

“学习元”运行环境的设计与实现

程 罡 余胜泉 杨现民

(北京师范大学 现代教育技术研究所,北京 100875)

【摘要】 针对学习资源在吸收集体智慧、持续进化、生成性信息共享、分布式实时共享、社会关系网络共享和智能性要求等方面的发展趋势,我们提出了“学习元”这一新的学习资源组织模型。本文进一步对学习元的运行支撑环境的运行架构、功能设计和内部存储结构作了较为详细的阐释,具体描述了这些元素和功能如何实现对学习元生成性、开放性、联通性、可进化发展、智能性、内聚性、自跟踪、微型化等基本特征的支持,为构建基于学习元的实际应用环境奠定了初步的技术基础。

【关键词】 学习资源;协同编辑;语义知识模型;跨域实时共享;社会关系网络共享

【中图分类号】 G434

【文献标识码】 A

【文章编号】 1007-2179(2009)02-0027-10

学习元的理念,是在普适计算技术和泛在学习环境逐渐步入人们的生活,非正式学习的地位日益重要的背景下提出的。泛在学习(Ubiquitous Learning)环境最主要的特点除了设备和资源的无处不在、随时可及以外,还包括对情境的感知能力,并在此基础上提供给学习者与当前情境相关的学习资源或工具。由于泛在学习强调学习与日常工作、生活无缝结合,实际上是未来理想的非正式学习形式。非正式学习是持续终生的学习,一般由具体的问题或情境引发,由学习者自我发起和调控,强调人与人的交流、共享和协作。在终身学习的体系下,非正式学习将在人类学习的谱系中占据越来越重要的地位(祝智庭等,2008)。而在非正式学习中的学习者,因为缺乏教师的引领,“资源建设对于非正式学习的 e-Learning 应用是最为重要的”(秦宇,2007)。

泛在学习环境和非正式学习形态的这些特点对学习资源的丰富性、适应性、可进化性、富联通性、情境性、智能性等方面提出了更高的要求。因此,我们提出了一种适合泛在学习环境与非正式学习的一种新型学习资源组织方式——学习元。在本刊上期刊登的《泛在学习环境中的学习资源设计与共享——“学习元”的理念与结构》一文中,我们着重介绍了学习元的理念和逻辑结构,本文将进一步介绍学习元运行环境设计和存储结构设计,具体阐述如何在技术上实现学习元生成性、智能性和社会认知网络共享等特性。

研究背景

(一)学习资源共享的未来发展趋势

学习资源的建设和共享一直以来都是 e-Learning 领域研究和实践的重点之一,而国际和国内也有许多相关的学习技术标准和规范,以优化学习资源的组织、存储和共享。例如 IEEE LOM (Learning Object Metadata,学习对象元数据规范)将对学习对象作为学习资源的基本单元,并设计了标准化的元数据模型、ADL SCORM (Sharable Content Object Ref-

erence Model,可共享内容对象参考模型)设计了将多个学习对象聚合成标准化的在线课程参考模型、MS LD (Learning Design,学习设计)设计了用教学设计和学习活动来组织和串联学习资源的标准化描述方法,等等。从学习技术标准的发展轨迹来看,我们不难发现其关注的重点逐渐从对技术的关注走向教育、教学本身,体现了从单纯的物化资源共享发展到对教学过程、高级智慧共享的趋势。然而,泛在学习的理念和人们学习过程无缝地融入生活中的需求,又对学习资源建设和共享模式提出了更高的要求。在此,我们总结了未来的数字化学习资源在以下五个方面的发展趋势,并分析了现有的学习资源规范对这些方面支持的不足。

1. 学习资源需要吸收用户的集体智慧持续进化。终身学习、学习型社会的宏观理念和泛在学习的微观技术环境都要求海量的、能满足不同群体个性化需求的学习资源,特别是在非正式学习的情境下,学习者的学习动机往往都来自于实际的问题解决需求,因此学习资源的时效性也非常重要,要能反映相关领域的最新变化和相关群体的最新需求。在这种情况下,仅仅依靠少数资源开发商和教师来单方面发布学习资源的模式显然不能满足需要。Web 2.0 理念和实践的发展都表明,充分利用和聚合普通用户的群体智慧比单一信息来源和单向信息传输的模式更具活力和持续的生命力。因此,未来的学习资源应当具备相应的结构来支持普通用户对学习内容的协同编辑和创作,并使得这些协同创作和持续改进的历史信息能够得到保存并在不同平台间共享。而无论是 SCORM 还是 MS-LD,其应用模式都是由设计者一次性生成教材内容和学习设计的,然后导入学习平台交付用户使用,无法支持在使用过程中多用户对资源的协同编辑和对历史记录保存,即使有相关的平台对这些功能进行实现,也无法使得这些信息得到跨平台的实时共享。

2. 学习过程中的生成性信息也是重要的学习资源。班杜拉的社会学习理论认为,观察他人的行为和结果是习得知

识和技能的重要来源,真实可近的榜样能更好地对观察者起到示范作用。学习者在学习过程中产生的生成性内容是非常适合观察对象,有助于促进其他学习者的学习。因此,这部分生成性信息理应被纳入到可共享的学习资源范畴中来。而目前的学习资源共享规范缺乏针对学习过程中产生的生成性信息共享的设计,例如学习者针对某以主题展开的讨论、对某段学习内容附加的批注等等。

3 资源共享需要基于分布式的学习资源存储架构。泛在学习要求无处不在的学习资源空间为学习者提供普适的学习资源支持,传统的单点集中存储的模式无论在资源存储量上还是在资源获取的快捷性上都无法满足泛在学习的要求。未来支持泛在学习的学习资源存储架构必然是分布存储在无数资源节点中,并且相互连通且能实时获得更新信息的模式。学习者无论用什么终端设备,登陆哪个学习平台都能通过跨组织、跨系统互联的泛在学习资源网络获得丰富的资源。而现有的学习资源规范主要针对集中存储式的,资源的跨平台共享也局限在基于文件包的导入导出方式。

4 对学习资源智能性的挖掘是未来的发展趋势。泛在学习环境下要求为学习者提供“按需学习”的理想学习环境,必然要求学习资源具备相当的智能性和适应性,满足非正式学习者个性化、多样化的学习需要。SCORM标准虽然也实现了一部分的适应性学习功能,但仍然局限在一个学习对象、一门课程内部的适应性,并不能提供智能化的跨课程和组织的适应性资源组织和传递;资源共享依赖于手工的导入导出,课程包不能在运行时实现跨系统的信息共享;对资源的描述也缺乏对上下文环境的配置能力,无法满足泛在学习环境对学习资源的智能性、自组织特性等方面的要求。

