机制的动态调用 Web 服务技术(如图 5 所示)。从图 5 可以看出,设计人员的知识请求首先需经过 Web 服务代理类进行查询判断,若此请求的知识本体存在于设计单位的知识库中,则直接访问;否则,服务代理将知识请求转入到共享知识库进行搜索。

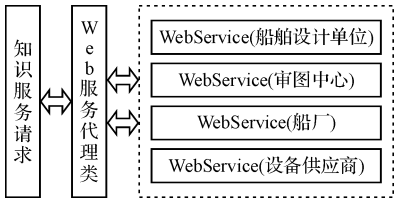


图 5 Web 代理服务

3.2 基于案例推理的知识推送技术

随着企业的运行和设计项目的增多,知识库保存的知识信息也越来越多,这势必降低知识的检索效率并最终影响知识的重用。如何让设计人员快速检索到最符合设计要求的知识,删除那些过时的、长期没有被利用的知识,是知识管理中的重要问题。基于案例推理(Case-based Reasoning, CBR)的技术^[10]是一种相似或类比的推理方式^[11],它通过访问知识库中过去同类问题的求解方案从而获得当前问题解决方案,即利用旧的实例或经验解决新问题、评价新问题、解释新问题或理解新问题。CBR 解决问题的过程可分为 4 个阶段(4R 过程),即检索、复用、修正、保存。

本研究的原型系统将 CBR 技术作为设计知识推送和请求的解决方案,其执行过程与 CBR 的 4 个阶段类似。当设计人员在获取设计任务时,系统根据对应的知识本体进行搜索和匹配所有类似的案例信息;系统将按照匹配系数,将案例信息依次呈现供设计人员自由使用;设计人员对知识信息提取并进行满意度评价,系统将调整案例的匹配值,作为今后解决问题的一个评估依据;最后将本次知识请求整理保存后作为一个新的案例并存入知识库。例如,船体设计人员在接受某型号机舱布置图设计任务时,系统将知识库中所有与机舱布置图有关的知识信息按照匹配系数排列,供设计人员使用;设计人员选择其中某些知识信息作为设计参考并对所选知识信息进行评价,系统将对参考信息的匹配系统进行调整;本次设计作为一个新的案例保持在对应知识本体的案例集中。此外,对于那些长期未被检索的知识信息,系统将会执行有效的清

理操作。

4 系统应用示例

应用前面讨论的基于 SOA 的系统框架和知识本体建模技术,笔者开发了一个基于 .Net 平台的船舶设计知识管理原型系统。该系统实现了对船舶设计流程的知识库配置及其管理功能,它包括一个船舶设计单位的知识库建立、合作单位的共享知识库接入管理和隐性知识处理;提供了支持在线知识交流、论坛形式和系统内部邮箱等多种形式的交流平台;实现了基于 CBR 技术的知识检索和知识更新模块;定义了多种用户角色和访问权限,确保系统的数据安全。添加知识实例页面和知识地图页面如图 6、图 7 所示。



图 6 与设计室进行邮件交流



图 7 知识地图

5 结束语

随着企业对技术创新的日益重视和企业信息化程度的提高,越来越多的设计人员使用知识管理系统和协同设计系统支持技术创新。支持船舶协同设计的知识管理系统将知识管理技术和协同设计系统集成为一体,提高了知识在协同设计过程中的重用度,并使得知识的积累和共享更加方便,为船舶协同设计提供了一种新思路和解决问题的新方法。其意义在于:提高船

舶协同设计的效率,方便企业知识管理,促进企业的技术创新,提高核心竞争力。

原型系统对基于本体的知识管理技术和船舶协同设计技术运用分布式技术进行集成,对协同设计中的知识严格分类管理,为设计人员提供了一个方便快捷的知识管理平台。设计人员可以通过平台方便地获取与本职工作密切相关的各类知识(包括显性知识和隐性知识)。应用知识管理技术能实现协同设计企业之间的知识共享,但只有将知识管理融入到企业业务流程之中才能发挥知识管理的功能。因此,实现协同设计过程中知识管理技术的关键在于将知识管理技术立足于企业业务流程,真正做到所见即所需,这是知识管理研究永恒的课题。

参考文献 (References):

- [1] 王知行,林琳,钟诗胜,等. 知识管理系统中的 CBR 技术及其应用[J]. 计算机集成制造系统,2003,9(7):551-555.
- [2] 战洪飞,李荣彬,顾新建. 基于网络的协同知识管理系统研究[J]. 计算机工程与设计,2002(14):28-30,60.
- [3] 王娟. 企业业务流程中的知识管理[J]. 图书情报工作,2003(9):57-60.
- [4] HU Xiao-ping, LI Zhi-hua, YU Bao-hua. The Mapping Model in Function Solving based on Conceptual Design Knowledge-Base[C]. Proceedings of the 8th International Conference on Frontiers of Design and Manufacturing,2008.
- [5] 钱亚东,顾新建,马军,等. 支持协同设计的知识管理研究[J]. 浙江大学学报:工学版,2007,41(2):304-310.
- [6] WANG Yin-lin, WANG Jie, ZHANG Shen-sheng. Collaborative Knowledge Management by Integrating Knowledge Modeling and Workflow Modeling[C]//Information Reuse and Integration, Conf, 2005. Las Vegas: [s. n.],2005:13-18.
- [7] 蔡厚平. 船舶设计基础[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2006.
- [8] 张柯杰,袁国华,彭颖红. 知识表示及其在机械工程设计中的应用探讨[J]. 机械设计,2004,21(6):4-6,27.
- [9] 徐志平. 基于 Web Service 的网格计算机解决方案[J]. 计算机工程,2004,30(5):184-185.
- [10] KOLODNER J L. An introduction to case-based reasoning[J]. Artificial Intelligence Review,1992,6(1):42-49.
- [11] WATSON I. CBR is a methodology not a technology[J]. Knowledge Based Systems,1999,12(5):303-308.

[编辑:李辉]