

基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析

Analysis of Automated Group Learning Engagement Based on Online Collaborative Learning Platform

严欣欣^{1*}, 徐婧怡²

^{1,2} 浙江工业大学

*2831627650@qq.com

【摘要】 随着教育数字化转型的推进,本研究结合 AIGC 技术和 CSCL 情境,探讨基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析模型。该模型评估学习者在认知、行为和社会互动层面的投入,提供个性化反馈和实时分析。通过处理在线协作平台的数据,我们构建了基于“新三维目标”理论框架的多维度学习投入分析系统,旨在提高在线学习质量和促进学生全面发展。实验结果显示,使用该系统后,小组成员间的沟通更加高效,学习投入显著增加,协作效率明显提升。研究成果为优化在线协作学习提供了新方法和技术支持。

【关键词】 在线协同学习; 学习投入分析; 自动化系统; 人工智能; 新三维目标

Abstract: In response to the digital transformation of education, this study integrates artificial intelligence-generated content (AIGC) and computer-supported collaborative learning (CSCL) to explore an automated group learning engagement analysis model. The model evaluates learners' cognitive, behavioral, and social interaction involvement, providing personalized feedback and real-time analysis. By analyzing data from online collaboration platforms, we constructed a multidimensional learning engagement system based on the "new three-dimensional goals" framework to enhance online learning quality and student development. Experimental results show improved communication, increased learning engagement, and higher collaborative efficiency among group members. This research offers new methods and technical support for optimizing online collaborative learning.

Keywords: online collaborative learning; learning engagement analysis; automated system; artificial intelligence; new three-dimensional goals

1. 引言

随着信息化时代的到来,教育数字化转型已成为不可阻挡的趋势。党的二十大报告明确提出:“推进教育数字化,建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国。”这标志着技术角色正在从传统的辅助手段转变为信息化时代下的多元化工具。传统面对面授课模式已难以满足现代教育需求,在线协作平台和多媒体教学软件等现代教育技术的融入成为必然。

在此背景下,学习投入分析作为优化在线协作学习模式的重要支撑工具,其重要性日益凸显。在线协作学习不仅跨越了时间和空间的限制,还通过大数据分析提供了精准的教学反馈。学习投入分析利用系统科学和社会网络理论,动态捕捉和深度挖掘个体的行为、情感及认知状态,准确描绘学习者的投入情况及其变化规律。教育工作者据此洞察学习者的参与程度,调整教学策略,从而提高教学效果。

此外,“新三维目标”的构建——即大观念、新能力和新知识,为提升在线学习质量提供了新的视角。这一框架强调从多模态角度分析群体感知与投入,通过多个维度衡量学习者的学习质量,促进学生的全面发展。综上所述,本研究旨在探讨基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析,以期优化在线教育提供有效支持。

2. 文献综述

在协作学习中,学习投入是衡量协作讨论效果的重要指标。研究表明,在 CSCL 环境下,高水平的学习投入不仅能够保持学生参与在线学习活动的积极性和动机,而且是取得良好学习效果的关键因素(PaceCR,1982;Li&Baker,2018)。研究还发现,学习投入与学习成就呈正相关,并且对学生的成长、成才具有重要促进作用(李新,李艳燕,2021)。Fredricks 等人(2004)指出,学习投入反映了学生在学习过程中的卷入程度,是评估学生学习能力和课堂教育质量的重要尺度。

尽管已有大量研究探讨了学习投入对教学效果的影响,但目前对于具体、多功能、能够及时反馈的小组学习投入分析系统的研究仍然不足。以往的研究主要集中在个体学习投入的认知、情感和社会交互方面,而对于 CSCL 情境下群体学习投入的理解有限(尹睿,徐欢云,2017)。此外,传统研究方法如问卷调查和结构方程模型虽然有助于理解不同投入类型之间的关系,但在提供即时反馈方面存在局限性(刘繁华,易锡添,2021)。现有研究未能充分解决不清晰的学习投入情况对小组学习成果评估的影响(冯思怡等,2023)。因此,基于在线协同平台的自动化小组学习投入分析成为亟待探索的领域。

