

# 基于学习元平台的学习认知地图构建

万海鹏, 余胜泉

(北京师范大学 未来教育高精尖创新中心, 北京 100875)

[摘要] 针对在线学习过程中存在的学习动机缺失、学习迷航、认知负荷超载、学习结果反馈不及时等问题,文章从知识结构化和认知图式的视角,提出了构建用于表征学习过程中学习者认知状态变化的学习认知地图的解决方案思路。基于学习元,从学科领域知识图谱构建、学习交互数据采集、数据分析与知识节点状态计算、待评估知识节点状态预测、学习认知地图的可视化等五个方面,对学习认知地图的设计过程进行了详细阐述。同时,对基于学习元平台的学习认知地图应用中涉及的学习认知地图建立和基于学习认知地图的服务推荐两个核心环节进行了分析,期望为在线学习认知地图的设计者和使用者提供参考和借鉴。

[关键词] 学习认知地图; 学习活动; 学习元; 学科知识本体

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 万海鹏(1988—),男,江西宜春人。博士研究生,主要从事在线学习认知地图、移动与泛在学习的研究。

Email: dnvhp@163.com。

## 一、引言

随着互联网技术的发展,在线学习已成为一种常规化的学习方式。学习者可以自由地选择学习的内容、学习时间以及场所,然而,这种高度自主化的学习方式很容易导致学习动机缺失以及学习迷航等现象发生<sup>[1-2]</sup>;同时,往往缺乏对学习过程中学习者个体认知投入水平的分析与评估,无法为学习者提供及时的学习认知状态反馈。有研究者<sup>[3]</sup>认为,网络学习环境对学习者的要求以及人类认知系统本身的限制是导致在线学习迷航和认知负荷超载的直接原因。在网络课程学习当中,教师与学生之间、学生与学生之间难以保持时时交互,教师不能有效地发现和管理学生学习过程中存在的问题,学生也不能及时获得针对自身学习困难的帮助支持,无法了解自身课程学习的进度和认知达标状态。

康德认为,图式是储存在人们记忆中的知识经验的网络结构,只有当新概念与原有知识概念建立联系

时,才能产生意义。<sup>[4]</sup>皮亚杰认为,图式是一种动态、可变的认知或智能结构,有助于人们适应环境<sup>[5]</sup>。因此本研究拟从认知图式的视角,探索在线学习过程中的学习认知地图构建,以促进个性化自适应学习的实施,降低认知负荷,提升学习动机和学习成效。

## 二、相关概念辨析与研究回顾

知识的结构化、图式化一直以来都是教育技术领域所重点关注的话题,首先对目前研究过程中存在不同理解、容易混淆的四个术语:知识图谱(Knowledge Graph)、概念图(Concept Map)、知识地图(Knowledge Map)和认知地图(Cognitive Map)进行辨析。

知识图谱最早可追溯到20世纪70年代,属于科学计量学的范畴,主要用于揭示科学知识的增长规律和结构关系变化<sup>[6]</sup>。在计算机科学领域,知识图谱的本质是结构化的语义知识网络,图中的节点代表实体或者概念,边代表节点之间的各种语义关系<sup>[7]</sup>。在教育领域,知识图谱与学科知识本体的内涵比较接近,可看

作一个完整的学科知识体系,是某具体学科领域中所有概念及其之间语义关系的集合,是对特定领域内知识和知识结构的形式化表征,主要包括学科知识、教材组织和学科教学三个层面<sup>[8]</sup>。

概念图由 Novak 和 Gowin 在研究有意义学习的过程中首次提出<sup>[9]</sup>,由概念及其之间的关系组成,概念之间的关系既可有名称,也可没有名称,既可带方向,也可不带方向<sup>[10]</sup>。概念图的构建主要包括主题选择、概念的一般性表达、概念的提炼表述、以命题的方式建立概念之间的关联、交互关联关系展示和迭代修正等六个环节。概念图在教育领域的实证应用研究有了很大的发展,Novak 对概念图在认知和情感学习、教师教育、教学设计、有意义知识框架探索、知识表征等方面的研究进行了分析总结,发现利用概念图的小组明显有较高的学习绩效<sup>[11]</sup>。

