DOI:10.13811/j.cnki.eer.2026.02.007

基于多模态大模型的协作论证支架对知识建构的影响研究

朱　珂[1]，吴雅欣[1]，夏静怡[2]

（1.河南师范大学 教育学部，河南 新乡　453007；
2.河南师范大学 智能教育河南省协同创新中心，河南 新乡　453007）

[摘　要] 在追求知识建构的数字化学习语境下，传统支架面临着结构固化、形式同质、交互单向等困境。随着通用人工智能从单一模态向多模态方向演进，智能化支架通过智适应反馈、跨模态处理、多主体交互等辅助协作论证，有助于推进知识建构深入发展。本研究结合 SMCKI 协作论证模型，依托多模态大模型技术，构建基于多模态大模型的协作论证支架；以 68 名大学生为研究对象开展教学实验，基于学习者的生成性交互数据，采用内容分析、多水平逻辑回归与路径分析等方法，从阶段性发展角度验证支架效果。结果表明，基于多模态大模型的协作论证支架引发了丰富的协作论证话语转移行为和高阶知识建构观点，总结升华话语转移行为与关键观点密切相关，关键观点是促进知识建构由低阶至高阶跃迁的主导因素。最后，基于研究结论从多模态开放系统、差异化支持策略与协同共生机理三方面提出策略建议。

[关键词] 多模态大模型；知识建构；协作论证支架；SMCKI 模型；人机协同学习

[中图分类号] G434　　[文献标志码] A

[作者简介] 朱珂(1982—)，男，河南南阳人。教授，博士，主要从事教育大数据分析应用研究。E-mail:ezhuke@qq.com。

一、引　言

人工智能技术愈发呈现出赋能教育的价值潜能。习近平总书记强调，要“推动人工智能和教育深度融合”[1]。教育部等九部门《关于加快推进教育数字化的意见》指出，要加速教育人工智能大模型发展[2]。深化教育领域大模型应用不仅需要考量智能技术要素、实质与尺度，而且需透过技术反思和调整固有教育模式，唤起、调动学习者主观能动性。人机协同学习领域预设了智能技术能够在教学过程中承担学习支架任务，在此前提下，如何借助智能化支架提升学习成效成为教育领域的核心议题[3]。在基于观点共享、共建与共创的知识建构(Knowledge Building,KB)中，协作论证支架给予学习者结构化支持，为持续、有意义的交互奠定基础，进而促进深层次认知发展。然而，传统支架多依赖经验设计，以教材、导学单、传统教辅工具等形式呈现，面临着结构固化、形式同质、交互单向等困境，难以支持学习者的有效交互[4]。

通用人工智能借鉴人脑跨模态处理特性，将输入数据从文本单模态转向跨越音频、图像、视频等多模态[5]。多模态大模型（Multimodal Large Language Models，MLLMs)的感知与交互能力显著提升，能够适应复杂的数字化教育场景，提供更自然的人机交互。学界关于 MLLMs 赋能教学的研究较为丰富，但多聚焦于特定群体支持与静态知识传递等技术优化路径设计，较少将 MLLMs 与学习支架加以联合分析，进而探索知识建构生成、发展的动态过程。本研究在厘定协作论证支架、MLLMs、知识建构意涵与机制的同时，探究基于 MLLMs 的协作论证支架的开发路径，开展准实验研究验证支架效果，并借鉴相关分析方法，进一步揭示基于 MLLMs 的协作论证支架如何影响知识建构发展，以期为基于 MLLMs 的学习支架设计提供参考，推动知识建构研究的深入发展。

基金项目：2025 年河南省教育科学规划重大课题“河南推进教育数字化战略的模式与路径研究”(课题编号：2025JKZB06)

二、相关研究综述

(一)协作论证支架的设计与应用研究

论证理论的探索由来已久，古希腊论辩术解析了论证内涵，即通过支持和反对某个主题而赢得论辩[6]，亚里士多德(Aristotle)阐释了论证形式的正确性和说服力[7]。王国维“有辩论无名学”的观点意味着中国古代有丰富论证资源[8]。现代论证研究重心逐渐转向群体与实践方向，独白/对话式、作为结构/语言的论证构成多元论证形式。依照迪安娜·库恩(Deanna Kuhn)所言，科学即为论证，她将科学视为论证、反论证循环的社会互动实践[9]。史蒂芬·图尔敏(Stephen E. Toulmin)构建了比传统形式逻辑更贴近日常论证实践的理论——图尔敏模型，但该模型忽略了主体间互动[10]。范·爱默伦(Frans van Eemren)则以批判性论证模型突出主体间互动对论证循环的作用[11]。这种具有后现代主体间性特征的互动式论证可表述为协作论证。

已有研究基于论证主体、过程演进与话语行为等视角探究协作论证实践策略。例如，沃尔顿(Douglas Walton)的辩证法模型从问题定义到多声论证，最终达成共识，引入多主体协作论证形态[12]。陈文莉等人提出SMCKI (Spiral Model of Collaborative Knowledge Improvement)模型[13]，在个体、群体和类层面提供民主知识共享与改进脚本，以多主体角度、动态知识演进弥补了传统模型的单向性、静态化缺陷，可有效弥合最近发展区，为本研究协作论证支架设计提供了参考。克拉克(Douglas B. Clark)等人将协作论证与知识建构相联系，认为协作论证中话语转移行为是促进深层知识建构的关键，并提出了话语转移行为编码框架，该框架是分析论证观点的有效工具[14]。

