

# 网络课程资源支持下基于语义 Web 的 个性化主动学习服务研究与实现

黄昌勤

(华南师范大学 教育信息技术学院, 广东 广州 510631)

[摘要] 针对个性化学习的需求,本文提出了一个网络课程资源支持下基于语义 Web 的个性化主动服务系统。系统以学习者、课程和资源对象语义建模为基础,从学习者的学习水平、学习目标、学习偏好和学习状态四个方面出发,分别与课程知识、学习资源对象等方面的语义进行匹配和推荐,设计了主动时机和方式决策机制,以实现学习路径与资源对象等的个性化主动服务。实验表明,该系统可以较好地促进学习者课程知识建构,有效地提高学习效率和学习效果。

[关键词] 个性化学习; 语义 Web; 学习者本体; 学习对象; 主动服务

[中图分类号] G443 [文献标志码] A

[作者简介] 黄昌勤(1972—),男,湖南常德人。教授,博士生导师,主要从事网络新技术及其教育应用研究。E-mail: cqhuang@zju.edu.cn。

## 一、引言

建构主义学习理论的发展对教育领域带来了重大影响,传统的以教为主的教学方式逐渐向以教师为指导、以学习者为中心的教学方式转变,而网络技术的发展加速了该理论的实践进程。随着网络学习方式逐渐深入人心,个性化和智能化已成为网络学习发展的一个重要趋势。语义 Web 技术作为一种新兴的技术,为信息赋予了良构的语义,并使得机器和人能在相互“理解”的境况下协同工作,<sup>[1]</sup>从而为个性化、主动化学习提供强大的技术支持。而通过语义 Web 和主动服务技术来构建个性化的主动学习服务系统,提供“因人而异”的“及时”教学策略,能够真正意义上实现个性化的网络教育,使网络教育的质量保障具有了深刻的现实意义。<sup>[2]</sup>

目前,利用语义 Web 技术来实现个性化服务的研究主要集中在个性化学习者建模、个性化语义搜索和个性化学习内容推荐等方面。代表性的研究有:

Kang 等人<sup>[3]</sup>将文档进行语义描述,基于用户行为历史和文档的语义关系开发了一个基于本体的个性化推荐系统。S. Shishehchi 等人<sup>[4]</sup>进一步分析了学习资源特征与学习者兴趣的语义关系,应用本体建模进行语义匹配,同时应用规则过滤进行内容推荐,最终向学习者提供资源个性化的 e-Learning 推荐系统。M. C. Lee 等人<sup>[5]</sup>构建了一个基于服务的个性化学习对象检索和推荐框架,并提出了一个基于本体的查询扩展算法和整合学习对象的推荐算法。上述研究表明,语义 Web 技术可以更有效地表示用户的兴趣与资源信息之间的关系,从而产生更为准确的个性化推荐结果。<sup>[6]</sup>但是,纵观这些研究发现,它们并没有充分考虑到学习者多方面的个性化特征,因而不能将学习者的个性化参数与学习对象的特征进行更为准确的匹配,造成推荐效率低下,同时推荐的学习内容较为分散,并不能形成连续的学习实体,不利于学习者进行连贯有序的学习。此外,对于推荐时机未给予更多关注,尚未形成个性化主动学习服务机制。因此,关于如何利用语

基金项目:国家自然科学基金项目“面向移动计算的服务不确定性模型及其推理技术”(60940033);全国教育科学“十一五”规划教育部青年专项“面向网络协作学习的经验知识共享体系及关键技术研究”(ECA080286);广东省自然科学基金项目“开放网络环境中资源及服务的自治式可信协同机理研究”(10151063101000046)

义 Web 技术来充分提高 e-Learning 系统中的个性化学习服务还有待进一步研究。

本文从四个方面对学习者的个性特征进行描述, 将其与课程及资源对象的多个“属性”特征进行语义匹配, 并在此基础上提出了适宜的语义推荐和主动触发机制, 从而有效实现学习路径和学习资源等方面的个性化主动服务。

## 二、基于课程资源的个性化主动服务语义方案

### (一) 语义 Web 及其个性化主动服务原理

语义 Web 力图借助本体语义学方法, 改进网络上原有的信息表示和获取方式, 使得计算机能够自动“理解”Web 语义, 并为实现智能化的 Web 应用提供必要的技术基础。<sup>[7]</sup> 个性化主动服务是网络发展的产物, 在 e-Learning 中, 个性化主动服务通过搜集和分析学习者的个性特征信息, 从大量异构的信息中提取适合学习者需求的信息, 并选择“时机”主动支持, 从而达到主动服务的目的。<sup>[8]</sup>

