

迈向人机协同的协作学习

——CSCL 领域智能学习分析仪表盘研究热点与前沿趋势探究

马志强, 吕子芸, 张赛宇

(江南大学, 江苏 无锡 214122)

【摘要】在国际协作学习研究的前沿领域中,智能中介工具的加入使得原有“人-人”互动转变为“人-机-人”相结合的人机协同方式。智能学习分析仪表盘作为人机协同的重要中介工具得到了研究者的广泛关注。采用系统性文献综述的方法对相关文献进行梳理后发现,智能学习分析仪表盘能够从群体感知、适应反馈和师生代理三个维度来促进主体间互动的关系与结果,其实现的机制是以可视化表征原有人与人协作交互中的隐藏认知、行为与社交感知信息,引导学习者发现并消解认知与社会性冲突,建构群体公共知识;以感知信息为基础对群体互动过程和结果进行诊断分析并匹配反馈,优化协作学习路径;通过模拟教学场景与师生代理,重建“人-机-人”结合的协作交互过程,增强学习者的临场感与沉浸体验。智能学习分析仪表盘未来研究可能聚焦于:在群体感知层面,关注学习者视角下的多种感知信息可视化表征方式;在适应反馈层面,聚焦提升适应反馈信息的可解释性;在师生代理层面,关注社会文化情境中的师生代理匹配设计。

【关键词】人机协同;智能教育;协作学习;学习仪表盘;学习分析

【中图分类号】G43

【文献标识码】A

【文章编号】1001-8700(2022)05-0003-09

DOI:10.13927/j.cnki.yuan.2022.0002

一、背景与问题

计算机支持的协作学习(Computer Supported Collaborative Learning, 简称 CSCL)作为学习科学领域的重要研究议题,重点关注如何采用技术来增强小组学习者之间的交流与互动,进而促进小组内部意义协商与建构^[1]。历经 30 余年的发展,CSCL 的研究方向逐渐转向对群体内部主体间性互动的关注,重在考察主体间互动中意义协商与建构的基本过程^[2]。伴随着研究重心的转移,技术逐渐从促进 CSCL 中成员沟通交流、资源共享到支持群体协同认知过程,过渡到促进主体间借助技术中介来共享与协商的人机协同过程^[3]。CSCL 中人机协同的基本涵义在于借助智能中介工具具备的群体感知、适应反馈与师生代理等功能,融合人的灵活性以及智能中介工具的适应性优势^[4],形成“人-机-人”相结合的协作学习。当前,人机协同协作学习研究的前沿工作聚焦于智能学习分析仪表盘(Intelligent Learning Analytics Dashboard,

以下简称“智能仪表盘”)。

仪表盘最初起源于汽车仪表盘,目的是帮助驾驶员了解汽车的行程、速度和油耗等情况,后被引入商业领域,用于实时监控生产线的产量和销量等。在 CSCL 中,智能仪表盘能够基于小组协作学习过程数据动态监控和可视化表征小组的协作学习状态,以评估、预测协作学习质量;同时,亦可发现协作过程中的潜在问题并提供有效的反馈和干预策略,以优化学习路径。Verbert 等研究者在 2013 年首次针对教育领域中智能仪表盘的作用机制进行深入解释,提出了包含感知(Awareness)、反思(Reflection)、意义建构(Sense-making)和影响(Impact)等四阶段的作用过程模型^[5],并从目标用户、跟踪数据、评估类型、使用设备、数据跟踪技术等维度对智能仪表盘应用进行详细分析与比较^[6]。此后,关于智能仪表盘的综述大多都与该过程模型相契合。也有研究者从感知信息聚合的视角出发,将教育领域中的智能仪表盘理解为一个聚合学习者、学习过程和学习环境等不同来源数据的可

【基金项目】2022 年度国家社科基金教育学一般项目“协作知识建构会话智能化分析与反馈研究”(编号:BCA220215);2022 年江苏省研究生科研与实践创新计划项目“面向深度知识建构的同伴对话反馈设计与应用研究”(编号:KYCX22_2405)。

【作者简介】马志强,江南大学教育学院教授,博士生导师;吕子芸,张赛宇,江南大学教育学院教育技术学硕士研究生。

可视化视图系统,并采用系统性文献综述的方法从贡献、用户、教育环境、数据来源和评价类型等五个维度比较不同智能仪表盘提供感知信息的差异^[7]。另有研究者从反馈信息支持的视角出发,将智能仪表盘理解作为一种反馈形式,结合 Winne 和 Hadwin 提出的自我调节学习模型,从指标选择、信息类型、目标用户、评估效果等维度讨论了智能仪表盘如何通过反馈信息来支持自我调节学习^[8]。此外,还有研究者将智能仪表盘理解作为一种教学代理辅助工具,如 Bodily 等选取学习者作为分析视角,依据功能性、数据源、设计分析、学生感知和测量效果等五个维度探讨应该如何有效设计智能仪表盘以确保学习者产生积极的行为和成就^[9]。