(二)多模态大模型的现状与开发研究

近年来，大语言模型的文本处理、泛化，以及语境适应和理解能力显著提升，然而，单模态限制了其对真实世界的综合感知。随着人工智能应用场景的拓展，大模型正从语言扩展至多模态认知功能。MLLMs 集成了文本、语音和图像等多种渠道数据，通过跨模态理解、生成与交互，有效解决多模态任务。常见的多模态任务大致可分为多模态理解（视频分类、指代表达等），以及多模态生成（图像生成、视觉编辑等）[15]。得益于 MLLMs 在多模态理解与生成上的进展，其在教育领域展现出应用潜力，能够在文本处理基础上提供更丰富模态的反馈和支持，应对更为复杂的教育情境。

目前，MLLMs 在主体建模、体系重构、交互支持与知识工程等方面的深度应用受到了教育学界关注。例如，谢雅淇等人专注于教师画像构建垂直专用大模型，以多模态认知赋能教师新质应用[16]。贝弗斯多夫(Arne Bewersdorff)等人将 MLLMs 与多模态学习整合，揭示其在内容创作、学习支持等方面对科学教育体系的变革[17]。德拉哈斯汗(Ali Derakhshan)基于 Gemini 为二语学习者提供交互支持，以促进其写作能力提升[18]。罗江华等人则探索了 MLLMs 驱动的学科知识图谱构建，为人工智能支持的知识图谱研究提供启示[19]。MLLMs 在应对数字化多模态交互方面已具备成熟条件，但相关研究多聚焦特定群体支持与静态知识传递，较少关注 MLLMs 支架设计。SMCKI 模型多主体动态论证适用于多模态、智能化呈现，为 MLLMs 路径与策略设计提供了参照。

(三)知识建构的机制与策略研究

知识建构本质是基于观点的协作论证，具有难以预测、动态变化的特征。古纳瓦尔德纳(Charlotte N. Gunawardena)的交互分析模型(IAM)显示，知识建构发生于信息共享、认知深化、意义协商、检验修改和创新应用五个相互关联的阶段，表征了从低阶至高阶心理功能的迁移[20]。怀斯(Alyssa Friend Wise)等人基于 IAM 模型探讨了知识建构发展模式[21]。一是线性发展，各阶段完整且分段明确，阶段间由低阶至高阶呈线性递增，观点涌现促进阶段间转换。二是非线性发展，低阶可跳过中间阶段直接发展至高阶，低阶在逻辑上先于高阶，但部分高阶可回溯于低阶。三是混合式，无低阶或高阶主导。四是无明显知识建构。该模式以线性与非线性整合模式阐释知识建构过程，为探究知识建构发展提供了复杂性、差异化视角。

生态心理学视角下，环境具有可供性(Affordance)，能为个体行为或状态提供机会。技术可供性理论强调技术既奠基了主体感知与客观情景的交互，其本身属性又会为交互设限[22]。维果斯基(Lev Vygotsky)认为，技术通过凝聚间接经验改变人与环境的交互[23]。就此而言，知识建构发生于以技术为中介的社会关系中。MLLMs 技术作为主客体紧密耦合的中介性条件作用于交互过程。此外，协作论证与知识建构紧密相连，可被视为知识建构的一种实践策略维度。一方面，知识建构强调对观点的持续改进，以及对权威证据的建构，协作论证基于证据的逻辑推理落实了知识建构的实践活动过程。另一方面，知识建构以社区知识为根本目的，社区知识创生过程无形地塑造了主体的协作论证能力。基于 MLLMs 的协作论证支架以技术工具形式支撑主客体交互，并通过实践策略有效推进深度

知识建构的发展。

三、论证支架设计与系统开发

(一)协作论证支架设计

本研究基于 SMCKI 模型构建协作论证支架(如图 1 所示),通过组内讨论、组间互评、组内完善确保协作论证的发生发展,引导学习者逐步参与群体层面论证,并促进认知与协作效益最大化,最终实现个体成就。

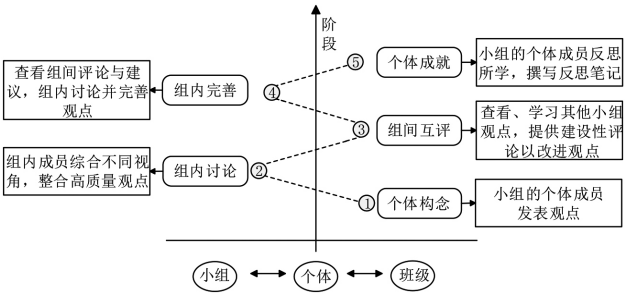


图 1　协作论证支架

(二)协作论证系统开发

在协作论证支架指导下，本研究设计了基于 MLLMs 的协作论证系统技术框架(如图 2 所示)。其本质是基于 MLLMs 的多智能体系统,包括基于用户交互层的多模态数据输入与输出、智能体及跨模态释义生成模块。跨模态释义生成模块是系统的核心，利用 MLLMs 的 MMU-BA_{AV}、MMU-BA_{TA}、MMU-BA_{VT} 等模块,通过注意力机制对音频(A)、视频(V)、文本(T)等原始异构数据进行建模,实现模态间语义对齐与增强,再经 MMU-BA 多模态双向融合单元处理,捕捉跨模态关联,生成信息融合结果以辅助智能体决策。

