

基于本体论的项目管理信息集成

韩宗海 费奇

(华中科技大学系统工程研究所 武汉 430074)

摘要 本文研究了基于本体论的项目管理信息集成的有关理论、策略和方法。在分析了本体论、信息管理和项目管理关系的基础上提出了基于信息集成的项目管理系统框架。然后重点讨论了基于本体论建立信息集成体系的解决策略,主要包括信息的俘获、信息的搜索、信息的重组等关键技术,最后给出了基于本体论的项目管理信息集成的体系结构。

关键词 项目管理,信息集成,本体论

Ontology Based Project Management Information Integration

HAN Zong-hai FEI Qi

(Institute of Systems Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

(Construction and Project Management, the University of British Columbia, Vancouver, BC, V6T 1Z4, Canada)

Abstract This paper conducts the research on the project management information integration based on ontology and the relative theories, strategies and methodologies. After the analysis of the relationship of ontology, information management and project management, we develop a framework of the project management system based on information integration. We further discuss the solution of developing the information integration architecture based on ontology that mainly includes information capture, information search and information recombination, as well as some other key techniques. Finally we propose the architecture for ontology-based project management information integration.

Keywords Project management, Information integration, Ontology

1 本体论、信息管理与项目管理

1.1 数据管理、信息管理与项目管理

数据、信息两者的差异体现了数据管理与信息管理的区别。数据是没有任何判断和背景内容的对事物客观事实的描述,信息是赋予了相关性内容与数据,信息按照使用者的要求经过进一步的组织和融合生成背景信息,个体吸收背景信息加入个人经验、价值观和信念后转化为信息集成。在信息管理思想发展的3个阶段中,技术信息管理阶段强调信息技术而忽视人文因素,实现的是数据的共享与快速传递;信息资源管理阶段则将信息资源视为管理的核心,力求构建准确及时传递决策相关信息的信息资源平台;信息集成管理阶段的管理核心演变为企业的智力资本,信息管理要实现信息共享与信息创新激励的有效统一。

企业是一个生成、编码、储存、分配和应用信息的社会集合;信息集成管理的目的是通过提高企业创新能力和应变能力以期在非连续变化的市场环境下获取持续的竞争优势;而企业的项目与重复性、持续性的常规劳动不同,它是独特的、一次性的工作,具有目标的确定性、过程的渐进性、成果的不可挽回性、组织的临时性和开放性等特性。典型的项目周期包括项目发起、论证、启动、规划、执行、控制、结束等多个阶段。

项目管理是在有限的资源条件下,为实现项目目标所采取的一系列管理活动。在当今信息时代,信息越来越成为一个重要的生产要素。因此在项目实施过程中,不仅要

对项目中各种无形的信息要素进行高效的管理,还要对项目中的各种有形的要素进行高效的管理,还要对项目中的各种无形的信息要素进行管理,而各种信息之间也存在着一定的联系,因此,信息集成是现代项目管理的重要部分,项目管理与信息集成之间具有密切的关系,如图1所示。项目管理中信息集成的目标就是在项目管理中最大程度地获取、积累、传递、共享和利用信息,使每个项目执行人员在最大限度地贡献信息的同时,也能享用他人的信息,从而提高信息的利用率,高效、优质地完成项目管理任务。项目管理中的信息集成,其主要过程可概念化为信息处理过程的螺旋化,在周期循环中不断前进。

1.2 在项目管理信息集成中引入本体论

本体(Ontology)本是哲学术语,意为客观存在的一个系统的解释或说明,反映客观现实的抽象本质;计算机科学中本体指的是领域内共享概念模型的明确的形式化规范说明,其目的是提供给领域内不同主体(包括人、机器、软件等)相互交流的语义基础,即形式化地明确定义包括机器在内的各主体理解的共识;本体论在自然语言处理、信息工程、语义 Web 等众多领域得到了广泛的应用,通过提供信息语义层处理的基础,它将大大提高计算机的信息处理能力;在信息、信息爆炸的时代,开发项目管理信息集成系统(Project Management Information Integration System, PMIIS)对企业生存与发展已经不可或缺^[1]。项目领域本体的研究也取得了相应的成果^[2],利用项目领域本体解决项目定义中的语义异构,进而完成其系统集成功能要求已成为项目信息集成方法研究的重要课题^[3]。

