

数据驱动的协作学习活动设计与优化策略研究*

郑兰琴, 张璇

(北京师范大学 教育学部 教育技术学院, 北京 100875)

摘要: 协作学习活动的设计和优化无论在理论还是实践层面都是一大难题。目前, 主要存在重结果轻过程、重经验轻数据、数据来源单一、不重视设计、优化体系不完善等问题。事实上, 基于多源数据的设计与优化才能使得协作学习达到理想的效果。该文提出基于数据驱动的协作学习活动设计与优化策略, 并通过六次协作学习活动探索如何科学设计并优化协作学习活动。采用的数据来源包括协作学习设计方案的数据、设计与实施的一致性、协作学习实施过程中信息流的属性以及协作学习结果四大类11个指标。优化策略包括优化任务设计、提供多元媒体类型、设计不同难度的目标和任务、设计认知和元认知脚手架、搭建协作共享环境、明确交互规则等。研究表明, 优化后的协作学习活动较优化前在方案质量、设计与实施的一致性、协作学习的信息流属性以及协作学习结果均有显著提升。

关键词: 协作学习; 活动设计; 以设计为中心的研究; 数据驱动; 优化策略

中图分类号: G434 **文献标识码:** A

一、引言

协作学习是学习者基于共同的学习目标、以小组的形式、在一定的激励机制下将个人及他人成果最大化而合作互助的一系列相关行为^[1]。协作学习活动的设计质量从源头上决定协作学习的效果^[2]。然而, 目前大多数研究注重协作学习的效果, 很少关注协作学习活动的设计, 再加上学习者之间的交互过程无法预知, 因此, 协作学习的设计成为一大研究难题。协作学习活动的设计包括目标、任务、资源、交互方式以及评价的设计^[3]。这五个要素的设计不是一蹴而就的, 需要不断优化才能真正提高协作学习的质量。

在协作学习研究领域, 已有的研究大多采用基于设计的研究(Design-based Research, DBR)范式进行“设计—实施”的多轮迭代, 以优化协作学习的效果。但DBR存在迭代难度大、可迁移性差等问题^[4]。另外, 目前协作学习活动的设计和优化主要采用课堂观察或行动研究法并基于教师的主观经

验进行。比如, 研究者大多基于课堂观察进行多轮迭代改良, 但优化效果难以验证^[5]。也有研究者依托行动研究法进行优化, 比如在网络学习共同体的实践中进行三轮的行动研究法以实现设计优化^[6]。但是这些方法都缺乏客观数据的支持, 也缺少数据驱动的优化。尽管有研究者收集数据来考察协作学习的效果, 数据的来源主要是调查问卷、测试等结果性数据, 并不能真实反映协作学习的交互过程。此外, 目前的优化策略也不够系统, 尚未构建一个完整的优化体系, 可借鉴价值很低。

大数据时代, 数据驱动的预测、决策、分析、监测、评价、优化等在各行各业都发挥着重要作用。数据驱动于医学领域可以实现智能诊疗, 于社交媒体领域可实现舆情监控和分析, 于金融领域可实现大数据风控。在教育领域, 数据驱动同样发挥着重要作用, 可实现精准的学情诊断、智能决策支持以及个性化的学习支持和服务, 助力实现教育公平和教学质量的提升^[7]。在协作学习领域, 数据驱动同样能够助力协作学习活动的设计和优化, 协作

* 本文系北京市教育科学“十三五”规划2018年度重点课题“北京市中小学人工智能课程的学习活动设计与评价研究——基于信息流的视角”(课题编号: CAHA18089)研究成果。



学习的设计方案、交互的过程性数据和结果性数据成为设计和优化协作学习活动的重要依据。

综上,协作学习学习活动的设计和优化存在重经验轻数据、数据来源单一、体系不完善的问题,亟需借助多源数据实现协作学习活动的设计和优化,并构建有效的优化策略体系。因此,本研究旨在从数据驱动的角度并基于多源的客观数据对协作学习活动进行设计和优化,通过数据监测评估优化前后的协作学习过程并为学生者提供个性化的学习支持和指导,从而优化协作学习的设计并提高协作学习质量。

二、文献述评

协作学习的设计在理论和实践层面一直是一大难题。一方面,研究者很难判定协作学习的设计是否能准确反映教学目标;另一方面,研究者不清楚设计的各要素在协作学习过程中是否能达到令人满意的效果^[8]。在协作学习领域,常用的范式是基于设计的研究(DBR),这种研究范式自出现以来一直受到广大研究者的推崇。DBR旨在经过设计与实施的迭代过程以达到更好的协作学习效果^[9]。DBR多采用观察法、行动研究法、访谈法以及人种志等作为主要研究方法,强调多轮迭代来改进教学的干预与设计^[10]。如有研究者在某门课程上对网络环境下的协作学习活动进行循环两次的设计、评估及优化^[11]。有研究者在翻转课堂的知识建构活动中,根据问卷和访谈结果进行了三轮迭代,构建了知识建构策略体系和教学流程的操作模型^[12]。也有研究者在网络协作学习环境下,通过实施和调整阶段的四轮迭代,生成了自评和互评的个体贡献度评价原则和策略^[13]。但将DBR置于真实的教学情境时,不难发现对一次教学进行多次迭代难度很大、优化后的结果难以评估,而且由于DBR严重受制于情境,因此研究结论难以重复和推广^[14]。另外,目前的优化多根据个人主观的感受和经验,缺乏客观数据的支持。比如,研究者在“协作—探究”的教学模式中两次优化教学设计,优化依据为教学团队的课堂观察以及学生的反馈^[15]。还有研究者在基于概念图的协作学习活动中,仅根据四个维度的概念图打分数数据对学习活动方案进行完善与优化^[16]。综上所述,现有的协作学习活动优化中,采用DBR存在迭代难度大、不可重复、难以迁移和推广等问题;另外,优化往往缺乏数据支持,或支持优化的数据来源单一。因此,亟需寻找一种更加科学的范式并基于数据驱动进行协作学习活动的设计和优化。

