

面向深度学习的动态知识图谱建构模型及评测

姜 强¹, 药文静¹, 赵 蔚¹, 李 松²

(1.东北师范大学 信息科学与技术学院, 吉林 长春 130117;

2.国家开放大学 教育教学部, 北京 100039)

[摘要] 深度学习回应时代诉求, 指向“核心素养”改革, 回答了“培养什么样的人”的问题, 回归了学习本质。知识图谱有助于促进学生深入思考, 提高问题解决能力、批判性思维 and 创新能力, 实现深度学习。但以往知识建构存在组织静态、孤立的局限, 基于 ARCS 动机模型和知识建构理论, 从协同知识建构、动机策略和学习环境建构面向深度学习的动态知识图谱模型, 具有动态生成、及时反馈、交互共享等特点, 突出学生的主体性、能动性, 增强学习体验。以大学生为研究对象, 利用文本挖掘、滞后序列分析等方法评测动态知识图谱建构模型。结果表明, 实验组学生在学习成绩、注意力程度等方面均优于控制组, 尤其对中低水平动机学习者产生积极影响, 显著提高了学生在完成任务过程中的感知注意力、自信心和满意度。动态知识图谱建构发展思路可从重塑任务前计划、社会认知开放性、意义协商及生成性教学等方面寻找突破口, 催生深层次认知能力与高阶思维。

[关键词] 深度学习; 动态知识图谱; 协同知识建构; ARCS 模型; 文本挖掘; 滞后序列分析

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 姜强(1978—), 男, 辽宁丹东人。教授, 博士, 主要从事个性化自适应学习研究。E-mail: jiangqiang@nenu.edu.cn。

一、引言

知识图谱作为思维可视化重要表征方式, 彰显知识发展进程与结构关系, 是超越“浅层知识传授”, 发展高阶思维能力, 实现深度学习的有效途径。目前, 国内外学者对于知识图谱的研究与利用主要集中于两大方面, 其一是实现知识图谱可视化展示, 采用文献挖掘工具(如 CiteSpace)探析热点主题与特点, 如李金臻利用知识图谱对我国当前智慧教育研究的前沿、热点与趋势进行可视化分析^[1]; 杜文彬采用知识图谱可视化展示了 STEM 教育研究的发展脉络^[2]。其二是将知识图谱作为学习支持工具帮助学生, 新加坡学者陈文莉教授利用知识表征工具 GroupScribbles 构建知识图谱, 证实了知识图谱能够有效促进双交互(面对面和在线)环境中的第二语言学习, 提高学习成绩^[3]; Dias 在学习管理系统和概念图工具相结合

的环境中构建知识图谱, 证实了社会建构主义方法与知识框架融合可以使建设性地反思和组织互动成为可能^[4]; Lin 开发了智能概念图提取与显示诊断学习系统, 表明自动化构建诊断知识图谱有助于帮助学生全面理解学习表现^[5]; 陈明选将协作引入概念图评价活动, 结果显示活动之后学生的知识表征水平有所提升, 概念图工具构建的知识图谱评价可以精致化知识结构、纠正知识偏差^[6]; 余胜泉研究团队将知识图谱应用于翻转课堂中, 以小学语文古诗词教学为例验证了知识图谱可以提高学生自主学习的积极性, 促进学生对知识的深入思考和内化^[7]。此外, 台湾学者黄国祯教授证实了利用概念图工具构建的知识图谱能够提升自我认知、自我反思和自我评价等元认知能力以及阅读理解与归纳总结能力^[8]。

可见, 知识图谱被广泛接受并集成到教育实践中, 被认为是提高学生学习成绩和促进知识保留的有

基金项目: 国家社会科学基金教育学一般课题“基于大数据的在线学习精准预警与干预机制研究”(课题编号: BCA170074)

效策略。然而当今时代的知识习得以知识的创生为目标,已有研究多数实现的是一种基于概念图的静态知识建构模式,存在两个问题:(1)不完整,知识图谱中很多实体之间潜在的关系没有被挖掘;(2)扩展性较差,不便于向知识图谱中添加新实体。关于知识建构不仅有时间点层面的暂时性和静态性,也存在变化过程的动态性和持续性。本研究通过“人脑智慧”,基于本体理论实现知识协同编辑、共建共享的动态知识图谱,突出学生参与、体验、生成和价值领悟,进而实现对学习知识的同化、顺应,从知识掌握走向智慧生成,达到深度学习。