利用语义 Web 建立课程和资源对象本体、学习者本体及其相关本体描述, 然后对课程及其资源实例 (Instance, 即相对于共享概念本体的具体个体对象) 进行适当的语义标注 (Semantic Tagging, 将本体与其实例建立语义关联的过程), 建立基于语义的各学习相关实体描述文件, 即形成课程与资源对象知识库; 在语义引擎中, 将学习者相关学习语义 (本体、活动历史等) 与上述课程及其资源本体 (含实例) 进行语义匹配和排序, 将排序结果提交给推荐机制, 进而动态地为学习者推荐适合其学习需求的个性化学习路径和资源。其间, 针对主动需求, 设计与之适应的服务时机触发机制, 以提供个性化的主动学习服务。

### (二) 系统结构与运行机制

根据系统的功能结构, 系统可划分为三大组件:

(1) 学习者建模组件, 将基于学习者中与个性化相关描述信息进行语义表征; (2) 课程及资源管理组件, 主要负责对课程本体和学习资源对象本体的建模, 及其实例的标注与存储; (3) 个性化推荐及主动服务组件, 根据学习者模型描述信息和学习历史信息为学习者推荐个性化的学习路径和学习对象, 并适时触发主动机制进行主动服务。此外, 系统还包含四个数据库: 学习者描述文件数据库、课程本体数据库、学习资源对象数据库和学习历史数据库。学习者描述文件数据库包含的内容有学习者的个人信息、学习偏好和当前的学习状态; 课程本体数据库描述课程本体及实例的知识结构及其内部关系; 学习资源对象数据库用于存储

课程的学习资源, 含本体及其实例。在学习过程中, 系统将记录每个学习者的学习行为以及相关属性, 包括学习者当前正在学习的知识点的 ID、学习资源对象的 ID、学习水平和学习时间等, 这些记录将被存储在 学习历史数据库中。上述各组件与数据库的关系如图 1 所示。

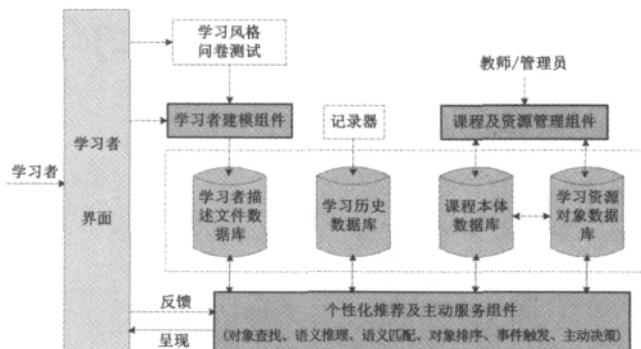


图1 系统结构

基于该系统结构, 我们将对系统的运行机制进行详细的介绍, 主要由七个步骤组成:

第一步, 学习者初次进入该学习系统, 首先要进行注册, 填写个人的基本信息。之后, 学习者可以设定自己的学习风格, 或者可选择性回答一个由 44 个问题组成的问卷——学习风格指标 (ILSs, Index of Learning Styles), 该问卷用于测试学习者的学习风格。<sup>[9]</sup> 系统通过学习者建模组件来收集学习者的这些信息, 并将其存储在学习者描述文件数据库中。

第二步, 在学习过程中, 系统将会记录和分析学习者的当前学习状态和学习偏好, 并随时更新学习者描述信息以便更好地对其模型内容进行调整。

第三步, 根据课程结构和教学方法, 定义一个轻量级的课程本体, 并对具体课程实例实施语义标注, 将它们存储在课程本体数据库中, 为进一步的操作提供语义知识支持。

第四步, 在课程本体和学习资源对象本体的基础上, 课程资源管理组件通过标注工具对个性化学习平台中的学习资源进行语义标注, 被标注后的学习资源将被存储在学习资源对象数据库中。

第五步, 个性化推荐组件根据学习者当前的学习状态, 将其当前学习的知识点与课程本体中的知识点进行匹配, 获取学习者适宜的学习知识点在课程知识中的语义位置, 由此进行纵向和横向推理, 并对照学习历史信息给出学习路径。搜索学习资源对象数据库中的相关学习资源对象, 并调用语义匹配, 根据知识结构、学习者模型和学习历史记录来推荐适合学习者需求的学习对象。

第六步,捕获学习者学习行为,在相关性分析后触发主动服务决策机制,调用定制消息提醒或对个性化推荐结果进行排序,将语义匹配良好的一个或者多个学习对象(资源、路径等)推荐给学习者,并给学习者提供选择学习对象界面。

