

教育智能体赋能自适应学习的研究热点与演进趋势——基于 CiteSpace 的知识图谱分析

Research Hotspots and Evolutionary Trends in Pedagogical Agents Powered Adaptive

Learning: A Knowledge Graph Analysis Based on CiteSpace

周京京¹, 朱琳¹, 徐光涛^{1*}

¹ 杭州师范大学经亨颐教育学院

[*xuguangtao@hznu.edu.cn](mailto:xuguangtao@hznu.edu.cn)

【摘要】本研究基于中国知网(CNKI)2016–2025年间收录的198篇核心文献,运用CiteSpace工具分析教育智能体赋能自适应学习领域的发文趋势、机构合作、关键词热点与未来趋势。研究发现:(1)发文量呈现探索上升、沉淀调整、迭代爆发的三阶段演进特征;(2)华东师范大学、东北师范大学等师范院校构成研究主力,作者间的合作网络较为紧密;(3)高频关键词以“自适应学习”“人工智能”“个性化学习”为核心,聚类主题聚焦于学习反馈精准化与情感化、教育场景的适配拓展、技术迭代驱动三大热点;(4)未来研究将依托强化学习等技术深化动态学习路径的优化,并且朝向跨学科适配与生态协同方向发展。本研究系统描绘了人工智能深度赋能教育的内在知识演进逻辑,以期为智慧学习环境中教育智能体的设计与应用提供理论参照与实践指引。

【关键词】教育智能体; 自适应学习; 知识图谱

Abstract: This study analyzes publication trends, institutional collaborations, keyword hotspots, and future directions in the field of educational agents empowering adaptive learning. It employs the CiteSpace tool to examine 198 core documents indexed in China National Knowledge Infrastructure (CNKI) from 2016 to 2025. Research findings indicate: (1) Publication volume exhibits a three-stage evolutionary pattern characterized by exploratory growth, consolidation and adjustment, and iterative surge; (2) Teacher training institutions such as East China Normal University and Northeast Normal University constitute the primary research force, with relatively tight collaborative networks among authors. (3) High-frequency keywords center on “adaptive learning,” “artificial intelligence,” and “personalized learning,” with clustered themes focusing on three key areas: precision and emotional feedback in learning, adaptation and expansion of educational scenarios, and technology-driven iteration. (4) Future research will leverage techniques such as reinforcement learning to deepen the optimization of dynamic learning pathways, while advancing toward interdisciplinary adaptation and ecosystem collaboration. This study systematically outlines the intrinsic knowledge evolution logic of deep AI empowerment in education, aiming to provide theoretical references and practical guidance for the design and application of educational agents in smart learning environments.

Keywords: Pedagogical Agents; Adaptive Learning; Knowledge Graph

前言

近年来,人工智能在知识表征、大数据分析与算法优化等方面的快速发展,推动了自适

应学习进入教育智能体赋能的新阶段。当前的自适应学习不仅关注知识传递,更重视学习者个性化学习成效的提升,尤其注重培养学习者的技术适应能力、非认知能力和持续学习能力(熊余等,2024)。已有研究表明,教育智能体赋能的自适应学习能够识别学习者的薄弱环节并提供及时有效的干预,有助于激发学习主动性与自我内驱力(Liu et al., 2017)。然而,现有研究多聚焦于特定的教育场景或单一的学科领域,尚缺乏对该领域整体研究脉络、热点与趋势的系统梳理。为此,本研究借助 CiteSpace 可视化工具,对相关核心文献进行分析,旨在系统把握教育智能体赋能自适应学习的研究现状、热点主题与发展趋势,以期为该领域的理论发展与教学实践提供参考。

数据来源与研究方法

数据来源

研究聚焦于教育智能体赋能自适应学习的研究文献,以中国知网(CNKI)数据库作为数据来源,设定检索式为:SU=(教育智能体+智能教育代理)*(个性化学习+自适应学习+智能辅导系统),限定学科类别为“高等教育”“中等教育”“初等教育”“职业教育”“成人教育与特殊教育”“教育理论与教育管理”,限定检索时间为2016年1月1日至2025年12月31日,限定期刊来源类别为CSSCI、北大核心等,在初步检索的基础上,通过人工阅读标题、摘要及关键词,剔除新闻报道、会议通知、图书介绍及重复发表的文献,最终筛选出198篇核心有效文献,确保了样本的代表性。