二、动态知识图谱的意蕴

(一)动态知识图谱的实质

知识图谱使用节点(通常是圆形和矩形)表示概念或者资源,连接线表示节点之间的关系,通过系统地归纳和组织,知识图谱将大规模、复杂的概念/资源转化为可视化地图,帮助学习者通过节点之间的层次和链接更好地理解每个概念的含义^[9]。从更广泛的角度看,任何知识基于图的表示都可以看作是一个知识图谱,从计算机科学角度看,构建知识图谱包含信息抽取、知识表示、知识融合、知识推理四个阶段,与大数据、深度学习一起,成为推动人工智能发展的核心驱动力。可见,目前知识图谱仍没有一个共识的定义。本研究将其限制在最小的特征集上进行界定:(1)主要描述现实世界的实体及其相互关系,进而组织成一个图;(2)定义实体之间可能的类和关系;(3)允许任何实体相互关联;(4)涵盖多种主题范畴。知识图谱有静态和动态之分,静态知识图谱是面向知识点的图谱,而动态知识图谱是面向活动的动态事理图谱,能够追踪学习者的知识掌握状态,可视化展示群体信息,为协同共建、开放共享提供强有力支持,二者差异见表1。

表1 动态和静态知识图谱的差异分析

	动态知识图谱	静态知识图谱
想法	动态思想是知识发展的基本单元	静态概念是知识发展的基本单元
	观点为中心的活动	基于概念的活动
集体	通过小组学习	在小组中学习
	小组目标优先	个人成就优先
	注重分布式专长	注重劳动分工
认知	扮演知识工作者的角色	扮演知识再生产的角色
	直接处理问题	间接处理问题

在想法方面,动态知识图谱重视与问题相关想法

的持续产生与改进,想法被视为可改进的,可以发展成更可靠和有效的知识;静态知识图谱通常简单呈现课本概念,旨在让学习者在有限时间内尽可能有效地掌握某一领域的大量既定知识。集体方面,动态知识图谱不仅重视个人成就,也重视群体努力,通过评估和整合学生的不同优势分组,鼓励学生共同承担促进集体知识进步的责任,小组是个体目标达成的有效支撑,个人学习成果被视为集体努力的副产品;静态知识图谱不是为支持集体学习设计,它通常是为个人学习,尤其是为考试准备,成员通过劳动分工在组中互相学习,个人成就优先于集体目标。认知方面,动态知识图谱通常围绕实际问题解决来开展,高度强调小组成员行使认知责任来承担知识工作者角色,成员在设定目标、管理知识和制定策略方面具有认知主动性;而使用静态知识图谱的学生更像是知识的再生产者,他们复制和验证课本上的概念和知识,间接处理问题。

(二)深度学习与动态知识图谱的内在逻辑

从格式塔学派、皮亚杰认知发展理论到班杜拉社会认知理论、莱夫的情境学习理论,可见深度学习追求知识创生和真实问题解决,以高阶思维为主要认知过程来深层内化知识,体现了个体认知的自我建构和协同建构^[10]。透析动态知识图谱的实质,发现它的作用指向了深度学习的价值取向。具体而言:第一,动态知识图谱是实现深度学习的重要路径之一。知识社会是一个学习型社会,学会与他人共享知识是一个人、一个企业、一个国家成功的关键因素,是深度学习的基础。当今世界已由知识转移变为知识创造,动态生成是促进观点不断改进、可持续发展的关键,是深度学习的保障。在此背景下动态知识图谱应运而生,动态建构环境有着强大的互动成分,允许学生建立学习生态系统,以正式和非正式的方式交换知识。在建构动态知识图谱过程中,学生能够借助已有经验对知识进行建构,形成语义知识网络体系,并对知识进行质疑、反思和批评。第二,深度学习是动态知识图谱建构的重要旨归。深度学习强调学习是由内在动机诱发,在于提升学生的学习力,形成积极情感,并获得辨别、价值认知和判断能力。教育的本质是促进人的发展,学生不仅是学习生态系统的重要组成部分,也是最终指向对象,环境建构必须回归教育本质。知识图谱的动态建构能有效整合学生对具体经验的感知和经验理解转化后的抽象概念,符合深度知识进阶发展的一般规律,更好地扩展了知识的深度,培养了学生的高阶思维能力,与深度学习内涵有效契合。