第七步,学习历史数据库将记录学习者整个学习过程及其状态结果等信息,为提供进一步的个性化学习服务提供参考依据。

### 三、面向个性化主动服务的语义模型与推荐

#### (一)学习者语义建模

对于任何个性化的学习系统,学习者建模都是一个关键步骤,在个性化主动服务中它同样发挥着基础和核心的作用。学习者建模组件通过收集学习者的个性化信息来实现学习者建模,并在学习过程中不断地对学习者描述信息进行更新,它是系统必不可少的组件之一。学习者模型表征学习者的基本特征、兴趣偏好、学习背景和学习目标等各方面的信息,实现学习者动静态信息的综合。目前,已有许多学习者建模标准,其中最著名的就是 PAPI<sup>[10]</sup>和 IMS LIP。<sup>[11]</sup>本系统参考了 IMS LIP 标准,并在此基础上对其进行了扩展。

为了描述学习者的学习偏好,我们构建了基于 Felder 学习风格模型的学习者偏好子本体,它由四个维度组成,每个维度对应两种风格类型,具体见表 1。学习者初次进入系统进行注册时,系统使用学习风格指标(ILSs)对其进行测试,并在学习过程中,通过观察学习者的学习行为、分析学习者的日志文件来不断调整学习者的学习风格。

表 1 Felder 的学习风格模型

Dimension(维度)	Values(值)
Perception(感知)	Intuitive(感觉型)-Sensitive(知觉型)
Input(输入)	Visual(视觉型)-Verbal(听觉型)
Processing(处理)	Active(活动型)-Reflective(反思型)
Understanding(理解)	Global(全局型)-Sequential(序列型)

根据系统需要,我们另外表征学习者的其他个性化参数,如学习水平、学习目标、学习偏好和当前学习状态等,按照本体建模的基本原则,对上述实体在教育理论体系中的所属概念和关系进行逐层语义抽象,建立学习者本体。

对于上述学习者本体的实例获取,我们采用显式和隐式相结合的方法实施。显式的方法主要用于学习者首次注册系统的时候,通过系统注册的方式获得他们本身的个体信息。但是,学习者有时候不能准确地表达一些信息,如学习者的兴趣偏好等,而且这类信

息随着时间的推移也会发生变化。为了解决这一问题,我们同时采用隐式方法。隐式实例建模方法用于整个学习过程中,系统通过感知学习者的学习行为来获取个体的个性化信息。它由学习者建模组件调用后台进程进行监控和记录学习者行为,并自动对学习者的描述文件进行更新,然后以本体实例的描述形式存储在学习者描述的文件库中。

#### (二)课程及其学习资源语义建模

课程资源管理组件的主要功能是实现对课程本体和学习资源对象本体的建模,并通过这两个本体来描述具体课程与其他资源实例,以实现资源知识级共享。

课程本体由一系列章节组成,每个章节包含一个或多个知识点,每个知识点又对应着一系列相关的学习对象。例如,在数据结构这门课程中,图是其中的一个章节,而图又可以分解成一些有序的知识节点,如完全图、稀疏图和密集图;每个知识节点又对应着若干具体的学习资源对象。

为此,首先将课程根本体设计为由子类课程(SubCourse)构成,如数据结构、教育技术学等。每门课程包含的属性有课程名、课程 ID、课程简介和课程所包含的章节。其次,课程子类由章节本体(Chapter)组成,如数据结构课程包含线性结构和树形结构等。我们用三类属性类来描述章节本体:(1)基本属性,包括章节名称、章节 ID、章节简介和章节所属课程;(2)特征属性,用来描述章节的个性特征,如 hasDifficultyLevel 表示该章节的难度水平,consistOfKP 指章节所包含的知识节点;(3)结构关系,描述该章节和其他章节之间的知识关系,如 nextChapter 和 previousChapter 分别表示该章节的前一个章节和后一个章节,hasRequisite 和 isPrerequisiteFor 分别表示该章节的先修章节和后续章节(知识级的逻辑关系)。最后,将章节本体扩展为一系列知识节点本体(通过使该本体基数设置为 1 至 n),后者也用三类属性描述:(1)基本属性,包括知识节点名称和知识节点 ID;(2)特征属性,对于知识节点设置概念本体、资源对象本体,分别用关系 hasConcept、consistOfLO 来描述;(3)结构关系,用来表述该知识节点和其他知识节点之间的关系,如 HasRequisite 和 isPrerequisiteFor 分别表示该知识点的先修知识点和后续知识节点。

为了在个性化服务中达到语义级别的适配,系统对其他学习资源也需建立资源的语义描述,在个性化学习平台中,我们将课程本身外的学习资源封装成学习对象,并运用语义 Web 构建学习资源对象本体。

为了建立完整的课程与资源对象知识,还需要将

本体与其实例建立联系。本系统由课程及资源管理组件使用语义标注工具对课程与资源对象实例进行标注,并将标注的对象作为最终的个性化学习服务对象。在系统的使用过程中,各学习对象库也将根据实际的需要不断更新和丰富。