尽管上述成果已经提供了研究智能仪表盘的基本框架,然而,目前大部分研究者仅仅将智能仪表盘视为一种感知与反馈信息的可视化表征工具,并未充分揭示智能仪表盘在人机协同方面的重要潜力,也未揭示智能仪表盘在协作学习的主体间互动过程中所起到的关键作用。因此,本研究基于国际 CSCL 研究的前沿文献,采用系统性文献综述的方法来考察智能学习分析仪表盘如何支持人机协同的协作学习,以期为学习分析仪表盘开拓新的研究视角与思路。

二、研究方法 with 样本分类

本研究采用系统性文献综述法,选取国际权威数

据库 Web of Science(WOS) 作为文献来源。使用数据库的高级检索功能,以“collaborative” AND “dashboard or visualization tool or information visualization”为关键词进行主题检索,检索时间截止到 2022 年 6 月,共获取 1108 篇文献。为确保样本文献与研究问题具有高度相关性,笔者制定了 5 条文献筛选标准:(1) 全文可获取;(2) 文章至少包含 3 页(排除少于三页的海报、短论文或简介等);(3) 研究方向为教育领域;(4) 研究类型为实证研究;(5) 研究主题聚焦于智能学习分析仪表盘。

文献筛选共有三轮。首先,在第一轮筛选阶段,笔者通过阅读文献的题目与摘要,根据标准进行初步筛选,得到 65 篇文献;其次,在第二轮筛选阶段,笔者通过阅读文献全文,继续根据标准进行深度复筛,得到 16 篇文献;最后,在补充筛选阶段,笔者采用“滚雪球”的方法,在第二轮筛选后所得文献以及综述类文献的基础上,对其提及与引用的相关参考文献进行检索与阅读,并根据标准进行筛选,最终纳入文献 26 篇。整个筛选过程由两名研究者共同完成,以讨论的形式解决分歧之处。整体文献筛选过程与结果如图 1 所示。

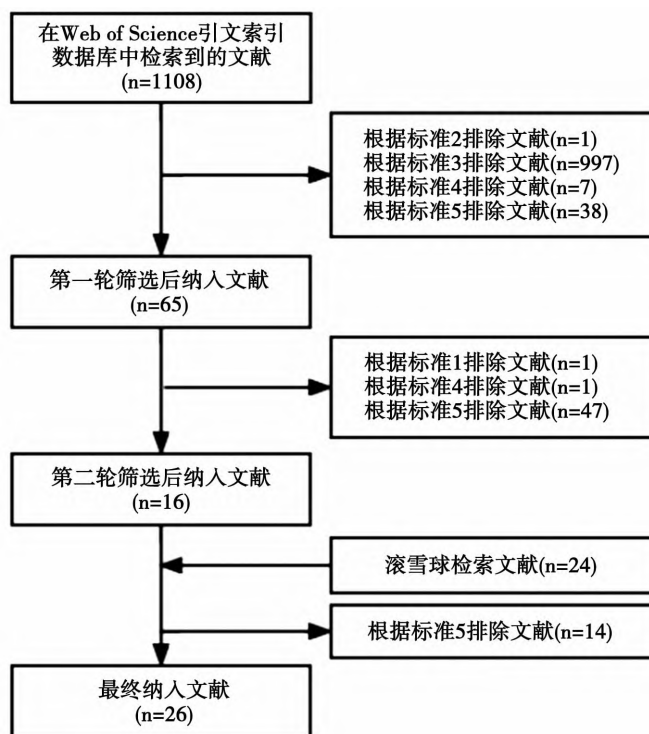


图 1 筛选过程与结果

系统性文献综述需要建立文献基本分析框架,本文以 Verbert 等研究者提出的智能仪表盘的四阶段作用过程模型为基本理论依据,综合现有研究者对智能仪表盘的作用机制的理解,提出三种基本理解,即感知信息聚合、反馈信息支持以及教学代理辅助。基于

上述理论支撑,从智能仪表盘对协作学习中主体间的交互作用出发,建立群体感知(Group Awareness) 、适应反馈(Adaptive Feedback) 和师生代理(Teacher and Student Agent) 三个分析维度,如表 1 所示。

表 1 文献分析框架

维度	子维度	描述
群体感知	认知感知	从个体和群体两个层面呈现协作学习过程中认知水平的动态变化,如先验知识水平、知识建构水平等。
	行为感知	从个体和群体两个层面描述行为参与的动态变化,如发表观点数量、评论数量等。
	社会交互感知	从个体和群体两个层面描述小组交互程度的动态变化,如雷达图、社会网络图等。
适应反馈	总结性反馈	通过抓取协作交互过程中产生的动态数据,反馈小组阶段性的协作状态,如跟踪目标进展、核查学习路径、分析学习结果等。
	即时性反馈	通过抓取协作交互过程中产生的动态数据,反馈小组实时的协作状态,如成员观点差异等。
	预测性反馈	通过抓取协作交互过程中产生的动态数据,回顾小组现存问题,预测未来的学习风险,进一步优化学习路径并提供建议。
师生代理	教师代理	通过营造模拟教学场景及教师角色,在协作过程中发挥教师的引导与支持作用。
	同伴代理	通过模拟共同完成小组任务的同伴学习者,并以此提供认知和情感支持。