三、面向深度学习的动态知识图谱建构模型

动态的知识建构有助于建立新、旧知识(之间)的关联关系,易于学生理解学科知识,创造性地解决实际问题。动机是人类行为中的一个重要概念,在学生深度学习中起着关键作用。ARCS 动机模型植根于期望价值理论,认为为了激励学生,教师或教学材料需要做到:(1)吸引并维持学生的注意力;(2)说明学生为什么要学习内容;(3)让学生相信只要努力就能成功;(4)帮助学生形成一种自豪感^[1]。它利用了一个系统的过程,即定义、设计、开发和评估,在动态知识图谱建构过程中应用该模型能够有效激发学生学习动机,调节注意力分配。知识建构理论将知识掌握和技能培养目标转换为发展社区知识,认为培养学生创造力的直接途径不是任务或活动的设计与完成,而是让学生积极参与到创造知识的过程中,成为知识创造者^[2]。它是基于原则的教学法,其关于观点的原则(真实的观点和现实的问题、多样化的观点、持续改进的观点、观点的概括和升华)、关于社区的原则(学生是积极的认知者、社区知识与协同认知责任、“民主化”的知识、对等的知识发展、无处不在的知识建构)以及关于手段的原则(知识建构对话、权威资料的建构性使用、嵌入活动的形成性评价)为深度学习设计提供机制指引。基于此,本文提出面向深度学习的动态知识图谱建构模型,主要由协同知识建构、动机策略和学习环境构成,如图1所示。

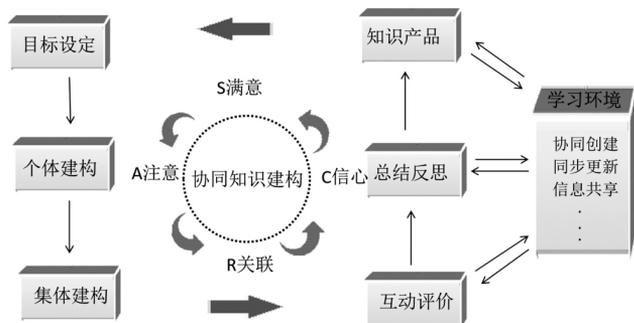


图1 面向深度学习的动态知识图谱建构模型

(一)协同知识建构

协同知识建构是隐性知识与显性知识之间不断转换的动态过程,是个体、群体和组织不同层次之间的迭代。面向深度学习的协同知识建构过程主要包括目标设定、个体建构、集体建构、互动评价、总结反思、知识产品等阶段^[13]。

1. 目标设定

深度学习强调整体性教学,需要在对学习内容进行整

体分析的基础上设定学习目标,组织可以引起学生深入思考和持续探究的学习活动来层层推进学习目标的实现。不同的目标层次导向不同的思考深度,学生在多维目标支持下与嵌入在目标中的内容交互,联结旧经验。设定良好的目标可以激发学生的好奇心,引发学生深度认知和高阶思考。

2. 个体建构

个体建构会增加质疑,学生在个人理解过程中会意识到知识的差距、误解和冲突。他们能够通过个人思维重新解释意义结构来解决冲突或填补空白,从而达到新的理解,在他人讨论之前澄清自己的认知结构,然而却不能总是从内部解决个人理解的问题,因此,需要进入一个明确的社会过程,并共同创造新的意义。

3. 集体建构

集体建构阶段,知识在学习者之间共享与传递,学习者不是被动接受者,而是在知识获取过程中主动参与讨论、寻找信息,他们致力于实现共同的学习目标。知识是在同伴之间共同创造和分享的,而不是由某一特定学习者从课程材料或教师那里获得的。

4. 互动评价

同伴互评和交互协作可以降低孤独感与焦虑感,增强学习动机。互动评价活动包括组内与组间评价,主要从作品质量、贡献大小、协作、沟通能力等方面全面评价学生。互动评价不仅可以提高学习者的思维能力,还可以让教师更好地了解学生的概念发展,作出更公平的判断,基于互联网的匿名性有助于创建和维护一个安全的环境,促成学生更真实的评价。

5. 总结反思

反思是发现差距、更新知识和技能来理解经验的过程,是持续深度学习的关键策略之一。这一阶段,学生对自己整个思维过程展开回溯和再思考,接受同伴或教师提出的建议,对知识产品作进一步修改调整,总结问题解决思路,反思知识共建参与过程。

6. 知识产品

协同知识建构需要一个协同的共享工作空间,帮助学生整合、应用以及迁移多维知识。个人努力以图形或文本的形式在空间中共享,从而促进更严谨的构建和沟通,知识产品是学生在这个空间上协同思考的可见结果。

(二)动机策略

1. 注意策略

个体在学习过程中的注意力是可以发生转移的,会根据任务要求的不同而采用深度学习或浅层学习,注意策略的使用可以使学习导向深度。注意策略包

括:(1)好奇心激发:选择生活中的实际问题引起学生兴趣;(2)探究激发:利用图谱的支架特性链接不同媒体形式的学习资源,并适当提出一些问题来激发他们探究的欲望和提高解决问题的技能;(3)可变性:灵活变换教学组织形式、信息呈现方式、知识获取方式等。

