

基于扩展电子学习对象结构的学习资源 管理系统框架^①

童吕萍 杨贯中 (湖南大学 软件学院 湖南 长沙 410082)

摘要: 提出了一个基于扩展电子学习对象结构的学习资源管理系统框架。该框架利用本体对特定领域进行建模,同时对电子学习对象的结构进行了扩展,使不同的学习对象之间能够进行比较与组装,提高了资源的复用性以及管理效率。

关键词: 本体;扩展电子学习对象结构;关联知识;资源重用与组装

Learning Resource Management System Based on Extended Electronic Learning Object Structure

TONG Lv-Ping, YANG Guan-Zhong (Department of Software, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: This paper presents a framework to construct a learning resource management system based on an extended electronic learning object structure. This framework makes the comparison between various learning objects and enhances the reuse and management efficiency by modeling on specific domain and extending the structure of the electronic learning object.

Keywords: ontology; extended electronic learning object structure; associated knowledge; reuse and assembling of resource

1 引言

随着互联网的快速发展,互联网为学习者提供了一个巨大的学习资源库。然而,长期的资源建设、开发过程使得学习资源在不同的系统中有着不同的定义及分类。针对同一种资源,不同的系统或人可能采用不同的方式描述。对于语义相同的资源,可能在不同的系统中采取了两种截然不同的描述和表达方式。知识的管理、获取以及重用已经成为学习资源管理的关键性问题。

本体作为一种有效表现概念层次结构和相互关系的模型,被广泛地应用到计算机科学的众多领域,如知识表示、共享和重用、语义建模等方面^[1]。本文将本体的概念引入到学习资源的管理领域中,通过建立针对特定学习资源领域的本体实现了对学习资源的有效管理。文献[2]提出了一个包含关联知识的电子学习

对象(Electronic Learning Object, ELO)结构,使不同种类的学习对象能够进行合并组装及复用。本文借助关联知识的概念,通过对 ELO 结构进行扩展提出了一个贴近现实且更易理解的扩展电子学习对象结构(Extended Electronic Learning Object, E-ELO),通过对关联知识的比较消除了不同本体中语义相同的概念之间的二义性,实现了以关联知识为依据的学习对象比较,提高了学习资源的重用性并最终促进了学习资源的有效管理。

2 本体与扩展的电子学习对象结构

2.1 本体与语义模型

本体是共享概念模型的明确的形式化规范说明^[3]。一般情况下,本体是面向领域的概念模型,要求模型中的概念在一定范围内是公认的。因此,本体的建立有助

^① 收稿时间:2009-12-30;收到修改稿时间:2010-04-02

于消除概念间的二义性及歧义性。这对于需要交换信息和共享信息的系统具有很大的促进作用。本体通过确定领域内公认的词汇,从不同的层次给出了各个词汇之间的关系。本体已经成为语义建模的主要手段之一。

定义 1.领域本体是一个五元组,记作 $O = \langle C, A, R, I, M \rangle$ 。

其中 C 是概念集,指特定领域中概念、术语的集合; A 表示属性集,主要用来表现概念自身的特征; R 是关系,指领域中概念间的交互作用,如 $y: \text{SubClassOf}(x)$,表示 y 是 x 的一个子类; I 为实例集; M 是实例与概念之间的映射关系集合,该映射集将每个实例对应到其所所属的概念下,如 $iM(C)$ 表示 i 是概念 C 的实例^[1]。关于本体与语义模型及其实例之间关系的一个示意图如图 1 所示。