该系统的专业知识库在领域专家干预下自顶向下构建,包含本体的类、实例、关系与其他元素。数据运用资源描述框架(RDF)格式储存,由主—谓—宾三元结构组成,接近自然储存状态。数据集包括无标签预训练数据集和用于微调的多模态论证对话两部分。对多模态论证对话进行了人工注释，在预训练阶段后微调模型。基于持续预训练和监督微调,模型的释义生成任务平均 BLEU 得分为 65.55,ROUGE-1、ROUGE-2 和 ROUGE-L 得分分别为 0.850、0.800 和 0.847,显著优于传统关键词检索方法,能够有效处理多模态信息。

协作论证系统前端显示如图 3 所示。智能体在感

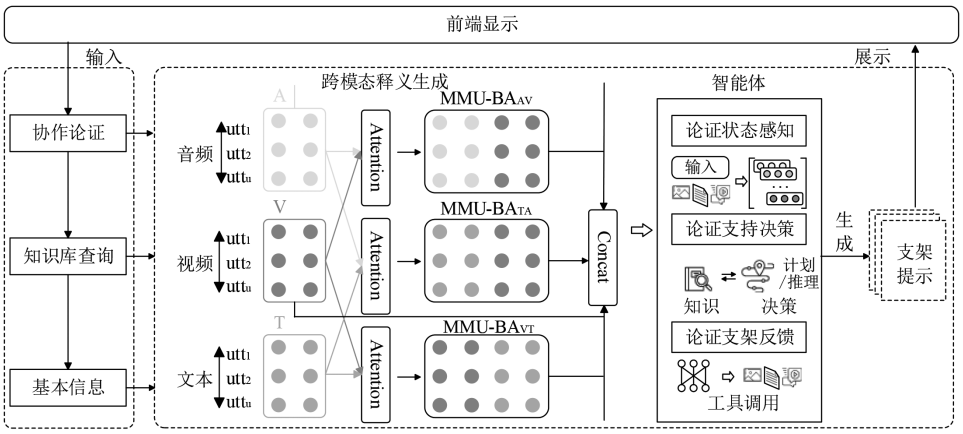


图 2　基于 MLLMs 的协作论证系统技术框架



图 3　基于 MLLMs 的协作论证平台

知并解析输入信息状态后,推断论证阶段归属,查询关联知识库,结合协作论证支架确定策略并明确具体行动,生成跨模态释义内容输出到前端显示。

四、研究设计

(一)研究情境与对象

本研究以 A 大学“教学系统设计”课程为研究情境,面向 68 位本科二年级学生(男生 30 人,女生 38 人)开展为期 5 周的实证研究。教学依托团队开发的协作论证系统实施,由同一教师授课。研究者与教师依据课程标准和教学大纲,选定论证主题“人工智能教师能否代替人类教师”。实验采用单因素完全随机设计,自变量为协作论证支架类型,实验组(GA,n=23)接受基于 MLLMs 的协作论证支架支持;对照组 1(GB,n=22) 接受协作论证支架但无 MLLMs 支持;对照组 2(GC,n=23)无协作论证支架且无 MLLMs。

(二)实验实施流程

实验流程包括准备、前测与协作论证阶段。在准备阶段,GA 和 GB 组学生分别通过协作论证系统和导学单熟悉协作论证支架与流程,GC 组无干预。在前测阶段,借助 AI 素养量表,评估实验组与对照组是否存在显著差异。前测结果显示,三组被试 AI 技术理解、评估与应用水平无显著差异 ($F=0.026$, $p=0.947>0.05$)。据此研究者按组间同质、组内异质原则将 68 位学生分为 12 组(每组 5~6 人)。学生在协作论证阶段基于不同支架类型开展协作论证。

(三)数据分析方法

1. 问卷测试

本研究的 AI 素养量表改编自劳皮克勒(Matthias Carl Laupichler)等人的研究[24],包括 AI 技术理解、评估与应用三个维度。为确保中文语境适用性,经翻译与回译形成 31 个题项的五点 Likert 量表。信度分析显示,量表整体 Cronbach's α 为 0.95, 各维度 α 在 0.89 至 0.93 之间。验证性因子分析表明三因子模型拟合良好($\chi^2/df=2.80$, CFI =0.97, GFI =0.91, TLI =0.95, RMSEA = 0.08, SRMR=0.05)。所有题项标准化载荷均大于 0.50($p<0.001$)。聚合效度 (各维度 CR=0.89~0.93, AVE=0.56~0.65)与区分效度(各因子 AVE 平方根 0.75~0.81>因子间相关系数 0.48~0.55)均达标,表明效度较好。

2. 内容分析

协作论证话语通过构建编码框架进行内容分析。编码不仅需明确论证话语基本类别,还需体现其所代表的知识建构发展。本研究在克拉克(Douglas B. Clark)等的话语转移行为基础上,重新构建编码框架 (见表 1)。该框架整合了赵明明和劳伦斯(Lawrence Khoo)提出的情感分析维度;考虑到简单陈述行为对知识建构贡献度较低, 本研究基于知识建构原则,将原框架中“简单陈述”替换为更具建构性的“总结升华”(Rise Above)[25]。

