

基于本体和 Web 服务的适应性 e - Learning 系统

Adaptive e - Learning System Based on Ontology and Web Services

曹乐静 刘晓强 (东华大学计算机科学与技术学院 200051)

摘要: 本文将本体和 Web 服务技术引入到 e - Learning 应用中, 构建了一个开放的适应性 e - Learning 系统结构, 利用本体来描述学习资源的语义, 通过 web 服务支持个性化学习和系统间的资源共享。该方法把建立良好个性化功能的适应性教育系统和分布的学习资源网络环境进行了有效的结合。

关键词: e - Learning 本体 Web 服务 RDF TRIPLE

1 引言

随着 Internet 的迅速发展和全球对终身教育的需求, 以异步教育方式为主要特征的 e - Learning 正成为 Internet 上的一种重要应用。Internet 的分布式资源环境, 能够在知识获取方式和协作学习等方面为远程教育 and 知识服务提供有力的技术支持。目前 Internet 上学习资源日益增长, 但它们还存在一些明显的缺点, 例如缺乏个性化和参与性教学、知识资源的重用性差等, 阻碍了 e - Learning 应用的发展和推广。

本文探讨了本体技术和 Web 服务技术对 e - Learning 系统的支持, 利用本体来描述 e - Learning 知识资源, 并将 e - Learning 系统构建在 Web 服务框架之上, 从而实现 e - Learning 在开放网络环境下的资源共享和个性化服务。文章首先分析了 e - Learning 应用中的一些问题, 然后在讨论本体及 Web 服务技术的基础上, 提出了一个基于本体和 Web 服务的 e - Learning 应用框架结构, 并详细介绍了该系统中各层的实现方法。

2 目前 e - Learning 应用中存在的问题

e - Learning 是指与计算机和网络相关的学习活动, 目的是为分布在互联网上的用户提供远程教育和与知识相关的服务, 其中基于 Web 学习是 e - Learning 的主要学习方式。e - Learning 强调以学习者为中心, 通过在交互式学习环境中为学习者提供网络课程、多媒体素材、题库、案例等数字化内容, 从而有效促进学习者知识与能力的发展。支持适应性和个性化的 e - Learning 系统能够根据用户不同学习能力和学习目的, 提供不同的

学习内容和学习形式。e - Learning 已引起高度关注, 并且开始出现一些前景良好的 e - Learning 平台。但是, 目前的 e - Learning 应用中依然存在着一一些问题[1]:

(1) 学习材料的检索。基于关键字的搜索技术会导致检索到大量无关的学习材料, 另一方面, 它也会丢失相关的重要学习材料。

(2) 信息自动提取。由于学习材料内容的语义没有很好的定义, 当前的学习环境不支持代理为学习者提取学习材料。

(3) 个性化学习路径的动态生成。根据学习者特征动态生成课程需要在学习对象上定义丰富的语义, 而这点当前的学习环境并不支持。

(4) 主观信息。当前的元数据只能描述学习对象的客观信息, 例如标题、作者等, 而不能描述主观信息。在 e - Learning 环境中, 学习对象的主观信息是学习材料的一个必要组成部分, 丢失了学习对象的主观信息将意味着丢失学习概念的综合能力。

(5) 语义互操作。高度的语义互操作对于 Web 上不同教育应用平台之间的交流是必需的。

要解决以上的这些实际问题, 从而满足 e - Learning 学习的特点和需求, 发挥 e - Learning 的应用能力, 必须使用合适的本体来描述学习资源, 并构建一个基于本体的体系结构[2]。

3 Web 服务与本体

3.1 Web 服务

Web 服务 (Web Services) 是随着 WWW 的发展和

XML 的出现迅速发展起来的一项新技术。Web 服务可以被描述为一种独立组件平台的体系结构,实现了应用系统之间通信消息的结构化,提升了基于 Web 的应用之间的交互能力,使大规模的资源共享成为可能。Web 服务最基本的概念是:所有的内容都是服务,这些服务发布 API 供网络中其他服务使用。

Web 服务技术的主要优点在于使用 Web 协议而不是私有标准(例如 RMI)交换信息。服务器请求者、服务提供者的信息传递都是基于 SOAP,而 SOAP 又是基于 XML 并可捆绑在 HTTP 上,因此整个体系可通过 Internet 方便地实现。而且,Web 服务可通过开放流程描述语言(例如 WSDL)对组成业务流程的服务角色、服务功能和处理过程以及相应的数据需求和控制条件等进行描述,从而支持基于业务流程来请求、调用和组合多个服务系统。