2. 关联策略

与学习者的过去经验、先前知识、当前兴趣、未来期望或职业目标相关的活动也有助于支持教师激发学生对教学的积极态度。关联策略包括:(1)熟悉:给学生提供熟知的案例,将教学与学生的经验联系起来;(2)目标导向:要求学生链接优秀作品网站,对比自己的设计思路,找到目标所向;(3)动机监测:为学生提供合适的增强学习动机的选择、任务和影响。

3. 信心策略

害怕失败,自信心不高,容易导致学生被动、机械地接受浅层知识,相反,信心越高,学习就越有深度。信心策略包括:(1)成功机会:必要时提供有用信息,增加成功机会,协助学生建立对成功的积极期望;(2)学习条件:要明确学习要求并形成一套奖励制度,可以通过图谱张贴表示“赞”的小图标来表达对同伴的肯定,也可以是教师或同伴的口头肯定;(3)自我控制:让学生自主决策,引导学生正确归因,让他们清楚地知道成功是基于自身的努力和能力。

4. 满意策略

深度学习以内在需求为动力,当学习过程是有趣的、激发兴趣的或有回报的,学生不仅会感到有动力,而且会对他们投入到学习上的时间和成就感到满意。满意包括:(1)内部强化:为学生提供有意义的机会来应用他们新获得的知识和技能,强化成功;(2)外部奖励:要对优秀作品进行奖励,引导学生产生正确的内在学习动机;(3)公平:评价标准要保持一致,公平公正。

(三)学习环境

深度学习涉及的概念通常维度多,耦合关系复杂。知识整合碎片化,孤立线性记忆容易导致浅层学习,无法举一反三、触类旁通。要想有效开展深度学习,还需要有智慧学习环境与先进学习工具的支持^[4]。WiseMapping 作为深度学习动态知识图谱协同创建工具,具有协同创建、同步更新、信息共享等功能,支持小组集思广益、深度认知,通过创建一个共享的概念框架来解决复杂问题,其操作界面如图 2 所示(详细情况见研究团队系列论文《变革与新生:基于众包的自组织协同知识建构研究》^[15])。在 WiseMapping 帮助下,小组成员对思维的图形表示可以动态跟踪,允许

教师监控学生的概念发展,检查他们的知识脉络,发现学生的知识盲点。

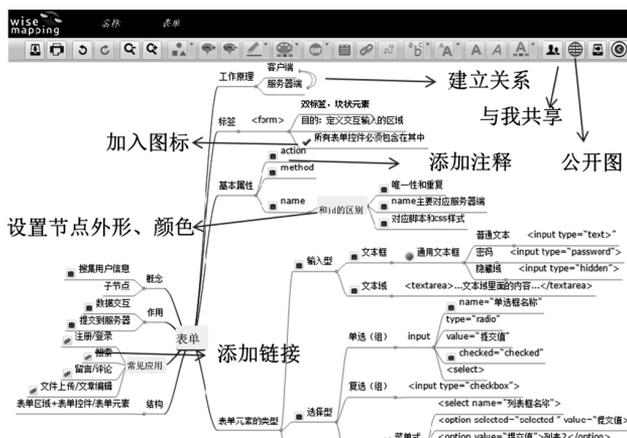


图 2 动态知识图谱创建环境:WiseMapping

当由教师或组长创建初始知识图谱后,通过“与我共享”功能分享给其他同伴,可以选择“可编辑”和“只浏览”两种形式。其中,选择“可编辑”形式的图谱被分享的成员都拥有对图谱添加节点、修改、共享的权限。成员通过“添加注释”对节点内容进行解释,注释由类似文件夹的小图标代替,展开形式为成员对内容的详细讨论过程,实现对问题解决的深层次处理。“添加链接”可以链接学习资源,由网址小图标代替,方便学生共享资源。“添加关系”对节点内容之间关系进行表示,结构化呈现复杂关系;共有 144 种表情图标供学生使用,是成员之间互相激励的有效替代。

四、动态知识图谱建构模型评测

(一)研究设计

1. 研究目的及问题

研究目的是对面向深度学习的动态知识图谱建构模型进行评测,研究问题有:

(1)动态知识图谱建构模型是否提高了学习绩效?从作品打分成绩和同伴互评两方面进行评价。

(2)动态知识图谱建构模型是否提高了学习动机?一方面将学生划分为低动机、中动机和高动机三个层级进行评测;另一方面从 ARCS 动机四维度进行分析。

(3)动态知识图谱建构模型对学生的注意力行为产生怎样的变化?利用滞后序列分析法进行探究。

2. 研究对象

以“网页设计与开发”课程为切入点,选取某大学教育技术学的 52 名学生作为研究对象,实验组和控制组各 26 人。实验前,使用学习动机问卷和网页设计基础知识对学生的学习动机和成绩进行测试,网页设计基础知识由 20 个选择题构成,共计 100 分,使用教

学材料动机调查问卷 IMMS^[16]评估学习方法对学生学习动机的影响,包括四个量表 36 个问题(四个量表的 Cronbach's alpha 值分别为 0.855、0.847、0.82、0.823),采用李克特五分制进行评分。前测结果显示,组间学生成绩和动机均无显著差异。

(二) 研究过程

研究主要包括前、后测、知识讲授与小组活动四个阶段。实验持续 10 周,每周有 120 分钟的课程,每节课包括知识讲授和两到三个小组活动。其中,知识讲授阶段两组学生均接受了 60 分钟的课堂知识讲授,小组活动阶段实验组学生在动态知识图谱建构环境中完成网页作品设计。最后,分别对小组和个人作品进行打分,并对学生的学习动机进行测量。

(三) 研究结果

1. 学习绩效分析

(1) 作品成绩分析

两名研究员先对五个学生作品进行打分,讨论差异后达到了 95% 的一致性。结果显示,实验组学生作品成绩平均值为 83.62,控制组为 78.13,独立样本 T 检验结果显示,实验组学生成绩显著高于控制组($p=0.02<0.05$)。表明动态知识图谱有助于深层内化客观知识,结构化表征任务前计划,促进作品的高质量完成。

图 3 为实验组学生在动态知识图谱环境下协同建构的知识图谱,椭圆标记为学生共同创建的节点,矩形方框是由注释图标展开的具体讨论内容,“对勾”“点赞”等图标是学生相互激励、肯定的代替。可以看到,学生在动态知识图谱支持下协同建构节点较多,讨论内容较为深入,积极参与到讨论进程中。

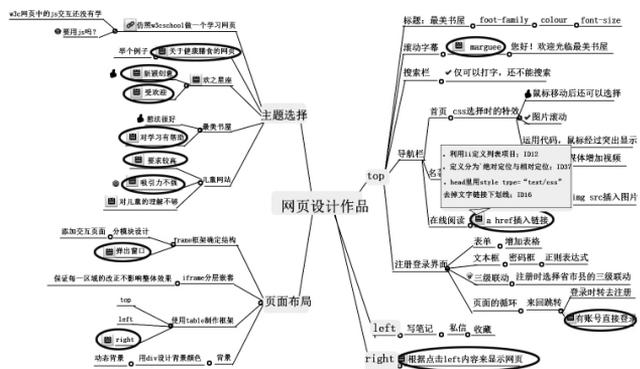


图 3 实验小组协同知识建构图

(2) 同伴互评关键词分析

随机选取了对实验组学生个人作品的同伴互评内容,并对其进行文本挖掘,编码得到关键词,在 Gephi 中输入边和节点,形成可视化图形,如图 4 所示。

从图 4 中可以看到,大家对他们的评价普遍较高,运用了“代码规范”“合理使用正则表达式”“多媒体元素丰富”“合理使用 CSS 样式”等正面词汇,当然也指出了个别有待改进的地方,但总体评价积极。