### (三)基于语义的个性化推荐

以各本体(学习者本体、课程本体和学习资源对象本体)及其描述实例为基础,个性化推荐组件将实施基于语义的个性化主动推荐策略,集成推理、匹配和排序等功能。在推荐过程中,系统需首先根据学习者的当前情况推荐适合的总体学习路径。其次针对学习者正在学习的某个知识点给出个性化的学习资源对象,其中资源对象的推荐以学习者与资源对象的匹配计算为基础。具体定义与实现过程如下:

定义 1. 学习者的学习水平(LLevel):假定 LLevel = {L1, L2, L3} = {-1, 0, 1}, 用来表示学习者学习水平的三个层次,分别为“低”、“中”和“高”。该 LLevel 以系统测试为基础,隐含了学习者对前期相关课程知识的掌握程度。

定义 2. 学习目标(LGoal):假定 LGoal = {G1, G2, G3} = {-1, 0, 1}, 用来表示学习目标的三个层次,分别为“知道”、“理解”和“应用”。

结合学习者模型的学习水平和学习目标,可以计算出适合学习者当前学习需求的学习资源对象的难度级别。计算公式如下:

$$LD = \begin{cases} LGoal & M > 0 \\ LLevel & M < 0 \end{cases} \quad (M = LLevel - LGoal), \quad (1)$$

其中,LD 表示适合学习者的学习资源对象推荐的难度级别。只要学习水平不高于学习目标,推荐就以学习水平为准,显然,推荐对象遵从了目标指导下的学习者已有水平优先原则。

定义 3. 学习资源对象的难度级别(DLevel):假定 DLevel = {D1, D2, D3} = {-1, 0, 1}, 用来表示学习对象的难度级别的三个层次,分别为“容易”、“中等”和“难”。这在课程资源对象建立时由建立者或应用前由教师(含专家)予以确定。

我们将适合学习者的学习资源对象难度,与当前学习资源对象本体中的某学习资源对象难度进行匹配,计算出学习资源对象推荐难度的语义匹配值。计算公式如下:

$$DifficultySim(LD, LO) = \begin{cases} 1 & T = 0 \\ 0.5 & T = 1 \quad (T = |LD - DLevel|) \\ 0 & T = 2 \end{cases} \quad (2)$$

其中,DifficultySim(LD, LO)表示待推荐学习资源

对象难度的语义匹配值。

定义 4. 学习者的学习风格(LStyle):用一个  $4 \times 1$  的列矩阵来表示学习者的学习风格,每个维度对应的两种风格类型,分别用 -1 和 1 来表示。例如,列矩阵  $[-1; 1; -1; 1]$  表示该学习者的学习风格是“感觉型、听觉型、活动型、序列型”。

定义 5. 学习资源对象的风格(OStyle):用一个  $1 \times 4$  的行矩阵来表示学习资源对象的适宜风格,每个维度对应的两种风格类型分别用 -1 和 1 来表示。如,矩阵  $[1, 1, -1, -1]$  表示该对象的适宜风格是“知觉型、听觉型、活动型、全局型”。它在课程资源对象建立时由建立者或应用前由教师(含专家)予以确定。

根据上述定义,可得到公式(3)。

其中,SS 表示两个矩阵相乘的结果,是一个四阶矩阵。该矩阵主对角线(由左上至右下)上 1 的个数越多,说明学习资源对象和学习者的风格匹配程度越高。假设矩阵 SS 主对角线上 1 的个数为 n,则学习资源对象与学习者之间的学习风格语义匹配值可以表示为公式(4)。

$$SS = LStyle \times OStyle = \begin{pmatrix} ls_1 \\ ls_2 \\ ls_3 \\ ls_4 \end{pmatrix} \times (os_1 \ os_2 \ os_3 \ os_4)$$

$$= \begin{pmatrix} ss[1,1] & ss[1,2] & ss[1,3] & ss[1,4] \\ ss[2,1] & ss[2,2] & ss[2,3] & ss[2,4] \\ ss[3,1] & ss[3,2] & ss[3,3] & ss[3,4] \\ ss[4,1] & ss[4,2] & ss[4,3] & ss[4,4] \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$StyleSim(LS, OS) = n/4, \quad (4)$$

例如,当学习者的风格为  $[-1; 1; -1; 1]$ , 学习对象的风格为  $[1, 1, -1, -1]$  时,计算过程如下:

$$SS = LStyle \times OStyle = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix} \times (1 \ 1 \ -1 \ -1)$$

$$= \begin{pmatrix} -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

由上述计算结果可知,StyleSim = 0.5, 则表示该学习资源对象与该学习者的风格匹配值为 0.5。

综合上述对难度相似度和风格相似度的计算,可以得到学习资源对象语义匹配值(学习者和学习对象的属性相似度)的计算公式如下:

$$LOSimilarity = \alpha \times DifficultySim + \beta \times StyleSim, \quad (5)$$