本研究旨在通过整合人工智能生成内容(AIGC)技术和计算机支持的协作学习(CSCL)环境,构建一个创新的自动化小组学习投入分析工具。该工具将充分利用在线协同学习平台所收集的数据集和评价模型,为提高在线教育质量和个性化学习体验提供有效支持。特别地,本研究致力于解决当前研究中存在的不足,即缺乏对 CSCL 情境下群体学习投入的深入理解和即时反馈机制,从而推动教育领域对在线协同学习的研究。

3. 理论框架和方法论

3.1. 文献背景调查

为启动项目,需系统回顾过去十年教育技术领域学术文献。调研分三步:①初步扫描前沿文章,用 Citespace 进行关键词聚类和多维尺度分析,找出研究热点;②在中国知网等数据库深度检索,阅读高影响力论文和硕博论文;③在 ScienceDirect、Springer 等外文数据库精选国外优质成果。调研发现,多数在线协作平台未深入分析小组协作学习数据,或仅浅层处理文本数据,忽视更广视角。项目团队提出多模态、多维度评估方法,纳入视频音频数据,增强分析全面性和准确性,提升研究实用价值。

3.2. 市场分析

国内已广泛具有大量具备在线协作学习功能的学习平台,为此,项目组特意搜集并整合了几个使用广泛、享有较高知名度的此类平台,评估它们在学习投入分析功能方面的具体情况。

表 1 已有的在线协作学习平台的学习投入分析功能情况

名称	认知投入分析	行为投入分析	社会投入分析
腾讯课堂	N	L	N
网易云课堂	N	L	N
MOOC	L	L	Y
学习通	L	Y	L

其中 N (No) 表示无, L (Limit) 表示有但分析方面或内容有限, Y (Yes) 表示分析和建议较为全面。

虽然这些平台大多拥有美观的界面和相关课程学习情况的数据分析,但对于学习者的认知情况、学习者之间的社会投入情况以及多模态的数据采集与分析尚有所欠缺,并缺少直观的可视化图表供学习者参考,仍存在潜在的用户痛点和市场缺口。

3.3. 问卷调研

本问卷旨在探究在校学生对传统协作学习方式的满意度以及对自动化小组学习投入分析和评价工具的接受度。基于问卷调查法，问卷设计参考艾伦·巴比的《社会研究方法》，通过问卷星平台回收有效问卷 46 份（有效率 92%）。

调研结果显示，学校、专业、年级等因素并不影响学生对小组学习投入分析重要性的认知以及使用相关工具提升小组协作水平的意愿。数据表明，18%的课堂上老师总是组织小组协作，46%的课堂上老师经常会开展小组协作，而 70%的学生倾向于通过线上讨论来完成小组协作任务，这反映出在线小组协作学习已成为现代教学不可或缺的一部分。然而，在传统的协作学习模式中，学生对团队的满意度仅为 3.12 分（5 分量表），这一低分揭示了小组学习中存在的成员积极性不高、配合度差等问题。此外，团队成员对小组协作学习投入情况进行分析与改进的频率为 2.89 分，教师对小组协作进行介入的频率为 2.68 分，均显示出在专业分析与指导方面的明显不足。

研究同时发现了启示性的认知-行为悖论：受访者对实时分析学习投入的必要性给予 4.15 分的高度认可（标准差 0.63），对基于在线协作平台的智能分析工具提升协作效能的接受度均值达 3.98 分（标准差 0.71）。这种高认知水平与低实施现状之间的显著落差，凸显出智能化教育技术支持系统的发展必要性。数据进一步验证，87%的受访者认同自动化分析工具可有效提升任务分配合理性，79%期待通过可视化分析报告优化协作策略，这充分表明了学生对于此类工具的迫切需求，为开发和应用自动化小组学习投入分析工具提供了有力的实证支持，也突显了其在提升教育质量和学习效果方面的潜在价值。