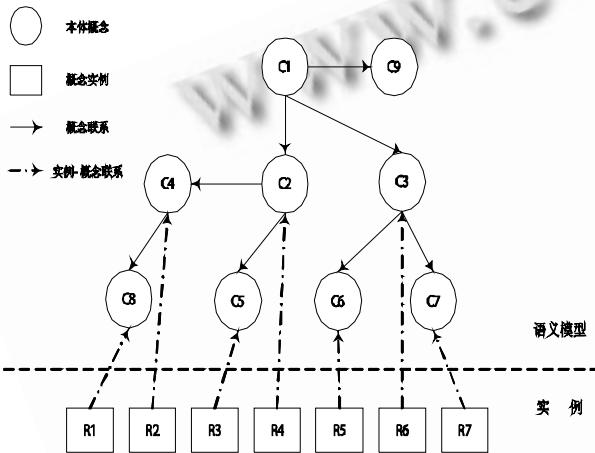


图 1 本体与语义模型及其实例之间关系示意图

2.2 扩展的电子学习对象结构

为了能够使学习对象以一种合乎逻辑的方式进行重用和组装,我们提出了一种基于本体进行需求和能力语义比较的学习对象重用和组装机制。通过在学习对象中引入关联知识的概念,能够很好的解决学习对象的组装及描述问题。所谓关联知识,就是 ELO 中关于学习对象需求及能力的一个集合。

ELO 概念模型为学习资源重用及组装提供了一种有效的解决方法,但在实际的教学过程中,学习内容均是以学习素材、知识点逐渐扩展到知识结构的方式进行呈现的,这使得 ELO 跟实际的教学过程存在一定的出入。考虑到 ELO 中三层结构的抽象粒度及与实际教学过程中知识的抽象不符合的事实,我们基于 ELO 概念模型给出了 E-ELO 模型。关于 E-ELO 模型的三

层结构描述如下所示:

(1) 学习素材(Learning Material, LM): 代表着各种各样的学习材料,例如视频、音频文件。它处于 E-ELO 模型的底层,主要包括学习材料本身以及描述学习材料的元数据。关于学习素材的结构示意图如图 2 所示。

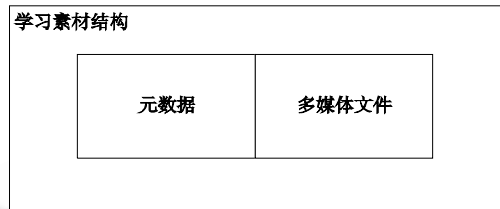


图 2 学习素材结构示意图

(2) 知识点(Knowledge Point, KP): 能够由多种学习素材组成,代表着与学习者交互的最基础的学习单元。主要包括描述该知识点所必须的元数据及与其它知识点合并所需要获得的知识和技巧。知识点包括了组成学习素材的各种学习材料的集合。关于知识点的结构示意图如图 3 所示。

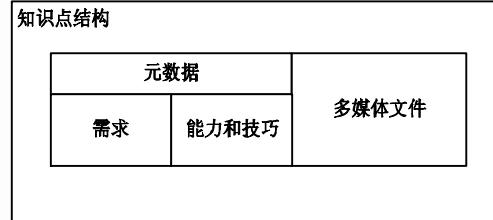


图 3 知识点结构示意图

(3) 知识网(Knowledge Network, KN): 知识网代表某个领域的知识体系,由大量的知识点以及他们之间的相互关系构成。它代表某个领域的完整的教学过程,并对知识点结构的元数据组成进行了扩充,包含了学习目标、详细的学习活动、评估活动及总结。知识网同样也包含了组成学习素材的各种学习材料集合。关于知识网的结构示意图如图 4 所示。



图 4 知识网结构示意图

3 基于E-ELO结构的学习资源管理系统框架

基于 E-ELO 结构的学习资源管理系统实际上包含了对面向特定领域的学科进行建模获取多个不同学科本体的过程,同时通过定义概念属性以及概念与概念之间的关系来构建一个层次清晰的语义模型。在基于 E-ELO 结构的学习资源管理系统中,关联知识是以本体概念的形式存在,通过引入不同本体概念间的映射关系,能够有效的解决学习对象比较及重用问题,同时能够为学习设计提供相应的指导。