具备群体感知功能的智能仪表盘旨在采集学习者在协作交互过程中认知、行为和社会交互感知信息,进而可视化呈现具有隐蔽性的协作过程性信息,引导学习者发现并消解组内认知与社会性冲突,不断共享、改进与升华群体知识,以促进组内成员的高水平共享与协商^[10-11]。指向适应反馈的智能仪表盘依据小组感知到的状态信息,进一步生成动态、伴随式的反馈信息,以帮助学生改善协作任务及讨论完成质量^[12]。研究者将适应反馈分为总结性反馈、即时性反馈和预测性反馈三类^[13]。其中,总结性反馈呈现

阶段性协作学习结果;即时性反馈实时监控小组协作学习进程并及时提供警报;预测性反馈根据前期数据预测后续的协作学习情况,提供具体的干预方案。基于师生代理的智能仪表盘通常从教师与同伴代理两条路径来促进组内社会认知互动,促进组内相互依赖于个体责任关系,进而提升协作学习的交互质量^[14-16]。结合上述智能仪表盘的分析框架,将核心研究成果进行分类汇总,如表 2 所示。整个分类过程由两名研究者共同根据文献信息抽取单进行抽取,对纳入文献进行编码,对分歧之处进行讨论解决。

表 2 智能学习分析仪表盘文献分类

类别	文献序号	作者和发表时间	文献来源
基于群体感知的智能仪表盘	[17]	Cui et al, 2019	British Journal of Educational Technology
	[18]	Yoo et al, 2020	Educational Technology & Society
	[19]	Liu et al, 2017	International Journal of Distance Education Technologies
	[20]	Liu et al, 2018	The Internet and Higher Education
	[21]	Kwon et al, 2020	Educational Technology Research and Development
	[22]	Strauß et al, 2021	International Journal of Computer – Supported Collaborative Learning
	[23]	Phielix et al, 2011	Computers in human behavior
	[24]	Wang et al, 2019	Interactive Learning Environments
	[25]	Pifarré et al, 2014	Journal of Computer Assisted Learning
	[26]	Bao et al, 2021	Technology Pedagogy and Education

类别	文献序号	作者和发表时间	文献来源
基于适应反馈的智能仪表盘	[27]	Kasepalu et al, 2021	Technology, Knowledge and Learning
	[28]	Han et al, 2021	Computers & Education
	[29]	Martinez – Maldonado et al, 2015	Ieee Transactions on Learning Technologies
	[30]	Martinez – Maldonado et al, 2019	International Journal of Computer – Supported Collaborative Learning
	[31]	Schwarz et al, 2021	Computers & Education
	[32]	Chen et al, 2021	Computers & Education
	[33]	Macfadyen et al, 2010	Computers & Education
	[34]	Charleer et al, 2018	Ieee Transactions on Learning Technologies
	[35]	Gutierrez et al, 2020	Computers in Human Behavior
	[36]	Bodily et al, 2018	Journal of Computing in Higher Education
基于师生代理的智能仪表盘	[37]	Tissenbaum et al, 2019	International Journal of Computer – Supported Collaborative Learning
	[38]	Jamil et al, 2019	International Journal of Educational Technology in Higher Education
	[39]	Olsen et al, 2019	International Journal of Computer – Supported Collaborative Learning
	[40]	Castro – Schez et al, 2021	Information Sciences
	[41]	Ruiz et al, 2016	In Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge
	[42]	Ez – Zaouia et al, 2017	In Proceedings of the seventh international learning analytics & knowledge conference

三、研究结果

(一) 基于群体感知的智能仪表盘

1. 面向认知参与的群体感知仪表盘

面向认知参与的智能仪表盘通过可视化手段呈现小组成员在群体互动中体现出的认知参与状态信息,来引导小组成员进行自我反思与调节,以支持主体间的深度协商。如有研究者采用基于概念图的智能仪表盘,引导小组内部的学习者绘制个人概念图,再与同伴和教师的概念图进行比较,以可视化呈现概念认知状态及差异,为小组内部的意义协商与建构提供基础^[17]。Yoo 等研究者则聚焦于小组互动过程中所提及的关键词频率与认知参与类型,采用不同颜色和大小圆圈比较小组中所提及关键词的频率,采用径向图反映陈述、同意、论点、问题和回答五种不同对话类型,以支持学习者直观了解小组讨论的焦点内容,发现有价值的讨论方向和对话形式,更有针对性地调整后续的协作讨论方案^[18]。

2. 面向行为参与的群体感知仪表盘

面向行为参与的智能仪表盘通过可视化呈现小组成员的交互频次、任务进度等行为参与信息,实现小组内部成员的相互监督,进而确保小组成员积极承担个体责任,并将自身的参与和小组目标任务保持一

致。如在线协同写作工具 Cooperpad 集成的行为感知仪表盘,通过自动捕捉学生在协同写作任务中的增、删、改、查等修订行为,进而生成可视化的行为强度和模式分析报告,并支持学习者比较自己与同伴的参与程度与个体贡献,激发学习者的参与责任感^[19-20]。Kwon 开发的智能仪表盘呈现小组的协作任务执行过程、任务执行质量、成员评价等信息,旨在引导学习者从计划、监控和评估三个阶段反思小组的任务进展,评估个人对小组的贡献程度^[21]。而 Strauß 等研究者认为群体之间的参与和有效互动难以自然发生,还将 GAT 工具与自适应协作提示结合,可视化呈现学习者在小组论坛中发送的消息数和向单个成员发送的私人消息数并提供改进建议,增强小组成员对同伴积极行为参与的感知,促进平等参与和贡献,以减少“搭便车”现象的发生^[22]。