表 1　　话语转移行为编码

一级维度	二级维度	描述
评论(R)	反对观点(R1)	针对讨论提出异议或挑战,申明个体自身不同的主张或论据
	同意观点(R2)	表示接受、认可或支持他人提出的观点、论点或结论
	提出疑问(R3)	对已有观点或论证表达困惑,以寻求澄清或解释
	其他陈述(R4)	与当前核心观点无直接支持或反驳关系的信息
	总结升华(R5)	对已有观点进行更高层次的整合,形成更具洞察力的表述
创新(I)	创新观点(I1)	显著区别于已有观点的概念、假设、方案、理论或解释模型
	重复观点(I2)	以相同或非常相似的表述方式再次陈述先前观点
证据(E)	外部证据(E1)	引用外部、可公开验证的客观信息来支持或反驳观点
	权威证据(E2)	引用专家、著作、机构或权威出版物的观点作为支持论据
	个人经验(E3)	引用个体亲身经历、观察、感受或实践案例来阐述观点
情感(F)	积极情感(F1)	表达对他人的理解、认可,或给予支持、鼓舞等行为
	消极情感(F2)	表现出不尊重、攻击性、贬低、嘲讽或人身攻击等破坏性言行

知识建构水平编码框架则参照 IAM 模型 (见表 2)。该框架详细划分了知识建构层次,为评估协作论证中知识建构发展提供了工具。

表 2　　知识建构水平编码

知识建构阶段	具体解释
信息共享(KB Phase1)	分享对已有信息的疑问、试探性假设,针对讨论表示支持、反驳或补充等
深化认知(KB Phase2)	鉴别多元信息的联系与差异, 基于证据重释理解、深化认知
意义协商(KB Phase3)	针对概念、术语、价值、冲突与共同之处等进一步解释共建
检验修改(KB Phase4)	反思问题前瞻性、观点合理性,进行检验与修改
创新应用(KB Phase5)	在新情境应用新知解决问题,创作作品等

在编码过程中，对协作平台的交互数据进行清洗和整理后，共收集 3,640 条具有完整语义信息的数据。借助 Nvivo14.0，结合话语转移行为以及知识建构水平编码框架对协作论证话语进行编码与分析（Kappa 系数均>0.90，p<0.01）。

3. 语义时间序列分析

传统统计学分析将讨论切割为单个、片段的孤立观点，未能从系统视角挖掘更复杂层面的知识建构模式。基于时间线程的观点讨论（Threaded Discussions）则以独立观点所处的序列理解其所表征的整体性模式（如图 4 所示）。相较于根据时间轴创建的严格时间序列，语义时间序列综合考虑观点间逻辑关系与话题演进脉络，能够准确表征知识建构随着时间推移的发展。因此，本研究采用语义时间序列识别关键观点（Breakpoints），揭示知识建构发展模式。

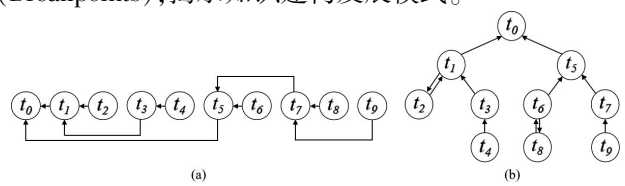


图 4　观点的严格时间序列与语义时间序列

4. 多水平逻辑回归与路径分析

本研究采用多水平逻辑回归与路径分析探究基于 MLLMs 的协作论证支架对知识建构的影响。多水平有序逻辑回归分析将结果变量划分为不同嵌套水平的差异，并评估解释变量在每个水平上对变异的解释程度，可用于模拟话语转移行为与知识建构的关系。路径分析则用于验证回归结果，揭示不同话语移动行为之间的相互作用，以及其如何共同影响知识建构。

五、研究结果

为检验基于 MLLMs 的协作论证支架对知识建构的影响，本研究基于实证数据，将因变量划分为话语转移行为与知识建构阶段不同嵌套水平，从阶段性发展角度，结合内容分析、多水平有序逻辑回归与路径分析等方法系统考察解释变量对结果的贡献程度。

（一）协作论证支架对话语转移行为的影响

话语转移行为频数见极坐标图，如图 5(a)所示。卡方检验表明，各组间话语转移行为频次存在显著差异（χ^2=5.320，p=0.023<0.05），GA 组显著高于 GB 与 GC 组。各组“评论”话语转移行为占比均较高，其次是“创新”和“证据”，“情感”占比低。具体来看，评论方面，GA 组“反对观点”占比最高，GB 与 GC 组分别是“提出疑问”和“同意观点”占比最高。这表明 GA 组在基于 MLLMs 的协作论证支架支持下产生了更多认知冲突。由认知冲突引起的失调是建构新理解的重要触发因素，可促使主体在识别、消解认知冲突过程中基于群体成果逐步深化知识建构 [26]。创新方面，GA 组“创新观点”明显多于对照组，GB 组“创新观点”与“重复观点”几乎持平，GC 组以“重复观点”为主。证据方面，仅少数观点包含旨在加强证据可信度的信息，GA 组多采用“权威证据”，GB 与 GC 组则更多依赖“个人经验”。情感方面，GA 组情感表达占比 16.4%，且消极情感在组间占比较低。频繁的情感互动并不利于学习，基于 MLLMs 的协作论证支架能够识别困惑情感，提供针对性策略以减少沟通障碍，帮助学习者脱离消极状态，促进话语转移行为发展。

（二）协作论证支架对知识建构水平的影响

各组知识建构水平分析如图 5(b)所示。各组间知识建构阶段频次存在显著差异（χ^2=13.70，p=0.03<0.05）。具体来看，各组知识建构阶段占比从大到小依次为 GA(65%)、GB(52.1%)、GC(40.3%)。GA 组高阶知识建构频次占比(36%)显著高于 GB(20%)与 GC