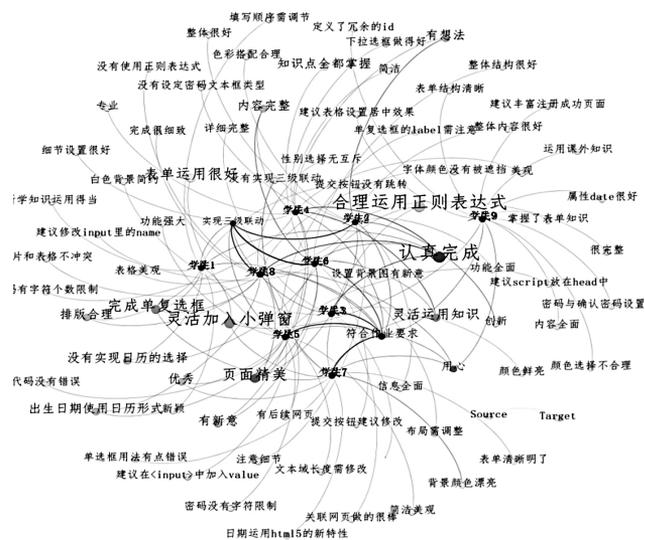


图 4 同伴互评关键词

2. 学习动机分析

根据学生前测学习动机的高低,将两组都分为低动机(均值<2.5)、中动机(2.5≤均值≤3.5)和高动机(均值>3.5),前后测学习动机分数显示,实验组低和中动机学生后测分数有显著提高($p=0.03<0.05$),高动机学生前后测无显著差异($p=0.19>0.05$),控制组中低、中和高动机学生的前后测分数均无显著差异。说明具有较强互动性、便捷性、协同性的动态知识图谱,能够促使低动机学生主动参与互动讨论、概念连接、协同共建等活动,激活学习者内在学习动机。由于学习动机较高的学生在学习过程中通常可以利用自己的学习策略来激发和构建自己的设计理念,所以该实验对他们的动机影响较小。

同时,对 ARCS 动机四维度进行分析,在注意维度上,实验组学生的注意力水平(3.85)高于控制组(3.27),说明动态知识图谱抓住了学生的兴趣,引起了好奇心,帮助学生专注于内容的探索;关联维度上,两组无显著差异,原因可能是学生认为无论选择哪种学习体验都和学习目标以及学习过程有关;信心维度上,实验组学生的自信心水平(3.66)高于控制组(3.12),表明动态知识图谱有助于简化和澄清教学材料,增强学习信心,学生对学习过程有更大的控制权,认为他们可以在学习活动中取得成功;满意维度上,实验组学生的平均值(3.51)略高于控制组(3.46),可能和平台功能不完善带来的不良体验有关。

3. 注意行为分析

根据学习任务和实验内容,将学生注意行为分为“与课程相关的注意行为”“与活动相关的注意行为”和“分心行为”三类,行为编码方法见表2。

表2 注意行为的编码规则

编码	定义	例子
类型1	与课程相关的注意行为	
A	对教师的注意行为	看教师,课堂讲授时听教师说话
B	对教学材料的注意行为	阅读教学材料,作笔记
类型2	与活动相关的注意行为	
C	与电脑交互的行为	使用电脑搜索信息
D	与小组成员交互的行为	与小组成员讨论交流
E	与知识图谱交互的行为	建立和修改知识图谱
F	对教师关于问题的解释注意的行为	听教师的解释,阅读教学材料,看PPT
类型3	分心行为	
G	关于数字设备的分心	在课堂上使用任何不相关的数字设备(如手机等)
H	与同伴相关的分心行为	和同伴谈论不相关的话题
I	其他分心行为	环顾教室四周(不看课本和教学材料),茫然地盯着周围,寻找不相关的事情

利用GSEQ软件对学生的注意力行为进行编码,得到残差表。如果两个行为之间的Z值大于1.96,则可以认为行为之间的序列关系具有统计学意义。根据调整后残差表绘制两组学习者注意力行为转换图,如图5所示。

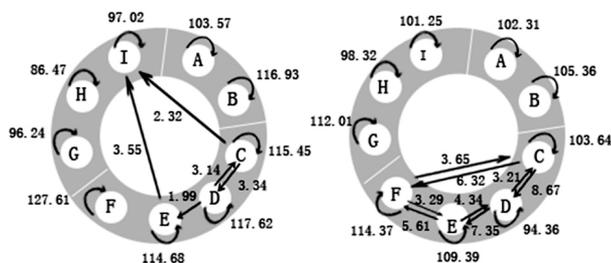


图5 控制组(左)和实验组(右)注意行为模式

控制组C↔D在两个方向上都有明显的顺序关系,而D→E存在单向的微弱关系,说明控制组学生没有充分绘制知识图谱,小组讨论后在电脑上搜索资料的时间较长。此外,控制组与电脑交互、与知识图谱交互的行为和其他分心行为(C→I、E→I)有显著关系,比如环顾教室四周(不看课本和教学材料),茫然地盯着周围等。

实验组C↔D和D↔E的行为序列具有统计学意义,说明学生通过讨论、查阅资料不断对知识图谱进行修改完善,动态知识图谱的开放共享特性允许学生进行深入交流、观点提升和生成集体智慧。与电脑交互(C)和与知识图谱交互(E)都发现与关注教师对问题的解释有显著意义(C→F和E→F),表明知识图谱的协同建构易激发出新的问题,促使学生对问题进行检索并认真听取教师讲解。关注教师对问题的解释(F)还发现有效地增强了与电脑和知识图谱的交互(F→C和F→E),实验组在使用知识图谱期间的注意行为和使用之后的注意行为似乎能够互相促进,从而形成一个虚拟循环。