在教育领域中,数据驱动在教育教学中发挥着

重要作用。首先,数据驱动可以实现精准教学,其核心是学习数据的挖掘、学习表现的评价和基于学习数据的教学决策^[17]。如李士平等构建基于数据驱动的学习支持的设计模型,实现对学生学习决策的影响,达到精准教学的目的^[18]。第二,数据驱动可以干预教学过程,即基于数据的学习分析为学习者提供有效的学习干预^[19]。如Ayres等在翻转课堂情境下收集学生的测试数据、问卷以及焦点小组意见等,然后基于收集的数据通过延长活动时间、成绩激励、讲解疑难知识点等方式优化教学设计^[20]。方海光等对师生交互信息进行收集、挖掘和分析,基于实时的课堂反馈数据如题目正确率、交卷情况、题目选项统计等对学生进行有针对性的教学指导以实现教学控制^[21]。第三,数据驱动可以实现教学决策,即在整个教学过程包括设计、实施、反思评价,对收集到的数据进行系统地分析和决策^[22]。比如,有研究者收集练习测评、视频观看、在线提问及讨论等数据进行自动化处理以实现智能决策,如通过测评查找错误原因、通过视频观看数据发现学习难点、通过在线提问及讨论数据提炼学生存在的问题并进行教学决策^[23]。

笔者认为,应该采用以设计为中心的研究范式(Design-centered Research, DCR)对协作学习活动进行设计和优化。因为DCR强调一致性,关注缺陷分析以及不一致的现实来源,具有可实施性^[24]。杨开城等借助学习过程机制图来表征协作学习过程并对一个协作学习案例进行优化^[25]。有研究者指出可以从“目标—手段”一致性的角度优化协作学习活动方案,比如通过手段和目标之间的数据依赖关系分析协作学习活动存在的缺陷,用改进缺陷的方式来优化协作学习设计方案^[26],但也只是停留在提出设想阶段。目前DCR范式下的优化研究还处在初步探索阶段,因此需要进一步探索具有可操作性的设计技术和优化策略。另外,现有的协作学习活动设计及优化研究还存在诸多问题:一方面,协作学习活动的优化还不够系统,主要依赖主观感受和经验,缺少客观的证据、优化策略不成体系;另一方面,活动设计的优化缺乏数据驱动的支持、数据来源单一。笔者认为,协作学习活动的设计与优化应该基于数据驱动并从多个角度构建优化策略体系。

三、研究设计

(一)研究范式

本研究采用以设计为中心(Design-centered Research, DCR)的研究范式,并基于数据驱动的视角来进行协作学习活动的设计与优化。DCR强调设

计在教育研究的核心地位,突出教育其设计属性,并关注教育中的一致性^[27]。另外,笔者将协作学习视为一个复杂的信息系统,研究对象确定为这个系统中的信息流,关注信息流属性和协作学习系统之间的关系,旨在摆脱价值判断的主观性^[28]。在分析方法层面,本研究采用笔者前期论证的基于信息流的协作学习交互分析方法,分析协作学习交互过程中的信息流特征。本研究采用的研究模型如图1所示,数据驱动贯穿协作学习活动的设计、实施、分析和优化的全过程,数据来源包括协作学习设计方案、协作学习设计与实施的一致性、协作学习交互过程的信息流属性、协作学习的效果四个维度。

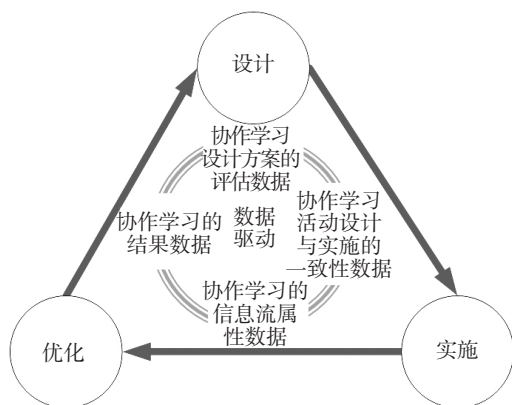


图1 数据驱动的协作学习活动设计与优化研究模型

(二)协作学习活动设计

本研究设计并实施了三个问题解决类型的协作学习活动,这三个活动主要针对初中的人工智能课程设计和实施,旨在让学生了解并掌握人工智能的基本概念和原理,并借助可视化编程软件实现人工智能模块的功能。第一个协作学习任务旨在让学生掌握人脸识别的技术,并通过可视化编程进行实现两种以上人脸特征的识别。第二个任务旨在掌握语音识别的技术,并实现语音识别、翻译以及语音控制运动。任务三旨在掌握人脸识别、语音识别、语音合成的技术,并通过编程实现人脸识别以及语音识别与合成。每个协作学习活动实施了两轮,第二轮的设计和实施是基于第一轮设计和实施的数据进行优化的。

(三)研究程序

本研究在北京市某中学的两个初一年级实施,每个班有40名学生。研究中采用面对面的协作学习方式,3人一组。为了检测两个班级学生的已有知识水平,本研究开展了前测,前测结果表明两个班级的学生在人工智能模块的知识水平没有显著性差异($t=1.019$, $p=0.312$)。研究程序包括三个步骤:第

一步,设计协作学习活动并在第一个班级实施第一轮;第二步,根据第一轮的实施过程和结果计算过程性和结果性数据;第三步,基于第一轮的数据优化协作学习活动设计,然后在第二个班级实施第二轮的协作学习活动。

(四)数据源及分析方法

为了更加全面地优化协作学习活动的设计质量,本研究从四个角度搜集多源数据,包括对协作学习设计方案、协作学习设计与实施的一致性、协作学习交互过程的信息流属性、协作学习的结果四个维度。其中,协作学习设计方案的评估是指在协作学习活动实施前对设计方案进行综合评价,包括协作学习设计方案中目标与任务的一致性、媒体多元性以及方案的适应性三个方面。协作学习设计与实施的一致性包括知识点范围的一致性、协同知识建构程度的一致性、交互方式的一致性三个方面。协作学习的信息流属性包括目标知识点的激活量、细化程度以及聚焦程度。协作学习的结果主要针对小组作品进行评价。下面进行详细阐释计算方法。