5 社会交互网络将被视为重要的可共享的学习资源。在学习对象的概念中完全没有人的因素,只是对一系列资源文件的元数据描述和组织。而事实上,“学习资源”这个概念本身就包含了“人的资源”的因素(何克抗等,2002)。特别是在非正式学习的环境下,学习者并没有处于一个固定的班级、年级的组织结构中,如果只是简单的为学习者传递物化的资源,而不强调他们在学习过程中通过人与人的交互,构建稳定和可发展的社会性网络,难免使得非正式学习者产生“孤独感”,难以保证非正式学习的持续进行和良性发展。“联通主义”学习理论的观点也认为,学习不是一个人的活动,而是链接专门节点和信息源的过程;获得知识的管道比知识本身更重要,培养和保持各种信息链接是持续学习能力的保证(Simens, 2005);学习网络中的节点不仅是学习对象,更重要的是参与网络的人(Downes, 2006)。因此,学习资源的概念应当从物扩展到人,不仅考虑物化的资源文件的共享,还应考虑动态的人际网络的共享,促进学习者在社会性的学习中、在更广泛的范围内构建自己的认知网络。

(二)国际上学习资源规范的新发展

事实上,目前国际上 eLearning 领域的研究者,特别是一些著名的学习技术标准的制定组织也已经开始关注这方

面的问题,并启动了一些相关的工作和探索性的研究。例如 MS Common Cartridge (MS, 2008)是 MS 组织最新提出的、整合了 IEEE LOM、Dublin Core、MS Content Packaging、MS QTI MS Authorization Web Service v1.0 等多项规范的一种新的资源封装格式规范。Common Cartridge 的设计理念是在一个学习平台中整合不同类型和来源的学习资源,目前支持的学习资源类型包括 Web 页面内容、关联内容、QT 测试、QT 题库、讨论主题、Web 链接,这些资源可以存储在学习平台中,也可以部署在互联网的任意位置,并为受保护的内容提供授权访问机制。MS Common Cartridge 对 SCORM 的改进是将共享资源的类型扩展到了测试、讨论等部分,并且提供了整合分布式资源的机制。

ADL 的 SCORM 标准是当前国际上应用最广泛、在工业界和学术界都具有相当影响力的学习资源封装标准。随着技术和观念的不断进步,仅仅提供了静态学习内容共享的 SCORM 已经不能满足 eLearning 多方面的需要,特别是非正式学习的需要。因此 ADL 组织于 2008 年 6 月提出了 SCORM 2.0 的计划,由 LETSI (Learning, Education and Training Systems Interoperability) 负责实施,目前已经收集了 100 多份来自不同组织和个人的白皮书,内容覆盖了通用模型、体系结构、小组学习、排序导航、元数据、内容集成、测试评价等多个方面,其中大量的建议和提案集中在对 SCORM 标准的简化、对 SOA 体系结构的支持、对外部资源和服务以及对用户自定义特性的支持等方面。从白皮书的数量上看,最为大家关注的当属对 SOA 体系结构和跨平台整合的支持(29 篇),来解决跨组织的运行时服务调用、异步数据交换、内容交换等问题。此外,对外部内容的聚合和对多种资源格式的支持(13 篇)、对测试和评价的支持(13 篇)、对教学设计的支持(14 篇)也是比较热点的问题。

通过对 SCORM 2.0 和 MS Common Cartridge 的考察,我们可以看到国际上学习标准的研究组织对未来学习技术发展方向的一些思考和成果。SCORM 虽然还处在收集草案阶段,但是从其目标描述和参与草案人员提交的成果来看,降低标准的复杂性,支持除学习内容呈现以外的多种学习应用以及吸收 SOA 和 Web 2.0 的理念提升其开放性和易操作性,是大部分成员的共识。MS Common Cartridge 在 2008 年 6 月已经形成了一个较稳定的版本,其核心理念是简化元数据,兼容多种资源类型和来源,提供一定程度的服务和内容分离,提供安全验证服务。但是 Common Cartridge 和 SCORM 2.0 仍然没有涉及学习资源的可更新特性、对生成性信息的共享、增强资源的智能性、对人的资源的共享设计等关键方面依然不能完全解决上文中提出的若干问题。

(三)学习元的核心设计思路

在以上的背景下,我们提出了“学习元”理念与结构,旨在对现有的学习资源共享模型(SCORM、MS-LD 等)基础上进行扩展和深化,使学习者的学习方式、学习资源建设和出版的方式产生变革,资源共享的广度和深度都得到进一步发

展。学习元的核心设计思路包括以下几个方面:

1)支持学习资源的持续演进和生长。学习资源不再是一成不变的,而是在使用过程中不断吸取广大学习者和教师的智慧不断进化和发展。资源进化过程中的版本更迭、历史记录、生成性信息都被保留,使学习者可以从历史的角度来观察一个观念、一个主题、一个理论的演进过程,对其生命周期有更完整、更深入的理解,这有助于学生的知识建构以及理解知识的情境性。

2)扩展资源的共享范围,除学习内容外,还包括活动、练习、评价等,以支持完整的学习流程,并将人的因素纳入到资源共享的范围,支持跨平台的用户通讯和社会网络共享。

3)提炼出资源背后的内在知识结构,使资源的进化、不同类型资源的构建都紧紧围绕核心的知识模型展开,具备一定的内聚性;使资源不仅能被人使用和浏览,也能为机器方便地理解和自动化处理,海量资源的聚合最终形成一个庞大的资源库+语义知识库。

4)定义一系列开放的服务接口,使资源能够在运行时实时的共享、动态的获取、更新的信息和用户的交互,促进学习资源在更大范围内共享,构成无处不在的泛在资源空间。

我们认为,基于学习元的资源建设理念代表了当前学习技术和规范的最新发展趋势,更适合未来泛在学习环境和非正式学习形态的需求,而具体实现则依赖于对学习元的存储结构设计和相应的支持系统及其互操作模型的设计。

学习元的运行环境

(一)学习元的运行环境概述

学习对象的运行离不开支持 SCORM 标准的学习管理系统,学习活动的运行离不开符合 MS-LD 规范的学习平台,同样学习元作为学习技术的最新发展,其作用的发挥也离不开特定系统环境的支持。图 1 显示了学习元运行环境的组成要素和一般运行过程。

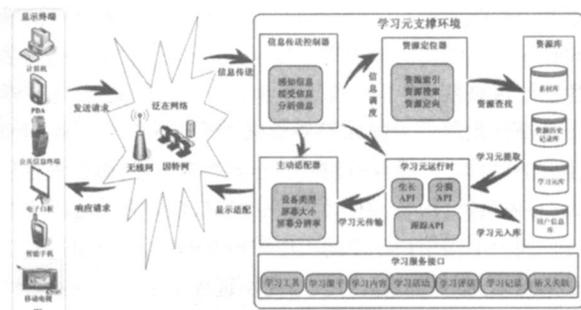


图 1 学习元运行环境

1. 学习元运行环境的组成。学习元运行环境主要包括三大部分:多种格式的显示终端、泛在网络和学习元支撑环境,三者既相互独立又彼此合作,共同组成学习元顺利运行的系统环境。显示终端:学习内容的前端显示区域,为学习者操作(浏览、查找、输入信息等)学习元提供了图形化的操作界面。每个显示终端内置标准的学习元浏览器支持学习