知识地图最早由 Holley 和 Dansereau<sup>[12]</sup>提出,是对知识及其关系的表征,知识本身存在于节点当中,知识节点之间通过具有方向性的关系标签进行连接,且连接知识节点的关系标签包括动态标签(如因果关系)、静态标签(如整体与部分关系)和解释标签(如 A 是 B 的例子)三类<sup>[13]</sup>。

认知地图由 Tolman<sup>[14]</sup>在研究白鼠学习迷宫的实验过程中首次提出。随后 Axelord 将认知地图的概念引入管理学研究中,引起了国内外知识管理研究者的极大兴趣,认为认知地图是个体对某一特定领域认识与理解的图形化表达,是一种对因果关系知识推理的模型,等同于因果地图,由概念及其之间联系构成的有向图,且不同联系之间存在强弱差异<sup>[15]</sup>。

基于上述的文献分析,我们可以发现四个术语都是对知识的可视化描述和表征,但在知识范围、知识关系、服务群体等方面却存在许多不同。从知识范围来看,知识图谱比其他术语包括更加广泛的内容,在教育领域往往是对某个学科体系的描述和表征,一般包含数量众多的知识及其关系;而概念图、知识地图和认知地图往往是针对某个具体明确的主题,涉及的知识内容和关系相对简单。从知识关系来看,知识图谱中的知识关系是一种语义关系,在实际运用中更多用于计算机自动推理;概念图中的关系类型相对单一,常常只是简单的包含(整体与部分)关系;知识地图中的关系类型则相对丰富,包括父子、包含、解释等关系类型;认知地图则主要是因果关系,强调不同关系之间的强弱,而对于关系类型并没有过多的关注。从服务群体来看,知识图谱主要面向的是领域专家和学科教师,概念图、知识地图和认知地图主要面向学

科教师和学习者。

目前,认知地图的术语主要在心理学以及管理学中得到了较广泛的应用,而教育领域却较少涉足。知识图谱常用于描述特定领域内的知识集合,可作为知识结构化的原始表征形式,而学习是一种过程性的个体体验,需要投入认知努力,如果能够在知识图谱上叠加学习者个体的认知过程信息,并在学习过程中为学习者提供及时的学习认知状态反馈,必将有益于学习的真正发生。因此,本文聚焦于认知地图的教育领域应用研究,在学科知识图谱(学科知识本体)的基础上,通过采集学习行为、认知投入、目标状态等学习过程数据来计算学习者的学习认知状态,并融合学习者认知特征进行资源和路径推荐,最终形成能够真正描述学习者个体与领域知识交互状态的学习认知地图。

### 三、基于学习元的学习认知地图设计

学习元<sup>[16]</sup>是一种支持学习过程数据采集和学习认知网络共享的新型资源组织方式,其内部包含学科领域本体、学习内容、过程性学习评价方案和学习活动内容要素,为学习认知地图的构建提供了重要支撑。

延续知识地图所具有的知识管理、学习导航和学习评估等功能<sup>[17]</sup>,通过综合考虑学习的过程性体验、个体认知的特性以及现有在线学习过程数据稀疏的特点,本研究认为学习认知地图除了能够表征已映射过程数据的知识学习状态,推理挖掘未掌握知识的学习路径;还应该能够预测缺乏过程数据的知识学习状态,形成符合认知特性的资源和人际网络推荐。本研究设计的学习认知地图概念模型,如图 1 所示。