1.协作学习设计方案的评估

(1)目标与任务设计的一致性

目标与任务设计的一致性用于表征教师设计的学习任务与教学目标的一致程度,通过协作学习任务激活的知识图与目标知识图的相似性来衡量,主要从知识点相似度和关系相似度两方面进行计算。笔者在已有相似度算法的基础上^[29],提出了改进后的一致性算法,计算方法如公式(1)所示:

$$GC = \left[\frac{2n(K_1 \cap K_2)}{n(K_1) + n(K_2)} + \frac{2m(K_1 \cap K_2)}{m(K_1) + m(K_2)} \right] / 2 \quad (1)$$

公式(1)中, $n(K_1)$ 和 $n(K_2)$ 分别代表目标知识图和任务设计激活的知识图中的节点数量, $n(K_1 \cap K_2)$ 代表目标知识图和任务设计激活的知识图共有的节点数量, $m(K_1)$ 和 $m(K_2)$ 分别代表目标知识图和任务设计激活的知识图中至少有一端和两图交集相连的边数, $m(K_1 \cap K_2)$ 代表目标知识图和任务设计激活的知识图的交集的边数, GC代表目标与任务设计的一致性程度。

以任务二“语音识别”教案的部分内容为例,目标知识图与任务设计中激活的知识子图分别为下页图2和下页图3所示,则 $n(K_1 \cap K_2)=8$, $n(K_1)=12$, $n(K_2)=8$, $m(K_1 \cap K_2)=7$, $m(K_1)=11$, $m(K_2)=7$, 根据式(1)可计算得两者的一致性为0.79。

(2)媒体多元性

媒体多元性用于表征协作学习过程中媒体工具的多样性程度。借助信息熵的特性,信源种类越多,信息熵越大^[30],构建了协作学习设计方案中媒

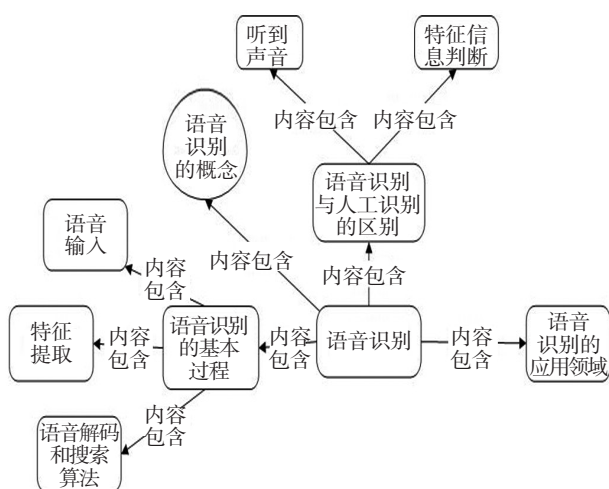


图2 目标知识

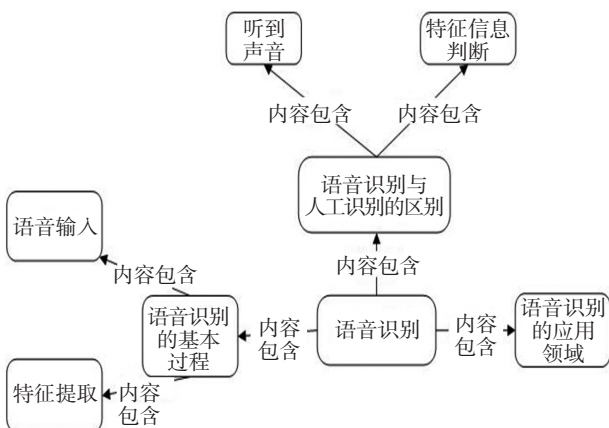


图3 任务设计中激活的知识

体多元性的测量指标,用以反映媒体种类的丰富性和多样性,计算方法如公式(2)所示:

$$D = -\sum_{i=1}^N M_i \ln M_i \quad (2)$$

公式(2)中, M_i 代表每种媒体类型在协作学习活动中的出现频率, D 代表媒体多元性程度。

同样以任务二的方案为例,优化前的设计方案共包含三种媒体类型,分别为文本、声音、图像,三种媒体类型所占比例依次为 $M_1=0.56$ 、 $M_2=0.11$ 、 $M_3=0.33$,由公式(2)计算得方案设计的媒体多元性为0.94。

(3)方案的适应性

协作学习设计方案的适应性用于表征设计方案与不同知识水平学习者之间的匹配程度,包括目标的适应性和任务的适应性。协作学习方案目标的适应性旨在衡量是否为不同层次的学生设定了不同难度等级的目标。协作学习方案中任务的适应性则考察是否为不同层次的学生设计了不同难度等级的任

务。借助GINI系数来衡量信息不确定性的性质^[31],构建了下列计算方法来衡量目标和任务的适应性,计算方法如公式(3)和公式(4)所示:

$$GA = 1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{N}\right)^2 \quad (3)$$

$$TA = 1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_i}{T}\right)^2 \quad (4)$$

公式(3)中, N_i 代表各难度等级的目标数量, N 代表目标总数量, GA 代表目标设计的适应性程度。

公式(4)中, T_i 代表各难度等级的任务数量, T 代表任务总数量, TA 代表任务设计的适应性程度。

以任务二优化前的设计方案为例,根据学生知识水平低、中、高三个等级,目标设计中的低难度、中等难度、高难度的子目标数量依次为3、2、2,根据公式(3)计算可得目标的适应性为0.65;同理,根据学生知识水平低、中、高三个等级,任务设计中的低难度、中等难度、高难度的子任务数量依次为2、3、1,根据公式(4)计算可得任务设计的适应性为0.61。

2.协作学习活动设计与实施的一致性

(1)知识点范围的一致性

知识点范围的一致性用来衡量协作学习设计与实施过程中激活知识点范围的差异程度,差异越小则一致性越高,说明实施效果越好。协作学习知识点范围一致性的计算方法如公式(5)所示^[32]:

$$KS = \frac{f(A \cap B)}{f(A \cap B) + 0.5 * f(A - B) + 0.5 * f(B - A)} \quad (5)$$