3.4. ICAP 认知投入分类框架

ICAP 认知投入分类框架由 Chi 等人（2001）提出，用于描述和分析学习者在参与学习活动时的认知投入程度。该框架定义了四种不同的认知投入水平：被动（Passive, P），指学习者不参与讨论；主动（Active, A），指学习者积极主动地参与在线讨论；建构（Constructive, C），指学习者基于已有资料产生新想法；互动（Interactive, I），指两个及以上学习者通过对话协作学习。浅层次认知加工对应被动和主动学习，而深层次认知加工则对应建构和互动学习。在基于在线协同学习平台的自动化小组学习投入分析中，本研究依据 ICAP 框架对学生的学习认知投入进行划分，并结合具体讨论文本数据进行编码（见表 2），以分析不同学习者在小组协作中的具体认知投入情况。

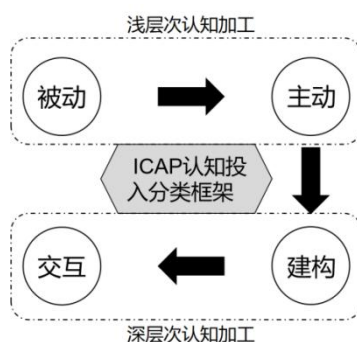


图 1 ICAP 认知投入分类框架

表 2 基于 ICAP 框架的协作学习认知投入分析编码表

阶段	分类	定义	编码
被动	接受	学习者不参与和话题相关的讨论	1a
	重复	学习者使用所提供的书面材料或课程学习内容	2a
主动	解释	用自己的语言陈述事实、概念等来解释自己的观点	2b
	总结	对学习者的观点进行综合分析	2c
建构	提问	基于自己的认知提出一个新颖的问题或提出自己的困惑	3a

交互	创造	学习者根据学习材料获取的知识结合已有的认知结构进而创造出属于自己的新知识	3b
	澄清	针对之前的观点进行进一步的解释	3c
	冲突	学习者指出与其他人观点的不同之处	3d
	支持	对他人的观点表示赞同	4a
	建立共识	学习者在接收到他人的建议或不同观点后，重新审视自我观点，并通过意义协商，进行知识建构	4b
	辩护	学习者基于自己的论点与他人辩论，并辩护自己的观点	4c

3.5. 构建关键新三维 CSCL 学习投入模型

在本项目中，我们结合“新三维目标”理论框架，对小组在在线协作学习（CSCL）环境中的学习投入程度进行全面评价。该模型由认知投入、行为投入、社会投入三个维度组成，以更全面地理解小组协作学习的学习过程和效果。

在这“新知识”这一维度上，我们将关注学习者对学习任务的认知投入程度，以及他们在学习过程中所投入的精力和注意力。在模型构建过程中我们将从注释讨论、文本内容、文本长度、文本质量等方面进行分析。同时，在认知投入部分我们将结合 ICAP 认知投入理论，对学习者的文本信息进行编码，实现认知类型的分类。新能力方面，我们将分析学习者的学习行为投入，如注释频率、讨论频率等，以及他们在学习活动中的参与度和活跃程度。大观念主要指社会投入，该方面主要体现群体在学习社区中的社会互动程度和团队合作能力。我们将关注群体成员之间的协作关系、点赞次数（认可度）、回复条数与参与回复的频率、作业互评，以及他们在团队合作中发挥的作用和贡献度。

表 3 多模态视域下的群体感知类型与数据指标

感知类型	学习投入类型	感知信息	指标	可视化方式
认知感知	认知投入	注释文本、讨论文本、会话文本、文本长度等	知识水平、知识结构性、观点新颖性、观点贴题性、观点认可度	统计可视化（圆环图、折线图、雷达图、条形）
				文本可视化（标签、词云、列表）
				关联关系可视化（网络图、二维坐标图、概念）
行为感知	行为投入	发贴数量、回帖数量、注释频率、任务分配、摄像头获取的学习者面部特征、语音语调	贡献度、专注度、参与度、角色定位、参与行为	统计可视化（条形图、占比图、饼图、环形）
				文本可视化（参与情况列表）
				关联关系可视化(网络图)
社会感知	社会投入	点赞次数、被回帖数量、回帖频率、作业互评	社会交互关系、影响力、认可度、合作性、可靠性、群体凝聚力、在线情况	统计可视化（条形图、雷达图、散点图、数字）
				关联关系可视化（交互关系图、社会网络图）