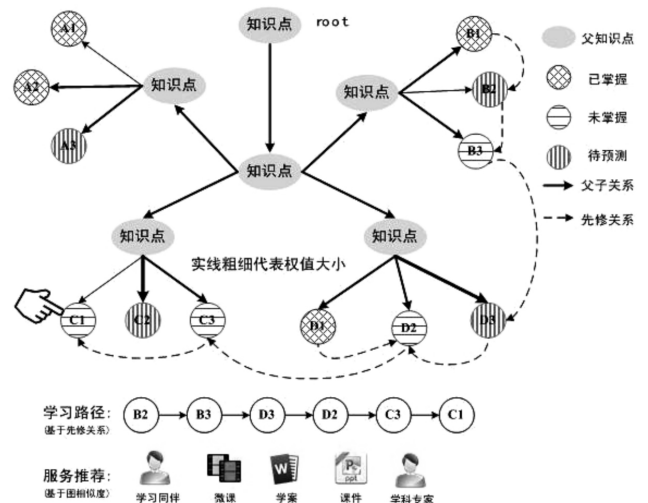


图 1 学习认知地图概念模型

具体包括知识点内容、知识点之间的关系、学习认知状态、知识点簇下知识点间关系权重、学习路径

和服务推荐等六方面的内容。其中知识点内容是指根据教学大纲,在满足教师日常教学需求的基础上整理形成的知识单元,由高到低分为不同层级,层级越低,知识单元越具体。知识点之间的关系是指知识对象之间的联结,或是表示相关的对象之间联结的意义,包括父子关系和先修关系。学习认知状态是指学习者对知识学习目标掌握程度的描述,分为已掌握(密网格)、未掌握(横线网格)和待评估(竖线网格)。知识点簇下知识点间关系权重是指在同一知识点簇的集合中,不同兄弟知识节点对于父亲知识节点的重要程度,以连线的粗细表示,连线越粗表示所占的权重越大。学习路径是指为了掌握目标知识点(当前处于未掌握状态)而提供的先修知识点序列,是指知识点学习顺序层面上的学习路径,且对于具有多个学习目标要求的知识点具有针对不同学习目标要求的个性化学习路径。学习服务推荐是指在综合考虑学习者所处的学习目标层级、学习认知状态的基础上为学习者推送的用于辅助其达成学习目标的学习活动、数字资源(如微课、课件)和人际网络(如学习同伴、知识专家)。

本研究以中小学生的学习认知地图构建为例,考虑到中小学教材知识点体系层级的实际情况(一般为四级),本模型中知识点的层级也定义为一到四级;同时,为了能够实施对知识点的细粒度评估,知识点的学习状态也只会第四个层级(末级)的知识点上体现,而对于那些缺乏评估数据的末级知识点,后期将通过贝叶斯网络来预测这些知识点的学习状态。

基于上述设计的学习认知地图概念模型,本研究将从学科领域知识图谱构建、学习交互数据采集、数据分析与知识节点状态计算、待评估知识节点学习状态预测、学习认知地图的可视化等五个方面,对基于学习元平台的学习认知地图构建过程进行详细阐述。

### (一) 学科领域知识图谱构建

学科领域知识图谱是对特定主题域知识的映射和结构化表征,其中的知识既可以来源于普通用户的编辑创建,也可以来源于学科专家的权威编制。本研究涉及的学科领域知识图谱中的知识点主要由具有多年教学经验的学科教师编制。图2所示为高中信息技术学科信息技术基础主题所对应的知识图谱,左侧以树状视图的方式显示各知识之间的层级关系,方便普通用户利用知识图谱建立学习资源、学习活动与知识点之间的关联;右侧以网状视图的方式直观展示各个知识簇下知识之间的父子关系,并以大小和颜色不同的圆进行层次区分。在严格遵循知识层级规范(对知识点按照四个层级划分)的前提下,学习元平台

目前实现了以 Excel 文件导入的方式来自动构建特定主题领域的知识图谱,并允许教师根据实际需要自行增删知识节点。

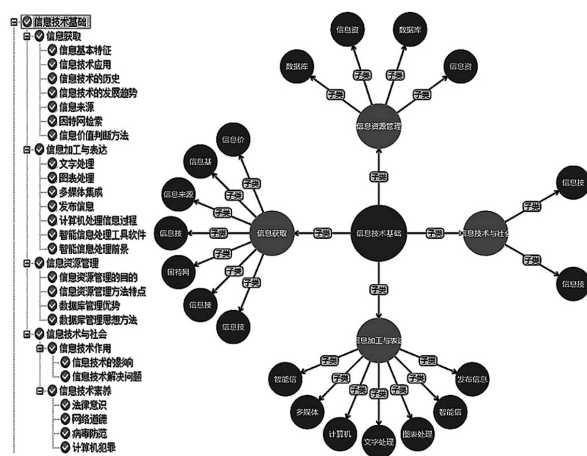


图2 学科领域知识图谱

### (二) 学习交互数据采集

由美国国防部资助的高级分布式组织(ADL)发布了新一代培训和学习体系架构(TLA)及其运行时的应用程序接口规范(xAPI)。xAPI利用活动流来描述学习者在线学习过程的经历,以主谓宾三元组形式的Statement来记录和存储学习者的学习经历,为学习交互数据的获取提供了指引性的思路和框架<sup>[18]</sup>。