元的运行,目前常用的显示终端有台式计算机、公共信息终端、电子白板、智能手机、PDA、掌上电脑、移动电视等。随着移动技术的不断发展,各种微型的便携式智能手持设备将逐渐支持基于学习元的泛在学习。泛在网络:泛在学习需要大范围互联网络基础设施的支持。泛在网络特指为了实现泛在学习而组建的无处不在的网络,包括透明的无线网和可见的因特网。泛在网络主要负责数据的传输和通讯设备的互联,是学习元传递的基础。泛在学习环境中的网络就如同空气和水一样,自然而深刻地融入了人们的日常生活及工作中。网络不再被动地满足用户需求,而是主动感知用户场景的变化并进行信息交互,通过分析人的个性化需求主动提供服务。泛在通讯网络是多种接入和承载方式融合在一起的,实现无缝接入;任何对象(人或设备等)无论何时、何地都能通过合适的方式获得永久在线的宽带服务,可以随时随地存取所需信息。泛在通讯网络具有对称性、融合性,用户不是被动地接受服务,而可以主动地创造服务;网络作为基础设施,向学习者和智能学习主体提供无缝的信息通讯服务。学习元支撑环境:提供了一个管理运行学习元的集成环境,核心部件包括信息传送控制器、资源定位器、资源库、学习元运行时、主动适配器、学习服务接口等。信息传送控制器负责接受从泛在网络传递过来的用户请求信息,并对信息进行智能分析,以确定下一步的信息流向;资源定位器负责管理资源索引、搜索用户请求的学习资源并在资源库中自动查找;资源库是学习元及其他资源的核心存储区域,一般包括素材库、用户信息库、学习元库以及学习过程信息库;学习元运行时是学习元正常运行的核心,负责学习元与外界系统的信息交换,由一系列 API 函数组成,包括负责学习元生长的函数接口、学习元分裂的函数接口以及学习元跟踪的函数接口,通过学习元运行时,学习元可以快速实现学习内容的进化、基于语义的资源聚合以及学习元的分裂生长;主动适配器通过接受信息传送控制器传来的设备信息,对设备的类型、屏幕的分辨率等决定内容显示效果的数据综合分析,动态传递与显示设备相适应的学习内容;学习服务接口为用户提供一系列“学习元”的学习服务,包括学习工具、学习圈子、学习内容、学习活动、学习评估、学习记录、语义关联等,学习者可以根据自身需要,通过无处不在的泛在网络快速调用这些学习服务接口,随时获取学习支持服务。

2 学习元运行的一般过程。学习者在任何时间、任何地点首先通过某种显示终端发送请求信息,借助无处不在的泛在网络将用户的请求信息传播出去。学习元支撑环境中的信息传送控制器通过感知数字信号获取请求信息,并对信息报文进行分析来决定下一步的信息传输路径。对于用户进行的资源搜索请求,信息传送控制器将直接传递给资源定位器;用户对学习元的操作指令信息传递给学习元运行时;关于设备的特性信息将直接发送至主动适配器。资源定位器收到用户请求的资源信息立即查找资源索引表,快速在资源库中查找合适的学习资源。系统一旦发现学习者所需要的

学习元后,自动将学习元提取到学习元运行时(具有语义关联的学习元也可以根据学习者的个性化需求有选择性的推送),播放学习元并允许用户对学习元进行各种操作(添加内容、分裂、跟踪等),操作完成根据用户指令决定是否更新学习元并存入资源库。学习运行时将学习元传输给主动适配器,后者根据信息传送控制器传来的设备参数信息(设备类型、屏幕大小、屏幕分辨率)进行显示适配,最终在显示终端适应性地呈现学习内容。当学习者需要获取学习服务支持的时候,可以直接通过学习元支撑环境提供的服务接口直接调用学习服务,如当需要使用计算器计算数值时,调用学习工具集中的图形计算器;当需要和他人交流时,调用交流服务,直接进入学习圈子进行在线讨论;当需要自我评价时,直接调用学习评估服务,进行在线测试等。

(二) 学习元支撑系统的功能设计

学习元支撑系统提供对学习元的存储、管理、检索以及学习应用的功能,并提供一系列对学习元内部信息和用户信息进行读、写操作的应用程序接口。对于和其他 LMS 平台类似的功能我们不再赘述,主要对其有特色的一些功能设计进行描述:

1. 学习元的知识本体在线编辑。在《泛在学习环境中的学习资源设计与共享——“学习元”的理念与结构》一文中,我们介绍过学习元的结构模型,其中领域本体是学习元进行资源组织、聚合、智能检索的基础,是对学习资源蕴涵的知识和结构的规范化表达,是学习元实现开放内容和有序成长能够统一的关键。学习元中的领域知识本体以三元组的形式存储为标准化的 OWL 语言,但是一般用户很难理解语义技术中的本体、三元组等概念,因此我们设计和开发了一个在线的知识本体模型的在线编辑环境,让普通用户能够方便地根据自己的需要构建个性化的知识模型。

学习元领域知识本体中的几个关键概念是知识类型(Class)、属性(Property)、关系(Relation)、知识实例(知识点)。知识类型界定了包含一定共同特性的知识实例集合,例如概念、原理、程序等这些教学上常用到的知识类型,而知识实例则是属于一个或多个知识类型的具体知识点,例如“三角形的重心”可以是概念型知识的实例,而“操作系统安装方法”可以是程序性知识的实例,等等。每一种知识类型的特性被分为属性和关系两类,属性的值是文本、数字等简单数据类型,而关系则是指向某个知识类型的实例。这些属性和关系都被知识类型的具体实例所具体化,属性值则是语义检索和聚合的数据基础。

因此,学习元的知识本体编辑工具就包括对知识类型、属性、关系、知识实例(以下用知识点代替)的可视化新增、编辑和管理功能。知识本体就像学习元的“基因”,所有具体的资源实体都需要与知识本体中的知识点建立关联,因此,其结构和内容决定了学习元生长的方向,能够有效地控制学习元在开放内容创作的基础上保持内容的聚合性,而不是漫无目的、发散式的生长。同时,知识本体在线编辑工具

还支持多个学习元中知识点的共享和重用。学习元的编辑者可以“引用”其他学习元中定义好的知识类型或知识点,对知识点的引用也会同步的实现对其关联的内容、活动、练习等资源实体的共享。引用后如果在新的学习元中被修改,也会同步通知被引用的学习元,实现资源更新的实时共享。

2 学习元的语义检索和可视化导航。学习元的一个重要特色是经过语义标注的学习资源,其资源文件紧紧围绕内部的领域知识本体展开(领域知识本体的设计将在下节中详述),因此,学习元的支撑系统可以提供比关键字检索更为强大的语义检索功能。语义检索相对于文本匹配的关键字检索,优势体现在两个方面,首先是查全率有所提升,检索结果不仅包括标题、标签等文本中包含检索词的学习资源,而且寻找包含那些与检索词在语义上等价或近似的主题词的学习资源,例如用户检索“数字化学习”,检索结果不仅会包括含有“数字化学习”主题词的内容,而且会返回包含“e-learning”、“数位学习”的内容,并提示一些相关度较高的主题词如“移动学习”、“混合式学习”、“远程学习”、“网络教学”等,供学习者进一步了解和检索。其次,通过符合条件的高级检索方式,可以实现较为精准的查询,过滤一些在文本上匹配,但是语义上不符合查询者要求的结果。例如学习者可以通过输入“类型:绘画 流派:佛罗伦萨 时间:文艺复兴”在知识库中检索艺术流派为佛罗伦萨画派,创作时间在文艺复兴时期绘画作品的相关资源,而不会检索出佛罗伦萨某个画家创作的关于文艺复兴的绘画,从而实现较为精准的检索。同时,根据追踪学习者对搜索结果的点击和学习情况,借助反向传播算法和人工神经网络,可以对搜索引擎的语义推理结果进行持续优化。