研究方法

CiteSpace 是由美国德雷塞尔大学的陈超美博士开发的一款专门用于可视化文献计量网络的高级软件工具(陈悦&陈超美,2015)。本研究使用 CiteSpace 6.4.R1 版本,参数设置如下:时间跨度为2016-2025年,时间切片(Slice)为1年;节点类型(Node Types)根据分析维度分别选取作者、机构或关键词;选择 g-index 标准进行数据提取($k=25$);利用 Path Finder(寻径网络算法)对共现网络进行修剪,以增强图谱的结构清晰度和解释力。研究对2016-2025年间发表的198篇论文进行综合分析,包括发文量、发文作者、发文机构以及关键词等多个维度。

研究问题

本研究旨在探讨教育智能体赋能自适应学习研究的4个问题:

- 1) 教育智能体赋能自适应学习领域的发文趋势有何特点?
- 2) 教育智能体赋能自适应学习领域的发文机构、发文作者有何特点?
- 3) 当前教育智能体赋能自适应学习领域的关键词热度有何特点,可归纳为哪些关键词聚类主题?
- 4) 教育智能体赋能自适应学习领域的未来发展趋势呈现何种特征?

研究结果与分析

发文趋势分析

图1展示了2016-2025年间该领域发文量的阶段性演进:2016-2020阶段呈现出探索上升的特点,研究热度伴随人工智能技术发展和在线教育需求而持续升温。2021-2023年呈现出沉淀调整的特征,发文量回落至14-17篇,研究重心从应急性的应用转向理性反思与技术的突破。2024-2025年呈现迭代爆发的态势,本质上是技术跃迁与政策导向协同效应的结果。一方面,生成式人工智能实现了从规则驱动到生成驱动的跨越,为智能体提供了更自然的人机交互能力;另一方面,随着我国教育数字化转型政策的走深走实,研究焦点已从单纯的“工具开

发”转向“全场景深度融合”，标志着教育智能体正式进入智慧学习环境的核心圈层。

2016年-2025年样本文献的数量（单位：篇）

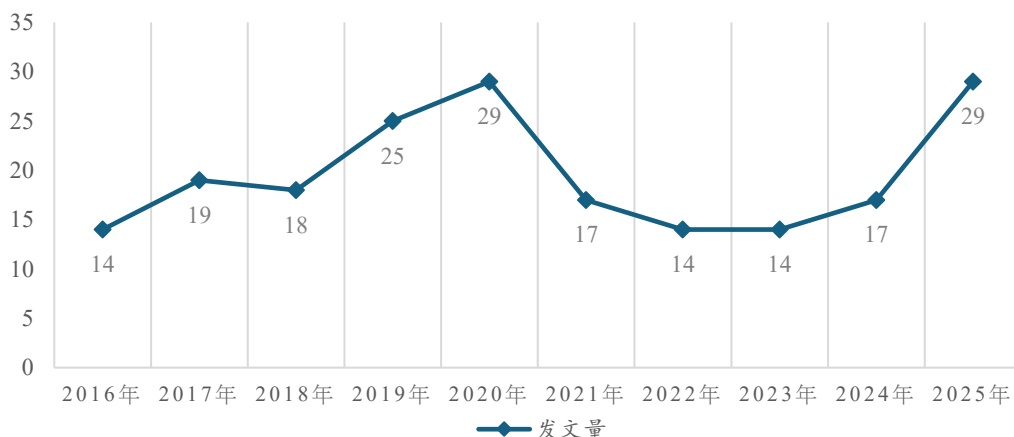


图 7 2016 年-2025 年样本文献的数量（单位：篇）

发文作者、发文机构分析

教育智能体赋能自适应学习领域的主要研究人员分析如图 2 所示。在 CiteSpace 中选择节点类型为作者，时间为 2016-2025 年，时间切片为 1 年，运行 CiteSpace 后可以得到研究作者共现网络图谱。分析图谱可知，共有 237 个节点和 178 条连线，网络连线较为密集，密度为 0.0064，作者间合作较多。其中，发文量较多的学者为巴深、周东岱、李振、刘清堂均为 4 篇，赵蔚、万海鹏、姜强、包昊罡、吴南中均为 3 篇。

