

文章编号:1001-5132 (2008) 02-0211-05

# 基于本体的个性化教学系统的设计

程南清

(宁波广播电视大学 信息与教学资源中心, 浙江 宁波 315016)

摘要: 基于本体构建了一种个性化网络教学系统, 重点阐述了利用本体构建课程知识体系, 详细说明了系统可根据学生历史学习行为信息、利用课程知识语义网络和本体推理函数实现动态地向远程师生提供高效、准确的个性化教学信息服务。

关键词: 本体; 知识表示; 语义网络; 课程知识库

中图分类号: TP393.09

文献标识码: A

随着网络和多媒体技术的发展和普及, 网络教学逐渐成为一种重要的教学形式。网络教学系统的出现在一定程度上打破了学习在时空上的限制, 但目前网络教学系统还普遍存在着以下现象: (1) 仍然采用传统的“以教为中心”的教学模式, 向学生提供统一形式的教学内容, 没有充分考虑学生个体的差异性; (2) 网络教学系统中教学资源简单堆砌, 缺乏应有的知识体系; (3) 缺乏对学生网上自主学习过程的监控手段和科学的学习评价工具, 无法掌握学生网上学习的过程和知识掌握情况。总之, 当前大部分网络教学系统并没有真正实现向学生提供个性化教学的信息服务。

针对上述问题, 本文提出了一种基于本体的个性化网络教学系统。系统利用本体(Ontology)构建课程知识体系和教学策略, 并利用本体推理函数, 使系统可以快速地根据学生学习行为数据进行课程知识的重组和学习指导, 以此实现向时空相对分离的师生提供高效、准确的个性化教学信息服务, 达到营造“因材施教”的个性化网络教学情境, 实

现提高网络教学质量的目的。

## 1 基于本体的个性化网络教学系统模型

本文提出的基于本体的个性化网络教学系统是为了向学生提供适合其个性特征及认知水平的教学内容, 实现教学信息服务的个性化, 其结构模型如图 1 所示。本系统的个性化主要体现在系统对学生的特征进行提取、分析和处理, 并根据处理的结果自动地向学生提供符合其特征和认知水平的教学内容, 而这些处理结果同时也提供给教

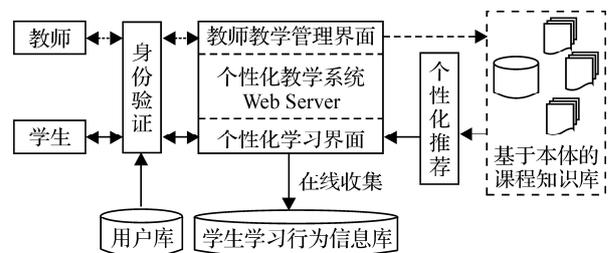


图 1 基于本体的个性化教学系统的结构模型

师,以帮助教师及时地调整教学资源 and 教学策略. 系统实现个性化教学信息服务的过程如下:

(1) 课程知识本体的表示及课程知识库的建立. 课程知识库的建立是教学系统的基础,课程知识通过本体表示,可以规范地定义课程范围内的知识点之间的关系和规则以及课程知识体系结构等. 课程教师以此技术创建的课程知识库有助于为学生提供准确和快速的个性化教学服务.

(2) 学生用户的注册和建模. 系统不支持向匿名用户提供个性化教学服务,学生使用前须进行用户注册,注册并通过认证后,系统将为学生建模.

(3) 学生学习行为信息的采集. 学生登陆系统通过身份验证后,系统就实时跟踪其在线学习行为,将其“点击流”数据存入学生学习行为信息库,以供系统分析. 系统收集的信息以知识点为单位,如 URL 集、时间、测试过程和结果等.

(4) 学生学习行为特征的分析. 系统对采集到的学生学习行为信息数据进行筛选和过滤后,进行个性和共性的分析,并将学生个性的学习行为数据更新到学生学习模型中.

(5) 个性化教学信息的推荐. 个性化推荐引擎根据学生学习模型的个性化信息,利用课程知识语义网络图和本体推理函数,将学生需要学习的知识点以适当的教学策略推荐给学生. 另外,系统将学生共性的学习行为信息推荐给教师,以帮助教师完善课程知识库的建设和教学策略的设计.

## 2 课程知识体系本体的构建<sup>[1]</sup>

本体的概念来源于哲学,主要是研究客观事物存在的本质. Gruber认为,本体是对概念化对象的明确表示和描述. Guarino把概念化对象  $O$  定义为一个有序三元组  $O = \langle D, W, R \rangle$ , 其中:  $D$  是 1 个领域;  $W$  是该领域中相关事务状态的集合;  $R$  是领域空间  $\langle D, W \rangle$  上概念关系的集合<sup>[2]</sup>.