总之,面向深度学习的动态知识图谱建构模型将动机调节策略与深度知识建构路径有效融合于动态生成性学习环境,通过注释和图标将思想深度嵌入需求越来越大的讨论内容中,可以扩大主题探究范畴和扩展问题建构深度,提高学生作品质量。模型中动机的激发与维持策略作为深度知识建构的催化剂,对学生的内在动机激发和注意力保持有显著积极作用。

五、启示

从教学论角度而言,构建面向深度学习的动态知识图谱模型需要注重任务计划前的顶层设计、社会认知开放性、意义协商及生成性教学的创设和运用。教师需让学生在任务开始前有一个清晰的框架,将所学知识与先前经验意义联结,在开放共享的环境中不断与他人协商讨论,建构应用知识,实现整体性教学。

(一) 重塑任务前计划

任务前计划阶段是学生从长期记忆和任务环境中获取相关信息,设定目标,并开始设计制作作品的准备阶段。许多学者探究了任务前计划的潜力,如李志雪认为写作前的计划阶段与写作成绩高度相关,更多的时间都应该花在写作前阶段^[17]。动态知识图谱建构模型体现出学生将思想可视化并组织成结构化的关键内容,使学生在任务执行过程中处理信息的认知支出最小化,以逻辑和层次的方式产生和分类思想,激发学生自上而下或自下而上的思维,是整体理解、深度加工的前提。

(二) 社会认知开放性

开放性体现在社区成员在其话语中所表现出来的认知和关系活动。要想促进主题的深度探究,成员必须保持认知开放性,需在开发知识产品时以认知投入的方式积极参与。意味着智力上的努力,如开发、比较和判断主张,需要采取批判和灵活的认识论立场,

以评估知识主张和发展其他观点。此外,开放还具有社会维度,实践向他人敞开心扉可以培养一种自由的氛围,从而贡献出不成熟的知识主张。与他人建立关系的技能是与其他社区成员真正互动的先决条件,反过来又支持了与其他成员一起思考的能力。动态知识图谱建构模型较好地适应了组织内容与学习者的心理结构或图示,能够可视化学生感知、理解知识的内部语义网络,促进认知开放性,超越简单知识识记,实现高水平认知活动。

(三)意义协商

个体建构过程允许学生自己搜索重要的概念、关系和结构,以便组织自己的理解。作品设计任务没有预先确定或固定的答案,动态知识图谱建构模型通过刺激社会认知冲突来引出知识协同构建过程,使学生能够发现概念使用之间的近似和语义关系,增加同伴之间讨论的机会,促进批判理解与知识迁移。通过动态知识图谱表示概念和关系,可以减少话语的歧义,更容易检测到不同的观点,有助于主动探究与意义协商,减少认知冲突,进而培养批判性思维,改善学习效果。

(四)生成性教学

动态知识图谱允许教师监控学生的知识进展,提供即时的学习指导或提示来帮助学生反思和修改他们的知识结构。教师通过动态知识图谱能够感知到学生如何产生、重组和联系概念信息,理解具有不同个性、文化和背景的学生的学习模式,客观地评价学习成绩和提供建设性的建议。动态知识图谱建构模型能够体

现出每个团队成员的学习表现和协作行为,使得教师容易观察到团队中每个个体的知识积累和组织过程,方便教师及时引导,对知识迁移应用,从而解决更为复杂的问题,发展学生的问题解决能力和创新意识。

六、结 语

面向深度学习的动态知识图谱实现从预成式到生成式教学的转变,影响着学习的思维层次、投入程度和认知体验。同时,动态知识图谱以学生自主与协作进行知识构建,用可视化技术描述知识元及其载体,挖掘、分析、构建、绘制和显示知识及相互之间的联系,实现知识点体系标签化、结构化、立体化,有助于提高学生的学习成绩、学习动机,鼓励学生透过表象进行高阶思考的理解性学习。尤其伴随着人工智能时代的到来,利用动态知识图谱能够重构学习关系,体现认知智能化。针对每个学生对不同知识点的理解,进行学情诊断、分析,形成学生个人画像,追根溯源,找到知识最薄弱的地方,推荐个性化学习资源,让大规模的因材施教成为可能。因此,面向深度学习的动态知识图谱建构是时代的学习境遇与诉求,在复杂学习环境下,这一创新应用将成为开展动态知识图谱理论与实践研究的重要议题。本文研究也存在不足:(1)样本数较少,虽然大学生是一个重要的学习群体,未来研究需要扩展到 K12 教育群体中,以增强研究结果的普适性。(2)动态知识图谱只是显示了知识分类及其关联关系,不能体现出学生的能力水平,未来研究可关注从动态知识图谱到能力图谱进化及测度评价。