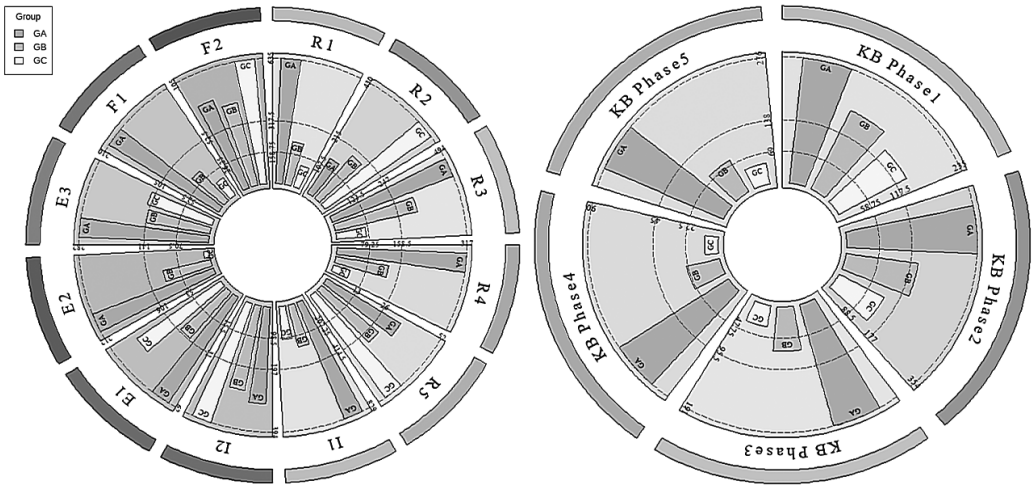


图 5　各组话语转移行为与知识建构阶段频次分布

组(10.9%)。可见,基于 MLLMs 的协作论证支架有助于提升知识建构水平,尤其是在意义协商、检验修改与创新应用方面。根据多媒体学习认知理论,主体认知加工与信息情境和社会线索密切相关,更丰富模态的社会线索有助于加强选择、组织和整合等认知加工过程,建立连贯心理表征。基于 MLLMs 的协作论证支架形成了技术意向的核心场域,通过多模态资源支持学习者意义建构,为提升知识建构水平提供动力。

(三)话语转移行为对知识建构发展的影响

为探究话语转移行为对知识建构发展的影响,本研究基于贝叶斯信息标准(Bayesian Information Criterion,BIC)确定关键观点。关键观点是指序列数据中能够区分高低知识建构水平的节点,对知识建构发展有重要影响。本研究对协作论证中关键观点的可能数量与位置进行建模,并选取适合数据的模型,确定各论证的关键观点。研究从假设无关键观点开始,依次增加关键观点数量并测试所有可能位置组合,直至覆盖六个关键观点的所有情况。BIC 值由观测值数量 n 和估计参数数量 k 的对数似然函数 L 计算得出,见式(1)。信息标准是用于判断模型在简约性和拟合优度之间是否取得良好平衡的依据。在此情况下,最少数量的关键观点能够最大限度地解释知识建构水平差异。

$$-\frac{2L}{n}+\left(\frac{k\ln(n)}{n}\right) \qquad 式(1)$$

本研究对在线交互数据进行多水平有序逻辑回归分析,确定话语转移行为对知识建构的影响,见式(2)。相较于普通最小二乘回归,该分析可产生无偏结果,并对嵌套数据和有序结果变量具有统计学效率。其中,Π_i^k 是第 i 个观点处于第 k 个知识建构阶段的概率(P)。概率由结果变量期望值(Y_i)和解释变量有序 Logit 链接函数(O)确定。β_{00} 代表 Y_i 的总平均截距。β_i 为 x_i 的回归系数。向量 e_i 和 f_0 则是观点水平和讨论水平残差。

$$\begin{aligned}\Pi_i^k &= P(Y_i \le k)\\ &= O(\beta_{00}^k+\beta_i^k x_i) \qquad 式(2)\\ &= 1/\left\{1+\exp[-(\beta_{00}^k+\beta_i^k x_i+e_i+f_0)]\right\}\end{aligned}$$

回归分析结果如图 6 所示,多数讨论中单个知识建构阶段的观点占比较高,且多处于 KB 阶段 1(信息共享),此外还存在混合阶段。10 次讨论共确定出 11 个关键观点,其中,7 次讨论仅存在 1 个,2 次讨论 2 个,1 次讨论 0 个。关键观点常发生于 KB 阶段 3(意义协商)或 KB 阶段 5(创新应用),组间数量存在差异(GA:7;GB:3;GC:1)。此外,描述性统计结果显示,引发高阶知识建构的关键观点多对应“总结升华”,表明该话语转移行为对高阶知识建构发展有重要影响。

回归分析模型具有统计学显著性,解释了 57%(Nagelkerke R^2)的知识建构水平方差。模型 1 表明,在“评论”行为中,“反对观点”产生更高水平知识建构的概率是“同意观点”的两倍。模型 2 表明,“创新观点”比“重复观点”促进知识建构的概率更高。模型 3 表明,将