其中, $\alpha$ 和 $\beta$ 是可设定的比例控制因子,本文取 $\alpha$ 和 $\beta$ 的值分别为0.2和0.8,这样最后获得的 $LOSimilarity$ 是一个0到1之间的值,数值越大,说明该学习者的学习风格和学习对象的风格匹配程度越高。



图2 推荐流程

本研究根据学习者模型、知识点的结构和学习资源对象的语义特征,向学习者推荐合适的学习路径和学习资源对象,推荐流程如图2所示。

与其相适应的推荐算法是通过匹配学习者语义模型和学习对象(课程与资源)中的语义参数来进行个性化的学习路径和学习资源对象推荐。在学习过程中,系统通过记录学习者的学习行为对这些参数保持更新,并根据更新后的学习者描述文件,向学习者推荐适合其学习需求的学习路径和学习对象,并对推荐的学习资源进行语义排序,以便学习者获得更好的个性化学习服务。由于篇幅有限,本文只介绍算法的概要过程:

第一步,定位当前知识点。从学习者描述文件数据库或学习历史数据库中找到学习者当前适宜学习的知识点。

第二步,针对课程本体执行语义推理。以当前知识点作为学习路径中的第一个知识点,实施两个维度的语义推理,即纵向推理和横向推理,构造学习路径。推理方法如下:

**纵向推理进程:**根据 isPrerequisiteFor 或 nextKP 关系在课程本体中推导出其相应的知识点,若学习者的学习历史数据库中没有该知识点,则将该知识点加入到学习路径中。如此循环,当学习路径包含5个知识点或超过规定查找时间时,退出循环。

**横向推理进程:**根据课程本体中的左右关系推导出兄弟知识点,遍历学习者的学习历史数据库,若其中不存在表示该知识点已经掌握的历史活动记录,则将该知识点加入到学习路径中。如此循环,当学习路径包含5个知识点或者超过规定查找时间的时候,退出循环。

第三步,学习路径推荐。依据学习者学习状态、历

史消息和系统对各路径中节点的评估值(来自已经完成某知识点的学习者,对它的评价),上述路径序列进行排序,并实施推荐供学习者选用。

第四步,学习资源对象智能搜索。基于当前知识点与资源对象的语义关系,查找关联学习资源对象,并对资源对象本体执行语义关系推理,基于设定规则推理多个资源本体实例。<sup>[12]</sup>

第五步,学习资源对象语义值计算。根据学习者本体实例与课程相关的资源对象本体实例,按照公式(5)计算各学习资源对象的语义匹配值。

第六步,学习资源对象排序与推荐。根据资源对象的语义匹配计算值,将可推荐度最高的前三个学习资源对象推荐给学习者(推荐个数可设置),并按照适合学习者的方式予以呈现。

#### (四)基于个性化的主动学习服务机制

在学习者学习过程中,个性化存在系统被动式和系统主动式两种不同的形式,前者往往是系统预设并由学习者选择并触发进行服务的,相对比较简单,如:学习者困惑时请求个性化帮助的事件行为;后者则更为灵活,它需要判断个性化对象、时机和方式等,并进行自动触发。本系统基于上述个性化推荐系统的已有基础设施进行主动服务,具体解决方案如图3所示。

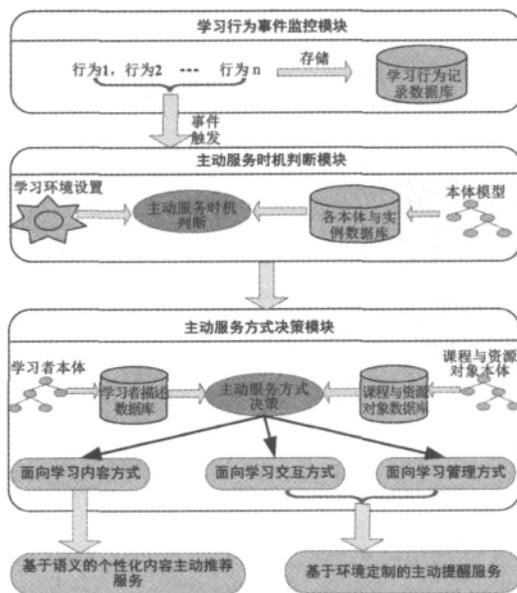


图3 个性化主动服务架构

##### 1. 学习行为事件监控模块

该模块利用网络环境对学习者在系统中的行为进行跟踪和监控,并作为历史记录进行存储。在对学习行为进行简单分析的基础上,通过事件触发器(为监控个性化推荐的相关学习行为所设置的后台进程)触发传递消息,以驱动主动服务时机判断模块的决策判断。该模块是个性化主动服务发起的“源泉”,其收