3. 面向社交参与的群体感知仪表盘

面向社会交互感知的智能仪表盘通过可视化呈现小组成员的社会交互密度、质量等信息,来协调主体间交互的紧密程度,营造相互依赖的社会关系,进而提升小组内部的凝聚力。如 Phielix 等研究者要求小组成员对个人和同伴的影响力、友好性、合作性、可靠性、生产力和贡献质量进行等级评定,智能仪表盘以雷达图的形式呈现这些社会交互感知信息,用来表

现成员的内在交互特征,发展积极的情感关系和团队信任感,以提升协作交互质量^[23]。另有研究者采用社会网络分析(SNA)来呈现小组之间的社会交互行为关系,通过点中心性、网络密度、集中度等指标来反映交互程度,实证研究证实该智能仪表盘有助于学习者明确自己在小组社交网络中的位置,衡量并调节自身与同伴之间的社会交互,进而提升社会互动参与度和绩效^[24]。

除此以外,另有部分智能仪表盘综合提供认知、行为和社会多维度的群体感知信息,便于师生更全面地监控个体和群体的协作学习状态。如 Pifarré 等研究者在 KnowCat 智能仪表盘中集成了注册用户、在线用户、雷达视图、笔记视图、历史视图和参与视图等六种群体感知信息,以期面向学生提升小组协作交互的质量,实证研究证实上述群体感知信息能够帮助学习者监控和调节协作过程^[25]。另有研究者开发了一个知识-行为-社会仪表盘(KBSD),并以协同研修的教师作为研究对象,评估其在提供诊断和干预策略方面对教师之间协作的影响。KBSD 通过可视化呈现教师研修话题相关性、网络密度等指标,反映各个教师小组在协作交互中的知识建构、行为模式和社会互动的多维视觉表征信息,研究发现,智能仪表盘能够从协作的过程和结果全面反映协作状态,揭示群体成员具有内隐性的深层参与特征^[26]。

综上所述,基于群体感知的智能仪表盘以可视化的形式外化原有“人-人”协作交互中认知、行为、社会交互参与信息,促进学习者发现冲突、采取行动消解冲突并内化为群体的公共知识,以发挥人机协同中介工具的作用。现有研究关注的核心问题是如何在海量数据中选择有效的感知信息进行可视化呈现,以及如何将多维感知数据整合到一个或多个可视化视图中;此外,群体学习者在获取智能仪表盘感知信息后如何调节自己的行为,如何依据仪表盘数据协调组内的认知与社会化冲突等问题也是未来研究需要进一步探索的方向。

(二) 基于适应反馈的智能仪表盘

1. 指向协作结果的总结性反馈

指向协作结果的总结性反馈在可视化呈现小组成员的群体感知信息的基础上,对于阶段性协作学习结果进行有针对性地反馈,引发群体的反思与改进。如面向教师的 CoTrack 智能仪表盘配备了麦克风来捕捉学习者协作过程中的话语信息,通过可视化方式呈现各小组互动时长以及互动网络密度等感知信息,综合评估各个小组的协作状况,教师在智能仪表盘的支持下快速作出适应性的干预决策^[27]。面对面协同论

证(FCA)的智能仪表盘能够在每轮活动后可视化呈现对话过程中的评论数量、网络密度和论证要素数量等感知信息,从社会和认知的维度反映小组的协作互动过程;系统提供的教师仪表盘根据阶段性协作交互情况将小组划分为红黄绿三种颜色,并识别出需要帮助的小组,以便教师及时收到求助提醒并提供反馈和指导。研究发现,仪表盘的应用使小组观点立场更加均衡、互动更加紧密,论证质量提升,并且学习者对仪表盘的有效性、易用性和态度都呈现积极倾向^[28]。

2. 面向协作过程的即时性反馈

面向协作过程的即时性反馈通过实时追踪小组成员协作过程中的互动状态并可视化呈现互动观点差异等信息,引导小组成员改进互动方向与效率。如提供即时性反馈的智能仪表盘可以伴随式监控并可视化呈现小组的协作参与和任务进度信息,当系统判定出现问题时,能自动发布相应的误解通知(MN)、慢组通知(SN)和肯定通知(PN)到教师的手持仪表盘上,以帮助教师判断需要支持的小组并提供干预^[29-30]。另有研究者开发了一种提供预警的智能仪表盘 SAGLET,并在数学课堂的协作学习情境中进行应用。该智能仪表盘实时跟踪小组的学习进展,识别各小组协作学习的关键阶段,并发送给教师相应的警报,以帮助教师监控和协调参与学习任务的多个小组^[31]。关键阶段警报与通知类似,有助于教师及时发现有问题的小组,提升干预和交互的效率。与之不同的是,Chen 等研究者基于自然语言处理、社会网络和数据可视化技术开发的即时观点比较系统(IPCA),能够实时呈现学习者与同伴在在线讨论过程中的观点差异。该系统通过实时收集讨论内容,进行分词和词汇分析,再采用观点的同心圆图以一分钟为周期进行更新,以直观呈现学习者之间的观点差异,提升整体讨论的有效性^[32]。