公式(5)中, A 代表设计方案中激活知识点的数量, B 代表活动实施过程中激活知识点的数量, $f(A \cap B)$ 代表设计和实施过程中均激活知识点的数量, $f(A - B)$ 代表设计过程激活而实施中未激活知识点的数量, $f(B - A)$ 代表实施中激活而设计方案未激活知识点的数量, KS 代表设计与实施的知识点范围一致性程度。

以任务二为例,任务设计的知识图与实施中激活的知识图分别如下页图4、图5所示,则 $f(A \cap B)=22$, $f(A - B)=4$, $f(B - A)=0$,由公式(5)计算可得知识点范围的一致性为0.92。

(2)协同知识建构程度的一致性

协同知识建构程度的一致性用于表征教师所期望的知识建构程度和小组实际知识建构水平的一致性程度,通过协作学习活动设计的目标知识图和小组生成的知识图的相似性来计算。两个知识图越相似,协同知识建构程度就越高,即协作学习质量就

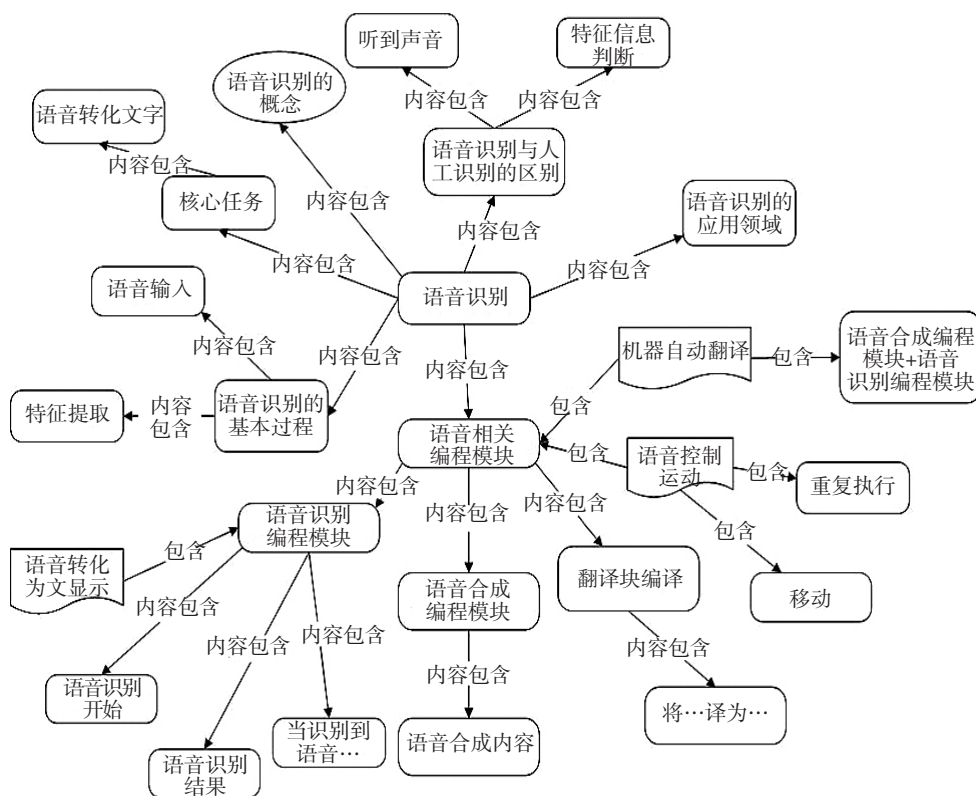


图4 任务设计的知识

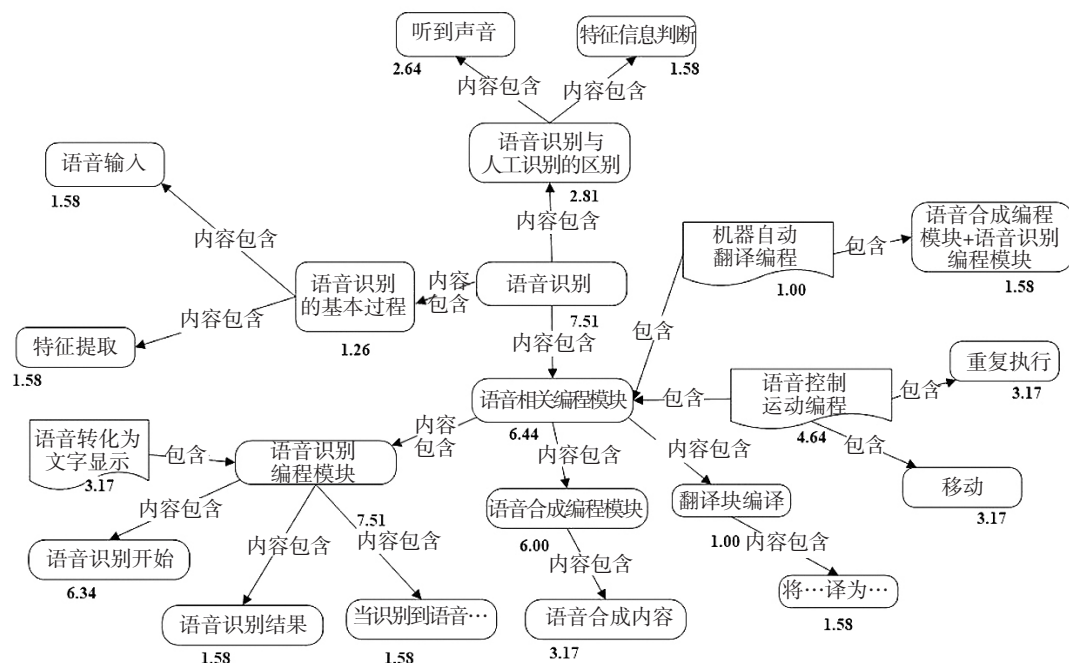


图5 实施过程激活的知识

越好。协同知识建构程度一致性的计算方法如公式(6)所示^[33]:

$$KC = \frac{(R+W)-(D+X+F)}{Z+W} \quad (6)$$

公式(6)中, R代表命题链匹配正确得分, W代表正确的新增命题链得分, D代表命题链断裂得分, X代表遗漏命题链得分, F代表错误命题链得分, Z代表目标知识图中命题链总数, KC代表设计与实施的知识建构程度一致性程度。