集的行为过程数据为后续服务决策提供依据。

## 2. 主动服务时机判断模块

该模块对传递来的事件消息进行分析,提取学习者本体信息(如学习状态)和学习历史信息,并据环境设置、课程知识和资源对象等来决策是否对学习者即时或稍后发起个性化服务,其间可应用到个性化推荐中的语义匹配(针对相关本体与实例)。本模块的作用是决策是否以及何时发起主动服务。

## 3. 主动服务方式决策模块

在本系统中我们将主动服务分为:面向学习内容(含路径、资源对象等)的主动服务、面向学习交互的主动服务和面向学习管理的主动服务。主动服务方式决策模块对第二步中的决策依据信息进行进一步的比较和匹配,依据需要来触发个性化推荐功能调用或者消息提醒。该模块能够判断学习者需要何种主动服务。

在上述主动服务过程中,本系统设计并应用如表2所示的主动决策策略以满足课程学习需要,其表中学习经验推荐服务较为复杂,另撰文发表。

表2 主动服务决策策略

服务分类	服务内容	服务时机	服务方式
面向学习内容	学习路径引导服务	开始(含再次)进入课程学习或中途严重偏离最佳路径	主动推荐
	学习资源推荐服务	选定学习知识点之后或采用学习资源严重偏离最佳选择	主动推荐
	学习经验匹配服务	在现有学习路径引导下,学习效果很不理想	主动推荐
面向学习交互	邮件提醒服务	收到新邮件时	定制提醒
	论坛回帖提醒服务	参与的话题有新的回复时	定制提醒
面向学习管理	作业提交督促服务	离预定提交作业时间相差 $n$ 天时间 ( $n$ 由环境设定)	定制提醒
	健康学习管理服务	连续学习时间超过 $k$ 个小时 ( $k$ 由环境设定)	定制提醒

## 四、个性化主动服务系统实现与实验结果分析

### (一) 系统实现

学习者注册时,先填写个人信息,并选择学习风格或进行学习风格测试来确定其学习风格。之后,系统将引导学习者进入个性化的学习界面进行学习,本系统以数据结构这门课程为例展开测试。由于不同学习者有不同的界面偏好、颜色偏好、学习风格和学习水平,因此每个学习者的界面都具有其个性化特色。

图4展示了学习者赵明的学习界面。

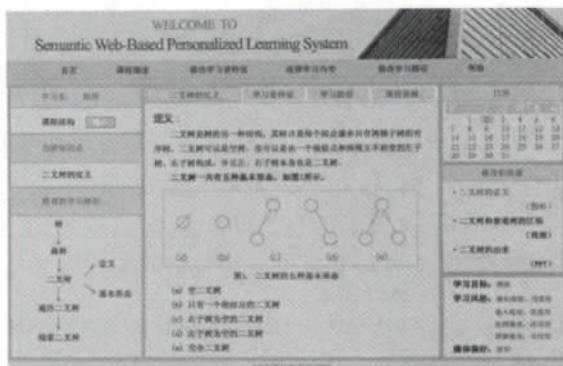


图4 学习者的课程学习界面

由图4可以看出,该学习系统的界面由四部分组成:(1)上栏列出了系统的主要功能菜单,包括课程描述、修改学习者特征描述(点击该按钮可进入修改界面以修改个人信息)、选择学习内容和修改学习路径。(2)左边栏显示当前的个性化学习信息,包括学习者的姓名、课程结构、当前学习的知识点等。(3)中间栏是主要部分,包括四个子菜单,分别为:当前学习内容、学习者特征描述、课程资源和执行的学习路径。后者在没有进行路径推荐时,将呈现系统已经记录的学习路径情况。(4)右边栏包含的内容有学习日历(学习者可以点击日期来查看他的学习历史记录)、推荐的学习资源对象等。

### (二) 实验结果分析

为了检验该系统的有效性,我们设计并实施了一系列实验。本研究选取XXX大学XXX学院同年级的30名本科生作为考察对象,并将这30名学生随机分成两组:注册组和非注册组,每组均为15人。注册组的学生在注册时要求填写个人基本信息和偏好信息,并进行学习风格测试,从而可以为系统的个性化服务提供充分的依据。非注册组的学生不会向系统提供任何个人信息,系统仅仅依靠简单分析学生的学习行为而为其提供学习服务。

表3 学习成绩差异分析

学习成绩	非注册组		注册组		$t$ 值	$P$ 值
	平均值	标准差	平均值	标准差		
	73.3	11.443	77.67	13.741	2.145	0.003

两组学生都未接触过“数据结构”这门课程,所以可以假设两组学生的初始学习水平是一样的。实验设定有效学习时间为100分钟,若超过100分钟则直接进行测试,我们假设学生正常在线的学习时间均为有效时间。以《数组》这一章知识的学习为例,我们采用数据分析工具SPSS11.5,从学习时间和学习成绩两方面对两组学生进行了比较分析。分析结果如表3和表