3. 面向协作结果优化的预测性反馈

面向协作结果优化的预测性反馈通过诊断小组现存的问题(如与同伴的交互程度低、学习进度慢)预测未来的学习风险,并找出问题原因,给出有针对性的建议和改进方案,以优化协作学习路径。早期研究中,提取学习管理系统(LMS)的在线会话总数、访问聊天区等点击流数据并通过结合预测模型和网络可视化工具的智能仪表盘提供给教师和学生,以识别在学习进度、学习成绩等方面有风险的协作小组和学生,并提供教学干预^[33]。Charleer 等和 Gutierrez 等研究者分别开发了面向学术咨询的智能仪表盘 LISSA 和 LADA,前者利用数据挖掘等技术获取学生当前的学习进度、学习成绩、同伴比较等信息,后者在此基础

上进一步预测学生未来的学习表现,以提供更有针对性的学术建议^[34-35]。另有研究者进一步开发了两种推荐型的智能仪表盘:内容推荐仪表盘先对每个概念的掌握程度进行评分,呈现认知差距,再推荐与薄弱概念对应的学习视频、课外练习等,让学生弥补知识差距;技能推荐仪表盘先通过在线测试计算时间管理等技能的得分,再提供相关建议,以优化学习路径^[36]。

综上所述,基于适应反馈的智能仪表盘通过挖掘感知数据来诊断分析小组协作学习过程和结果,给学习者带来群体学习的目标、阶段成果以及改进方案等信息,用来提升群体协作绩效。此类智能仪表盘起初主要提供总结性反馈,追踪小组协作进度并可视化呈现阶段性的学习结果,协同教师提供适应性的反馈,引导学生反思和调节;而后,随着技术的发展,智能仪表盘开始提供即时性反馈,通过系统智能判定和发布预设的通知和警报等方式辅助教师及时掌握学习者的协作状态,帮助学习者实时解决问题;也有研究者关注如何利用智能仪表盘提供预测性反馈,以便在协作学习的早期发现问题,给出针对性的解决方案,以优化后续协作学习路径。

(三) 基于师生代理的智能仪表盘

1. 基于虚拟向导的教师代理

基于虚拟向导的教师代理通过建立模拟实验室等模拟教学场景,使用智能仪表盘实时监控小组的协作状态,根据预设的步骤主动与学习者交互,发挥虚拟教师对于协作小组的向导作用。如 Tissenbaum 等研究者与物理教师共同合作设计了高中物理课堂协作探究的相关活动,以智能教室空间为教学环境,利用实时教师代理的智能仪表盘引导学习者走向对应的屏幕并进行交流互动和观点协商。教师在此过程中充当“漫游者”角色,利用系统实时监控小组协商情况并动态编排活动流程,在学生遇到困难时主动提供干预^[37]。另有研究者创设模拟编程环境,学习者需要通过协作解决编程问题,教师代理的智能仪表盘可视化呈现小组成员的编程步骤、语法错误和暗示性纠正等,并主动为学习者提供认知提示信息以支持程序改进^[38]。

2. 面向激励陪伴的同伴代理

面向激励陪伴的同伴代理通过监测所有小组的协作记录,建立伴随式的同伴代理,引导和激励学习者协作解决问题。如 Olsen 等研究者开发的协作智能辅导系统(CITS)通过跟踪学习者的实时协作行为,找到那些正面临同样的学习问题或已经解决过类似学习问题的同伴,并主动提供干预,如为小组讨论提供

一个共同的焦点等^[39]。而 Castro - Schez 等研究者开发的智能辅导系统 Proletool 3.0 还鼓励学生自主规划学习任务、自由定义练习,系统会针对监测到的错误提供指导和干预,帮助学习者采取下一步行动^[40]。除了提供认知支持以外,一些同伴代理还提供情感支持,在协作过程中陪同和激励小组学习者。如 Ruiz 等研究者基于定义了六种积极和消极情绪的 TEA 模型开发了一种自我报告工具,跟踪学生的情绪并通过智能仪表盘可视化呈现。除使用条形图和箱线图以外,还使用了表情符号,以吸引学生的注意力并增强学习动机^[41]。还有研究者发现,学习者情绪的可视化可以帮助学习者建立和维持社会情感关系。研究者收集了音频、视频、自我报告和交互痕迹等多种模态的数据,利用系统自动检测学生的情绪,并在智能仪表盘可视化呈现^[42]。

综上所述,基于师生代理的智能仪表盘通过模拟教学场景、系统推荐同伴、监测情绪状态等方式尽可能地模仿人与人之间的协作交互过程,甚至比学习者更了解自己,以此来降低人机之间的边界感,增强人机融合程度。此类智能仪表盘根据角色可以分为教师代理和同伴代理两类,其中,教师代理也可以理解为向导型代理,通过营造模拟教学场景一步一步引导学习者参与到协作学习活动中,并以教师身份提供权威性的认知支持;同伴代理旨在寻找最匹配的同伴协作解决现存问题,还具备一定的情感智能,关注学习者的情绪状态以提升学习的主动性。总的来说,基于师生代理的智能仪表盘首先具备从认知、行为、情感多方面可视化呈现学习者的学习状态信息的基本功能,其次能针对学习者的现有问题提供适应性反馈,而且与前两种类型相比,它们更突出的特点是临场感强,通过模仿教师和同伴等角色给人一种在与真实的人进行协作对话的沉浸式体验感。