3.2 本体

本体(Ontology)描述了实体之间的联系和限制,由于使用形式化语言表达而能够被机器理解。本体是“共享概念模型的明确的规范化说明”[3]。本体的目标在于捕获相关领域的知识,确定该领域内共同认可

的词汇,提供对该领域知识的共同理解。规范的本体集由定义的各种术语组成,包括相关属性概念、关系和概念之间的约束等。从知识表示的角度来看,本体保证了对知识理解和运用的一致性、精确性、不变性、可重用性和共享性。

本体在 Web 上的使用需要 Web 语言的支持以促进互操作和充分利用已有的各种工具。为了使本体能够被 Web 团体广泛理解和接受,必须在 Web 上形成的名字空间里以一种明确的方式定义词汇集,从而为本体描述的数据项提供理解一致的语义。

本体除了能够描述资源以外,还能够描述服务。例如基于 OWL 的 Web 服务本体(OWL-S [4])就可用于支持 Web 服务,它通过提供一个核心标志语言构造集,以一种明确的、计算机可理解的形式描述 Web 服务的功能和属性。OWL-S 的目标是促进 Web 服务的自动化,包括自动的 Web 服务发现,调用,合成和互操作等。

4 基于本体和 Web 服务的 e-Learning 系统

针对本文提到的 e-Learning 领域中存在的问题,本文提出了一个基于本体和 Web 服务的解决方案,在不需要集中控制的情况下集成学习资源和个性化服务。使用 Web 服务是因为它能提供定义良好的机制在不同的 Web 应用间交互。e-Learning 系统可以通过提供展示其内部学习资源信息的 Web 服务,在不同系统间实现相互协作。这样,其他系统如果需要学习资源,就可以从拥有这些资源的 e-Learning 系统所提供的 Web 服务中获取。要实现这个目标,还必须建立起一个不同 e-Learning 环境都能够理解的数据标识标准,Web 本体可以达到这个目的。图 1 描述了适应性 e-Learning 系统结构。

该结构分为四层:资源层、语义层、集成层和服务层。资源层的学习库中存放原始的学习资源数据;语义层的本体库存放学习资源和学习服务的元数据和本体信息;集成层从语义层集成学习资源本体,向服务层提供统一的语义服务;服务层实现各种 Web 服务功能,帮助学习者学习课程,教育者管理学习材料,以及支持网络资源共享等。

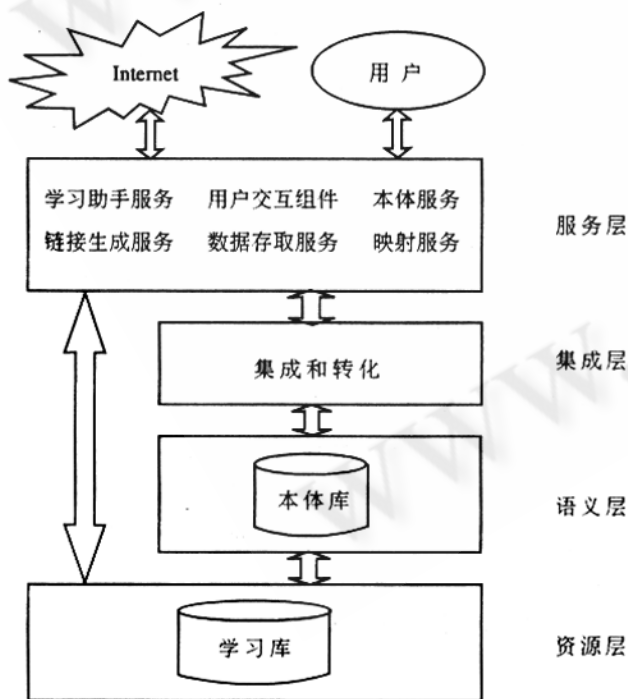


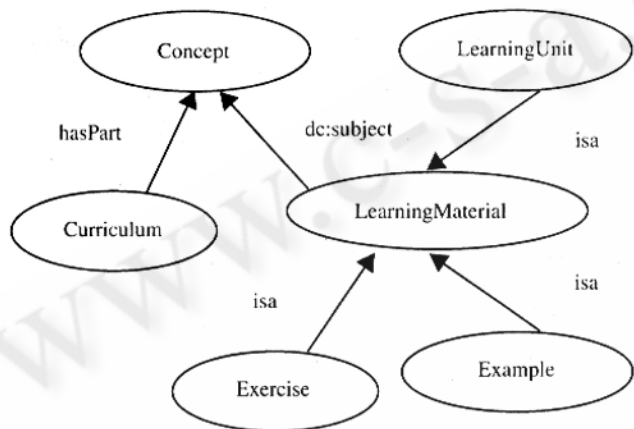
图 1 适应性 e-Learning 系统结构

4.1 资源层

资源层包括一个学习库,存放着组合课程所需的基本的学习材料。资源层的学习库可以有各种各样的存储方式,例如说 html 页面,XML 文档等。学习库中的数据由本地教学管理者创建和管理,或者从分布网络环境的其他学习系统中获取,这也是支持资源共享的学习系统所期望实现的目标。