基于 E-ELO 结构的学习资源管理系统框架主要由三部分组成:(1)领域本体工程,主要是对所关心的领域进行本体建模,得到本体概念模型。(2)资源标注,利用已有的 E-ELO 结构,对资源进行描述。(3)资源的重用与组装,根据 E-ELO 结构中已有的关联知识,有效实现学习对象的逻辑组装与重用。(4)资源搜索与推荐,主要根据本体概念间的语义关联模型以及学习者能力进行语义搜索与匹配。

3.1 领域本体工程

领域本体工程主要涉及到具体课程的本体建模。本体的建立是一个严格的过程,不依赖于任何具体的工具及方式。为了保证本体建模后得到的本体模型的规范性、有效性以及通用性,本体建模的具体步骤应该包括如下几步^[4]:

- (1) 明确领域范围: 主要包括本体应该包含的内容、用途及使用者;
- (2) 列举名词、术语: 以列表的方式记录领域中的名词和术语;
- (3) 定义概念及概念间的层次结构: 一般有三种方法即自顶而下、自底向上和综合法;
- (4) 定义概念属性: 提供相关的详细属性来描述概念的方方面面;
- (5) 可重用性: 主要参考相关本体,考虑是否有可重用和扩展;
- (6) 定义关系和函数: 主要考虑不同本体概念间的映射关系以及同一本体概念间的函数关系;
- (7) 定义实例: 定义本体概念所对应的实例;
- (8) 定义其它方面;

3.2 资源标注

关于资源的标注,我们采用一种通用的、计算机

能够阅读和理解的语言(Extensible Markup Language, XML)以及资源描述框架(Resource Definition Framework, RDF)来对资源进行描述。我们引入两个命名空间“xmlns:network”和“xmlns:dc”,分别代表着计算机网络本体以及都柏林核心集。都柏林核心是一套供描述文档的预定义属性。经过标注后的资源本身的属性及概念将更清晰,通过对资源进行标注能够确定不同的学习资源间的联系,进而确定不同资源间的语义关系,有助于形成最终的学习资源语义关联网。下面是对 IEEE 库中一篇论文《Computer Network Security Strategy for Coordinated Distribution System Operations》的标注:

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:network="http://ieeexplore.ieee.org/paper/network#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description
    rdf:about="http://ieeexplore.ieee.org/stampPDF/getPDF.jsp?tp=&arnumber=4437393&isnumber=4437336">
    <network:author>
      <rdf:Bag>
        <rdf:li>Helen Cheung</rdf:li>
        <rdf:li>Alexander Hamlyn</rdf:li>
        <rdf:li>Lin Wang</rdf:li>
        <rdf:li>Cungang Yang</rdf:li>
        <rdf:li>Richard Cheung</rdf:li>
      </rdf:Bag>
    </network:author>
    <network:subclassof>
      <rdf:Bag>
        <rdf:li>Computer Network Introduction
      </rdf:li>
        <rdf:li> Computer Security</rdf:li>
      </rdf:Bag>
    </network:subclassof>
    <dc:title> Computer Network Security Strategy
    for Coordinated Distribution System Operations
```

```

</dc:title>
  <dc:publisher>IEEE</dc:publisher>
  <dc:date>2007-10-12</dc:date>
  <dc:type>Computer Network</dc:type>
  <dc:format>PDF</dc:format>
  <dc:language>en</dc:language>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

3.3 资源重用与组装

学习资源的重用涉及到各种类型不同的、数量巨大的学习对象,且在一个 E-learning 系统中通常存在不少于一种的课程本体。不同的本体对于语义上相同的行为或属性可能存在不同的定义,这就需要一种能够实现本体概念间的有效比较与匹配的机制,而这正是资源重用和组装过程中最关键的。

3.3.1 本体可达

本体可达的概念主要用来表示一个本体 A 中的类 C1 通过映射的方式与另一个本体 B 中的类 C2 相对应,如果存在这样的映射,则称本体 B 为可达的,同样称本体 B 对于类 C1 是可达的[5]。如图 5 所示,在 JAVA 高级编程本体中,存在一个必须掌握的能力 XML 类。在以下三种情况中,我们说 XML 类可达一下几本体:

(1) XML 类可达 JAVA 高级编程本体。类所在的本体对于类来说均是可达的;

(2) XML 类可达 JAVA WEB 技术本体。对于本体 A 的类 O,若存在一个映射 m 使得 C=m(O), 其中 C 是另一个本体 B 中的类,则我们可以说本体 B 对于类 O 是可达的;

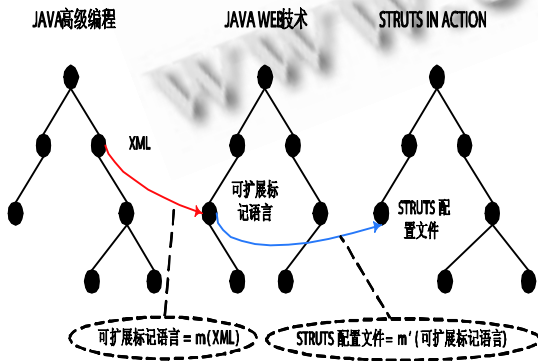


图 5 本体可达示例

(3) XML 类可达 STRUTS IN ACTION 本体。对于

本体 A 的类 O,如果存在一系列的映射 m, m', m'', m''' 等使得 $m''''(m''(m'(m(O)))) = C$, 其中 C 是另外一个本体 B 中的类,则我们可以说本体 B 对于类 O 是可达的。

3.3.2 覆盖知识与充分知识

定义 2.覆盖知识可以理解为一个包含同一个本体的或不同本体的其他类的类。给定一个类 C, 它的覆盖知识包括了同一本体中它的所有子类以及不同本体中通过映射得到的所有类及与之对应的子类,即 C 的子类及 C 的映射的闭包。

定义 3.充分知识就是某个类的超类以及通过映射得到的类的超类的集合。给定一个类 R, 则 R 的充分知识就是 R 的超类以及 R 的映射的闭包[6]。

3.3.3 资源比较与重组

关联知识以本体类的形式存在使本体类能够通过比较需求和能力来实现语义比较。因此,问题转换为给定一个学习对象 LO, LO 的需求为 R,一个学习者在学习某个学习对象后所获得的能力为 C,能力 C 是否能够满足需求 R?或者说 C 能否覆盖 R?如果能够覆盖,我们说这两个学习对象是可以组装的;否则,是不可以组装的。例如, ELO_1 的需求为 divide, ELO_2 的能力为 divide, 则我们可以说 ELO_2 能够和 ELO_1 进行合理组装, 组装后的对象可以表示为 $ELO_2 \circ ELO_1$ 。

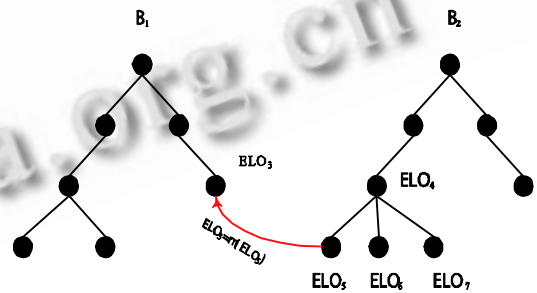


图 6 知识组装示例

如图 6 所示,假如类 ELO_3 和 ELO_4 来自两个不同的本体 B_1 和 B_2 , ELO_3 的需求为顺序语句, ELO_4 的能力为流程控制。从语义上来说, ELO_4 的能力能够满足 ELO_3 的需求,但从计算机的角度来说,则可能认为它们不能够进行合理组装。但是,通过引入不同本体中类的映射就能很好的解决这个问题。类 ELO_4 在 B_2 中存在子类顺序流程类 ELO_5 , 而 ELO_3 和 ELO_5 之间又存在一个映射,根据覆盖知识及充分知识的定义,我