由图4和图5可知, 实施过程的知识图中命题链匹配正确得分为35, 正确的新增命题链得分为0, 命题链断裂得分为0, 遗漏命题链得分为4, 错误命题链得分为0, 目标知识图中命题链总数为39, 所以由公式(6)计算可得设计与实施的知识建构程度一致性为0.79。

(3)交互方式的一致性

交互是协作学习的核心, 交互方式包含交互策略、角色分配和交互信息类型三个方面。交互方式一致性的计算方法如公式(7)所示^[34]:

$$KI = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{I_{ci}}{I_{ti}} \quad (7)$$

公式(7)中, IC代表协作学习的活动设计方案与实施过程共同包含同一种交互方式的数量, IT代表协作学习的活动设计方案中出现或实施过程中

中出现的所有交互方式的数量, KI代表设计与实施的交互方式一致性程度。

以任务二为例。就交互策略而言, 设计与实施过程中包括讨论、同伴互评、切块拼接三种交互策略, 两者共同的交互策略有讨论及同伴互评两种; 就角色

分配而言,设计与实施中包含的角色有组织者、监督者、总结者三种,两者共同包含这三种角色;就交互信息类型而言,设计与实施中包含的交互信息类型有知识语义、目标描述、事实和范例、情境、管理指令、其它相关信息、答案、不相关信息八种,两者共同包含知识语义、目标描述、事实和范例、情境、管理指令、答案六种交互信息类型。所以,由公式(7)计算可得设计与实施的交互方式一致性为0.81。

3.协作学习的信息流属性

协作学习的信息流属性主要包括目标知识点的激活量、细化程度以及聚焦程度三方面。这些属性借助笔者开发的基于信息流的协作学习交互分析工具获取,无需人工计算。

(1)目标知识点的激活量

本研究采用目标知识点的总激活量来衡量协作学习的交互过程。总目标知识点激活量的计算方法如公式(8)所示^[35]:

$$A = \sum_{i=1}^N \sum \frac{F \cdot \log_2^{d+2} \cdot r}{\log_2^{n \cdot (D-d+2)}} \quad (8)$$

公式(8)中,D代表目标知识点V的总度,d代表目标知识点V中已知边的数量,n代表目标知识点V中未知边的种类,F代表遗忘系数,r代表扩散衰减系数,A代表目标知识点的激活量。

(2)细化程度

协作学习的细化程度用激活生成树的带权路径长度表征,计算方法如公式(9)所示^[36]:

$$RD = \sum_{i=1}^N W_i L_i \quad (9)$$

公式(9)中, W_i 代表协作学习过程激活生成树中第*i*个节点的激活量; L_i 代表第*i*个节点的路径长度;n代表目标知识点的总数,RD代表协作学习的细化程度。

(3)聚焦程度

聚焦程度采用小组成员共同激活的目标知识点的激活量总和来衡量,计算方法如公式(10)所示^[37]:

$$C(C_1 \cap C_2 \cap C_3) = \sum_{i=1}^N \sum \frac{F \cdot \log_2^{d+2} \cdot r}{\log_2^{n \cdot (D-d+2)}} \quad (10)$$

公式(10)中, $C_1 \cap C_2 \cap C_3$ 代表小组成员激活的目标知识点的交集。

4.协作学习的结果

协作学习的结果主要通过小组作品的成绩进行评价。评价标准的制定通常需要根据小组作品的特点来定,不同类型的小组作品可以指定不同的评价标准。根据本研究协作学习的特点,采用如表1所示的评价标准来评价小组作品。

表1 小组作品评价标准

一级标准	二级标准	分值(分)
正确性	程序能够正常运行	15
	每个编程模块搭配无误	15
技术性	被调用编程模块的多样性	15
	各编程模块间衔接自然,交互流畅	15
创新性	编程思路的创新	15
	任务情景的创新	15
艺术性	界面美观,布局合理	10
总分		100

四、分析结果及协作学习优化策略

(一)优化前的结果

1.协作学习设计方案分析结果

三个协作学习设计方案在目标与手段的一致性、媒体多元性、目标设计适应性、任务设计适应性的计算结果如下页表2所示。在优化前的三个任务设计中,目标与任务设计的一致性依次为0.89、0.85、0.91,可见任务二中,目标与任务设计的一致性程度较低,主要是在任务设计时“语音识别”较多目标知识点未在任务设计中激活,如“语音识别的具体概念”“语音识别的应用领域举例”“语音识别的具体价值”等。三个任务的媒体多元性依次为0.80、0.94、0.64,其中任务三的媒体多元性较低,因为在任务三“综合练习”中目标知识点的表征形式多为文本,图片占比较少,且音频、视频等其他媒体类型缺失,导致媒体多元性较低。目标设计的适应性依次为0.61、0.65、0.63,任务一的目标适应性程度较低,说明目标设计不能很好地适应不同知识水平的学生,原因是方案中的目标设计倾向于中等知识水平的学生群体而忽略了高水平和较低知识水平的学习者。任务设计的适应性依次为0.50、0.61、0.56,任务一的适应性程度较低,说明任务设计不能很好地适应不同知识水平的学生,从方案本身来看,发现方案中针对低、中、高三种层次的任务数量分别为1、4、1,可见对中等知识水平学生的关注明显多于知识水平较低和较高的学生群体。