韩宗海 博士研究生,主要从事项目管理、项目信息管理系统和系统集成等方面的研究;费奇 教授,博士生导师,长期从事控制理论、系统工程理论与方法的教学和研究工作。

本体论应用于信息系统开发大多都基于这样一条基本信念:信息可以使用简单的规则来表示和推理,这实质是还原论;与还原论相对应的多样信息复杂性分析正在兴起,但还停留在理论探讨阶段,商业应用仍处于冯·诺依曼时代,还原论规则依旧是开发商业应用的PMIIS时应当坚持的信念。当前信息集成应用要解决两大问题,其一是信息获取瓶颈,其二是多个PMIIS间的协作通信问题;本体不仅能提供信息工程师与领域专家的共享概念模型,也同时提供了不同系统间信息共享的基础,对扩展PMIIS的应用有着非常重要的意义。

在PMIIS中应用本体论,需要考虑到以下的基本问题^[4-6]:(1)信息管理并不是数据管理的简单延伸,还伴随着科学管理哲学向人本管理哲学的变迁;(2)本体对信息语义歧义性的削弱不能仅仅局限于不同计算机系统之间,应当泛化到人与人之间;(3)在帮助人力资本将隐性信息转化为显性信息上,本体的工程方法起着至关重要的作用,本体内在的潜质并不能意味着它一定能解决问题。具体的本体论与信息管理与项目管理之间的关系如图1。

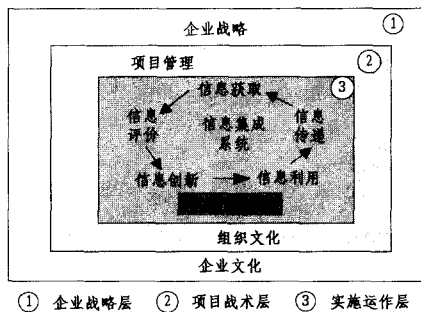


图1 本体论、信息管理与项目的关系

从图1中可以看出,本体论是信息集成的方法,是实施运作层的基础。而项目管理中的信息集成,是要在信息集成的实施运作层上,利用信息集成系统进行信息获取、信息传递、信息利用、信息交流创新以及信息评价,实现信息的社会化、外在化、综合化以及内在化的螺旋处理,并且由于项目管理自身的特点,项目组织的临时性、项目的一次性以及人员的流动性,项目管理中的信息集成更加困难,还必须结合项目组织文化,顺应企业的战略目标进行发展。下面具体讨论如何实现基于本体论的项目管理信息集成的有关理论。

2 基于信息集成的项目管理系统构建

项目管理信息体系的信息范畴主要包括:一般管理信息;项目相关应用领域的信息;项目管理所特有的信息。从项目管理的运作过程分析,项目管理可分为项目前期管理、项目计划管理、实施过程管理、验收移交管理以及日常事务管理。项目管理的各个阶段之间有着密切的联系,一个阶段的输出常常成为另一个阶段的输入条件,所有的阶段和管理过程构成了整个项目管理过程。图2为基于信息集成的项目管理系统框架图,它从项目管理运作过程角度出发,分析了项目管理中信息集成的对象,阐述了项目管理中信息集成的内容和集成的方向。

从图2可以看出,信息集成系统从项目管理运作的各个阶段获取信息,然后通过系统的分析和评价等信息处理过程,将整合、创新后的信息重新运用到当前的项目管理运作中去,并不断充实企业的信息库,以利于今后项目的实施。从项目运作过程分析,项目管理中的信息集成对象主要包括:

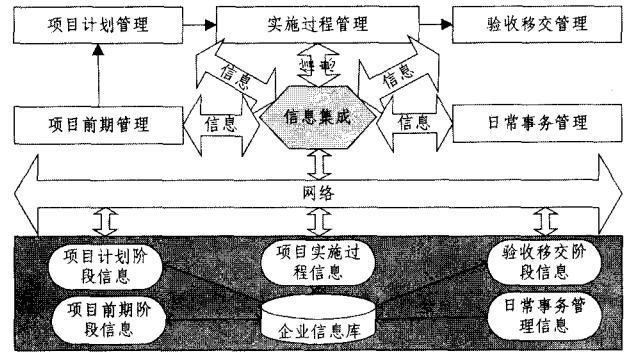


图2 基于信息集成的项目管理系统框架

1)项目前期阶段信息。项目前期阶段的主要工作是认可一个新项目的开始,它涉及对一个新项目的选择问题,具体包括上报项目、项目预审、项目复审、可行性研究、项目立项等管理功能。对项目进行选择首先需要了解包括用户需求、技术发展、可用资源等有关信息,然后采用一定的方法进行决策。简单项目的选择可以采用效益比较方法进行衡量,对于一些复杂的项目,则需要采用一些经济或数学模型,例如多目标决策模型等,通过加入约束条件进行量化分析,从而得出结论。前期阶段的信息主要包括项目录入情况、企业政策、审批结论、论证意见、立项计划及如何在前期阶段为项目做准备的经验等信息。

2)项目计划阶段信息。项目计划阶段管理主要实现对工程项目的总工期计划、实施方案、资源计划、成本计划等进行管理。这一阶段,项目经理需要清楚地把握企业的组织结构、人力资源分布、信息结构等,以利于制定项目的工期计划、网络计划、劳动力计划等。项目管理中的信息集成能有效地辅助项目计划阶段的实施。

3)项目实施过程信息。实施过程管理主要是为了实现对整个项目的实施过程进行管理和监控,包括招标管理、进度控制、成本控制、质量控制、合同控制等内容。这一阶段,项目招标的评标记录、标后处理文档、进度控制中顺利完成的成功经验、项目拖延的原因和解决的措施以及成本控制、质量控制和合同管理中的各种经验信息,都是企业的宝贵财富,都需要有效的积累和管理。

4)验收移交阶段信息。验收移交管理主要是为了实现对整个项目完成后的验收和移交工作进行管理,包括验收管理试运行管理、移交管理等内容。这一阶段,验收记录、工程结项情况、工程调试中遇到的各种问题与解决方法,也需要进行有效的积累和管理,以促进企业信息库的完善。

5)日常事务处理信息。日常事务管理主要是为了实现对工程项目实施过程中的有关事务进行管理,包括会议纪要、技术资料管理、往来信函和传真、重要电话记录、出差记录等内容。项目管理中的信息集成,利用人力分布图、信息分布图和传递图,通过检索信息库,能很好地辅助各种日常事务的管理。

3 基于本体论的项目管理信息集成

信息管理系统最基本的功能是实现组织内的信息的共享,因此,信息的俘获不仅是整个信息管理过程的开端,也是最基本的要求,信息的俘获就是将系统内的各种信息转换为信息。信息管理的另一个功能是便于信息的重用,为此,系统

内的信息必须与人连接成一个有机的人机共栖系统。

要实现上述功能,必须建立一个信息的高效存取结构,对所关注的信息体中的信息做语义清晰的、概念化的形式描述,以指导建立信息项。可以构筑这样一个基于信息的系统,这个系统就是通常所说的组织记忆(OM, Organizational Memory)。可见信息管理系统应该是建立在组织记忆之上的信息存取技术。本体论(Ontology)为信息系统提供了语义清晰、协同一致的共同理解基础^[7]。

对于信息管理系统,本体论技术更是系统对于信息俘获、存储和重用的内在要求^[5,8]:

1)对系统企事业的各种信息体作语义清晰的说明,可以将非结构化、半结构化的信息体转化为含结构化存储的信息项;

2)本体论的层次结构便于数据在关系型数据库中的存储;