学习元平台则借助行为插码和学习活动来采集学习者在线学习交互数据,包括行为数据和认知投入数据,并根据教师设定的评价方案进行转换计算,将行为数据和认知投入数据映射为学习者对目标知识的掌握状态数据。行为插码是对目前常见的网站统计功能的进一步细化和深入,除了能够获取全局性的网站流量、访问来源等内容之外,还能够对用户层面的信息进行采集,如页面停留时长、页面跳转顺序、超链接点击和收藏频次等一些在网站部署过程中容易被忽视的行为数据内容。学习活动是指学习者以及与之相关的学习群体(包括学习伙伴和教师)为了完成特定的学习目标而进行的操作总和<sup>[19]</sup>。学习元平台中支持的学习活动包含学习目标、学习服务、学习资源、学习工具、学习过程信息、学习结果信息、学习评价输出等七要素<sup>[17]</sup>,通过对表征学习活动七要素的学习投入数据进行分析 and 计算,参照学习活动的评分细则,可以实现对学习者的认知投入水平的评估。学习元平台中的所有学习活动均采用七要素活动模型进行设计,虽然每种学习活动具体评估细则不同,但学习活动效果的评价有着相对统一的评估模型,主要包括参与态度、参与质量以及第三方的评



价标准,最终都以百分制的方式输出学习活动的评估结果。

(三)数据分析与知识节点状态计算

本研究中用于表征学习者知识结构的知识点主要存在两种情形,一种是与学习活动建立了关联,则通过计算在所有学习活动中状态的均值作为该知识点的最终学习状态;另一种则没有与学习活动建立关联,而是通过学习态度、资源工具、内容交互、评价反馈和自定义模块等五个维度的评估分数作为该知识点的最终学习状态。

对于已经与学习活动建立关联的知识点,将从学习活动参与的质量、态度以及第三方评估标准三个层面实现对学习者在学习活动中的表现评估,即通过完成学习活动的效果来实现对知识点学习状态的计算,具体方法可利用公式 1 和 2 实现:

$$\text{Score}(A_{ij})=\text{Score}(\text{Item}_{ij}) * w_{ij} \quad \text{公式 1}$$

$$\text{Score}(K_i)=\frac{\sum_{j=1}^n \text{Score}(A_{ij})}{\sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad \text{公式 2}$$

其中  $\text{Score}(K_i)$  表示学习者在知识点  $K_i$  上的最终得分,  $\text{Score}(A_{ij})$  表示在课程单元  $L_i$  所包含的学习活动  $A_j$  中的百分制得分,  $w_{ij}$  为教师设置的学习活动  $A_j$  在课程单元  $L_i$  对应评价方案中所占的百分比权重,  $\text{Score}(\text{Item}_{ij})$  表示在学习活动  $A_j$  上的百分制得分(不同类型学习活动的计算规则各异)。

对于没有与学习活动建立关联的知识点,将通过利用与该知识点相关联的所有过程行为数据和课程教师所设定的评价方案实现对学习者知识点学习状态的计算,具体方法可利用公式 3、4 和 5 实现。  $\text{Score}(K_i)$  表示学习者在知识点  $K_i$  上的最终得分,  $\text{Score}(L_{ij})$  表示学习元  $L_i$  中学习者在知识点  $K_i$  上的百分制得分,  $\text{Score}(M_{ij})$  表示学习元  $L_i$  中学习者在评价模块  $M_{ij}$  上的百分制得分,  $Mw_{ij}$  为教师设置的评价模块  $M_{ij}$  在学习元  $L_i$  对应评价方案中所占的权重,  $\sum_{j=1}^m Mw_{ij}=100$ ;  $\text{Score}(\text{Item}_{ij})$  表示学习者在任务项  $\text{Item}_{ij}$  上的百分制得分(不同任务的计算规则各异),  $Iw_{ij}$  为教师设置的任务项目  $\text{Item}_{ij}$  在学习元  $L_i$  对应评价方案评价模块  $M_{ij}$  中所占的百分比权重,  $\sum_{j=1}^m Iw_{ij}=100$ 。