2.设计与实施的一致性

三个协作学习活动在知识点范围一致性、知识建构程度的一致性、交互方式一致性的计算结果如下页表2所示。在第一轮的设计与实施中,三个活动的知识点范围的一致性依次为0.86、0.83、0.61,活动三设计与实施的知识点范围一致性较低,发现部分知识点在设计中激活而在实施中未激活,主要原因是学生在知识点之间无法建立联系。设计与实施知识建构程度的一致性依次为

0.71、0.59、0.54,发现活动二知识建构程度一致性较低,主要原因是遗漏命题链较多,说明学生在协作学习过程中未掌握的知识点较多导致知识建构程度欠缺。设计与实施的交互一致性依次为0.81、0.81、0.74,活动三的交互方式一致性较低,主要是因为协作学习过程中产生了大量无关信息导致设计与实施共同包含的交互信息类型较少。

3.协作学习的信息流属性

从协作学习过程的信息流属性来看,三个协作学习活动在激活量、细化程度以及聚焦程度的计算结果如表2所示。三个活动在第一次实施后,产生的激活量依次为68.62、62.15、87.16。可以发现,任务二的激活量最低,主要是因为协作学习过程中知识语义、事实和范例、答案等信息较少,而管理指令、其他相关信息以及无关信息较多。细化程度依次为98.48、112.92、183.66,活动一的细化程度与另两个活动的差距较大,原因是学生在协作学习过程中互动的深度不足,而且新旧知识之间的联系较少。聚焦程度依次为21.30、41.73、49.10,活动一的程度明显较低,原因是协作学习过程中小组学生凝聚力不足,小组成员在协作学习过程中对核心问题的聚焦程度不够。

4.协作学习的结果

三个协作学习活动的结果如表2所示。三个活动中,小组作品成绩依次为83分、85分、87分,活动一中小组成绩很低的原因是该小组成员完成的作品过于简单,虽正确性不存在问题,但技术性和创新性上还有待提升。

表2 三个协作学习活动优化前后的结果

一级指标	二级指标	任务一		任务二		任务三	
		优化前	优化后	优化前	优化后	优化前	优化后
协作设计方案评估	目标与任务设计的一致性	0.89	0.92	0.85	0.90	0.91	0.92
	协作设计媒体多元性	0.80	0.75	0.94	1.08	0.64	0.67
	协作目标设计适应性	0.61	0.67	0.65	0.65	0.63	0.64
	协作任务设计适应性	0.50	0.66	0.61	0.66	0.56	0.61
设计与实施的一致性	知识点范围的一致性	0.86	0.98	0.83	0.92	0.61	0.75
	知识建构程度的一致性	0.71	0.90	0.59	0.79	0.54	0.67
	交互一致性	0.81	0.84	0.81	0.96	0.74	0.84
协作学习的信息流属性	激活量	68.62	101.66	62.15	78.53	87.16	90.92
	细化程度	98.48	178.03	112.92	141.7	183.66	176.94
	聚焦程度	21.30	69.78	41.73	44.76	49.10	53.24
协作学习的结果性数据	小组作品成绩	83	91	85	92	87	93

(二)数据驱动的协作学习优化策略

基于第一次协作学习活动设计和实施的数据分析结果,笔者提出如表3所示的优化策略对协作学习活动的设计进行优化,然后再实施第二轮,以检验优化策略的效果。

表3 数据源及协作学习的优化策略

一级维度	二级维度	优化策略	案例说明
协作学习活动设计方案	目标与任务设计的一致性	优化任务设计	任务二“语音识别”的“体验语音识别任务”中,通过设计问题来优化任务设计,如让学生思考“可获取的声音信息包括哪些”“你是从听到声音到写出文字经历了哪些处理过程”等
	媒体多元性	提供多种媒体资源,如微课视频、概念原理相关的学习资料、可操作的实物等	任务二中,在方案设计中用声音和图片来替代描述性文本,为学生提供Knowing AI知识的“语音识别”微视频来帮学生理解语音识别的概念和原理
	方案设计的适应性	1.均衡设定不同难度的目标 2.均衡设计不同难度的任务	1.任务一“人脸识别”设计方案在优化前不同难度等级的目标数量依次为2、3、1,优化后增加高难度的目标,使得不同难度等级的子目标数量依次为2、2、2 2.任务一“人脸识别”设计方案在优化前不同难度等级的任务数量依次为1、4、1,优化后增加子目标数量,同时增加低难度和高难度的任务,使得不同难度等级的任务数量依次为3、3、2
设计与实施的一致性	知识点范围的一致性	1.重点关注方案中激活但实施过程未激活的知识点 2.针对未激活知识点搭建脚手架,如提供教学视频、学习网站或参考案例	任务三中与“语音识别模块”相关的四个知识点都未激活,直接降低了设计与实施知识点范围的一致性程度,因此,为学生提供一些相关的编程模块供学生选择,如“脸部特征”“语音合成内容”等,帮助学生激活目标知识点
	知识建构程度的一致性	建立先验知识与目标知识的联系	任务二实施过程中遗漏命题链较多,根据学生已掌握知识点搭建知识脚手架,帮学生加强新旧知识间的联系
	交互方式的一致性	1.任务实现过程中增加策略提示 2.制定规则帮学生明确角色职责	任务二中明确每个角色的职责,如“监督者检查编程准确程度并添加编程注释,组织者负责查看脚手架提示”等
协作学习信息流属性	激活量	搭建脚手架,如提供与任务相关的学习资料或参照案例,让小组制定计划和实现自监督等	任务二激活量很低,一方面,基于子任务给学生搭建知识层面的脚手架;另一方面,给学生搭建元认知层面的脚手架,如让小组自己制定计划,提醒学生查看任务进度并注意时间安排等
	细化程度	搭建脚手架,强化讨论深度	针对任务一“人脸识别”的细化程度低、任务讨论深度不足的问题,采用为学生搭建脚手架和提出问题的方式引导学生深入探索。如学生在发现机器和人工的颜值评分存在差异后,追问学生“有什么差异,为什么会存在差异”,引导学生激活“机器识别与人工识别差异原因”,而非停留在浅层探索阶段
	聚焦程度	1.搭建脚手架,助力关键问题聚焦 2.搭建在线协同环境,增强协作学习的凝聚力	任务三“人脸识别和语音识别综合练习”,第一次实施使用问卷星(不可协同编辑),出现协作小组内搭便车的现象,且组内讨论较少;第二次实施使用石墨文档(可协同编辑),小组成员共同编辑任务文档