四、总结与展望

本研究从群体感知、适应反馈和师生代理三类智能仪表盘的技术可用性视角,系统梳理了国际前沿相关研究进展。其基本结论为:对于群体感知,智能仪表盘通过多样化的可视化表征方式直观呈现学习者的协作学习状态,以此来实现感知信息的显性化表征,引导学习者发现并解决认知与社会性冲突,促进主体间的共享与协商。对于适应反馈,智能仪表盘通过技术跟踪小组的协作任务执行进度与互动行为,并予以可视化呈现,以此来预测学习者的学习风险,并提供相关的警告、建议等干预信息,优化学习路径。对于师生代理,智能仪表盘通过教师和同伴两类代理

主动提供认知和情感支持,增强协作学习者的临场感,降低人机之间的边界感,以此来发挥人机协同中介工具的作用。上述内容分别从互动状态感知、互动适应反馈与互动代理支持三个角度来促进协作学习中主体间的交互过程与结果,结合现有研究进展,后续有关智能仪表盘的研究可能聚焦于如下方向。

(一) 关注学习者视角下的多种感知信息可视化表征方式

为全面反映学习者的协作学习状态,智能仪表盘需要将采集的认知、行为和社会等多维感知信息进行可视化融合表征。从提供群体感知信息的目的来说,当前研究者开发的智能仪表盘主要面向教师,旨在帮助教师及时获取小组的协作状态信息,以推动教学进度。后续智能仪表盘研究应当更多从学习者的视角出发,关注小组学习者对认知、社会关系等感知信息的需求^[43-44]。此外,从群体感知信息的可视化呈现方式来说,目前最常见的是关于登录频次、发帖数量等点击流信息的图表,其次是一些雷达图、社会网络图、词云图等。一部分研究者已经关注到多模态学习分析领域,探索如何动态采集学习者的生理体征数据(眼动、脑电、皮电)、物理空间数据(面部表情、声音、手势、身体动作)等,并将数据进行融合,利用各类可穿戴传感器或AR/VR等技术增强学习者对信息的感知^[45-46]。后续研究可以注重采用增强现实等技术来将感知信息叠加到协作学习场景中,增强小组成果对信息的感知效率。

(二) 聚焦提升适应反馈信息的可解释性

目前的适应反馈主要基于历史数据并依靠机器学习算法集中进行学习,以匹配对应的反馈内容或推断未来可能的结果。整个适应性反馈过程如同黑箱,其内部的运作机制缺乏足够的可解释性,用户无法理解智能仪表盘是如何进行反馈匹配和预测的,进而会对反馈结果产生质疑,难以将反馈信息有效利用。众多研究者开始关注这方面的问题,将与人工智能相关的机器学习、自然语言处理等技术应用于知识建构会话分析中,实现对会话内容的自动分析与挖掘^[47]。因此,未来研究者可能会关注智能仪表盘的反馈机制,揭示其背后的运行机理^[48]。目前,从提供适应反馈的目的来说,现有研究者不再局限于提供阶段性的学习结果反馈信息,已逐渐转向结合数据挖掘、自然语言处理等领域的前沿智能技术实现实时的监控跟踪,以及针对不同协作状态的学习小组匹配适应性的反馈干预信息。因此,如何有效识别在早期协作过程中的学习进度、学习成绩、参与度等方面出现落后的小组和学生也是未来可以关注的研究方向。从形式

上来说,目前适应反馈已经从原来单一的文本形式逐渐转变为自然语音、图像图形等形式。为达到“师-生-机”多层次的自然交互,适应反馈正在逐步走向提升学习者的触觉感知和交互式视觉场景的形式,通过呈现虚拟的人物形象模拟导师、同伴等营造自然交互场景与反馈内容。

(三) 注重社会文化情境下的师生代理设计

在协作学习中,人与计算机不仅仅存在简单的交互关系,也存在特定社会文化情境中的互动,因此,智能仪表盘应当能够识别社会文化情境,并与之匹配。从师生代理的类型来说,目前的智能仪表盘大多是活动式代理,如上文提到的Proletool 3.0、CITS等,其基本功能是以智能辅导系统的形式引导和支持学生完成各项协作学习活动,促进学习者有意义的交流。而会话式代理是未来协作情境中值得关注的一种形式,与活动式代理的不同之处在于,它并不局限于支持学习完成协作过程,而是营造真实的社会文化情境,与学习者进行对话或更广泛的互动,通过提示有针对性地引导学生进行反思调节,达成元认知和情感等多维度的互动。此外,从师生代理的应用效果来说,已有研究指出,有些师生代理未能产生良好的效果,原因在于缺乏系统化的设计结构并忽视了对情境的考察与匹配。在未来研究中,一方面需要重点关注师生代理的个性化设计,包括形象、能力、信息传递、情绪状态和交互方式等要素,设计可定制的智能仪表盘;另一方面需要结合不同的社会文化情境对结构化的智能仪表盘进行一定程度上的调整,使之具备情境匹配的基本能力。