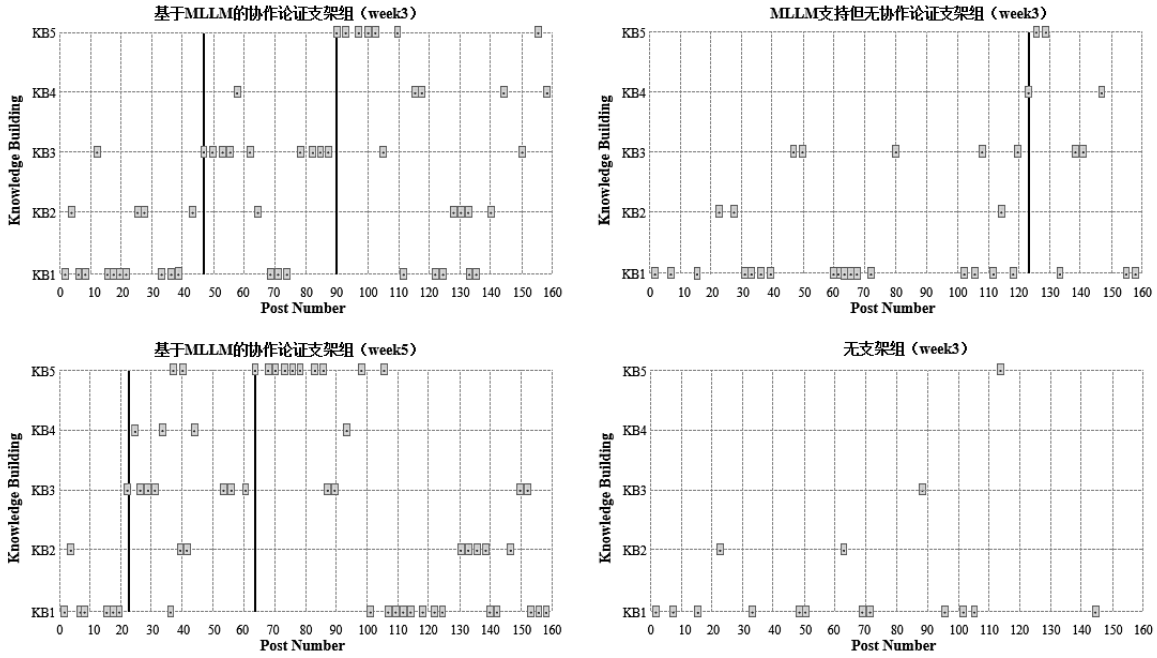
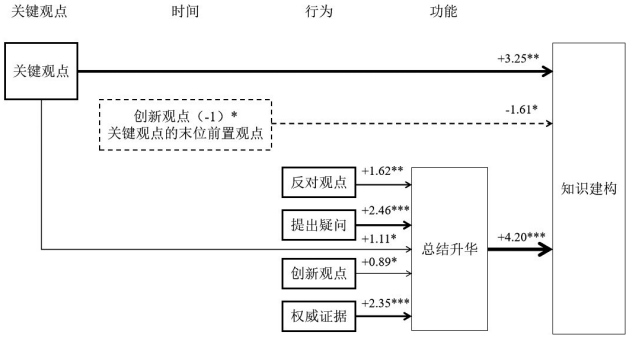


图 6　基于语义序列的关键观点识别

“权威证据”作为论点支撑，促进知识建构的可能性更高。模型 4 表明，“消极情感”促进知识建构的可能性较低，而“积极情感”对知识建构不存在显著影响。

基于上述结果，本研究采用路径分析方法，进一步验证话语转移行为对知识建构的影响（如图 7 所示）。SEM 显示拟合良好（χ^2/df=2.10；p=0.69；RMSEA=0.06；CFI=0.95；SRMR=0.03），与回归结果一致。具体来看，关键观点显著正向促进知识建构（路径系数为+3.25**，p<0.01），若关键观点的末位前置观点为“创新观点”，则对知识建构具有显著负向影响（路径系数为−1.61*，p<0.05）。“反对观点”“提出疑问”“创新观点”“权威证据”正向影响“总结升华”，其中，“提出疑问”“权威证据”影响最为显著（p 值均小于 0.001）。与其他观点相比，关键观点多伴随“总结升华”，此话语转移行为显著正向促进知识建构（路径系数为+4.20***，p<0.001）。



注：* 表示 p<0.05，** 表示 p<0.01，*** 表示 p<0.001。

图 7　最终模型预测的知识建构路径

六、研究结论与建议

本研究在 SMCKI 模型指引下设计协作论证支架，引入基于 MLLMs 的多智能体技术，构建可嵌入支架的协作论证系统。在此基础上，开展单因素完全随机实验研究，综合使用内容分析、逻辑回归与路径分析等方法验证支架有效性。具体研究结论与建议如下：

（一）研究结论

1. 支架的促进作用：平衡与对策的新理解

话语转移行为与知识建构内容分析结果反映了基于 MLLMs 的协作论证支架对协作论证及知识建构的促进作用。该发现为构建智能化支架提供了方案，也为平衡与对策带来新理解。教育是信息型实践，教育系统内流动着主体间交互信息。传统学习支架假定教育系统可在静态支持下达到稳定，这一隐含的平衡观消解了主体差异，忽视了双向交互性。基于 MLLMs 的协作论证支架在 SMCKI 模型基础上，以多模态交互主动触及教育主体的心智演化规律，并不断改进算法与参数，弥合学习者的最近发展区[27]。学习者基于智能化、适应性交互扩充认知结构数量（同化），改变认知结构性质（顺应），使得知识建构发展成为可能。