续表3

协作学习结果	小组作品	1.搭建脚手架并在知识技能方面进行个性化的指导 2.制定小组作品评价规则 3.制定奖惩规则,通过外部动机来提升作品质量	任务二“语音识别”中,提供“语音识别”的知识清单并针对每个小组遇到的问题提供个性化的指导,同时告知小组作品评分规则和奖励规则等
--------	------	---	---

(三)优化后的结果

1.协作学习设计方案分析结果

根据第一轮实施的结果和相应优化策略,对三个协作学习活动进一步优化。与优化前的结果进行对比,结果如上页表2所示。在协作学习设计方案方面,三个任务优化后的目标与任务设计的一致性均有提升,优化后的协作学习设计方案在各维度上显著优于优化前的水平($z=2.370$, $p<0.05$)。特别是任务二中为学生提供脚手架后一致性从0.85提升到0.90;媒体多元性水平整体也有提升;从方案的适应性来看,三个任务的目标设计适应性以及任务设计适应性均有提升,得益于方案设计时关注不同知识水平的学生并设计相应难度的目标和任务。

2.设计与实施的一致性结果

从设计与实施的一致性角度来评估,优化后的三个协作学习活动在知识点范围一致性、知识建构程度的一致性、交互一致性的计算结果如上页表2所示。根据第一轮实施的数据,笔者重点关注设计与实施中不一致的部分,通过增加实施中未激活知识点的学习提示,使得三个活动在知识点范围一致性均有提升;通过建立新旧知识点的联系以促进协同知识建构的程度,三个活动的知识建构程度的一致性也都有明显提升。此外,三个活动交互方式的一致性也均有提升。所有数据表明,优化后的协作学习设计与实施一致性在各维度上显著优于优化前的水平($t=7.385$, $p<0.001$)。

3.协作学习的信息流属性

从协作学习的信息流属性来看,优化后的三个协作学习活动在激活量、细化程度以及聚焦程度的计算结果如上页表2所示。通过脚手架的搭建,使得三个活动的激活量均有明显提升,其中变化最明显的是活动一,激活量从68.62提升到101.66;任务的细化程度整体也都有提升。协作共享工具的使用使得三个活动的聚焦程度都有提升。数据表明,优化后协作学习的信息流属性在各维度上显著优于优化前($t=2.555$, $p<0.05$)。

4.协作学习结果

优化后的协作学习结果即小组的作品成绩如上页表2所示,通过明确评价规则、设置奖惩规则、

及时反馈等策略,三个任务的小组作品成绩都得到了提升。其中,任务二优化前、后的小组作品分别如图6、7所示。



图6 优化前小组作品



图7 优化后小组作品

五、结语

本研究结果表明,基于数据驱动的协作学习设计与优化模型是可行而且有效的。协作学习的设计方案质量、设计与实施一致性、协作学习交互过程的信息流属性、协作学习的结果四大类数据在优化后均有提升。在设计方案层面,目标与任务设计的一致性、媒体多元性、目标的适应性以及任务的适应性整体水平均有提升,表明设计时优化任务设计、提供多元媒体类型、设计不同难度的目标和任务都能够有效提升协作学习的设计质量。在设计与实施的一致性层面,知识点范围的一致性、协同知识建构程度的一致性以及交互方式的一致性均有提

升,表明在协作学习过程中通过提出问题激活目标知识点、搭建脚手架、建立新旧知识的联系以及明确不同角色的职责能够有效提升设计与实施的一致性。从协作学习的信息流属性来看,优化后激活量、细化程度以及聚焦程度都有提升,表明搭建认知类和元认知类的脚手架、强化讨论深度以及搭建协作共享环境能够有效优化协作学习的交互过程。从协作学习的结果来看,优化后三个任务的小组作品成绩均有提升,表明通过知识技能层面的引导、明确交互规则以及内外奖惩激励等能够有效提升小组的作品质量。

本研究具有重要的理论和实践价值。在理论层面,基于复杂系统的视角把协作学习看成是复杂的信息系统,深入分析这个系统内部信息流的属性与效果的关系是值得推广的。另外,采用以设计为中心的研究范式能够深入分析设计的缺陷并生成协作学习设计的技术性知识,这类知识具有极大的应用价值。在实践层面上,本研究为协作学习的设计和优化提供了一种新的思路和方法,即摒弃主观经验,从多源的客观数据出发,基于数据驱动实现协作学习活动的设计和优化。尽管如此,本研究也存在两方面的不足。一是协作学习活动的数据来源还有待继续完善,除本文提到的四大类数据外,还可以通过社会网络分析、情感分析、行为分析等数据进行优化;二是本研究仅基于三个协作学习任务、六次协作学习活动进行探索,未来研究将进一步扩大研究样本,在更多的协作学习活动中进一步改进优化策略。

参考文献:

- [1] 黄荣怀.计算机支持的协作学习[M].北京:人民教育出版社,2003.
- [2][34] 崔盼盼,郑兰琴.协作学习活动设计质量评估方法的个案研究[J].现代教育技术,28(10):65-70+107.
- [3][4][36] 郑兰琴.协作学习的交互分析方法——基于信息流的视角[M].北京:人民邮电出版社,2015.
- [5][26] 何文涛.协作学习活动的结构化设计框架[J].电化教育研究,2018,(4):73-79.
- [6] 张豪锋,杨绪辉.微群网络学习共同体的实践探索[J].现代远程教育研究,2013,(1):97-102.
- [7] 杨宗凯.大数据驱动教育变革与创新[J].大数据时代,2017,(5):8-11.
- [8][9][25] 杨开城,刘晗.DCR视野下问题解决类协作学习设计的一项个案研究[J].电化教育研究,2018,39(11):7-14+70.
- [10] 单迎杰,傅钢善.国内外基于设计的研究应用案例述评[J].电化教育研究,2017,(5):15-21+29.
- [11] 程桂芳,王凤蕊.基于设计的网络协作学习个案研究[J].中国电化教育,2010,(10):73-76.
- [12] 赵海霞.翻转课堂环境下深度协作知识建构的策略研究[J].远程教育杂志,2015,(3):13-20.
- [13] 张红英,陈明选等.基于自评与互评的网络协作学习贡献度评价[J].现代远程教育研究,2019,158(2):97-104.
- [14][24][27] 郑兰琴,杨开城.为什么要研究一致性而不是有效性[J].中国电化教育,2014,(9):20-23.
- [15] 包昊昱,康佳等.基于设计的“协作—探究”教学模式创新与实践[J].现代远程教育研究,2015,(6):72-80.
- [16] 陈明选,龙琴琴等.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,(37):75-84.
- [17] 雷云鹤,祝智庭.基于预学习数据分析的精准教学决策[J].中国电化教育,2016,(6):27-35.
- [18] 李士平,赵蔚等.数据驱动下的学习支持设计与实践[J].电化教育研究,2018,39(3):105-110+116.
- [19] Clow D. An overview of learning analytics [J]. Teaching in Higher Education, 2013, 18(6):683-695.
- [20] Ayres I M E, Fisteus J A, et al. Uncovering Flipped-Classroom Problems at an Engineering Course on Systems Architecture Through Data-Driven Learning Design [J]. The International journal of engineering education, 2018, 34(3):865-878.
- [21] 方海光,侯伟锋等.基于PADClass模型的数字化课堂学习过程数据挖掘与分析研究[J].电化教育研究,2014,(10):112-115+122.
- [22] Schildkamp K, Kuiper W. Data-informed curriculum reform: Which data, what purposes, and promoting and hindering factors [J]. Teaching and teacher education, 2010, 26(3):482-496.
- [23] 管珏琪,孙一冰等.智慧教室环境下数据启发的教学决策研究[J].中国电化教育,2019,385(2):27-33+47.
- [28] 郑兰琴,杨开城等.基于信息流的面对面协作学习交互分析方法的实证研究[J].中国电化教育,2013(11):30-35.
- [29] 朱礼军,陶兰等.领域本体中的概念相似度计算[J].华南理工大学学报(自然科学版),2004,(32):147-150.
- [30] Shannon C E. A Mathematical Theory of Communication [J]. The Bell System Technical Journal, 1948, 27(4):379-423.
- [31] 李航.统计学习方法[M].北京:清华大学出版社,2012.
- [32] 郑兰琴.教学设计实施一致性分析的个案研究[J].现代远程教育研究,2015,(3):95-103.
- [33] 赵国庆.知识可视化及其学习支持工具研究[D].北京:北京师范大学教育学部,2006.
- [35][37] Zheng L. Knowledge building and regulation in computer-supported collaborative learning [M]. Berlin: Springer Singapore, 2017.

作者简介:

郑兰琴:副教授,博士,研究方向为计算机支持的协作学习、学习分析技术和教学设计(bnuzhenglq@bnu.edu.cn)。

张璇:在读硕士,研究方向为计算机支持的协作学习(cherilynzhang@126.com)。

The Study on Designing and Optimizing Collaborative Learning Based on the Data-driven Approach

Zheng Lanqin, Zhang Xuan

(School of Educational Technology, Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract: The design and optimization of collaborative learning activities have been a major concern. So far, there are many problems such as stressing results over processes, stressing experiences over data, paying no attention to design, imperfect optimization and so on. This study proposed a data-driven approach to designing and optimizing six collaborative learning activities. The data sources included collaborative learning design plans, the consistency between design and implementation, attributes of information flows during collaborative learning, and collaborative learning results. Totally, there are eleven indicators among these four categories. The proposed optimization strategies included optimizing task design, providing multiple media types, designing different levels objectives and tasks, providing cognitive and meta-cognitive scaffolding, building shared collaborative learning environments, and making appropriate interaction rules. The results indicated that the design quality of collaborative learning, the consistency between design and implementation, attributes of information flows, and collaborative learning results significantly improved after optimization.

Keywords: collaborative learning; activity design; design-centered research; data driven; optimization strategy

收稿日期: 2019年12月18日

责任编辑: 李雅瑄

(上接第94页)

An Analysis on Abnormal Behavior Characteristics of Collaborative Learning in Smart Classroom Environment

He Wentao, Wang Lianghui, Zhu Linglin, Mao Gang

(Department of Educational Technology, College of Teacher Education, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang)

Abstract: It is an urgent problem that how to carry on the normal instruction in the smart classroom when the instruction practice is not abundant. Normal instruction in the smart classroom needs to fully understand the truth of instruction in this environment. The abnormal instruction behavior is one of the aspects that reflect the truth of instruction. The elimination of abnormal instruction behavior is of great help to increase the certainty of instruction and obtain good expected teaching results. However, there are few researches on abnormal instruction behavior. Therefore, this paper chooses collaborative learning as the entry point and accumulates the experience of eliminating abnormal instruction behaviors by comparing the abnormal behavior characteristics of collaborative learning in conventional classrooms and smart classrooms. It is found that the use of media technology in smart classroom has little influence on the distribution structure of abnormal collaborative learning behaviors, and it cannot effectively reduce abnormal collaborative learning behaviors as expected. The elimination of abnormal collaborative learning behaviors in mainly depends on the design of collaborative learning activities. However, the study interventional abnormalities gradually decrease with the experiment, but cannot be completely eliminated. Therefore, facing the intelligent technology products in smart classroom, we should first focus on its practical instruction function, and then consider to select appropriate intelligent products according to the instruction needs, so that the intelligent technology can truly empower instruction, so as to eliminate abnormal instruction behaviors, and not for technology, for the so-called "smart good class" performance to deliberately grandstanding by using some intelligent technology products.

Keywords: the smart classroom; collaborative learning; abnormal instruction behavior analysis; intelligent media technology; media technology

收稿日期: 2020年1月11日

责任编辑: 赵云建