们可以很容易的得出结论： ELO_3 和 ELO_5 是能够进行合理组装的。在实际应用中，可能经常会涉及到多于两个本体的映射，但都可以通过类似的方法予以解决。

3.3.4 关于资源重组的一个简单的示例

这里我们给出了资源重组的一个简单的实例。从表 1 中，我们可以看出， KP_1 的能力能够覆盖 KP_2 和 KP_3 的需求，因此 KP_1 和 KP_2 能够进行组装。同样， KP_1 和 KP_3 也能够进行组装。 KP_1 和 KP_2 组装后的学习对象我们称之为 KN_1 ， KN_1 的能力是 KP_1 和 KP_2 能力的并集。由于 KN_1 的能力也能够覆盖 KP_3 的需求，因此我们也能够将 KN_1 和 KP_3 进行组装，组装后我们可以得到 KN_2 。

表 1 学习对象组装示例

学习对象	标题	需求	能力
KP_1	计算机与网络介绍	未知	计算机介绍、网络介绍
KP_2	OSI 模型	网络介绍	OSI 七层架构，应用层，表示层，会话层，传输层，网络层，链路层，物理层
KP_3	多媒体网络	网络介绍	流式存储音频和视频、实时交互应用协议、多媒体分发
KN_1	$KP_1 \bullet KP_2$	未知	计算机介绍、网络介绍、OSI 七层架构，应用层，表示层，会话层，传输层，网络层，链路层，物理层
KN_2	$KN_1 \bullet KP_3$	未知	计算机介绍、网络介绍、OSI 七层架构，应用层，表示层，会话层，传输层，网络层，链路层，物理层、流式存储音频和视频、实时交互应用协议、多媒体分发

3.4 资源搜索与推荐

对需求明确的用户，我们可以根据用户的输入，采用语义关联的方式获取用户输入的检索关键词的相关概念集和相似概念集。我们把由初始检索概念的同义词关系获得的概念集称为相似概念集，该集合内的所有相似概念对应的实例的集合称为相似结果集。我们把初始检索概念在转移函数、映射函数的作用下得到的概念集合称为相关概念集，该集合

内所有概念对应的实例的集合称为相关结果集。关于该系统的一个语义检索过程的示意图如图 7 所示。

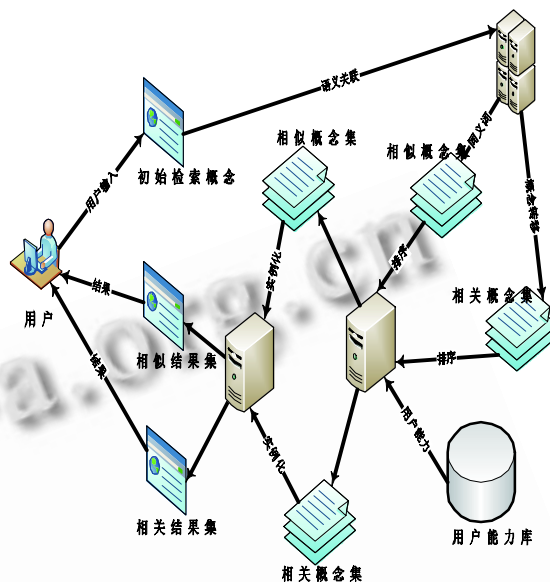


图 7 语义检索示意图

获取检索概念的相关概念集或者相似概念集后，通过用户能力的干预，获取排序后的相关概念集及相似概念集。由于本体概念是以学习对象需求和能力的形式存在，这使得用户能力能够与本体概念进行比较，进而获得相似度和匹配度由高到低的排序概念集。由于排序后的概念集与用户的能力更密切相关，故在检索结果中，排名靠前的学习资源可能就是用户所需获取的资源，提高了检索的效率及相关性。

对于进入系统的用户，系统在获取用户的学习计划以及相应的课程本体后，自动读入用户当前的能力记录并根据能力记录找到课程本体中相似度最高的节点作为推荐起始点，通过概念映射、概念转移等获取一个最适合当前用户需求的概念集合，最终通过实例化获得最适合用户的实例集。