3)本体论提供的术语使精确检索信息成为可能,有望解决当今基于全文匹配检索造成的“信息过载”问题。

3.1 信息的俘获与存储

3.1.1 系统标注

信息的俘获借助标注系统来实现,其工作原理是信息工作者在客户端的标注界面上填写槽值,形成关于信息体的元信息;将信息体转化为 PMIIS 中的信息项,标注以后的内容在 DTD(Document Type Definition)的指导下序列化(serialization)为 XML(Extensible Markup Language)文件后,存储于信息数据库中。系统原理如图 3 所示。

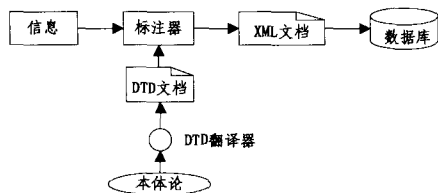


图3 标注文本的序列化

我们将元信息与信息体分开存储,元信息具有指向信息体的指针,元信息记录不同的信息工作者对同一信息进行的标注和讨论,信息体本身设有修改和注释权限。这种设计使得项目管理系统成为一个灵活的信息平台。

3.1.2 本体论到 DTD 的翻译

在本体分类中,表示、组织和信息本体相对比较固定,而领域本体有可能变化较快,我们在系统中设计领域本体由信息工作者自己建立,因此要不断地将新建立的领域本体翻译为元信息结构——DTD 文件。本体论的翻译包括 4 个部分:

(1)具有 is-a 关系的概念,即具有子概念的概念翻译为实例引用语句;

(2)本体论中的槽名翻译为 DTD 中的子元素;

(3)本体论中的槽名另翻译为 DTD 中的元素的属性;

(4)如果槽值具有原子类型,如 string, integer 型,翻译为带有 CDATA 的属性语句。

3.2 信息的搜索

信息集成的另一个关键问题是信息项的检索。我们采用基于本体论的检索,实际上是对数据库的查询。但由于本体提供了概念之间的关系,因此我们利用这种关系进行“联想”式检索,关键是对信息工作者查询语句的扩展,以提高系统的智能特性。我们设计检索系统由三个部分组成:本体论推理、查询重写中间件和 XML 查询引擎,其原理如图 4 所示。

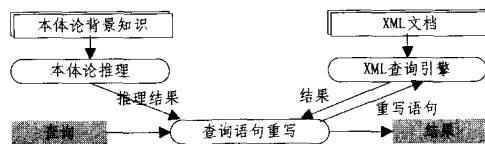


图4 信息查询框架图

本体论推理部分是存储本体概念和规则的关系以及查询重写模板的数据库,查询语句重写部分抽取来自浏览器上的词汇匹配查询重写模板,形成新的查询语句,本体论推理部分基于概念的语义学关系编写查询重写模板。本体中概念的语义学关系有很多,主要采用 4 种关系:包含、同义、反义和等价关系。

查询算法如下:

Step1 抽取查询语句的概念 $concept = Conc(SQL-expressing)$ 和谓词 $predicate = Pred(SQL-expressing)$;

Step2 生成子概念 $concept_i = Dec(concept_i)$, 在本体定义中查找同义关系、包含关系,在规则库中查找反义、等价关系;

Step3 重写表达式;

Step4 发送语句到数据库查询;

Step5 合成结果回客户端。

3.3 信息的重组

第三个主要技术是人与信息的重组机制问题。在当今信息不断增长的社会,如何在大量的信息中找到有用的信息,提高对有用信息的注意力,或者增加有用信息的吸引力,是提高信息利用率的关键。我们把提高信息注意力的重组机制称为随时重组机制,就是依据信息工作者随工作实践中动态出现的即时需求,注意到存在有参考价值的信息项,并快捷、准确地从信息库中获取有参考价值的信息。随时重组机制定义为六元组:

$$L = (S, D, P, F, S_0)$$

其中, S 表示系统状态, $S = (\text{等待, 提醒})$; 提醒 = (重要提醒, 次要提醒, 一般提醒); D 表示驱动方式, $D = (\text{信息输入, 定时, 事件, 用户反馈})$; P 表示个人偏好库; F 表示系统的状态转移函数, 是一个 $S \times P \times D \rightarrow S \times P$ 的映射; S_0 表示初始状态。根据标注、历史记录和系统反馈意见, 建立一个个人偏好库, 通过定时或事件触发启动信息推送过程, 并将提醒策略分为重要提醒、次要提醒和简单提醒, 极大地避免了过量信息对信息工作者的干扰, 同时又不遗漏有用信息。