将 CiteSpace 中节点类型设置为机构，运行后所得到的知识图谱如图 3 所示。由图谱分析可得到教育智能体赋能自适应学习领域中主要的、具有较高影响力的研究机构，其中华东师范大学教育信息技术学系出现 9 次、东北师范大学信息科学与技术学系出现 7 次，华中师范大学教育信息技术学院出现 5 次，华东师范大学教育学部出现 4 次。同时，图谱中也可看出，各研究机构之间联系密切，193 个节点共连线 127 次，这表明机构间合作交流较为紧密。

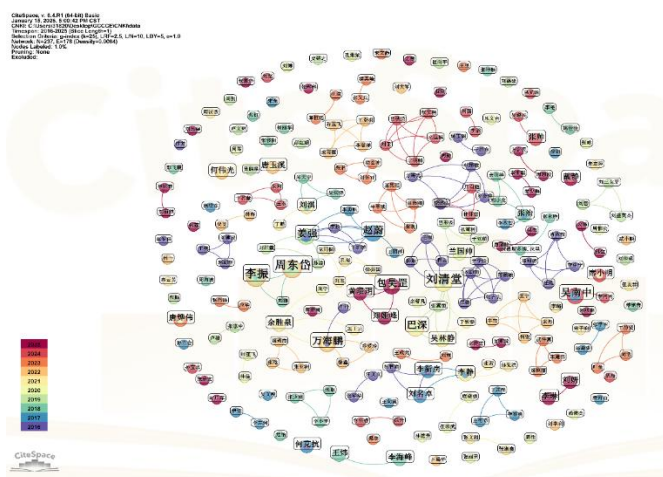


图 8 研究作者合作网络图谱

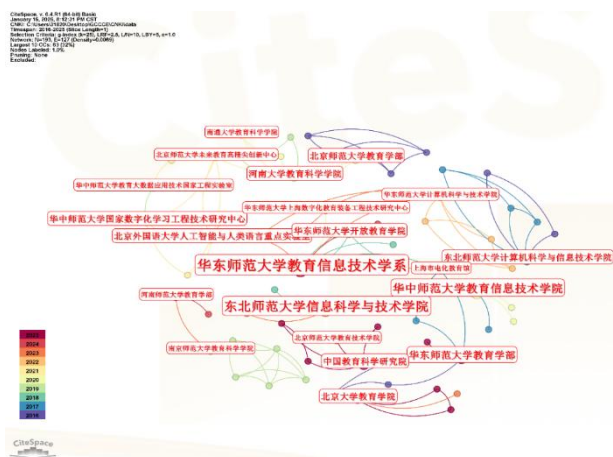


图 9 主要研究机构合作网络图谱

关键词热度及关键词聚类主题分析

通过运行 CiteSpace 软件，获得所选文献的关键词共现图谱可以帮助我们了解该领域的研究热点(王国光等, 2024)。在 CiteSpace 软件中，选择节点为 Keywords，运行得到教育智能体赋能自适应学习研究领域的关键词共现图谱（见图 4）和关键词词频分析表（见表 1）。