课程知识体系是由知识点的集合与知识点之

间逻辑关系的集合组成,知识点则是根据教学大纲对课程进行分解后的原子单元. 由于本体可以有效描述对象及对象之间的关系和规则,可以有效地表现知识层次结构和语义,能全面地表示知识体系. 因此,本文从知识表示角度,引入本体和相关技术,将课程知识体系构建成一个连通的知识点语义网络图,利用相应的算法在知识语义网络图内实现相关语义扩展和知识推导,将个性化教学信息的推荐过程转化为基于知识点间逻辑关系的推理过程. 课程知识的本体表示具体描述如下:

定义 1 课程知识本体  $Course\_O = (Meta\_info, Knps, Relations, Tacts)$ , 其中  $Meta\_info$  为课程的基本元信息,包括课程标识号、课程的名称、课程教师、对课程内容的描述等元信息;  $Knps$  为知识点的集合;  $Relations$  为课程知识点之间二元关系的集合;  $Tacts$  为课程的教学策略集.

定义 2 知识点之间的关系  $Relations = (father, brother, rel)$ , 其中  $father$  为父子关系,即知识点之间的蕴涵关系,如知识点  $A$  包含知识点  $B$ ,则知识点  $B$  是知识点  $A$  的子知识点.  $brother$  为兄弟关系,即知识点之间的外延关系,同一个父知识点的所有子知识点之间就是兄弟关系.  $rel$  为相关关系,知识点之间有一定联系,但无上述两关系,如果学生有兴趣,可以参考这些知识点,以帮助更好地理解.

定义 3 知识点  $Knps = (id, name, Course\_id, Key, Content\_cat, Media\_cat, Hard, Exam, father\_num, brother\_num, son\_num, rel\_num, *father, *brother, *son, *rel)$ . 其中  $id$  为知识点  $Knps$  的标识号,标识  $Knps$  在课程知识本体中的位置;  $name$  为  $Knps$  的名称;  $Course\_id$  为课程标识号,标识  $Knps$  所属的课程;  $Key$  为  $Knps$  关键字的集合;  $Content\_cat$  为教学内容的分类,知识点教学内容有介绍讲解、课件演示、例题、实验、习题练习和试题库等<sup>[3]</sup>;  $Media\_cat$  为媒体类型,知识点教学内容可由文本、图片、动画、视频、音频等 9 类媒体表现形式<sup>[4]</sup>;  $Hard$  为  $Knps$  教学内容的难度集;  $Exam$  为  $Knps$  的各种难度的试

题集 ;father\_num、brother\_num、son\_num、rel\_num 分别为 Knps 父知识点、兄弟知识点、子知识点和相关知识点的个数 ; \*father、 \*brother、 \*son、 \*rel 分别为 Knps 指向父知识点、兄弟知识点、子知识点和相关知识点的指针。

定义 4 教学策略 Tacts = (id, Course\_id, Media, Hard). 其中 id 为教学策略 Tacts 的标识号 ; Course\_id 为课程标识号, 标识 Tacts 适合的课程 ; Media 为知识点内容和媒体类型的不同组合集 ; Hard 为难度集, 与 Knps.hard 相对应. 教学策略由教师根据课程教学经验而制订, 为了达到教学目标, 可定义多种教学策略, 以满足不同学习能力、兴趣的学生对教学媒体和难度的需要。

根据上述定义, 课程知识本体不但指出了课程知识点之间的层次关系和课程知识结构, 使个性化教学信息推荐通过本体中知识点关系的逻辑推理而实现 ; 同时, 还指出了知识点具有多种层次和多种媒体表现形式等属性, 使课程知识体系在不同教学策略的组织下, 方便实现多层次的重组, 以满足不同的教学目标和不同层次学生的需求<sup>[5]</sup>。

当学生选择了特定课程和教学策略时, 课程知识本体可简化为 2 个基本要素 : 知识点和知识点之间的关系. 这样就可用语义网络来描述课程知识本体, 而语义网络是有向图, 其中每 1 个节点表示 1 个知识点, 有向边表示 2 个节点之间的关系, 可方便的表示出知识点间的复杂关系. 通过语义网络描述课程知识本体, 使本体中知识点关系的逻辑推理可方便的转化为对语义网络图的推理, 提高了知识点之间的推理速度. 本文以《大学计算机基础》课程中部分知识点为例, 进行语义网络表示, 具体语义网络如图 2 所示。