学习元支撑系统的语义检索功能,关键在于学习元的内部存储结构中包含规范化的语义描述信息,基于本体模型的资源描述方法相对于静态元数据规范(如 LOM、Dublin Core 等)具有更强的灵活性和可扩展性,可以根据不同学科的需要实现个性化的检索。静态元数据规范不可能为不同的学科设计足够精细化的元数据方案,而基于本体模型的动态描述方法则可以根据不同的知识类型设计不同的属性,适应学习者的个性化需求。例如用户检索“历史事件”时,时间段和主要的参与者可能是他们所关心的主要属性;而检索古诗词时,写作风格、作者、表达的情感类型是学习者关心的主要属性。而由不同用户建立的相似知识类型,则可以通过对类型之间的语义距离计算,以及对使用过程中用户行为的统计和分析,发现可能类似的知识类型,对其进行本体融合和属性映射操作,达成一致的语义表示和理解。

在语义检索的基础上,我们为检索结果的呈现设计了比一般的文档搜索引擎更好的用户体验,例如用户输入检索语句为“达芬奇”,检索引擎会检索出本体库中的知识点名称、一些重要的属性及其关联的资源文件,并提供一些相关度较高的知识点,例如对文艺复兴介绍,同时期的艺术家如米开朗基罗、拉菲尔等,代表作品如“蒙娜丽莎”等等,这些关联

知识点可以以多种不同的可视化视图,以网状的方式结构化的呈现给学习者。这种可视化导航方式一方面具备更强的表现力,能给学习者带来更直观的搜索体验;另一方面是一种对知识的深入挖掘和聚合,学习者在学习单个知识点的过程能较好的把握其在整体结构中的位置和作用,有利于学习者更好的完成知识建构,一些研究者在将主题图应用于教学过程中已经发现了这种资源组织形式对学习者的认知过程的帮助作用(裴新宁,2001;袁维新,2004)。

基于学习元的语义检索的大致流程如图2所示:

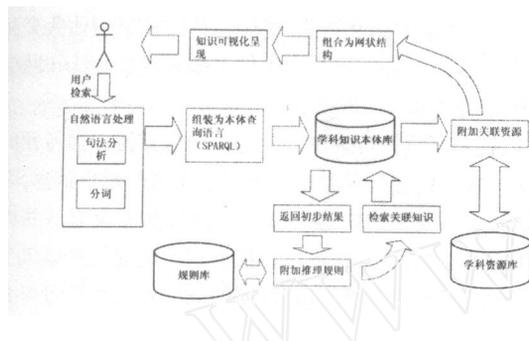


图2 学习元的语义检索流程

3. 学习元的协同内容编辑工具。之前我们已经论述到,学习资源的可更新特性是未来学习资源的重要发展趋势。海量的、符合不同群体学习者个性需求的学习资源,必然是所有用户都能参与建设、群建共享的学习资源。我们针对这一发展趋势和实际需求,将学习元设计为一种生成性的学习资源,创建者提交的学习元并不是它的最终形态,而是具备萌发性的特点,鼓励学习者的参与、分享和建设。我们希望学习元就像一颗“种子”,能在学习者使用的过程中得到持续生长。要实现这个目标,我们需要为普通用户提供便捷的协同在线教学资源制作和聚合工具,这是支持学习元学习内容能够持续生成和进化的基础。同时,协同编辑环境需要提供相应的审核和管理机制,例如,用户添加的更新内容需要经过管理员审核或学习元所有者审核,才能对所有用户可见。学习元所有者也可以指定一些特定的用户具有与其相同的内容审核和编辑权限,使学习元的共建过程更为顺畅。同时,编辑过程中产生的历史版本也会被保存,管理员可以随时回溯到以前的版本;学习者也可以通过查看这些历史版本全面了解其发展过程。

对学习内容的协同编辑是直接支持学习元内容生成的工具,通过提供在线多媒体编辑工具,使得普通用户可以对既有的学习内容提交、修改或者补充信息。学习内容由一个个页面构成,每个页面都与一个特定的知识实例构成关联,用于详细的阐释和说明一个知识点。当用户创建一个知识点的对应内容页面时,根据知识点所属的知识类型不同,系统可以提供不同的教学设计模板,为用户编辑教学资源搭建合适的“脚手架”(孙迪等,2005)。同时,在编辑内容的过程中用户可以方便地在内容中附加系统内部的资源和活动,使学习者在学习内容的时候可以流畅的跳转到相应的资源和

活动中去,将学习与学习活动有机的整合在一起。

内容页面被创建后,所有的用户都可以对内容页面进行编辑。在一定的时间段内,如果不经管理员的主动审核,这些修改或补充的内容不会替换原有内容,但是可以被其他用户查看,并选择“赞同”还是“反对”这个变更,如果选择“反对”,可以进一步说明反对的原因并提交自己的变更内容。用户也可以在其他用户提交更新内容的基础上,补充自己的观点和内容,“发展”出一个新的变更;如果用户觉得好几个人提交的内容都各有优点,也可以将多个用户的变更“整合”成一个新的变更版本。在设定的归档时间到期后,得到最多“赞成”票的变更版本将取代原来的内容,成为正式版本。正式归档的修订内容同样要求和领域本体中的知识点构建关联,如果当前领域本体中的知识点不足以描述补充的内容,则需要通过在领域本体中增添相应的知识点,以保证这些修订内容的语义完整性,并确保学习资源的生长始终受到学习元内部领域本体所定义的知识结构约束。协同编辑过程中产生的历史信息都被记录下来,学习者可以通过可视化的知识建构流程图详细地了解到这一部分新的知识内容的协同建构路径,并且在这一路径上所有版本的提交者都被视为这一新的知识内容的贡献者,如图3所示:

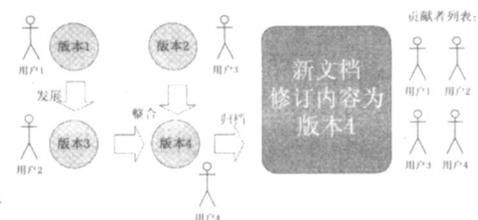


图3 基于协同编辑的知识建构

对内容的批注功能也是协同编辑工具的重要组成部分,学习者可以对Web页面中的文本、图片、视频等资源附加自己的批注,例如对一段文本进行高亮标记,对一个图片的部分内容记上标记并添加评论,在视频播放的某个时间点添加评论等等。学习者可以给自己的批注设定访问级别,如私有、共享给好友、共享给小组、公开等。与Sakai Moodle等LMS中提供的独立Wiki模块不同的是,学习元支撑系统中的协同编辑功能自然融入学习过程中,学习者在浏览资源内容、参与学习活动的过程中可以随时对包交换文件中资源(主要是超文本文件)和描述文件(元数据、领域本体等)进行协同编辑,而不是仅仅局限于Wiki模块中的文档内容,将共建共享的理念贯穿始终。并且,这些内容和通过与领域本体关联,已经构成相对稳定的结构,使得学习者对内容的协同创作过程具备一定的基础和起点,促进更多的学习者能够参与到这一过程中来,共同促进学习元的生长。