$$\sum_{j=1}^m Mw_{ij}=100$$

$$\text{Score}(M_{ij})=\sum_{j=1}^n \text{Score}(\text{Item}_{ij}) * Iw_{ij} \quad \text{公式 3}$$

$$\text{Score}(L_{ij})=\sum_{j=1}^m (\text{Score}(M_{ij}) * Mw_{ij}) \quad \text{公式 4}$$

$$\text{Score}(M_{ij})=\sum_{j=1}^n \text{Score}(\text{Item}_{ij}) * Iw_{ij} \quad \text{公式 3}$$

$$\text{Score}(L_{ij})=\sum_{j=1}^m (\text{Score}(M_{ij}) * Mw_{ij}) \quad \text{公式 4}$$

$$\text{Score}(K_i)=\sum_{j=1}^n \text{Score}(L_{ij})/n \quad \text{公式 5}$$

当  $\text{Score}(K_i)$  得分大于合格分数(教师设置)时,则将知识学习状态标记为已掌握;当得分大于零且小于合格分数时,则将知识学习状态标记为未掌握;当得分等于零时,则将知识学习状态标记为待评估,后期利用贝叶斯网络对处于待评估状态知识节点的学习状态进行预测。

(四)待评估知识节点学习状态预测

本研究利用已计算出的知识学习状态,借助学习认知地图中知识点之间的关系及其所占权重,对未知知识点的学习状态进行预测,具体思路如图 3 所示。

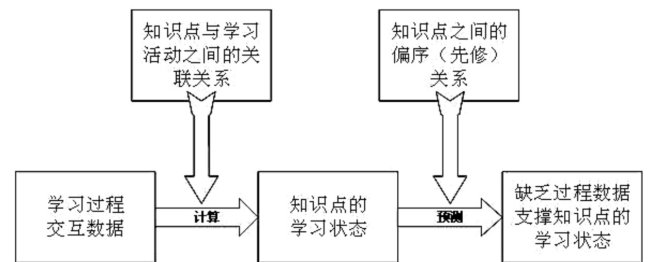


图 3 待评估知识节点的学习状态预测

Apriori 算法的核心思想是利用逐层搜索迭代的方法,通过基于  $K$  项集的探索实现对  $(K+1)$  项集的挖掘。借鉴 Apriori 算法原理,利用学习活动的评估状态进行知识点的偏序(先修)关系的挖掘,具体实施步骤:第一步由学习活动与知识点之间的关联关系以及设置的关联权重值,可以得到学习活动与知识点的关联分布;第二步,根据学生在系列学习活动中的达标状态,获得这些学生的未达标学习活动序列分布表,基于未达标学习活动序列分布表,寻找满足最小支持度(由教师或系统预设)的学习活动频繁项集;第三步通过转换的方式由学习活动之间的关联规则获得知识点之间的关联规则,建立知识点之间的有向图;最后,如果有向图中存在环,则将该环中权值最小的边去除,直到不存在环为止,最终形成知识点之间的偏序(先修)关系的有向无环图(即贝叶斯网络)。随后,基于上述得到的知识点偏序(先修)关系有向无环关联图,结合已获得的知识节点学习状态(已掌握或未掌握),利用贝叶斯网络实现对缺乏过程数据覆盖知识节点状态(待评估)的预测评估。