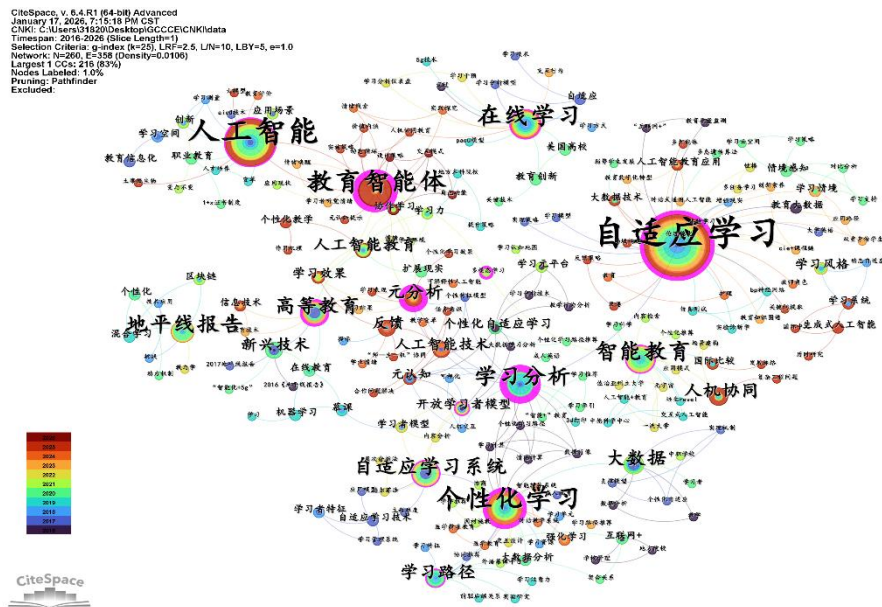


图 10 关键词共现图谱

表 1 教育智能体赋能自适应学习高频关键词排名（部分）

序号	关键词	频次	中心度	出现年份
1	自适应学习	68	0.51	2016
2	人工智能	34	0.17	2017
3	个性化学习	22	0.42	2016
4	教育智能体	19	0.66	2021
5	在线学习	15	0.16	2016
6	智能教育	12	0.20	2019
7	学习分析	12	0.89	2016
8	自适应学习系统	9	0.11	2017
9	大数据	7	0.09	2016
10	元分析	6	0.73	2017

高频词关键词表明着教育智能体赋能自适应学习研究领域的热门主题和研究热点(周瑜烨&王永军, 2024)。关键词分析显示（见表 1），“自适应学习”与“人工智能”构成了研究基石，而“教育智能体”作为新兴的高中心度节点，连接了 AI 应用的前沿方向。紧随其后的“个性化学习”共计出现频次 22 次，这共同构成了该研究领域的基本框架，即利用人工智能技术实现个性化与自适应学习。关键词“学习分析”的中心度为 0.89，说明它是连接多个研究方向的桥梁。“教育智能体”的中心度为 0.66，作为新兴关键词，却拥有极高的中心度，这表明它已迅速成为连接如 AI 的具体应用等前沿研究的关键节点，是当前重要的研究方向。关键词“元分析”中心度高达 0.73，表明该领域已积累较多实证研究，研究者多通过元分析等方法对现有研究成果进行整合与评估。

CiteSpace 软件依据网络结构和聚类的清晰度，提供模块值（Q 值）和平均轮廓值（S 值）两个指标，这两个指标可以作为评判图谱绘制效果的依据。通过运用 CiteSpace 对教育智能体赋能自适应学习研究领域的文献进行聚类分析，获得 Q 值为 0.5918，S 值为 0.8778 的关键词聚类图谱，这表明聚类结构明显，聚类效果合理且令人信服。

从关键词聚类情况来看，图 5 中形成的核心聚类有 8 个，分别是“自适应学习”、“个性化学习”、“开放者学习模型”、“教育智能体”、“学习系统”、“学习力”、“互联网+”、“大数据”。

如表 2 所示，在关键词聚类表中，教育智能体赋能自适应学习的研究共形成 8 个有效聚类标签。除检索关键词个性化学习和教育智能体外，聚类标签的节点数量较多的有：互联网+、智能教育、人工智能技术、学习情境等，聚类标签轮廓值大多在 0.9 以上，说明聚类效果较合理。