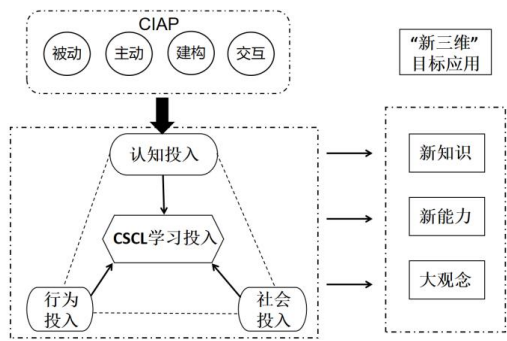


图 2 新三维 CSCL 学习投入分析模型

3.6. 数据集收集与构建

本项目聚焦多模态数据集的构建与验证，旨在支持学习投入度分析与模型训练。研究团队采集了某教学班级 10 个小组的在线协作学习数据（含文本/图片等多模态形式），经系统清洗、标注与整合后形成结构化 Excel 数据集。为确保分析效度，采用双人背对背编码机制：第一阶段通过深度研讨统一编码框架，明确维度定义、一致性检验标准及误差处理方法；第二阶段随机抽取 20% 样本进行独立编码，经比对后协商解决差异部分，达成共识后继续完成剩余 80% 数据的标注工作。双盲编码流程显著提升了数据标注的客观性与可靠性，为后续学习行为分析与模型训练奠定了高质量数据基础。

4.研究结果

4.1. 基于 ICAP 的认知投入分析

依据表 2 所划分的类别，项目组成员对学习参与者参与在线协同学习活动时产生的交互内容进行编码，共得到 726 条有效的数据记录，如表 4 所示。在这些数据中，被动维度的数据量为 265 条，占总数的 36.5%；主动维度的数据量为 261 条，占比 35.9%；建构维度的数据量为 135 条，占 18.5%；而交互维度的数据量最少，为 65 条，占比 8.9%。

通过分析这些在线协作学习平台上的数据，我们观察到学习者的观点主要集中在被动和主动两个维度，达到建构维度的人数不多，而能够达到交互维度的学习者更是寥寥无几。从表格数据可以看出，第一组和第三组在认知投入方面的表现显著优于其他组别，而交互维度表现较好的仅有前三个小组，其余五个小组在交互维度上的表现较低，甚至有的小组完全没有达到交互维度。特别地，第一组的学习者在交互数据上表现得最为活跃，他们在主动、建构和交互三个维度上均有显著表现，这表明他们在学习过程中进行了有效的交流、协商，并能够达成共识。

表 4 在线协作学习中各组认知投入统计表

	被动	主动	建构	交互
第一组	38	25	36	20
第二组	26	38	4	16
第三组	10	67	33	12
第四组	15	9	6	2
第五组	31	37	14	8
第六组	8	10	6	2
第七组	25	19	6	0
第八组	39	23	3	0
第九组	43	18	6	0
第十组	30	15	21	5
总计	265	261	135	65

4.2. 基于“新三维”理论的多维学习投入分析

根据图 2 的新三维 CSCL 学习投入分析模型，项目组利用简单的可视化学习投入分析算法，对各组的三维（认知、行为和社会）学习投入进行分析，并提供各个学习者在协作学习中各方面的学习投入情况可视化图表，以及个性化学习建议（如表 5）。项目组以第一组为例，分析第一组在协作学习过程中的学习投入情况（图 3-5）。

通过分析各方面的学习投入情况的可视化图表，我们观察到学习者的被动认知投入整体上处于较高水平，而在建构和交互认知投入方面比较匮乏。学生 wcl 在各方面都表现出较高的投入，特别是在认知和行为方面；lx 在认知和行为方面也表现出一定优势；学生 dj 在社会投入方面表现较好。图 5 展示了每个学生在不同学习投入中的占比。从图中可以看出，大多数学习者在认知投入中的占比均远高于行为投入和社交投入的占比。相比之下，学习者在行为和社交方面的投入较小。这种现象可能会影响学习者的全面发展，需要学习者及时对自身的投入投入情况进行调节，这也可能和我们的模型设计有关。