【参考文献】

- [1] 马志强. 从相互依赖到协同认知——信息化环境下的协作学习研究[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2019: 2-4.
- [2] 冯建军. 以主体间性重构教育过程[J]. 南京师大学报(社会科学版), 2005(4): 86-90.
- [3] Jeong H, Hmelo-Silver C E. Seven affordances of computer-supported collaborative learning: How to support collaborative learning? How can technologies help? [J]. Educational Psychologist, 2016(2): 247-265.
- [4] 杨赓, 周慧颖, 王柏村. 数字孪生驱动的智能人机协作: 理论与应用[J/OL]. 机械工程学报: 1-12 [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2187.th.20220511.0853.004.html>.
- [5] Verbert K, Duval E, Klerkx J, et al. Learning analytics dashboard applications [J]. American Behavioral Scientist, 2013(10): 1500-1509.
- [6] Verbert K, Govaerts S, Duval E, et al. Learning dashboards: an overview and future research opportunities [J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2014(6): 1499-1514.
- [7] Schwendimann B A, Rodriguez-Triana M J, Vozniuk A, et al. Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research [J]. IEEE Transactions on Learning Technologies, 2016

(1): 30–41.

[8] Matcha W, Gašević D, Pardo A. A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: A self-regulated learning perspective [J]. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2019(2): 226–245.

[9] Bodily R, Verbert K. Review of research on student-facing learning analytics dashboards and educational recommender systems [J]. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2017(4): 405–418.

[10] 欧阳嘉煜, 汪琼. CSCL 情境中的群体感知工具: 设计类型与效果评估 [J]. *现代远距离教育*, 2022(1): 14–23.

[11] Bodemer D, Dehler J. Group Awareness in CSCL Environments [J]. *Computers in Human Behavior*, 2011(3): 1043–1045.

[12] 陈凯泉, 张春雪, 吴玥玥, 等. 教育人工智能(EAI)中的多模态学习分析、适应性反馈及人机协同 [J]. *远程教育杂志*, 2019(5): 24–34.

[13] Sedrakyan G, Mannens E, Verbert K. Guiding the choice of learning dashboard visualizations: Linking dashboard design and data visualization concepts [J]. *Journal of Computer Languages*, 2019(50): 19–38.

[14] 何克抗. 教学代理与自适应学习技术的新发展——对美国《教育传播与技术研究手册》(第四版)的学习与思考之六 [J]. *开放教育研究*, 2017(5): 11–20.

[15] 杨翠蓉, 廖雅丽, 袁欢. 伴随言语的图标手势类型对初中生词语激活与理解的影响——对智能导学系统教学代理设计的启示 [J]. *现代远距离教育*, 2022(2): 66–74.

[16] Pérez-Marín D. A Review of the Practical Applications of Pedagogic Conversational Agents to Be Used in School and University Classrooms [J]. *Digital*, 2021(1): 18–33.

[17] Cui J, Yu S. Fostering deeper learning in a flipped classroom: Effects of knowledge graphs versus concept maps [J]. *British Journal of Educational Technology*, 2019(5): 2308–2328.

[18] Yoo M, Jin S H. Development and evaluation of learning analytics dashboards to support online discussion activities [J]. *Educational Technology & Society*, 2020(2): 1–18.

[19] Liu M, Pardo A, Liu L. Using learning analytics to support engagement in collaborative writing [J]. *International Journal of Distance Education Technologies*, 2017(4): 79–98.

[20] Liu M, Liu L, Liu L. Group awareness increases student engagement in online collaborative writing [J]. *The Internet and Higher Education*, 2018(38): 1–8.

[21] Kwon K. Student-generated awareness information in a group awareness tool: what does it reveal? [J]. *Educational Technology Research and Development*, 2020(3): 1301–1327.

[22] Strauß S, Rummel N. Promoting regulation of equal participation in online collaboration by combining a group awareness tool and adaptive prompts. But does it even matter? [J]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2021(1): 67–104.

[23] Phielix C, Prins F J, Kirschner P A, et al. Group awareness of social and cognitive performance in a CSCL environment: Effects of a peer feedback and reflection tool [J]. *Computers in human behavior*, 2011(3): 1087–1102.

[24] Wang A, Yu S, Wang M, et al. Effects of a visualization-based group awareness tool on in-service teachers' interaction behaviors and performance in a lesson study [J]. *Interactive Learning Environments*, 2019(5–6): 670–684.

[25] Pifarré M, Cobos R, Argelagós E. Incidence of group awareness information on students' collaborative learning processes [J]. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2014(4): 300–317.

[26] Bao H, Li Y, Su Y, et al. The effects of a learning analytics

dashboard on teachers' diagnosis and intervention in computer-supported collaborative learning [J]. *Technology, Pedagogy and Education*, 2021(2): 287–303.

[27] Kasepalu R, Chejara P, Prieto L P, et al. Do Teachers Find Dashboards Trustworthy, Actionable and Useful? A Vignette Study Using a Logs and Audio Dashboard [J]. *Technology, Knowledge and Learning*, 2021: 1–19.

[28] Han J, Kim K H, Rhee W, et al. Learning analytics dashboards for adaptive support in face-to-face collaborative argumentation [J]. *Computers & Education*, 2021(163): 104041.