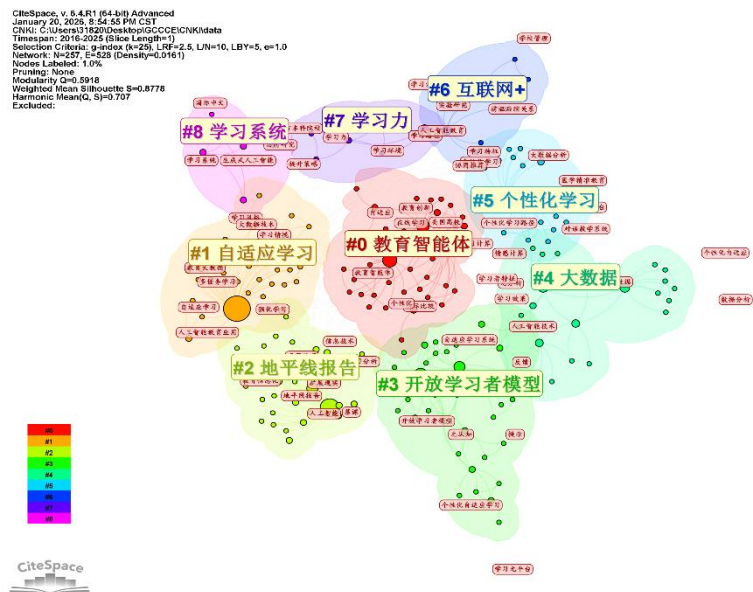


图 11 关键词聚类图谱

结合关键词聚类 and 知识图谱和共现网络聚类表可以发现，同一关键词可能出现在多个聚类中，其中“智能教育”“学习支持”“人工智能技术”等关键词出现聚类的较强趋势，说明该类关键词符合当前教育智能体赋能自适应学习研究中的焦点。

表 2 教育智能体赋能自适应学习研究关键词聚类表（前 8 个）

标签	节点	轮廓值	年份	关键词
0	40	0.746	2021	在线学习；人机协同；教育智能体；自适应学习；内容检索
1	40	0.98	2020	知识图谱；教育大数据；自适应学习；学习情境；学习支持
2	36	0.876	2019	地平线报告；新兴技术；教育信息化；深度学习；个性化教学
3	35	0.856	2018	开放学习者模型；自适应学习系统；交互式人工智能；学习管理
4	21	0.914	2019	大数据；人工智能技术；元分析；学习效果；个性特征模型
5	19	0.866	2019	个性化学习；社会性发展；对话教学系统；智能辅导系统；认知发展
6	10	0.911	2017	互联网+；学校管理；学习路径；契合关系
7	6	0.976	2019	学习力；提升策略；学习环境；协作学习
8	6	0.972	2021	学习系统；学习风格；认知风格；动态自适应

根据关键词词频统计以及聚类结果，可以归纳得出教育智能体赋能自适应学习领域中三大研究热点：

1)

教育智能体学习反馈机制的精准化与情感化

学习反馈机制的精准化与情感化不断优化，成为自适应学习的提质核心。在精准反馈层面，田漫宇在研究中明确认知反馈需要按照任务的复杂度分层设计(田漫宇等, 2025)；郭威彤在研究中提出的元认知反馈框架则验证了智能体在复杂协作问题解决（CPS）中的导向作用(郭威彤等, 2025)，这说明反馈正从单一的结果告知转向过程性的思维支持。情感层面，戴静

针对性设计出情绪调节反馈策略,认为积极的情感反馈能够有效激发学习动机(戴静&顾小清, 2024)。

2)

教育智能

体在教育场景中的适配范围不断拓展

教育智能体在多学段、多学科教育场景的适配范围不断拓展,覆盖从基础教育、高等教育再到职业教育的全链条。王克伟以语文阅读《西游记》为例,构建“三阶一体”的教学策略,赋能小学生语文阅读能力的培养(王克伟等, 2025);马晋闽将教育智能体应用于高中生物实验教学中,实现智能化辅助与全面评价(马晋闽, 2025);毕树沙通过构建职业教育智能体矩阵,适配产教融合、教学改革新场景(毕树沙&张琳琳, 2025)。

3)

技术进展

是驱动教育智能体迭代升级的核心因素

技术进展是驱动教育智能体迭代升级的核心因素,为自适应学习提供了底层保障。生成式 AI、大数据、知识图谱等技术的融入,让模型的构建更具有适配性与精准度。张荔的研究展示了深度强化学习如何解决自适应写作中的反馈延迟问题(张荔, 2025);而钟卓通过知识图谱构建的“知识-问题-能力”模型,为教育智能体提供了可解释性的推理逻辑(钟卓等, 2020)。这些技术的实际应用进一步突破了推动智能模型实现从数据处理到精准赋能的跨越。

关键词突变分析及时间线图谱分析

一组突现的动态概念和潜在的研究问题可以代表某一领域的研究热点(Chen, 2006),而时区视图则是以时间为主要维度来展示热点词的变迁趋势,揭示知识演进的动态过程。通过运行 CiteSpace 软件后所得到的时间线图谱如图 6 所示,得到突现主题以及对应突现率的关键词突变图谱如图 7 所示。