通过以上几个方面的协同编辑功能,学习元可以吸收一个系统内全体用户的集体智慧得到成长,一定程度上体现了学习元“群建共享”的核心理念。学习元的生长过程不同于百度知道、BBS、Blog、Wiki等通用的缺乏约束的分散性的网

络应用,而是由其内在的领域本体控制生长的结构,用户贡献的内容紧紧围绕一个主题下的知识结构展开,相对具有内聚性,有利于学习者在短时间内了解他所需要的主题相关的内容,减少网络迷茫。

4. 学习元的跨域共享和生长。学习元的生长不仅局限于单个的 LMS 系统内部,而且可以在不同 LMS 共享学习元的过程中吸收来自不同学习群体的智慧和经验得以成长。这一过程则依赖于学习元支持系统运行时环境提供的 API 来支持学习元跨系统的“分裂”和“信息跟踪”过程,支持多系统协同的学习元生长功能。所谓“分裂”,是指学习元跨平台共享的过程。当一个 LMS 通过学习元共享接口从另一个 LMS 中导出某个学习元到本系统中时,该学习元就产生了一次“分裂”。原系统上的学习元继续存在,而迁移产生的学习元则开始自己的生命周期,我们称前者为“母学习元”,后者为“子学习元”。经由“分裂”而产生的母子学习元之间自动地构建永久性的联结,我们将其称为母子学习元之间的“信息跟踪”。学习者可以跟踪学习元所产生的“后代”和它们的使用者;母子学习元提供特定的接口,可以相互接收学习元的各类更新信息,使得“分裂”的学习元能够吸收各自收集的信息,加快生长的速度。分布在不同系统中的母子学习元,则需要通过在双方的元数据描述文件中记录母、子学习元的通知接口 URL,使双方通过通知接口建立稳定的联系,即时感知对方的资源更新和用户使用情况,我们将这一过程称为学习元的“信息跟踪”。不同的操作导致不同的事件类型被触发,例如领域本体更新的事件、资源描述文件更新的事件、元数据更新的事件、资源实体文件更新的事件、用户提交新的注释的事件、用户活动信息的事件等。每种类型的事件都对应一种特定格式的消息报文,对于接收报文的 LMS,可以针对不同类型的消息报文设计不同的事件处理和审核机制,决定是否将这些更新同步到本系统中;对于提交报文的 LMS,管理员也可以设置哪些类型的事件才触发报文发送的过程,以便灵活控制共享范围。图 4 详细描述了学习元跨域共享和更新消息传播的流程。

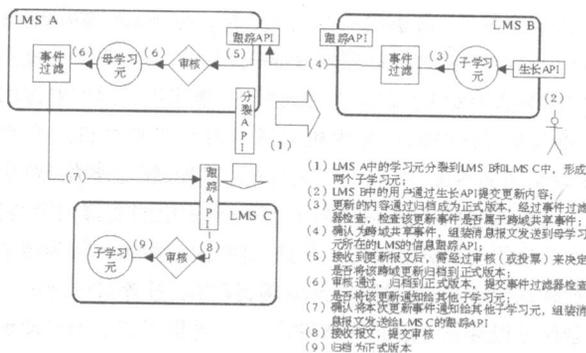


图 4 学习元的跨域共享和生长过程示意图

通过跨域共享和生长功能的支持,使得基于学习元的学习资源共享不仅是一次性的资源导出和导入的过程,而是持续性的动态共享过程。分裂到其他 LMS 的子学习元和母学

习元构成一个可以自由交换信息的共同体,吸收来自不同系统用户的智慧;同时又保持一定的独立性,有自己的隐私控制、审核机制和生命周期,满足不同用户群个性化的需求。

5. 社会认知网络共享。学习元拓展了一般意义上学习资源的概念,将人的因素纳入到可共享的学习资源的范畴中来。在数字化时代,学习不再是一个人的活动,培养和保持各种信息链接是持续学习能力的保证,是“优化内外学习网络”的过程;学习者一方面要建构内部的认知结构,另一方面要建构外部的社会认知网络——知道从哪些人那里能获得某些特定方面的知识和智慧,并构建持续稳定的社会交互关系。因此,学习元的支撑系统提供了强大的社会认知网络共享功能,体现在以下几个方面:

首先,提供了以内容为中心的用户交流支持。学习元的支撑系统在知识内容呈现界面上提供了丰富的用户信息,学习者在访问学习元中的内容时可以看到哪些专家对这些内容提供了贡献,如果有疑问可以直接通过系统提供的通讯工具或外部的通讯工具向他们请教;同时能看到哪些学习者关注这部分内容或正在访问此内容,可以和其他学习者进行交流互动,一起参与学习元中的学习活动。与一般的网络教学平台提供的以 BBS 和站内消息为主的发散型交流工具不同,这种交流方式与学习内容紧密相关,学习者在交互前就有较为聚焦的共同主题和知识背景,比较容易产生有效的学习交流,而这种有效的学习交互是与学习者的学习时间和学习效果成正比的(龚志武,2004;杨惠等,2009)。

其次,提供了基于知识能力模型的“人力资源”检索和推荐功能。基于用户在系统对学习元中的各个知识点的贡献和学习情况的跟踪与统计,可以建立起知识与人对应的能力模型。因此,学习者在检索时系统不仅可以返回符合要求的物化资源,还能为学习者提供合适的指导专家、学习伙伴等“人力资源”,引导学习者主动的、有效的构建符合他需要的社会认知网络。在学习者使用系统一定时间后,系统也会根据学习者的学习记录和偏好,构建其兴趣模型,并为其匹配“志同道合”的伙伴,使他们能够跨越时空建立社会关系,在共同学习、合作、分享中持续进步。

第三,提供了基于社会关系网络的资源整合和推荐功能。系统会持续记录与学习者发生交互的用户信息,并取出其中交互频繁与稳定的个体构成一个以当前学习者为中心的“学习圈子”。圈子中其他个体对资源的访问、贡献、评论、推荐等信息都会及时反馈,使其可以借助伙伴的经验和智慧,快速、有效地了解到他所关心的学习资源更新状况。

第四,通过标准化的存储设计和 API 设计,提供了跨系统用户交互的功能。其详细过程类似上节中所述的学习元跨域生长过程,这里不再赘述。

第五,学习过程与资源建设过程中的人际智慧共享,这一点主要通过学习元的内容协同编辑环境和在线批注工具体现。学习元内容的审核通过民主投票与集中审核相结合的机制,能较好地吸收大多数的意见,保证资源的质量。学