4所示。

表4 学习时间差异分析

学习时间	非注册组		注册组		t值	P值
	平均值	标准差	平均值	标准差		
	78.27	12.623	71.80	13.067	2.145	0.092

由表3可知,两组学生的平均水平都属于中等偏上,但分离度较大,说明存在低分学生。而 $t$ 值为2.145, $P$ 值为0.003,可以看出两组学生的成绩存在显著差异。说明我们的系统能够有效地帮助学生改善学习效果。

由表4可知,两组学生花费的平均时间均为70多分钟,但是分离度较大,说明个别学生花费时间较少。而 $t$ 值为2.145, $P$ 值为0.092,说明从总体上来说两组学生所费平均时间的差异不是特别显著。但是这并不能说明我们的系统不能提高学生的学习效率。为此,我们获取两组学生的成绩分布散点图进行进一步分析,如图5和图6所示。

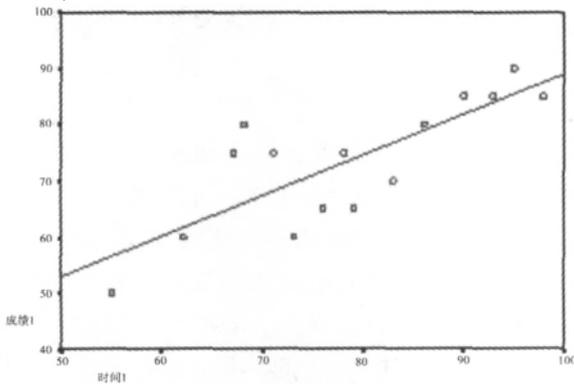


图5 非注册组成绩分布散点图

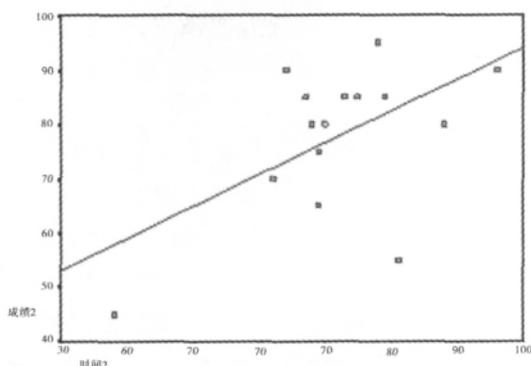


图6 注册组成绩分布散点图

由图5可知,非注册组的学生们的学习成绩大致与学习时间成正比关系,随着学习时间的增加,学习成绩越好。而注册组的学生成绩和所费学习时间都分布比较集中,但是有两个点明显偏离,即(38,55)和(81,62),如图6所示。第一个学生(38,55)的表现是花费时间少且成绩差,经调查发现该同学因为对《数组》这一章不感兴趣,所以不愿意深入学习而直接进行测试。而第二个学生(81,62)的表现是花费时间多且成绩差,造成这一结果的原因可能是由于该学生在填写个人信息时出现了偏差。因此,我们可以认为在正常操作情况下本系统一般能够显著提高学生的学习效率。

## 五、结论

在建构主义“学生为中心”和人本主义“以人为本”的教育理论指导下,本文提出一个基于语义Web的网络课程资源推荐系统。该系统以课程学习为背景,从学习者的角度出发,充分考虑到学习者个体之间的差异性,利用先进的网络技术为学习者主动推荐符合其个性特征的学习路径和资源,以提高学生自主知识建构的效率。在本研究中,首先创建了三个本体,包括学习者本体、课程本体和学习资源对象本体。其次,在这三个本体的基础上,根据学习者描述文件、课程结构特征、学习资源特征以及学习历史记录等进行必要的语义信息处理,动态地向学习者推荐适合其个性化学习需求的学习资源对象和学习路径,其间提出了相应的语义推荐算法和主动服务决策机制,从而实现具有主动化特征的个性化学习服务。最后,本研究设计了一系列实验,分别从学习时间和学习结果表现两个方面来验证系统的有效性。实验结果表明,该系统能够改善学习者的学习效率和学习效果。虽然本系统仅面向网络课程学习而设计,但由于语义处理方案的通用性,本研究的成果可拓展应用于其他数字化教育系统,使其具有个性化、主动化等服务特性。

由于研究的局限性,本研究还存在一定的不足,主要表现在两个方面:学习者模型的自动学习策略和语义匹配的效率问题。未来对这些方面拟将进行深入研究。

## [参考文献]

- [1] [7] T. Berners-Lee, J. Hendler and O. Lassila. The Semantic Web[J].Scientific American,2001,284(5):34-43.
- [2] 王晓东,刘进营. 本体驱动的远程教育资源共享模型研究[J].电化教育研究,2010,(10):74-77.
- [3] J. Kang, J. Choi, An Ontology-Based Recommendation System Using Long-Term and Short-Term Preferences[A].Proc. of Int'l Conference on Information Science&Applications[C].IEEE CS,2011:1-8.