(五)学习认知地图的可视化

学习认知地图的可视化显示主要是借助学科知识本体中已建立的各级知识点之间的父子关系、各末级节点的学习状态数据进行个性化的图形展示。

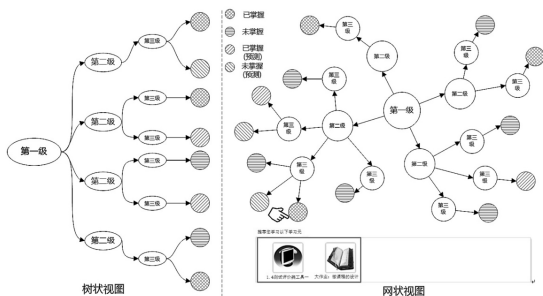


图4 学习认知地图的树状和网状视图

基于学习元的学习认知地图目前主要实现了树状视图和网状视图两种查看方式,如图4所示,其中知识点间连线代表父子关系,箭头指向子节点;无网格填充表示父节点,密网格表示已掌握的末级知识节点,横线网格表示未掌握的末级知识节点,左斜线网格表示预测结果为掌握的末级知识节点,右斜线表示预测结果为没有掌握的末级知识节点;节点大小取决于该知识点的内容粒度,粒度越小则节点越小。不论是通过网状视图还是树状视图,学习者都能方便地查看自身知识学习状态的整体情况,迅速定位自己的缺陷知识点,及时进行补救学习。树状视图则主要用于帮助学习者系统了解整个课程的知识体系结构,厘清各知识点层级之间的关系,更好地制定适合自身知识水平和学习能力的学习计划。而在网状视图浏览模式下,当学习者选中自己未掌握的知识点时,系统下方将立即为学习者推荐与该知识点及其先修知识点相关的学习资源,供学习者选择学习,以弥补知识学习过程中的不足。此外,对于知识点数量繁多时,学习认知地图允许用户采用整体缩小和放大、局部拖拽移动方式进行自由查看。

#### 四、基于学习元平台的学习认知地图应用

学习元平台作为学习元的运行环境,主要包括学习元、知识群、学习社区、个人空间等核心功能模块,并已建立了比较完备的中小学各学科领域本体,包括覆盖学科核心知识概念的知识本体、用于组织教材目录体系的组织本体,以及针对不同教学目标层级的目标本体<sup>[8]</sup>。

学习元是平台中最基本的组织单元,一个学习元对应于实际教学过程中一个课时的内容;知识群是多个相似主题学习元的聚合,一个知识群对应于实际教学过程中的一学期课程或一个完整的主题单元。基于学习元平台的学习认知地图应用往往是在知识群层面展开,具体的应用过程主要包括学习认知地图的建立和基于学习认知地图的服务推荐两个方面。

#### (一)学习认知地图的建立

课程教师在学习元平台上自由设计课程内容学习元,课程内容学习元包括文本、图片、PPT、微视频等各种媒体资源以及需要学习者完成的一系列学习活动。随后,课程教师根据教学的目标,参照教材大纲组织体系选择与课程内容学习元相匹配的课程单元,并建立知识点与学习活动的关联。

随后,教师需要设计用于评估学习者认知投入的课程单元评价方案,基于学生学习过程中所产生的学习交互数据,学习元平台将根据教师设置的评价方案自动计算每位学习者的学习成绩(自定义项目由教师手动评分),进而获得学习者在各个知识节点的掌握状态,从而形成学习者的个人学习认知地图,实现学习者知识结构和认知状态的表征。

#### (二)基于学习认知地图的服务推荐

学习不只是来源于与学习内容的交互,而且还来源于学习内容背后相关的人,因为人也是一种非常重要的学习资源,既可以是知识的来源和通道,也可以是学习过程中的同伴和辅导专家<sup>[20]</sup>。本研究设计的服务推荐包括两方面的内容,一方面是帮助学习者规划学习路径、推荐与知识点建立关联的学习资源和学习活动,另一方面是寻找知识点背后的学科专家以及与学习者学习步调最一致的学习同伴。