用户在学习过程中生成的在线批注的分享,可以有效地促进学习者之间的思想交流,分享学习体验和成长经验。

通过以上五个方面对学习过程中人际交互的支持功能,可以有效地弥补目前主流的在线学习系统在这方面支持的不足,较好地实现从简单的物化资源共享到人际关系共享,进而得到持续的资源获取和智慧汲取的管道,优化学习者内部和外部的学习网络。

6 可插拔式的学习工具支持系统。学习元的支持系统是开放式的平台,通过提供一系列的学习服务,使得外部的学习工具也可以为学习者提供学习支持服务。对于学习元工具库中已经存在标准的工具调用描述文件的外部学习工具,其具体的调用流程如图 5 所示:

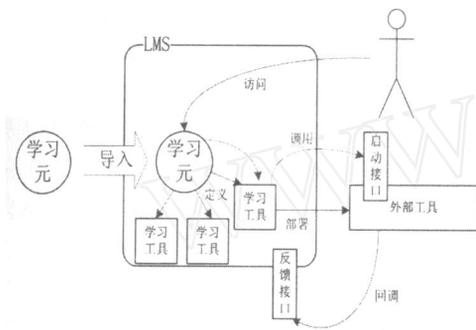


图 5 调用外部学习工具流程

导入/创作学习元时,根据学习元对学习工具的描述,初始化内部工具状态或部署外部学习工具。用户访问学习元,使用学习工具进行学习活动,如果是调用外部工具的方式,则 LMS 将相关的用户信息通过启动接口传递给外部工具。用户在使用外部过程中产生的信息通过结果反馈接口返回给 LMS,存储到学习元的相关结构文件中。对于工具库中还没有定义结构、启动接口信息和反馈接口信息的学习工具,可以通过支持系统的服务注册功能获得用户、圈子、内容、活动等信息的接口访问授权,然后调用这些服务实现一些特定的功能。在系统中注册为正式工具,可以被学习者自由调用。这些工具由于使用标准的学习元服务接口,因此可以在不同的支持学习元系统间实现共享和重用。具体而言,学习元支持系统提供的服务接口包括以下几类:

一是授权认证 API。为保护 LMS 内数据的安全性,外部应用程序需要通过相应的授权认证才能读写系统内部的学习元信息和用户信息。授权认证机制遵循 OAuth 规范,使得第三方应用程序和工具需要经过用户同意才能获取受保护的用户信息。

二是学习元语义检索 API。提供对学习元和内部知识点的语义检索接口,第三方应用程序能通过关键词或检索句检索到符合要求的学习元、知识点、资源文件,以及与这些内容构成语义关联的知识地图的 OWL 语言描述。

三是用户信息 API。获取单个用户的信息;根据属性值(如年龄段、学校、专业、兴趣等)搜索用户;获取某个用户的

圈子信息;获取某个用户关注的人,等等。

四是用户通讯 API。使不同平台的用户能够通过通讯 API 互相交流,具体包括加为好友请求的消息接收和返回 API 用户发送站内短信的 API 等。用户信息 API 和用户通讯 API 是实现基于学习元的跨域社会网络共享的关键。

五是学习内容 API。包括对当前学习内容的读取、历次归档记录的读取、某个用户对某学习内容的访问记录读取等。

六是学习活动 API。获取学习元中预置的学习活动;获取学习者参与活动的交互记录;写入学习者的交互记录(一般由学习工具调用,用以提交用户反馈)。

七是学习评估和记录 API。获取学习元中预置的评估信息;获取学习者练习与评估的结果;写入学习者练习与评估的结果(一般由学习工具调用,用以提交用户反馈)。

八是语义关联 API。不同系统中的学习元可以通过语义关联的 API 构建跨域的学习元语义关联,促进知识在更大范围的共享和整合。

学习元的存储结构

上文详述了学习元支撑体系的体系结构和功能设计。要实现学习元这种新型的结构化学习资源能够在异构系统中共享,需要设计规范化的存储结构、文件格式、元素定义。我们设计的学习元标准包交换文件由一系列描述文件和资源实体文件,通过特定的目录组织结构组织而成,如图 6 所示:

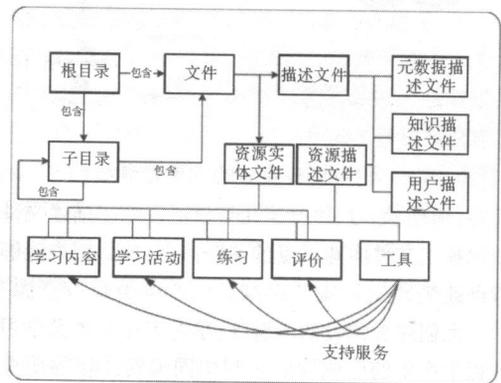


图 6 学习元的包交换文件结构

学习元的打包文件解压后由一系列的文件夹和文件组成,文件又可以分为描述文件和资源实体文件两类,资源实体文件可以是文本文件、HTML 文件、图片、音频、视频等,它们分布在根目录及其子目录下;描述文件包括元数据描述文件、知识结构描述文件、用户信息描述文件和资源描述文件几类,用标准化的 XML 文档描述学习元的相关信息。下面主要对几种类型的描述文件进行阐述。

(一)元数据描述文件

元数据描述文件(metadata.xml)在学习元交换包的根目录下,是开放给所有的外部应用程序访问的最基本的文

件。元数据文件用于描述学习元的基本信息,如标识、主题、说明、关键词等常见的元数据信息。此外,还包括如下和学习元服务相关的重要信息,其基本结构如图 7所示:

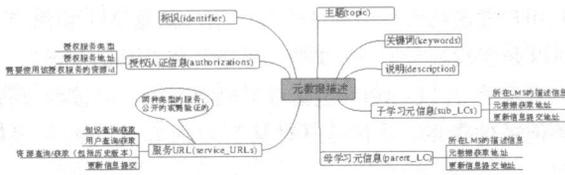


图 7 元数据描述文件中的子元素

元数据描述文件中的几项服务绑定信息是实现学习元开放性和跟踪特性的关键。分布的学习元支撑系统通过读取元数据描述文件中相关服务地址,来实现学习元的跨域共享、生长、分裂等特性。

(二)资源描述文件

学习元在逻辑结构中包含学习内容、学习活动、练习、评价和学习工具几大类型的学习资源,而在学习元交换包中的资源描述文件则是负责对这些不同类型的学习资源进行具体的描述。其物理存储结构如图 8所示:

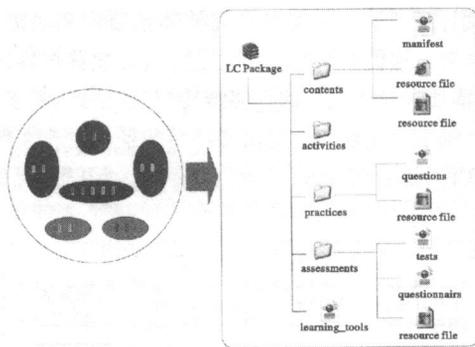


图 8 学习元各要素的物理存储结构

内容、活动、练习、评价这几类学习资源的描述文件都包含与知识描述文件中知识点的关联信息,使得用户能够从知识检索迅速跳转到具体知识点对应的各类学习资源实例。除了学习元创建者预设的内容外,学习者在与各类学习资源交互过程中产生的生成性信息和协同编辑产生的历史记录也存储在对应的文件夹中,使得学习元在导入导出、跨平台共享时能够共享这些方面的内容。