3.4 基于本体论的信息管理体系

综上所述,笔者认为信息管理应以组织记忆为基础,以本体论为线索,以 XML 为表现形式系统,并提出了如下的基于本体论的项目管理信息集成体系。

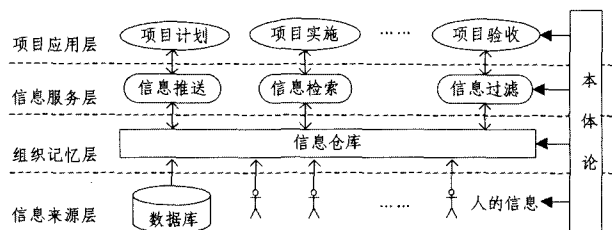


图5 基于本体论的项目管理信息集成体系结构

如图 5 所示,基于本体论的信息管理信息集成体系结构分为四层,由下到上,依次为:

(1)信息来源层:包括非结构化或半结构化的文本和其他信息,它是系统信息的提供者,如数据库、企业人员信息、电子邮件和文档信息等。

(2)组织记忆层:该层表示信息仓库,存储结构化的信息。借助本体论,将信息体加上元信息(来自于本体论),经标注器处理后,变成为结构化的信息项,最终表示成为 XML 文档,存储于 PMIS 信息库中。

(3)信息服务层:该层提供了信息的服务引擎,包括信息推送引擎、信息检索引擎和信息过滤引擎。其中信息推送指依据被服务者的个人爱好和信息订制,系统及时间向其主动提供信息。这些服务引擎依据特定的协议和协作模型,负责不同应用程序数据请求格式(不一定是 XML 形式)的信息发布,同时既要通过必要的策略保证数据的一致性,又要实现必要的访问权限控制。

(4)项目应用层:即项目实施应用层面。根据对信息系统的实际应用需求和用户计算环境,利用系统提供的服务引擎,开发合适的项目应用,如项目计划、项目实施、项目验收等等。

结束语 虽然国内外对于本体论的研究一直呈增长趋势,但是本体的研究和应用很多都还处于不成熟的探索阶段。在探索的过程中,越来越多的新的问题呈现出来,本文在本体论的项目管理信息集成的基础上给出了系统的理论分析和策略方法,目前正处在系统实施和项目整体集成的试行阶段。通过系统实施验证了文章中的理论和构想,但很多其它问题如本体的形式化程度不够、集成工具的缺乏、本体获取的方法的不成熟等等还有待进一步研究,这种种问题都说明本体论

的研究和应用还需要该领域的研究者们共同努力,相互交流,以取得更大的进展。

参考文献

- [1] Bandini S, Colombo G, Sartori F. Towards the Integration of Ontologies and SA-Nets to Manage Design and Engineering Core Knowledge//First Workshop on Ontology, Conceptualizations and Epistemology for Software and Systems Engineering 2005. University of Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid, Spain, 2005
- [2] 余明晖,费奇.基于本体论的工程信息管理分解与建模.华中科技大学学报(城市科学版),2004,21(1):15-19
- [3] 韩宗海,刘振元,包晓春.项目管理信息系统集成及其发展趋势.计算机科学,2006(11)
- [4] Bianchini D, Antonellis V D, Melchiori M. Ontology-based Interoperability for Interorganizational Applications. in Enterprise Modelling and Ontologies for Interoperability 2004. Riga, Latvia, 2004
- [5] Koschmider A, Oberweis A. Ontology Based Business Process Description. in Enterprise Modelling and Ontologies for Interoperability 2005. Porto, Portugal, 2005
- [6] Zhu Y, Augenbroe G. A Conceptual Model for Supporting the Integration of Inter-Organizational Information Processes of AEC Projects. Automation in Construction, 2006, 15(2): 200-211
- [7] Han Z. An Ontology-based Transaction Model for the Exchange of Infrastructure Information. Technical Report. Construction and Project Management Group, The University of British Columbia; Vancouver, BC, Canada, 2005; 1-26
- [8] McNally K R, et al. An Ontology-Driven Approach to Representing and Visualizing Critical Infrastructure Interdependencies. 2005. Available at: <http://www.acsm.net/cagis/mcnally.pdf>