观察图 6 时间线图谱可以识别出教育智能体赋能自适应学习的三个关键时期,早期为 2016-2018 年,此时以“自适应学习”“个性化学习”为研究核心起点;至中期 2019-2022 年“智能教育”“教育智能体”成为新的爆发点,节点密集且连线丰富,反映出教育智能化的交叉融合趋势;后期 2023-2025 年,“人工智能教育应用”“强化学习”等前沿主题涌现,预示着人工智能深度赋能教育的未来趋势。观察图 7 关键词突变图谱可以发现,早期突现词以“大数据”“新兴技术”为核心,其强度较高,同时“学习路径”“学习空间”等学习维度主题同步兴起,反映该阶段兼具技术探索与学习环境构建的双重特征;中期,“智能教育”以 3.1 的强度成为核心突现词,结合“在线教育”“个性化”等关键词,说明研究重心转向教育场景的实际落地;后期,“人工智能教育应用”以 11.1 的高强度成为最突出的热点,并与“元分析”“强化学习”共同出现,标志该领域已进入前沿技术与教育系统深度适配的新阶段。

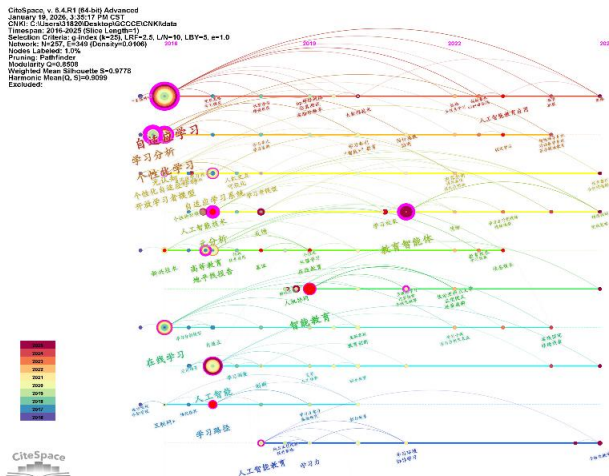


图 12 时间线图谱

Top 14 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2016 - 2025
大数据	2016	1.52	2016	2017	
新兴技术	2016	1.18	2016	2017	
学习路径	2017	1.16	2017	2020	
学习空间	2017	0.97	2017	2018	
学习者特征	2017	0.97	2017	2018	
慕课	2018	0.93	2018	2019	
智能教育	2019	3.1	2019	2022	
在线教育	2019	0.8	2019	2020	
个性化	2019	0.8	2019	2020	
学习效果	2021	0.95	2021	2022	
元分析	2017	1.4	2022	2025	
强化学习	2023	1.11	2023	2025	
人工智能教育应用	2023	0.84	2023	2025	
信息技术	2023	0.84	2023	2025	

图 13 关键词突变图谱

结合时间线图谱与关键词突变图谱，可以归纳出我国教育智能体赋能自适应学习研究领域的未来发展趋势的几个特征：1) 深化技术驱动，依托强化学习与“大模型+小模型协同机制”，优化算法层，实现学习路径的实时动态调整与反馈优化；2) 细化不同的场景需求，推动教育智能体从单点应用向全链条适配转型。如在职业教育中构建基于“产教融合”数据的智能体矩阵，赋能实训场景精准教学；3) 拓展生态协同，增强跨领域关联，构建基于 U-G-S（大学-政府-学校）的实证研究闭环，实现模型在真实课堂中的长周期迭代验证。

讨论

文献分析表明，教育智能体赋能自适应学习研究领域的演进呈现以下特征：

1)

政策与技

术双重驱动下的阶段性演进

2024-2025 年的迭代爆发不仅是由于生成式大模型（GenAI）的技术驱动，更得益于国家教育数字化转型政策的全面推行。研究重心从早期的工具性引入转向系统性适配，反映了教育智能体正从边缘辅助工具演变为智慧教育生态的有机组成部分。

2)

核心研究

力量呈现聚焦化与协作化特征

从作者与机构合作图谱来看，华东师范大学、东北师范大学等师范类院校已形成该领域的研究中坚力量，且机构间合作网络较为紧密。这种“强强联合”的态势有助于推动教育智能体理论框架的标准化建设。然而，现有的协作网络多集中于高校范畴，未来需要进一步拓展至中小学实践场域，通过不断深化大学-政府-学校（U-G-S）协同机制，促进研究成果向真实教学场景的有效转化。