[29] Martínez-Maldonado R, Clayphan A, Yacef K, et al. MTFeed-back: providing notifications to enhance teacher awareness of small group work in the classroom [J]. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2015(2): 187–200.

[30] Martínez-Maldonado R. A handheld classroom dashboard: Teachers' perspectives on the use of real-time collaborative learning analytics [J]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2019(3): 383–411.

[31] Schwarz B B, Swidan O, Prusak N, et al. Collaborative learning in mathematics classrooms: Can teachers understand progress of concurrent collaborating groups? [J]. *Computers & Education*, 2021(3): 104151.

[32] Chen C M, Tsao H W. An instant perspective comparison system to facilitate learners' discussion effectiveness in an online discussion process [J]. *Computers & Education*, 2021(164): 104037.

[33] Macfadyen L P, Dawson S. Mining LMS data to develop an “early warning system” for educators: A proof of concept [J]. *Computers & Education*, 2010(2): 588–599.

[34] Charleer S, Moere A V, Klerkx J, et al. Learning analytics dashboards to support adviser-student dialogue [J]. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2018(3): 389–399.

[35] Gutiérrez F, Seipp K, Ochoa X, et al. LADA: A learning analytics dashboard for academic advising [J]. *Computers in Human Behavior*, 2020(107): 105826.

[36] Bodily R, Ikahihifo T K, Mackley B, et al. The design, development, and implementation of student-facing learning analytics dashboards [J]. *Journal of Computing in Higher Education*, 2018(3): 572–598.

[37] Tissenbaum M, Slotta J. Supporting classroom orchestration with real-time feedback: A role for teacher dashboards and real-time agents [J]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2019(3): 325–351.

[38] Jamil M G, Isiaq S O. Teaching technology with technology: approaches to bridging learning and teaching gaps in simulation-based programming education [J]. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2019(1): 1–21.

[39] Olsen J K, Rummel N, Alevin V. It is not either or: An initial investigation into combining collaborative and individual learning using an ITS [J]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2019(3): 353–381.

[40] Castro-Schez J J, Glez-Morcillo C, Albusac J, et al. An intelligent tutoring system for supporting active learning: A case study on predictive parsing learning [J]. *Information Sciences*, 2021(544): 446–468.

[41] Ruiz S, Charleer S, Urretavizcaya M, et al. Supporting learning by considering emotions: tracking and visualization a case study [C] // Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge. 2016: 254–263.

[42] Ez-Zaouia M, Lavoué E. EMODA: A tutor oriented multimodal and contextual emotional dashboard [C] // Proceedings of the seventh inter-

national learning analytics & knowledge conference, 2017: 429 – 438.

[43] Valle N, Antonenko P, Dawson K, et al. Staying on target: A systematic literature review on learner – facing learning analytics dashboards [J]. *British Journal of Educational Technology*, 2021(4): 1724 – 1748.

[44] Sansom R L, Bodily R, Bates C O, et al. Increasing student use of a learner dashboard [J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2020(3): 386 – 398.

[45] 穆肃, 崔萌, 黄晓地. 全景透视多模态学习分析的数据整合方法 [J]. *现代远程教育研究*, 2021(1): 26 – 37 + 48.

[46] 马志强. 社会认知互动的多维刻画——协作学习投入理论建构与实践探索 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2021: 76 – 93.

[47] 马志强, 郭文欣, 王萌. 面向协作知识建构会话内容的智能挖掘分析 [J]. *现代远程教育*, 2022(1): 3 – 13.

[48] Susnjak T, Ramaswami G S, Mathrani A. Learning analytics dashboard: a tool for providing actionable insights to learners [J]. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2022(1): 1 – 23.

Collaborative Learning towards Human – machine Cooperation: Research on Hotspots and Frontier Trends of Intelligent Learning Analytics Dashboard in CSCL Field

MA Zhiqiang, LYU Ziyun, ZHANG Saiyu
(Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122)

Abstract: In the frontier field of CSCL, the addition of intelligent intermediary tools has transformed the original human – human interaction into a human – machine – human interaction. Among which, intelligent learning analysis dashboard has been widely concerned by researchers. This study uses the method of systematic literature review to sort out the relevant literature, and finds that the intelligent learning analysis dashboard can promote the relationship and results of the interaction between subjects from the three dimensions of group perception, adaptive feedback and teacher – student agent. The realization of its mechanism is to visually represent the cognitive, behavioral, and social perception information which are hidden in the person – to – person collaborative interaction, so that learners can be guided to discover and resolve cognitive and social conflicts and construct group public knowledge; to basically utilize the perceived information, analyze and match the interaction process and results, so that the cooperation path can be optimised; to simulate the teaching scenes as well as teacher – student agent, and reconstruct the collaborative interaction process of human – machine – human combination, so that the learners’ sense of presence and immersion experience can be enhanced. Eventually, this study also puts forward the following prospects for the intelligent learning analysis dashboard: at the level of group perception, the visual representation from the perspective of learners should be emphasized; at the level of adaptive feedback, improving the interpretability should be focused; at the level of teacher – student agent, the matching design in the social and cultural context should be paid attention to.

Key words: Human – machine Cooperation; Intelligent Education; Collaborative Learning; Learning Dashboard; Learning Analysis