2. 知识建构的发展：随机性与确定性的统一

基于语义时间序列识别知识建构片段来探索其发展模式，为理解知识建构发生机制提供了视角。知识建构深具创生性，各阶段相互联系、作用，呈现随机性与确定性相统一的特征。知识建构分布于主体间语言、关系和协调活动中，不总是依附于基于观点的协作论证，也不能从交互场域中分离。基于 MLLMs 的协作论证支架促进知识的再生产与再创造，生成性话语转移行为揭示了知识建构演化规律。此外，当主体参与组内与组间讨论、互评与完善时，协作论证话语转移行为频次高于个体构念阶段，表明群体规模对知识建构贡献的效应存在差异。未来应关注新的、变化着的情境，基于认知发展规律促进技术支架与教育主体之间的互动互利。

3. 知识建构的跃迁：关键观点作为临界点

多水平有序逻辑回归与路径分析结果反映了知识建构路径发展的两种时间特异关系。一方面，在关键观点之后的知识建构阶段显著高于之前的知识建构阶段。即关键观点作为临界点，促进知识建构由低阶向高阶跃迁。且关键观点与其末位前置观点密切相关，若前置观点包含创新性见解，则该观点的知识建构阶段往往较低，但不妨碍其作为后续知识建构发展的基石。根据耗散结构理论，开放系统远离平衡态时，能向有效环境利用和新资源开发方向演化[28]。另一方面，关键观点与总结升华话语转移行为强关联，意味着总结升华是引发具体与可及性高向抽象与可及性低的范畴转移的根基。在知识建构过程中，总结升华有助于回溯主体认知过程，延续有意义交互，从而形成深层次认知。

（二）研究建议

1. 优化多模态开放系统

数智时代背景下，跨模态交互媒介正取代传统线性文本，优化多模态开放系统是教育实践关键。大数据、AI 的发展不仅是技术演进，更是社会与人性的实验。在此转变下，主体与资源间不再是静态闭合系统，而是基于视觉、听觉乃至嗅觉、触觉相互作用的多模态开放系统。MLLMs 链接现实与虚拟，并展现出“理解”能力，一旦结合主体的移情，便能使人机交流无限逼近人际交往，由此纾解工具行为导致的危机[29]。然而，MLLMs 仍存在不足，如数据依赖程度高，易受逻辑和计算限制。未来应构建分布式计算框架，开发多

智能体辩论机制,整合学术数据库,为多模态开放系统效能、逻辑性与实证性提供支撑。

2. 研制差异化支持策略

教育系统蕴含着复杂性与情境性,教学干预需扭转“一刀切”模式,研制基于技术的差异化支持策略。MLLMs 可基于多源数据识别主体认知水平与风格,以“技术隐身”模式提供高效、差异化反馈,促进自然协作。然而,技术背后的知识幻想、算法偏见潜藏的技术工具失信与教育实践失范等问题不容忽视。未来应着眼于培育师生智能素养,发展教育主体开发、应用和评估 AI 工具的实际能力, 为应对智能化趋势提供智力支撑与人力保障。同时,应构建公正、合理的智能技术安全治理体系,增强智能技术的可靠性、公平性与安全性,形塑以人为本、智能向善的技术应用价值,回归教育立德树人的本真意蕴。

3. 建构协同共生机理

生成式人工智能将技术从人类的外在使用工具内化为并联共生对象,建构人智协同迭代共生机理是推进教育变革的必由之路。施奈德曼(Ben Shneiderman)将高水平“人类自主性”与“机器自动化”确立为未来智能设计目标,当二者同时处于高水平时,人工智能成为人类智能的拓展,二者能力紧密结合,从而实现人智协同迭代共生[30]。从低阶到高阶知识建构发展中,教育主体与智能支架间呈现出多样化共生形态,不同形态对主体论证行为提出了不同要求。未来应致力于建构长效人智协同迭代共生机理,以人为中心规范技术应用边界,促成教育本真与技术价值共生、互促的良性互动。

[参考文献]

[1] 张广军. 抢抓人工智能发展历史机遇构建高等教育发展新格局[J]. 红旗文稿,2025(7):8-12.

[2] 教育部中央网信办,国家发展改革委,等. 关于加快推进教育数字化的意见[EB/OL]. (2025-04-11)[2025-07-13]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/202504/t20250416_1187476.html.

[3] 单俊豪,洪越洋,郭付民强,等. 人机协同教育场景中的智能化学习支架:内涵、设计方略与发展路向[J]. 中国电化教育,2025(5):95-101.

[4] 刘哲雨,刘畅,许博宇. 计划调节学习支架对在线深度学习的影响机制研究[J]. 电化教育研究,2022,43(8):77-84,100.

[5] 刘静,郭龙腾. GPT-4 对多模态大模型在多模态理解、生成、交互上的启发[J]. 中国科学基金,2023,37(5):793-802.

[6] 彭正梅,伍绍杨,付晓洁,等. 如何提升课堂的思维品质:迈向论证式教学[J]. 开放教育研究,2020,26(4):45-58.

[7] REESOR M E, LLOYD G E R. Polarity and analogy:two types of argumentation in early Greek thought[J]. Phoenix,1967,21(3):224.

[8] 熊明辉. 论中国古代论证学体系的重构[J]. 福建论坛(人文社会科学版),2023(1):163-175.

[9] KUHN D. Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking[J]. Science education,1993,77(3):319-337.