3)

自适应学

习路径向精准化与情感化发展

关键词分析中，“自适应学习”与“学习分析”的高中心度证明了研究正由普适化转向精准化。讨论发现，教育智能体的设计已不再局限于认知维度的知识图谱构建，而是开始融合情绪调节策略。这种从单一认知支持向认知与情感双重互动的转变，也标志着智慧学习环境下个性化教学从效能导向逐渐转向人本导向。

4)

强化学习

与跨学科适配将成为未来发展方向

关键词突变分析表明，强化学习已成为动态路径优化的研究焦点。教育智能体正实现从

基础教育到高职教的全学段覆盖。未来研究的关键在于：利用深度强化学习算法在复杂情境下实现反馈路径的实时动态生成，并构建跨学段、跨学科通用的智能体架构，以破解规模化教育中个性化资源配置的难题。

结论

本研究运用 CiteSpace 对教育智能体赋能自适应学习领域的核心文献进行了系统分析，揭示了该领域的演进逻辑。结果表明：第一，发文趋势历经探索上升、沉淀调整、迭代爆发三阶段；第二，研究力量以华东师大、东北师大等师范类院校为主力，机构间合作密切，但仍需加强与中小学实践场域的协同转化；第三，研究热点主要围绕学习反馈的精准化与情感化设计、多场景适配拓展，以及以生成式 AI、知识图谱、强化学习等技术对系统的赋能作用；第四，未来研究将聚焦强化学习驱动的路径优化、精细化场景适配以及多技术融合的自适应生态构建。由于本文仅基于 CNKI 核心期刊数据库，未来可拓展至 Web of Science 等国际数据库，以开展跨学科、全球视野的对比研究。

参考文献

- 陈悦,陈超美,刘则渊,胡志刚, &王贤文. (2015). CiteSpace 知识图谱的方法论功能.科学学研究, 33(2), 242-253.
- 王国光,刘志敏&王清强.(2024).基于 VOSviewer 和 CiteSpace 的国内外继续教育信息化研究的可视化分析.职教论坛,40(08),78-89.
- 周瑜烨&王永军.(2024).基于 CiteSpace 的我国教育数字化研究热点与趋势分析.现代信息科技,8(18),176-183.<https://doi.org/10.19850/j.cnki.2096-4706.2024.18.035>.
- 田漫宇,顾双玲&张慕华.(2025).教育智能体的何种反馈能够促进学习?——基于 2015—2025 年 36 项实证研究的系统性文献综述.开放教育研究,31(06),7992.<https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2025.06.009>.
- 戴静&顾小清.(2024).从认知到情感: 自适应学习系统中反馈影响学业情绪的框架构建与应用研究.中国电化教育,(11),78-86+122.
- 毕树沙&张琳琳.(2025).职业教育智能体: AI 赋能职业教育新图景.中国职业技术教育,(20),5-11+20.
- 马晋闽.(2025).教育智能体在生物学实验教学中的应用.生物学教学,50(10),39-41.
- 王克伟,赵可云&张乐文.(2025).教育智能体赋能小学生阅读能力培养的实践探索.教学与管理,(23),51-55.
- 张荔.(2025).基于生成式 AI 的自适应写作反馈和任务学习系统理论探究.当代外语研究,(05),132-142.
- 钟卓,唐烨伟,钟绍春&赵一婷.(2020).人工智能支持下教育知识图谱模型构建研究.电化教育研究,41(04),62-70.<https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2020.04.009>.
- 郭威彤,贾苏鹏&杨鸿武.(2025).教育智能体反馈支持的合作问题解决框架设计与验证——基于元认知驱动视角.电化教育研究,46(12),71-78.<https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2025.12.009>.
- 熊余,任朝辉,吴超,蔡婷&秦新明.(2024).基于知识图谱的可解释学习路径推荐.现代教育技术,34(07),131-141.

- Liu, M., McKelroy, E., Corliss, S. B., & Carrigan, J. (2017). Investigating the effect of an adaptive learning intervention on students' learning. *Educational technology research and development*, 65(6), 1605-1625.
- Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, 57(3), 359-377.