学习工具用于对学习活动的实施提供工具上的支持,例如开展关于一个主题的讨论、发放一份调查问卷、进行一项在线测验等。我们为不同类型的学习工具设计了通用的信息描述模型,包括配置信息、预置信息(活动设计者在学习者参与活动前提供的预设性内容,如情境信息、活动引导信息等)、启动信息(启动活动时由 LMS向学习工具发送的参数信息)、反馈信息(活动结束后由学习工具向 LMS发送的活动结果信息)四个部分。

在学习元的体系结构中,学习工具与学习元是相互分离的。这样,资源的设计者只需考虑在学习活动中需要用到

什么类型工具(如论坛),而不用关心工具的具体实现,活动和工具的绑定可以推迟到运行时才进行。学习元在不同系统间共享时不必由教师和专家在 BBS、测验、调查等模块手动的添加相关内容,而是能够由系统读取学习元的描述文件自动生成相关内容,并且让 LMS具备整合外部应用程序的特性,使 LMS只需专注于和学习关系最密切的功能和服务,而一些周边的服务和应用可以通过类似于“插件”的形式,由系统外部的专业服务提供者提供(典型的应用如在线调查、在线测验等)并定义通讯接口,使得 LMS能获得它需要的、用户在使用外部应用时的交互信息或反馈。

(三)知识描述文件

学习元与 Wiki 百度知道等松散型的协同知识创作工具的一大核心区别就是,学习元内部包含用结构化的知识语义描述信息,这些信息将学习元包含的多种多样、更新频繁的学习资源的内在知识点和逻辑关联抽象出来,构成一个相对稳定的核心部分,在学习元的进化生长过程中起到类似于细胞的“基因”作用,使学习元的生长不是漫无目的、随意性的过程,而是与其内在知识结构密切相关的生长,保障学习元进化的方向性和聚合性。

我们采用当前主流的本体描述语言 OWL来描述学习元内部的知识结构。但是只使用 OWL内置的类属关系、等价关系来描述学科知识显然过于简单;W3C的简单知识组织系统(W3C, 2008)对概念性知识的属性和关系进行了一些设计,如概念之间的 broader/narrower关系、多个概念共属于一个概念集的关系,等等。在 e-Learning领域,也有研究者利用 SKOS来构建学科知识的内容体系模型(Jovanovic et al, 2007)。然而,这些体系模型仍不足以对学科知识进行精细化的描述,并且学科知识也绝不仅是概念性知识这一种知识类型。因此,我们参考认知心理学对知识的分类(陈述性知识和程序性知识),根据教学上对不同类型知识的特点,设计了一个通用的学科知识表示模型,并可根据不同学科的具体需要进行扩展。

在当代认知心理学领域,根据知识的内在结构和认知特性将知识分为陈述性知识和程序性知识两类。所谓陈述性知识,又称描述性知识,是说明事物“是什么”、“为什么”、“怎么样”的知识,是个人可以有意识地回忆出来的关于事物及其关系的知识,例如历史事实、数学原理、观点信念都属于陈述性知识。程序性知识又称过程性知识,是个人没有有意识提取线索,只能借助某种作业形式间接推论其存在的知识,是关于“怎么做”的知识。根据教学中的实际需要,我们将陈述性知识进一步分为概念、事实、原理三类,加上程序性知识,共有四种基本知识类型,并为这些知识类型设计了相应的属性和关系。多种不同类型的基本知识可以共同构成复合性知识,来表达相对复杂的知识内容。用户以这几种基本知识类型为基础,借助前文所属的本体编辑环境,派生出更精细化的、针对学科特点的新的知识类型和知识点,这些类型和知识点都会存储在知识描述文件中。

此外,我们还为学习元的知识点设计了如下几种基本关系,以表征知识之间的内在关联:

上位—下位关系,用于表示概念类知识间的关系,上位概念比下位概念具有更广泛的外延,例如“花”是“菊花”的上位概念。这对关系具有传递性,即如果有 A—B, B—C, 则有 A—C。

部分—整体关系,可以用于所有的知识类型,用于表达一个知识是另一个知识的一部分,例如一个复合型知识所包含的简单类型知识。这对关系同样具有传递性。

前序—后继关系,可以用于所有的知识类型,用于表达一个知识是另一个知识的背景知识,即具有逻辑上的前序—后继关系。这对关系具有传递性。

等价关系,可用于所有的知识类型,用于表达一个知识和另一个知识所表述的内容是相同的(具体引用的学习资源可能不同)。等价关系具有传递性和对称性。

相关关系,可用于所有的知识类型,用于表示一个知识和另一个知识具有某种程度上的联系,但既不是完全等价,也不具备逻辑上的前后顺序,一般作为学习的参考性链接。

以上的知识类型、属性和关系共同构成了学习元知识本体模型的最顶层结构,代表了对学科知识最粗粒度的描述。在实际的学科中,用户可以根据学科的实际特点对知识模型进行扩展,如历史学科可以在事实类知识下派生“历史事件”类知识,属性包括发生的时间、地点、人物、起因、过程、结果、意义等;化学学科可以在概念性知识下派生“原子”类的概念,并扩展出多种属性如化学符号、质子数、中子数、电子模型、物理性质、化学性质等。这些扩展的属性和关系都可以作为进一步知识语义推理的基础。

(四)用户描述文件

学习元与其他学习资源的重要区别之一就是它包含了资源贡献者和使用者的信息,并且这些信息能够在不同平台间分享而达到跨平台构建社会关系网络和网络的目的。学习元的用户描述文件是一个 RDF 文档,在该文件中我们采用应用最为广泛的 RDF 词汇集之一的 FOAF (W3C, 2000) 来描述学习元用户的基本信息,如用户的姓名、昵称、邮件、主页、Email 等,以及用户和用户的关联信息(通过 foaf: knows, foaf: group 等属性和类实现)。

由于学习元支持多系统的实时共享,所以某个学习元的用户可能来自多个远程系统,因此还需要相应的类和属性来标识用户所处的学习系统。因此,我们还定义了特定的属性,描述用户所在系统的信息(包括名称、标识符、用户通讯服务接口、用户详情查询接口等等),这些信息是在不同远程学习系统中的用户进行通讯和构建社会网络的基础。

此外,FOAF 只定义了一些通用的用户信息和关系信息,不足以表达学习者和学习相关的特征。因此学习者的信息还应当包括偏好信息、学业信息、绩效信息等部分。偏好信息包括学习者的兴趣范围、学习时间、使用设备、认知风格等,这些信息大部分都是系统追踪和统计分析学习者的学习