对于前者,主要利用挖掘获得的知识点偏序(先修)关系,规划特定知识点的学习路径,并根据知识点与学习内容(资源和活动)之间的关联关系,获得学习路径上针对未掌握知识点的推荐内容候选集  $C=\{R, A\}$ 。其中  $R$  表示与该知识点建立关联的所有学习元,  $A$  表示与该知识点建立关联的所有学习活动,然后根据学习者的媒体偏好、认知风格、学习目标等要素进行筛选,形成符合学习者个性特征和当前学习环境的内容推荐,并融入学习者掌握知识点的时间序列当中,如图5所示。当学习者选择某个时间节点上的知识点时,将呈现出与该知识点的规划学习路径及路径中与知识点相关联的学习资源和活动。

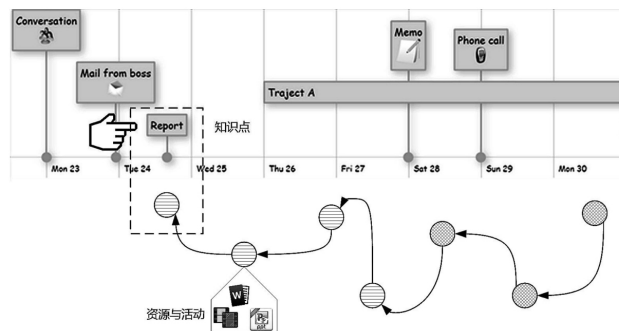


图5 学习路径规划与内容推荐

对于后者,主要通过计算不同学习者在学习认知地图中对于某个知识节点的相似度 $S$ ,按照相似度值的高低对学习同伴进行排序,将相似度值高于阈值(由教师设定)的学习同伴推荐给该学习者,同时将在该知识节点上掌握状态最佳(得分最高)的专家学习者推荐给当前学习者,如图6所示。围绕学习者当前选择的特定知识节点,可视化展示潜在的学习同伴和知识专家,当进一步选择知识专家时,将向学习者展示该知识专家所有最擅长的知识,供学习者选择性的学习。

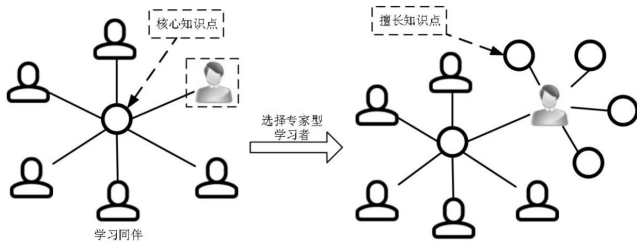


图6 人际网络推荐

## 五、结束语

基于学习元平台构建学习认知地图,是将认知地

图应用于教育科学领域一次很好的尝试,学习认知地图能够实现对学习者认知过程中知识学习状态的动态、可视化表征,帮助学习者进行精确的自我诊断,同时对于存在的知识缺陷还能提供针对性的补救方案,辅助学习者及时达成学习目标,从根本上解决在线学习过程中的学习动机低下、学习迷航和无法获取个人认知状态等问题,进而促进在线学习的真正发生。

学习元平台已经对学习认知地图概念模型中所涵盖的核心功能进行了实现,包括建立知识点间的关联、对具有学习过程数据知识点的评估以及关联资源的初步推荐,后期将研发知识簇中知识点权重的设置功能,借助知识点所占权重以及知识点间的关联关系,利用Apriori算法实现知识点偏序(先修)关系的自动推理,并基于先修关系利用贝叶斯网络实现知识学习状态的预测。此外,还将运用图论相关技术,通过计算不同学习者的学习认知地图相似度来挖掘学习同伴,帮助学习者找到缺陷知识背后步调最适合的同伴、最权威的专家。