(上接第 171 页)

使用 L 函数,修饰词“年轻”可以被定义为 $Young(x) = L(x; 20, 35)$,所以可以用该函数来描述 Tom 的年龄。在我们的例子中,假定 $Young(x) = L(x; 20, 35) = 0.8$ 。对于另一个模糊词语“非常”的形式化描述就用修饰算子来表达。按照定义 3, $[非常(very)] = D^{(2)}$,则有

$$[veryYoung]: \rightarrow [Young]^2, \text{即 } veryYoung: \rightarrow 0.8^2$$

下面就是该例子基于 FOWL 的抽象语法(假设该本体的命名空间是“S”):

```
ObjectProperty (S; learns)
ObjectProperty (S; studiedIn)
ObjectProperty (S; livesIn)
ObjectProperty (S; likes)
ObjectProperty (S; age
range (S; Natural))
Class (owl; Thing partial)
Class (S; person partial)
Class (S; college partial)
Class (S; undergraduate complete
annotation (rdfs; comment "Someone who studies in a college.")
intersectionOf (restriction (S; studiedIn someValuesFrom (S;
college))
S; person))
Class (S; male partial
annotation (rdfs; comment "The class of all male things.")
Class (S; young partial
annotation (rdfs; comment "Person whose age is less than 35")
domain (S; person)
range (S; (Young, 0.8)))
Class (S; Chinese partial
S; languages)
Class (S; Chinese_liker complete
intersectionOf (restriction (S; likes someValuesFrom (S; Chinese))
S; person))
Class (S; person partial)
Individual (S; Tom
annotation (rdfs; comment "Tom is a male undergraduate in America. He is very young, and he likes learning Chinese.")
type (S; undergraduate)
type (S; Chinese_liker)
type (S; male)
```

```
value (S; age S; (veryYoung, 0.8^2)
value (S; livesIn S; America))
```

结束语 本文关注于对不精确的或模糊的信息的本体表示问题,这些模糊信息在我们现实生活中广泛存在,对这类信息进行形式化的表示和推理,是值得深入研究的问题。对于描述逻辑的针对处理不精确信息的扩展也有很多研究成果。Straccia 不但研究了如何将模糊知识引入到描述逻辑中,而且对于逻辑推理问题进行了深入的研究,提出了一种模糊描述逻辑 FALC^[5]。但是 FALC 的表达能力还比较有限,也没有对大量存在的模糊性的修饰词语给出定义。在本文中,我们通过模糊逻辑扩展 OWL DL,将这种新的扩展的本体语言称为 FOWL(Fuzzy OWL)。在 FOWL 中,模糊信息可以通过抽象语法表达,其含义可以由语义来给出解释。另外,我们定义了修饰算子来增强语言的表达能力。实际上,模糊逻辑和相关的概念及技术能在语义网的开发和应用中起到积极作用,它有望在计算机和人类之间架起一道桥梁。

参考文献

- [1] Berners-Lee T, Hendler J, Lassila O. The semantic web. Scientific American, 2001
- [2] McGuinness D L, van Harmelen F. OWL Web Ontology Language Overview. World Wide Web Consortium (W3C) Candidate Recommendation. <http://www.w3.org/TR/owl-features/> August 2003
- [3] Zadeh L A. Fuzzy Sets. Information and Control, 1965, 8: 338-353
- [4] Baader F. The Description Logic Handbook; Theory, Implementation and Applications. New York; Cambridge University Press, 2003
- [5] Straccia U. Reasoning within fuzzy description logics. Journal of Artificial Intelligence Research, 2001, 14(1): 137-166