4.2 语义层

适应性 e-Learning 系统的一个重要组成部分是本体库,存储了收集到的各种学习资源描述信息,以本体的形式表示。例如学习材料本体和学习者本体的部分描述见图 2。



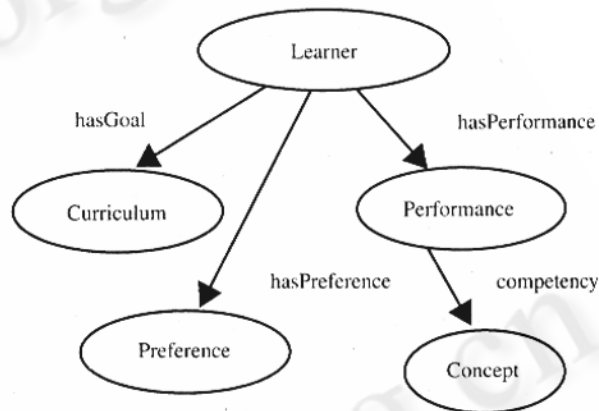
(a) 学习材料本体

一方面,集成层需要对收集到的学习资源本体进行一定的处理,从而向服务层提供统一的语义服务。集成层的建立有利于简化各层之间的接口。

集成层的表现形式为 RDF 模型 (RDF 声明的集合),使用 RDF 来描述。RDF 是 W3C 开发的面向 Web 资源元数据描述的语言,支持本体定义,对于概念、关系和实例的说明非常简单明了,被认为是语义 Web 的基本语言。例如图 2 中的学习者本体在集成层的 RDF 描述如下:

```

<? xml version = " 1. 0" encoding = " iso - 8859 - 1" ?
>
< rdf: RDF xmlns: rdf = " http://www. w3. org/1999/
    
```



(b) 学习者本体

图 2 本体库中的学习资源本体和学习者本体

本体库中的资源本体允许有多种描述方式,只要是能够方便实现到集成层的转化。这也体现出了本文 e-Learning 系统应用的灵活性。支持异构资源集成的开放本体库有着与当前其他学习系统不同的特点:首先,学习资源可以按照特定的方式显示或者不显示;其次,学习资源是由有着不同目标,不同背景和不同领域专长的人们所创建,资源的提供者能够在私有数据库中维护资源;再次,学习资源能够被有着完全不同用户特征的人们访问和使用。

4.3 集成层

集成层在 e-Learning 系统结构中起着承上启下的作用。一方面,集成层需要将语义层中各种形式表示的学习资源本体集成和转化为合适的描述形式;另

```

02/22 - rdf - syntax - ns#"
xmlns: ex = " http://local. example. com/local-
NameSpace#" >
< rdf: Description rdf: about = " Learner" >
    < ex: hasGoal rdf: resource = " #Curriculum" / >
    < ex: hasPerformance rdf: resource = " #Perform-
ance" / >
    < ex: hasPerference rdf: resource = " # Perfer-
ence" / >
</rdf: Description > < rdf: Description rdf: about
= " Performance " >
    < ex: competency rdf: resource = " #Concept" / >
</rdf: Description >
    
```

</rdf:RDF >

4.4 服务层

服务层提供展开和部署集成层中资源本体的方法,以支持开放网络环境下的资源共享和用户的个性化学习服务,这些功能在 Web 服务框架中都被包装成 Web 服务。服务层的实现参考了文章[5]的观点,服务层的功能描述如下:

学习助手服务:服务体系结构的中央组成部分是学习助手服务,学习助手服务集成和使用将在下面介绍的其他服务,用于查找学习资源以及适合用户的完整学习路径。

用户交互组件:学习助手服务或者通过 HTTP 方式允许用户使用浏览器直接交互,或者提供一个独立的用户交互组件。用户交互组件提供一个面向主题的搜索接口用于构造合适的查询。此外,用户交互组件还提供可视化的查询结果等。

数据存取服务:数据存取服务能够访问学习库中的学习资源数据,其他服务对学习资源的检索和更新通过数据存取服务完成。个性化的检索服务还能根据用户特征进行扩展,增添附加的约束到用户的查询里。