[参考文献]

- [1] 李金臻.我国智慧教育研究现状:基于知识图谱和共词分析的研究[J].电化教育研究,2016(10):29-34.
- [2] 杜文彬.国外 STEM 教育研究的热点主题与特点探析[J].电化教育研究,2018(11):120-128.
- [3] WEN Y, LOOI C K, CHEN W. Appropriation of a representational tool in a second-language classroom [J]. International journal of computer-supported collaborative learning, 2015, 10(1): 77-108.
- [4] DIAS S B, HADJILEONTIADOU S J, DINIZ J A. Computer-based concept mapping combined with learning management system use: an explorative study under the self-and collaborative-mode[J].Computers & education, 2017, 107(4): 127-146.
- [5] LIN Y S, CHANG Y C, LIEW K. H. Effects of concept map extraction and a test-based diagnostic environment on learning achievement and learners' perceptions[J]. British journal of educational technology, 2016, 47(4): 649-664.
- [6] 陈明选,龙琴琴,马志强.基于概念图的协作评价活动设计与应用研究[J].电化教育研究,2016(11):75-84.
- [7] 崔京菁,马宁,余胜泉.基于知识图谱的翻转课堂教学模式及其应用[J].现代教育技术,2018(7):44-50.
- [8] HWANG G J, CHEN M R A, SUNG H Y, LIN M H. Effects of integrating a concept mapping-based summarization strategy into flipped learning on students' reading performances and perceptions in Chinese courses [J]. British journal of educational technology, 2019, 50(5): 2703-2719.
- [9] 李振,周东岱.教育知识图谱的概念模型与构建方法研究[J].电化教育研究,2019(8):78-86.
- [10] 温雪.深度学习研究述评:内涵、教学与评价[J].全球教育展望,2017(11):39-54.

- [11] KELLER J M. The systematic process of motivational design[J].*Performance & instruction*, 1987, 26(9): 1-8.
- [12] SCARDMALLIA M, BEREITER C. Computer support for knowledge building communities [J]. *The journal of the learning sciences*, 1994, 3(3): 265-283.
- [13] 药文静,姜强,王利思,赵蔚.学习分析视域下大学生课堂参与边缘化诊断及策略干预研究——面向深度学习的课堂教学结构化变革研究之二[J].*现代远程教育*, 2019(6): 11-19.
- [14] 何克抗.深度学习:网络时代学习方式的变革[J].*教育研究*, 2018(5): 111-115.
- [15] 姜强,药文静,晋欣泉,赵蔚.变革与新生:基于众包的自组织协同知识建构研究——面向深度学习的课堂教学结构化变革研究之一[J].*现代远程教育*, 2019(6): 3-10.
- [16] KELLER J M. *Motivational design for learning and performance: the ARCS model approach*[M]. US: Springer, 2010.
- [17] 李志雪.英语专业学生写前计划变量对其写作成绩影响的定量研究[J].*外语教学与研究*, 2008(3): 178-183.

A Model to Construct Dynamic Knowledge Map for Deep Learning and Its Evaluation

JIANG Qiang¹, YAO Wenjing¹, ZHAO Wei¹, LI Song²

(1.School of Information Science and Technology, Northeast Normal University, Changchun Jilin 130117;

2.Education Department, National Open University, Beijing 100039)

[Abstract] Deep learning, which responds to the epoch demands and the reform of "core literacy", answers the question of "what kind of people to cultivate" and returns to the essence of learning. Knowledge map can help students to think deeply, improve their problem solving ability, critical thinking and creative ability as well, and realize deep learning. However, the previous knowledge construction had the limitation of static and isolated organization. Based on ARCS motivation model and knowledge construction theory, a model to construct the dynamic knowledge map for deep learning is built from collaborative knowledge construction, motivational strategies and learning environment, which is characterized by dynamic generation, timely feedback and interactive sharing, so as to highlight students' subjectivity and initiative and enhance their learning experience. Taking college students as the research object, this paper analyzes the effect of the model by means of text mining and lag sequence analysis. The results show that the experimental group is superior to the control group in terms of academic performance, attention, etc. Particularly, this model has a positive effect on learners with middle-level or low-level motivation, and their perceived attention, confidence and satisfaction in completing tasks have been significantly improved. The construction and development of dynamic knowledge map can be explored from the aspects of remolding pre-task planning, social cognitive openness, meaning negotiation and generative teaching, so as to promote deep cognitive ability and higher-order thinking.

[Keywords] Deep Learning; Dynamic Knowledge Map; Collaborative Knowledge Construction; ARCS Model; Text Mining; Lag Sequence Analysis