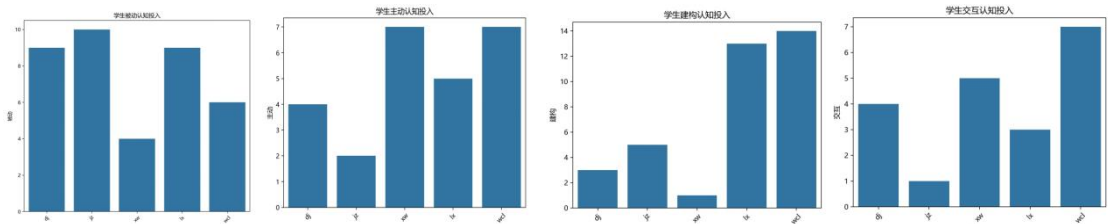


图 3 基于 ICAP 的认知投入分析条形图

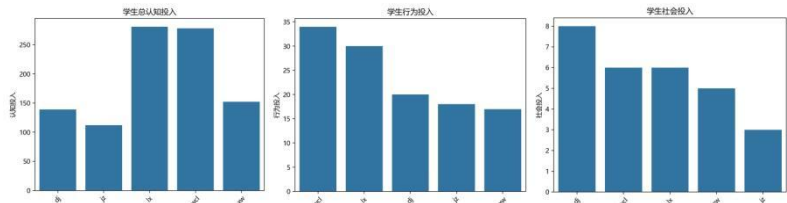


图 4 基于“新三维”理论的学习投入分析条形图

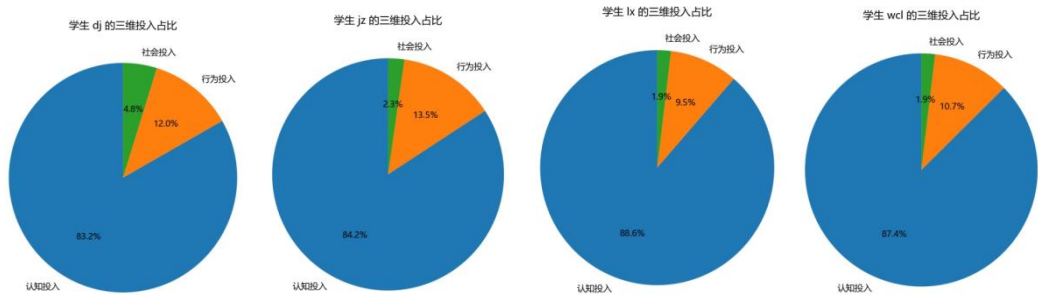


图 5 个性化学习投入分析饼图

表 5 个性化学习投入分析报告

学生 ID	基于 ICAP 的认知投入	基于“新三维”理论的学习投入	个性化分析
dj	被动认知投入：9 主动认知投入：4 建构认知投入：3 交互认知投入：4	认知投入：139 行为投入：20 社会投入：8	①你可以增加对学习内容的思考和讨论参与度以提高认知投入。 ②你可以更积极地参与小组活动以增强行为投入。 ③你与小组成员交流密切，并具有一定的影响度和认可度，请保持！

jz	被动认知投入: 10	认知投入: 112	①你可以增加对学习内容的思考和讨论参与度以提高认知投入。
	主动认知投入: 2	行为投入: 18	②你可以更积极地参与小组活动以增强行为投入。
	建构认知投入: 5	社会投入: 3	③你可以多鼓励和支持同伴,加强与小组成员的交流以加强社会投入。
	交互认知投入: 1		
lx	被动认知投入: 9	认知投入: 281	①你有对学习内容的深刻思考和认知,并积极提出自己的想法,请保持!
	主动认知投入: 5	行为投入: 30	②你积极地参与到小组协作中,具有一定的贡献度和参与度,请保持!
	建构认知投入: 13	社会投入: 6	③你与小组成员交流密切,并具有一定的影响度和认可度,请保持!
	交互认知投入: 3		
wcl	被动认知投入: 6	认知投入: 278	①你有对学习内容的深刻思考和认知,并积极提出自己的想法,请保持!
	主动认知投入: 7	行为投入: 34	②你积极地参与到小组协作中,具有一定的贡献度和参与度,请保持!
	建构认知投入: 14	社会投入: 6	③你与小组成员交流密切,并具有一定的影响度和认可度,请保持!
	交互认知投入: 7		