链接生成服务:链接生成服务按照学习者特征提供学习资源的个性化语义联系。这些联系可以显示资源的环境信息(例如引用该学习资源的课程),或者显示与该学习资源相关的其他学习资源(例如实例,练习等)。

本体服务:本体服务拥有一个或多个本体,能够按照要求返回一个完整的本体,或者本体的一个部分,或者能够回答如下的这类问题:“给我概念 C 的所以子概念”,“概念 C 定义了那些属性”,“概念 C 的作者是誰”等等。

映射服务:映射服务拥有本体之间的映射,允许服务使用不同本体在彼此之间交流。例如映射服务能够按照要求把一个本体中的概念 C1 映射到另一个本体中的概念 C2,或者把一个本体中表述的实例 I1 映射到另一个本体中表述的实例 I2。

此外,服务层还可以有其他更多的服务。所有这些服务一方面是为学习者提供个性化和智能化的课程,另一方面是为网络中其他 e-Learning 系统提供学习资源交互接口。

5 系统实现

在我们的适应性 e-Learning 系统中,资源层的学

习资源数据以 html 的形式表示,这样可以方便学习资源在浏览器上的显示。学习资源包括学习课程中那些具体的 LearningUnit, Example, Exercise 等。

语义层和集成层都采用了 RDF 作为本体的存储形式,这主要是为了方便层与层之间的数据转化,本体数据包括前面所讲的学习资源本体和学习者本体等。

服务层各项服务的功能利用 TRIPLE 来实现。TRIPLE[6]是针对 RDF 的查询和推理语言。TRIPLE 支持 RDF 模型,能够直接使用 RDF 文档,其推理结果也能够以 RDF 文档返回。下面是一个简单的链接生成服务:查出学习者 U 已经掌握的所有学习材料 M:

```
FORALL M, U example( M, U ) < -
  LearningMaterial( M ) AND Learner( U ) AND
  FORALL C ( M[ dc: subject - > C ] ) - > master( C,
  U ) ).
FORALL C, U master( C, U ) < -
  Concept( C ) AND Learner( U ) AND
  EXISTS P ( U[ ex: hasPerformance - > P ] AND Per-
  formance( P ) AND
  P[ ex: competency - > C ] ).
```

上面第二行说明 M 是一个 LearningMaterial, U 是一个 Learner; 第三行明确要求 M 中的每一个 Concept 都必须为 U 所掌握。第四行以下具体说明学习者所掌握的概念。第六行和第七行定义了检查规则:如果能够在 U 中找到一个 Performance, 其中包含 C, 则说明学习者 U 已经掌握概念 C。

服务层支持的用户有两类:第一类是本地 e-Learning 用户。本地 e-Learning 系统在提供个性化教学服务时,需要利用本体库中的本体数据进行一定的推理,将个性化的学习内容返回给用户。例如在上面的例子中,就能够以网页等形式向用户展示其所掌握的那些学习材料。第二类是网络中的其他 e-Learning 系统,需要在彼此之间交互学习资源。服务层的各项服务使用 OWL-S 描述,包装为语义 Web 服务,并通过 WSDL 和 SOAP 相互访问,检索到的学习资源以 XML 方式传递。

6 结束语

e-Learning 的应用越来越广泛,但与其他基于知

(下转第 23 页)

(上接第 19 页)

识的系统一样,还存在着一些问题,例如资源的共享和智能化应用等。本文在对本体和 Web 服务进行分析的基础上,提出了一个开放网络环境下的适应性 e - Learning 系统结构,允许网络中不同 e - Learning 系统之间的资源交互,以及在 e - Learning 系统中为用户提供个性化服务。

参考文献

- 1 Paramjeet, S. and Marco, R. Semantics Based Architecture for e - Learning. In: Proceedings of the 11 International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education (mlCTE2003), 2003.
- 2 Riichiro Mizoguchi, Jacqueline. Using Ontological Engineering to Overcome Common AI - ED Prob-

lems. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2000, 11:107 - 121.

- 3 Studer, R., Benjamins, V. R. and Fensel, D. Knowledge Engineering, Principles and Methods. Data and Knowledge Engineering, 1998, 25(1 - 2): 161 - 197.
- 4 OWL - S Services Coalition. OWL - S: Semantic Markup for Web Services. Technical Report. Available at: <http://www.daml.org/services/owl-s/1.1/owl-s.pdf>, 2004.
- 5 Dolog, P., Henze, N., Nejd, W. and Sintek, M. Personalization in Distributed e - Learning Environments. In: Proceedings of the 13th International World Wide Web Conference WWW2004, 2004.