### 3 基于本体的个性化教学的实现

为实现个性化网络教学, 系统提供了学生学习模型的建构、学习学习行为的采集和向学生提供个

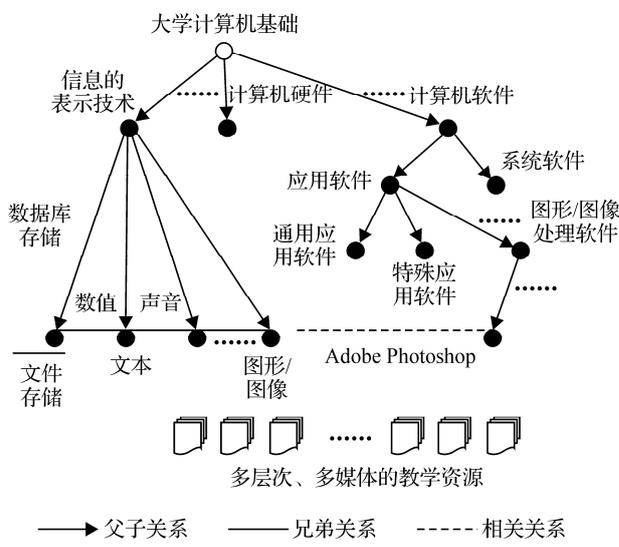


图 2 《大学计算机基础》课程知识体系语义网络

性化学习信息的推荐以及向教师提供教学信息的推荐等功能。

#### 3.1 学生学习模型的建构

学生学习模型是个性化网络教学系统实现个性化教学的前提. 它表示出学生学习行为信息特征, 区分出每个学生学习行为的差异, 重点体现学生的学习进度和对知识点掌握情况, 而学生学习模型数据随着学生学习的进展而动态更新. 学生学习模型具体描述如下 :

Stu\_Model={Stu\_Base, Learn, Tact, Other } , 其中 Stu\_Base 指学生基本信息, 如姓名、学号、专业、年级和班级等. Learn 指学生学习进度和知识水平, 它是 1 个三元组(Knp, Stauts, Eval), 其中 Knp 表示知识点 ; Stauts 表示 Knp 的学习状态, 如未学习、正学习、已学习 ; Eval 表示 Knp 掌握程度, 如掌握、未掌握. Tact 指学生选择的教学策略, 它是 1 个二元组(Hard, Fav), 其中 Hard 表示学生选择的学习难度 ; Fav 表示学生喜欢的媒体组合 ; 而 Other 指学生其他的学习信息。

#### 3.2 学生学习行为信息的收集

学生学习行为信息的收集是个性化网络教学系统实现个性化教学的基础. 系统通过 2 种途径收集学生的学习行为信息 : (1)自动跟踪模块 : 记录

学生在线的“点击流”(类 Web Log), 通过过滤获取学生浏览知识点  $K_{np}$  的序列集, 结合本体语义网可判断相应知识点的学习状态, 并记录到学习模型 Learn.Knp 和 Learn.Stauts 中, 以反映出学生学习进度; (2) 测试模块: 根据学生选择的策略, 提供相应难度的测试, 将知识点测试结果记录到 Learn.Eval 中, 以反映学生对该知识点的掌握程度。

### 3.3 向学生提供个性化学习信息的推荐

个性化学习信息的推荐指系统根据学生学习状态(学习进度、知识水平等)向学生推荐较恰当的教学内容(知识点的集合)和教学策略。

#### 3.3.1 教学内容(知识点序列)的推荐

根据学生的学习行为数据和课程知识语义网络图, 推理出学生下一步需要学习的知识点序列, 具体算法如下:

(1) 学生登陆系统后, 系统读取该学生学习模型数据, 获取其学习进度(Stu\_Model.Learn);

(2) 判断知识点 Learn.Knp 的 Stauts、Eval 值, 确定推荐信息。如果  $K_{np}.Stauts = \text{“正学习”}$  &  $Eval = \text{“空”}$ , 则调用本体子操作函数  $Son(K_{np})$ , 返回 Knp 未学习的子知识点; 如果  $K_{np}.Eval = \text{“未掌握”}$ , 则返回 Knp 测试过程中相关错误所涉的知识点; 如果  $K_{np}.Stauts = \text{“已学习”}$  &  $Eval = \text{“掌握”}$ , 则调用本体兄弟操作函数  $Brother(K_{np})$ , 返回 Knp 的兄弟知识点(除去 Learn 序列中已存在的);

(3) 以课程知识语义网络层次结构进行排序, 将系统推荐的知识点根据学生选择的策略封装显示。

另外, 当学生学习 Knp 时, 则调用本体相关函数  $Rel(K_{np})$ , 将 Knp 相关的知识点推荐给学生, 以供学生参考。

#### 3.3.2 教学策略的推荐

随着学生的学习, 系统根据其学习情况, 选择与之匹配的教学策略。具体算法如下:

(1) 系统为每种教学策略设置有效阀区:  $[V_{\min\_Tact_i}, V_{\max\_Tact_i}]$ ;

(2) 统计学生知识点测试结果(Learn.Eval), 根据教师的策略求出当前教学策略(Stu\_Model.Tact)下的学习效果值  $E_i$ ;

(3) 如果  $E_i \in [V_{\min\_Tact_i}, V_{\max\_Tact_i}]$ , 则表示当前教学策略有效, 则继续使用; 如果  $E_i < V_{\min\_Tact_i}$ , 则表示当前教学策略对学生过难或媒体组合形式过于抽象, 推荐难度系数低一档或媒体组合形式相对形象的教学策略, 并更新 Tact; 如果  $E_i > V_{\max\_Tact_i}$ , 则表示当前教学策略过易或媒体形式相对形象, 推荐难度系数高一档或媒体形式相对抽象的教学策略, 并更新 Tact。

### 3.4 向教师提供教学信息的推荐

系统对所有学生的点击流数据和测试结果数据进行统计和分析, 可获取各个知识点的点击量、学习时间以及被掌握情况, 以此来判断异常的知识点和教学策略, 并推荐给教师, 帮助教师不断完善网络课程的建设, 以保障网络教学中教学资源 and 教学策略的有效性。

## 4 系统实现结果

本文以会计学本科课程《管理学基础》作为系统实现对象。系统注册学生 466 人, 课程知识本体库建设了 144 个知识点, 332 个教学资源文件, 432 道测试题, 记录了学生学习行为数据 25 650 条, 测试结果数据 590 条。选择某位学生用户登录系统, 系统自动以章节为单位推荐出与其相关的个性化教学信息, 学习界面如图 3 所示。

从图 3 的学习推荐界面中可以看出:

(1) 系统较全面地跟踪了学生在线学习行为, 为学生提供个性化信息提供了较准确的依据。

(2) 系统给出的学习评价和相关学习建议等个性化教学信息对学生在线学习有明确的指导和较强的学习过程控制。

(3) 系统性能满足网络教学的要求。系统呈现图 3 个性化推荐页面只需 32 ms。



图 3 《管理学基础》课程个性化教学信息推荐界面

## 5 结束语

本文在个性化网络教学系统建设中导入本体理论,提出了基于本体的个性化网络教学系统基本模型,并描述了模型实现个性化网络教学的过程.该系统强调个性化教学系统中课程知识库构建的重要性,阐述了课程知识本体的表示和课程知识语

义网络的构建,系统可利用本体函数的推理向师生提供个性化教学服务.应用表明:本系统增强了学生学习的针对性和导向性,有效地防止了学习的盲目性和被动性,提高了教学效果和学习热情.同时发现,由于系统强调了课程知识库的构建,对教师有着较高的要求,且课程知识库建设工作量大,在一定程度上影响了教师的创作热情,因此,可将在这方面做进一步的深入研究和改进.

## 参考文献:

- [1] 张爱军. 基于本体的智能答疑系统的研究与实现[J]. 计算机应用与软件, 2006(5):69-71.
- [2] Guarino. Formal ontology and information systems [M]// Formal Ontology in Information System. Trento: TOS Press, 1998:6-8.
- [3] 朱欣娟, 张文字, 李显峰. 基于本体的教学资源库及软件开发系统设计[J]. 计算机工程与设计, 2007(6):1 449-1 452.
- [4] 余胜泉, 朱凌云. 教育资源建设技术规范(征求意见稿) [EB/OL]. [2000-11-08]. <http://www.edu.cn/html/keyanzf/doc/d.doc>.
- [5] 程南清. 基于学习对象的个性化网络教学资源的研究与构建[J]. 中国电化教育, 2007(9):56-58.

# Design of Ontology-based Personalization Network Learning System

CHENG Nan-qing

(Information & Resource Center, Ningbo TV & Radio University, Ningbo 315016, China)

**Abstract:** This paper makes some attempts to the issue of how to construct a course knowledge database in the ontology-based personalized online learning system. The author explains in detail some key relevant aspects, including how the system makes use of the information of the student's learning record, how to take advantage of the semantic web of the course knowledge and the ontological inference function, and how to provide efficient, accurate and dynamic personalized service in the educational information to the distance students and tutors.

**Key words:** ontology; knowledge representation; semantic web; course knowledge database

**CLC number:** TP393.09

**Document code:** A

(责任编辑 章践立)