5.不同教育场景下的普适性分析

基于“新三维目标”框架的模型设计,本研究从理论层面探讨其在不同教育场景中的适配性。在高等教育中,科研项目中的协作学习常需深度认知投入(如批判性提问、创新观点生成)与社会协商能力。模型通过动态捕捉文本交互中的高阶认知行为(如 ICAP 框架中的“建构”与“交互”维度),可为导师提供结构化反馈,辅助识别“沉默参与者”与“知识建构者”,与现有文献中“角色差异化干预”需求一致(刘繁华等,2021)。

针对职业教育的实践导向特征,模型对行为投入(如任务完成时效性)与认知投入(如问题解决策略)的量化分析,可匹配职业技能培训中对“过程性评价”的强需求。例如,通过监测学员讨论中的“被动认知”比例,预警实践能力薄弱风险,与职业教育的“能力本位”目标形成理论呼应。在 K-12 教育中,模型对社会投入(如协作频率、互惠性反馈)的敏感性,可支持教师识别社交退缩学生,并通过个性化激励促进其参与。此设计契合青少年社会情感能力培养目标(尹睿等,2017),且与跨文化协作中“包容性互动”研究形成逻辑关联。未来研究需通过跨场景实证进一步验证理论假设,但当前模型的多维度架构与动态分析机制,已为教育场景适配提供了可扩展的理论基础。

6.结论与展望

本项目创新性地结合了深度学习与教育心理学理论,构建自动化小组学习投入分析系统,有效解决了在线小组协作学习中个性化反馈和教师指导不足的问题,从而提高协作水平与学习绩效;为学习者提供了即时、个性化的反馈,促进了社会共享式学习。对于教师而言,这不仅简化了教学管理流程,还为制定针对性的教学策略提供了科学依据。项目利用了 ICAP 认知投入分类模型和多维度学习投入模型来处理在线协作学习平台收集的数据,对小组成员的认知参与、行为参与和情感参与进行了自动分类,从而构建了一个自动化小组学习投入分析和评价模型。此外,项目还运用了 matplotlib 可视化技术,将收集到的数据转换成直观的图表,为教师和学生提供了清晰的学习投入分析报告,有助于他们根据报告及时调整教学和学习策略。然而,由于开发能力与技术支持等方面的限制,本项目仍停留在理论研究阶段,只设计出了一段简单的运行代码,没有开展 Web、UI 等前端设计,未能开发出一款成熟、可投入使用的自动化学习投入分析系统。未来,我们将进一步优化系统算法,引入面部、语音识别等模块,构建多模态数据集,扩大数据样本,以适应更多样化的学习场景,并考虑将其推广至更多教育机构,以期产生更广泛的社会效益。

致谢

本项目受“浙江工业大学校级大学生创新创业大赛(项目编号:2024059)”资助。

参考文献

- 冯思怡, 苏秋燕, 姚淑梅. (2023). 基于 CiteSpace 的在线学习投入研究可视化分析. 现代信息技术(06), 181-185. doi:10.19850/j.cnki.2096-4706.2023.06.045.
- 刘繁华, 易锡添. (2021). 在线学习投入的分析模型构建及应用研究. 电化教育研究, 42(9), 69-75.
- 李新, 李艳燕. (2021). 基于系统性文献综述的国外学习投入实证研究分析. 现代远程教育研究, 33(2), 12.
- 尹睿, 徐欢云. (2017). 在线学习投入结构模型构建——基于结构方程模型的实证分析. 开放教育研究, 23(4), 11.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109.
- Pace, C. R. (1982). Achievement and the quality of student effort. *Academic Achievement*, 40.
- Qiujie, L., & Rachel, B. (2018). The different relationships between engagement and outcomes across participant subgroups in massive open online courses. *Computers & Education*, 127, S0360131518302094-.