过程数据而来的。学业信息包括在教育过程中与学习者的学习密切相关的一些信息,如学校、专业、研究方向、主修课程、学习经历、工作经历等。绩效信息则包括学习者参与使用、建设学习元内容的信息,综合反映学习者的学习历程和知识技能掌握情况。这些信息并不全部存储在用户描述文件中,涉及隐私的信息需要通过验证后调用学习者所在学习系统的查询接口获得,以充分保障个人信息的安全性。

(五)资源实体文件

资源实体文件是包交换文件中承载资源具体内容的文件,如 HTML 网页文件、.jpeg/.gif/.png 等类型的图片文件、.wmv/.mpeg/.avi 等类型的视频文件、.mp3/.wma 等类型的音频文件,等等。实体文件都需要在资源描述文件中被引用,否则在学习元被导入的时候将被视为无效文件过滤。

总结与展望

我们根据未来的泛在学习环境和非正式学习对学习资源的要求,提出了一种新的学习资源模型——学习元。学习元符合泛在学习环境下资源设计微型化、个性化、适应性、多格式的基本原则,可以有效满足学习型社会按需学习的要求。我们在阐述学习元理念和构成要素的基础上,进一步描述了学习元运行支撑环境的组成部分和功能特色,以及标准化的存储结构设计。学习元的支撑系统提供了学习资源的在线协同共创环境、资源的语义检索和适应性配送、跨系统的用户通讯和社会认知网络共享、跨系统学习工具共享等方面的支持;而通过学习元包交换文件中的四种描述文件,提供了对生成性信息、语义知识模型、学习元服务接口、用户交互信息以及学习工具描述信息的支持,并为学习元在异构系统中的共享和通讯提供了必须的数据基础。目前已开发出学习元支撑环境的原型系统,进一步的工作将结合中国教育电视台“新媒体学习超市”、高等教育出版社“知识社区”等项目,实现具有一定实用功能的学习元支撑系统,并开发一些以学习元为组织形式的资源,在开发过程中和学习者的实际参与使用过程,进一步改进学习元及其支持系统的设计。

【参考文献】

- [1] Downes, S. (2006). Learning Networks and Connective Knowledge [DB/OL]. <http://it.coe.uga.edu/itforum/paper92/paper92.html>.
- [2] Gong Zhiwu (2004). Empirical study on the factors of adults' online learning behaviors (in Chinese) [J]. China Education Technology, (8): 31-35.
- [3] 龚志武 (2004). 关于成人学生网上学习行为影响因素的实证研究 [J]. 中国电化教育, (8): 31-35.
- [4] HE Kekang, & Li Wenguang (2002). Educational Technology (in Chinese) [M]. Beijing: Beijing Normal University Publisher, version 1.
- [5] 何克抗, 李文光 (2002). 教育技术学 [M]. 北京: 北京师范大学出版社.
- [6] Jovanović, J., Gašević, D., Knight, C., & Richards, G.

(2007). Ontologies for effective use of context in e-Learning settings[J]. Educational Technology & Society, 10 (3): 47-59.

[5] LETSI (2008). SCORM 2.0 [DB/OL]. <http://www.letsj.org/letsj/display/nextscom/Home>.

[6] MS (2008). MS Common Cartridge [DB/OL]. <http://www.insglobal.org/commoncartridge.html>.

[7] Pei Xinning (2001). ConceptMap and the Application of ConceptMap in Science Study (in Chinese) [J]. Global Education, (8): 47-51.

(裴新宁 (2001). 概念图及其在理科教学中的应用 [J]. 全球教育展望, (8): 47-51.)

[8] Qin Yu (2007). Recognizing the learning [DB/OL]. <http://www.online-edu.org/html/65/n-9565.html>.

(秦宇 (2007). 破解 e-Learning 的迷局之一——认识学习 [EB/OL]. <http://www.online-edu.org/html/65/n-9565.html>.)

[9] Siemens, G (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age [DB/OL]. http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm.

[10] Siemens, G (2008). What is the unique idea in Connectivism? [DB/OL] http://connectivism.ca/blog/2008/08/what_is_the_unique_idea_in_con.html.

[11] Sun Di, & Yu Shengquan (2005). Using learning object technology to construct instructional design template of web-based course (in Chinese) [J]. Open Education Research, 11, (2): 71-77.

(孙迪, 余胜泉 (2005). 建构基于学习对象的网络课程教学设计模板 [J]. 开放教育研究, 11, (2): 71-77.)

[12] W3C (2000). Friend of A Friend project [DB/OL]. <http://www.foaf-project.org/>.

[13] W3C (2008). SKOS Simple Knowledge Organization System Reference [DB/OL]. <http://www.w3.org/TR/2008/WD-skos-reference-20080125/#L1309>.

[14] Yang Hui, Lv Shengquan, Wang Lu, & Peng Yanjun (2009).

Study on the effect of interpersonal communication of students on high level knowledge construction (in Chinese) [J]. Open Education Research, 15 (1): 81-86.

(杨惠, 吕圣娟, 王陆, 彭艳均 (2009). CSCL 中学习者人际交往对高水平知识建构的影响 [J]. 开放教育研究, 15 (1): 81-86.)

[15] Yuan Weixin (2004). The concept map: A learning strategy of promoting knowledge construction (in Chinese) [J]. Journal of Subject Education, (2): 39-44.

(袁维新 (2004). 概念图: 一种促进知识建构的学习策略 [J]. 学科教育, (2): 39-44.)

[16] Yu Shengquan, Yang Xianmin, Cheng Gang, Learning Resource Designing and Sharing in Ubiquitous Learning Environment——The Concept and Architecture of Learning Cell (in Chinese) [J]. Open Education Research, (1): 47-53

(余胜泉, 杨现民, 程罡 (2009). 泛在学习环境中的学习资源设计与共享——“学习元”的理念与结构 [J]. 开放教育研究, 15 (1): P47-53)

[17] Zhu Zhiting, Zhang Hao, & Gu Xiaoqing (2008). Micro-Learning: A practical mode of informal learning (in Chinese) [J]. China Educational Learning, (2): 10-13.

(祝智庭, 张浩, 顾小清 (2008). 微型学习——非正式学习的实用模式 [J]. 中国电化教育, (2): 10-13.)

(编辑: 路新民)

【来稿日期】 2008-11-29

【修回日期】 2009-02-26

【作者简介】程罡, 北京师范大学教育技术学院 2006 级在读博士生 (tochg@163.com); 余胜泉, 教授, 博士生导师, 北京师范大学教育技术学院; 杨现民, 北京师范大学教育技术学院 2006 级在读硕士生。

Design and Implementation of Runtime Environment for Learning Cells

CHENG Gang, YU Shengquan, & YANG Xianmin

(Modern Educational Technology Institute, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: There are several trends in the development and sharing of learning resources, including utilizing collective wisdom, sustaining involvement, generative information sharing, distributed runtime resource sharing, social network sharing, and intelligent resources. We proposed a new learning resource model called as "Learning Cell", which can be used to meet requirements in the above-mentioned trends. It can also be used to support informal learning and ubiquitous learning. In this paper, we discussed the architecture and functional design of the supporting system and the storage structure for learning cells as the technical bases for learning cell applications.

Keywords: learning resource; cooperative editing; semantic knowledge representation model; cross-domain runtime sharing; social network sharing