## [参考文献]

- [1] MULENBURG L Y, BERGE Z L. Student barriers to online learning: A factor analytic study [J]. Distance education, 2005, 26(1):29-48.
- [2] PARK JI-HYE, JUN C H. Factors influencing adult learners' decision to drop out or persist in online learning [J]. Journal of educational technology & society, 2009, 12(4), 207-217.
- [3] EROL O, SONER Y. Factors influencing the use of cognitive tools in web-based learning environments: A case study [J]. Quarterly review of distance education, 2005, 6(4): 295-304.
- [4] 曹春春,刘丽.学习者认知图式个体差异与英语个性化教学[J].山东外语教学,2015,36(2):49-54.
- [5] 皮亚杰.儿童心理学[M].吴福元,译.北京:商务印书馆,1980.
- [6] 陈悦,刘则渊.悄然兴起的科学知识图谱[J].科学学研究,2005(2):149-154.
- [7] 中文知识图谱[EB/OL].[2016-03-29]. <http://baike.baidu.com/view/10608644.htm>.
- [8] 丁国柱,余胜泉.基于本体学习算法的学科本体辅助构建研究——以学习元平台语文学科知识本体的构建为例[J].中国电化教育,2015(3):81-89+124.
- [9] JOSEPH D V, BOB G D. Learning how to learn [M]. England:Cambridge University Press, 1984.
- [10] JOSEPH C N, OLUSOLA O A. Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis [J]. Review of educational research, 2006, 76(3): 413-448.
- [11] JOSEPH D N. Concept mapping: A useful tool for science education [J]. Journal of research in science teaching, 1990, 27(10): 937-949.
- [12] HWA L J, AVIV S. Knowledge maps for e-learning [J]. Computers & Education, 2012, 59(2): 353-364.
- [13] AAGELA M O, DONALD F D, RICHARD H H. Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing [J]. Educational psychology review, 2002, 14(1): 71-86.
- [14] EDWARD C T. Cognitive maps in rats and men [J]. Psychological review, 1948, 55(4): 189-208.
- [15] 聂婧,凌文铨,李明.认知地图技术及其在管理心理学中的应用述评[J].心理科学进展,2013(1):155-165.

(下转第107页)

## Intelligence Flowing in Online Learning Space: Effective Way to Break Communication Difficulties of Teachers in Ethnic Minority Regions

AN Fuhai

(College of Education Technology/Research Center for Educational Development of Northwest Minorities, Northwest Normal University, Lanzhou Gansu 730070)

**[Abstract]** With the communication difficulties encountered by compulsory school teachers in ethnic minority areas in our country, under the guidance of the thought of "keeping the peak and filling valley", on the premise of "people and post fixed", by means of internet technology and information technology, the intellectual services of quality teachers are aggregated in online learning space. Then through mechanism innovation and service migration, the intelligence of teachers flow. As a result, the radiation and sharing of high-quality resources are maximized to help the development of teachers and students in poor schools in virtual space, solve the communication problem of compulsory school teachers in ethnic minority areas and promote the balanced development of compulsory education in ethnic minority areas.

**[Keywords]** Intelligence Flow; Ethnic Minority Regions; Teacher Communication

(上接第 88 页)

- [16] 余胜泉,杨现民,程昱.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,2009(1):47-53.
- [17] 万海鹏,李威,余胜泉.大规模开放课程的知识地图分析——以学习元平台为例[J].中国电化教育,2015(5):30-39.
- [18] 李青,孔冲.下一代 SCORM 标准的新动向——ADL TLA 和 Experience API 解读[J].电化教育研究,2013(8):61-67+72.
- [19] 葛文双,傅钢善.基于活动理论的网络学习活动设计——“现代教育技术”网络公共课活动案例[J].电化教育研究,2008(3):50-54,62.
- [20] 余胜泉,万海鹏.支持课程大规模开放的学习技术[J].中国电化教育,2014(7):7-18.

## Learning Cell-based Construction of Learning Cognitive Map

WAN Haipeng, YU Shengquan

(Beijing Advanced Innovation Center for Future Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**[Abstract]** Lack of learning motivation, disorientation, cognitive overload and non-real time feedback are the common problems in online learning. From the perspective of knowledge structure and cognitive schemata, this study proposes a learning cognitive map to represent changes of learners' cognitive state during their learning. Based on learning cell, this study elaborates the design process of learning cognitive map in five aspects: the construction of knowledge graph of discipline, acquisition of learning interactive data, data analysis and calculation of knowledge node, prediction of knowledge node. Meanwhile, this study also analyzes two central parts in the application of learning cognitive map: the construction and service recommendation to provide reference for online designers and users of learning cognitive map.

**[Keywords]** Learning Cognitive Map; Learning Activity; Learning Cell; Discipline Knowledge Ontology