[10] TOULMIN S E. The Uses of Argument[M]. Cambridge:Cambridge University Press,2003.

[11] ANDONE C. A systematic theory of argumentation. The pragma-dialectical approach[J]. Journal of pragmatics,2005,37(4):577-583.

[12] WALTON D. Argumentation schemes for presumptive reasoning[M]. New York: Routledge,1996:8,55,183.

[13] CHEN W L, PI Z L, TAN J, et al. The scripted computer-supported collaborative argumentation in a secondary school classroom: an exploratory study[J]. Instructional science,2025,53(4):603-631.

[14] CLARK D B, SAMPSON V. Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality[J]. Journal of research in science teaching,2008,45(3):293-321.

[15] 卢宇,余京蕾,陈鹏鹤,等. 多模态大模型的教育应用研究与展望[J]. 电化教育研究,2023,44(6):38-44.

[16] 谢雅淇,张雅慧,许课雪,等. 多模态大模型赋能教师数字画像构建与应用[J]. 开放教育研究,2025,31(1):100-109.

[17] BEWERSDORFF A, HARTMANN C, HORNBERGER M, et al. Taking the next step with generative artificial intelligence: the transformative role of multimodal large language models in science education[J]. Learning and individual differences,2025,118:102601.

[18] DERAKHSHAN A. Tracking the effects of gemini as a GenAI tool on L2 learners´ writing proficiency and anxiety: latent growth curve modeling approach[J]. The Asia-Pacific education researcher,2025:1-11.

[19] 罗江华,张玉柳. 多模态大模型驱动的学科知识图谱进化及教育应用[J]. 现代教育技术,2023,33(12):76-88.

[20] GUNAWARDENA C N, LOWE C A, ANDERSON T. Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing [J]. Journal of educational computing research,1997,17(4):397-431.

[21] WISE A F, CHIU M M. Analyzing temporal patterns of knowledge construction in a role-based online discussion [J]. International journal of computer-supported collaborative learning,2011,6(3):445-470.
[22] 申玉山,赵微,贾宗普.束缚与主导:“已读”功能影响下信息接收者行为分析——基于技术可供性视角[J]. 传媒,2024(23):91-93.
[23] 林崇德. 发展心理学[M]. 2 版. 北京:人民教育出版社,2009.
[24] LAUPICHLER M C, ASTER A, HAVERKAMP N, et al. Development of the "scale for the assessment of non-experts´ AI literacy" —an exploratory factor analysis[J]. Computers in human behavior reports,2023,12:100338.
[25] SCARDAMALIA M, BEREITER C. Knowledge building and knowledge creation: theory, pedagogy, and technology[M]//SAWYER K. The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge:Cambridge University Press,2014:397-417.
[26] 朱珂,吴雅欣,高清慧. 知识建构社区群体认知涌现的系统建模及仿真分析[J]. 电化教育研究,2024,45(10):58-64.
[27] 赵雪梅,钟绍春. 具身认知视域下促进高阶思维发展的多模态交互机制研究[J].电化教育研究,2021,42(8):65-71,87.
[28] 王维,范彦伟. 超顾客导向的临界状态分析[J]. 商业研究,2012(3):121-126.
[29] 朱珂,张瑾,张斌辉. ChatGPT 变革“人机共生”教育生态的潜在困境和纾解策略——基于哈贝马斯的交往行为理论[J]. 华南师范大学学报(社会科学版),2025(3):101-114,207.
[30] SHNEIDERMAN B. Human-centered artificial intelligence: reliable, safe & trustworthy[J]. International journal of human-computer interaction,2020,36(6):495-504.

Research on the Impact of Collaborative Argumentation Scaffolding Based on Multimodal Large Language Models on Knowledge Building

ZHU Ke[1], WU Yaxin[1], XIA Jingyi[2]
(1.Faculty of Education, Henan Normal University, Xinxiang Henan 453007;
2.Henan Provincial Collaborative Innovation Center for Intelligent Education, Henan Normal University, Xinxiang Henan 453007)

[Abstract] In the digital learning context pursuing knowledge building, traditional scaffolding faces challenges such as structural rigidity, homogeneity of form, and unidirectional interaction. As general artificial intelligence evolves from unimodal to multimodal approaches, intelligent scaffolding facilitates the in-depth development of knowledge building through intelligent adaptive feedback, cross-modal processing, multi-agent interaction and other auxiliary collaborative demonstrations. This study integrates the SMCKI collaborative argumentation model, relying on multimodal large language model technology, to construct a collaborative argumentation scaffolding based on multimodal large language models. A teaching experiment involving 68 college students was conducted. Based on learners´ generative interaction data, methods such as content analysis, multi-level logistic regression, and path analysis were used to verify the effectiveness of the scaffolding from the perspective of stage development. Results indicate that the collaborative argumentation scaffolding based on multimodal large language models has triggered the richest collaborative argumentation discourse transfer behaviors and higher-order knowledge building viewpoints. The summary of sublimated discourse transfer behaviors is closely related to key viewpoints, which emerges as the dominant factor facilitating the transition of knowledge building from lower levels to higher levels. Finally, based on the research findings, strategic recommendations are proposed from three aspects: multimodal open systems, differentiated support strategies, and synergistic coexistence mechanism.

[Keywords] Multimodal Large Language Models; Knowledge Building; Collaborative Argumentation Scaffolding; SMCKI Model; Human-Machine Collaborative Learning