4 基于E-ELO结构的学习资源管理系统实现

基于 E-ELO 的学习资源管理系统是基于上述思想的一个实现。它以资源以及概念间的关联推理为主要内容，通过利用 E-ELO 结构，有效实现并提高了资源的复用和组装。图 8 是基于 E-ELO 结构的学习资源管理系统的系统框架图。

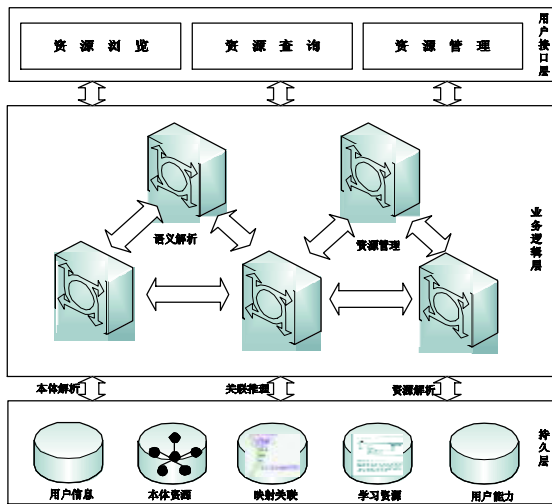


图8 基于E-ELO结构的学习资源管理系统框架图

通过本系统用户能够实现资源的浏览、查询、新增、删除及修改等操作。系统中各种各样的学习资源都有着相同的基础结构，同时通过本体概念与资源的映射，使得资源之间的关系更加清晰有序。例如关于资源的推荐过程，用户通过选择某一门课程(例如计算机网络)确定了一个课程本体，系统首先获得计算机网络课程本体，通过读入用户的当前能力并在计算机网络课程本体中进行类的定位，最终确定与用户当前能力最接近的类(用户能力能够覆盖的)，并对该类进行语义扩展得到一个概念集合。实例化概念集后所得到的一个实例集就是系统需要推荐给用户的学习资源。

5 结论

本体作为一种有效表现概念层次结构和相互关系的模型，被广泛地应用到计算机科学的众多领域。本体的引入使学习资源的管理更加高效和智能。本文提出了一个基于E-ELO机构的学习资源管理系统框架，实现了对学习资源的语义管理及不同学习资源之间的

比较与组装。该框架在提高资源复用性的同时能够实现组装后资源的自动标注，使系统资源的复用趋向于智能化和自动化。但是，目前该框架还没有在更广泛的领域进行实践与验证，特别是在课程本体数大规模增长的情况下，如何对本体间的关联映射进行有效管理还没有得到有效的解决，下一步将在更广泛的领域对该框架进行验证，并提出一种有效管理本体间关联映射的方法。

参考文献

- 1 杨俊柯,杨贯中,杨建学.基于领域本体的学习资源管理系统框架研究.科学技术与工程, 2005, 5(11):708-711.
- 2 Santacruz-Valenci LP, Aedo I, Kloss DC. A Framework for the Creation, Integration and Reuse of Learning Objects. Learning Technology Newsletter, 2003,5(1).
- 3 Studer R, Benjamins VR, Fensel D. Knowledge engineering, principles and methods. Data and Knowledge Engineering, 1998, 25(122):161-197.
- 4 Noy NF, McGuinness DL. Ontology Development 101: A guide to creating your first ontology. [2009-10-25]. http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html.
- 5 Santacruz-Valencia LP, Navarro A, Aedo I, Kloss D, C. An Ontology-based Mechanism for Assembling Learning Objects. Proc. Of E-Learning on Telecommunications(ELETE 2005), IEEE Computer Society, 2005,472-477.
- 6 Santacruz-Valencia LP, Navarro A, Kloos DC, Aedo I. ELO-Tool: Taking Action in the Challenge of Assembling Learning Objects. Educational Technology & Society, 2008,11(1):102-117.