(下转第60页)

于男性。但是创造性和复杂性较强的活动中,男教师的自信心高于女教师。因此,性别平衡和差异互补对英语教师在线发展能起到推动作用。

第四,网络自我效能与其使用的关系总体呈正相关关系。但是网络使用目的与网络自我效能正相关关系并不显著。同时,网络使用率的高低影响网络自我效能及其各维度。显然,网络使用时间越长,经验越丰富,使用者的自信度就越高,而自信度越高又会影响使用的频率、效果等。社会认知理论认为,信念预测和影响行为,而行为又会影响和强化信念。计算机和网络使用这种行为依赖于个体在行为过程中

的预期,这种预期又转化为动机或自信心,并对行为进行调节。因此,两者相互影响、互为依存。值得一提的是,本研究中教师的网络自我效能虽然较高,但其使用能力和水平有待提高,特别是使用目的需要改善。因为,如果教师长期以“获取信息”为首要目的进行网络活动,它会抑制教师的输出性和创造性的网络活动,而这种活动则是教师在线终身发展的最重要保障。因此,从提高英语教师的网络使用能力,特别是“学习需求”和“交流需求”能力入手,既能够为教师长期发展打下坚实基础,又能形成教师发展的良性循环。

#### [参考文献]

- [1] Eastin, M.S., & LaRose, R. Internet Self-Efficacy and the Psychology of the Digital Divide[J]. Journal of Computer-Mediated Communication, 2000, 6(1).
- [2] Torzadeh, G & Van Dyke, T. Development and Validation of an Internet Self-Efficacy Scale[J]. Behavior and Information Technology, 2001, 20(4): 275~280.
- [3] Cassidy, S F & Eachus, P. Development of the Web User Self-Efficacy Scale[Z]. Issues in Informing Science and Information Technology, 2006, (3): 199~209.
- [4] Hsu, M. H., & Chiu, C. M. Internet self-efficacy and electronic service acceptance[J]. Decision Support Systems, 2004, (38): 369~381.
- [5] Torzadeh, G, & Dyke, T., P., V. Effects of training on Internet self- efficacy and computer user attitudes[Z]. Computers in Human Behavior, 2002, (18): 479~494.
- [6] Liang, J.-C. & Tsai, C.-C. Internet Self-Efficacy and Preferences Toward Constructivist Internet-Based Learning Environments: A Study of Pre-School Teachers in Taiwan[J]. Educational Technology and Society, 2008, 11(1): 226~237.
- [7] Tsai, M.-J., & Tsai, C.-C. Junior high school students' Internet usage and self-efficacy: A re-examination of the gender gap[J]. Computers & Education, 2010, (54): 1183~1192.
- [8] 王琦. 外语教师在线发展心理取向: 信息素养自我效能与网络教学态度关系研究[J]. 西北师范大学学报(社会科学版), 2010, (5): 96~102.

(上接第 55 页)

- [4] S. Shishehchi, S.Y. Banihashem, et al. A Proposed Semantic Recommendation System for E-Learning: A Rule and Ontology Based E-Learning Recommendation System [A]. Proc. of Int'l Sym. in Information Technology[C]. IEEE CS, 2010: 1~5.
- [5] M. C. Lee, et al. A Service-Based Framework for Personalized Learning Objects Retrieval and Recommendation [J]. Lecture Notes in Computer System, 2006, (4181) 336~351.
- [6] X. H. Tao, et al. A Personalized Ontology Model for Web Information Gathering [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2011, 23(4): 496~511.
- [8] 曾春, 邢春晓, 周立柱. 个性化服务技术综述[J]. 软件学报, 2002, 13(10): 1952~1961.
- [9] Felder, R.M & Silverman, L.K.. Learning and Teaching Styles in Engineering Education [J]. Journal of Engineering Education, 1988, 78(7): 674~681.
- [10] IMS. IMS Learner Information Package Specification[OL/DB]. <http://www.imsglobal.org/profiles/>, 2011-06-19.
- [11] IEEE. Draft Standard for Learning Technology-Public and Private Information for Learners (PAPI Learner)-IEEE P1484.2/D6[OL/DB]. <http://edutool.com/papi/>, 2011-07-11.
- [12] C. Q. Huang, R. L. Duan, Y. Tang, et al. EHS: An Educational Information Intelligent Search Engine Supported by Semantic Services [J]. International Journal of Distance Education Technologies, 2011, 9(1): 21~43.