

SDL 中多智能体人机协同组织韧性的影响机制——基于结构方程模型实证研究

The Mechanism of Multi-Agent Human-AI Collaborative Organizational Resilience under SDL: An Empirical Study Based on SEM

季爽^{1*}, 楚肖燕¹, 钱春雨¹, 朱凌芸¹, 翟雪松¹

¹浙江大学教育学院

* shuangji@zju.edu.cn

【摘要】生成式人工智能能够动态匹配学习者能力，支持自我导向学习，然而单智能体难以有效支撑开放式推理任务。多智能体系统通过多角色协作与自我校正机制，可构建高效的人机协同学习组织。本研究基于分布式认知理论，利用多智能体平台开展自我导向学习实践，并采用结构方程模型分析，为理解多智能体人机协同学习效能的影响机制提供了实证依据。

【关键词】自我导向学习、组织韧性、多智能体系统、生成式人工智能

Abstract: GenAI can support SDL through adaptive feedback, but single-agent systems are limited in complex reasoning. MAS enables multi-role collaboration and self-correction, forming more effective human-AI collaborative systems. Grounded in distributed cognition theory, this study uses structural equation modeling to examine the relationships, providing empirical evidence for the effectiveness of multi-agent human-AI collaborative learning.

Keywords: Self-directed Learning, Organizational Resilience, Multi-Agent Systems, Generative AI, Higher Education

1. 引言

生成式人工智能（GenAI）能够对学习问题进行分析并提供个性化反馈，通过协同完成任务，为自我导向学习（SDL）提供动态支持。然而，受单一视角与能力限制，单智能体在跨学科整合与复杂推理任务中存在不足。多智能体系统（MAS）通过多角色分工与协同机制，实现信息共享与任务协作，能够整合多学科知识，提供多视角认知支持。同时，智能体间的讨论与相互修正有助于提升推理的可靠性与深度。因此，相较于单智能体，MAS 更有助于支持跨学科学习与开放式推理任务，在 SDL 情境中具有更高应用价值。但其作用机制仍缺乏充分实证，本研究据此展开探讨。

2. 研究背景与理论框架

2.1. 研究背景

SDL 强调学习者主动设定目标与策略。GenAI 可提供个性化反馈与学习路径，支持元认知发展，但受限于概率生成机制，在多步骤推理与复杂决策任务中存在不足。MAS 通过多角色协同与信息共享弥补这一局限：一方面整合多学科视角，提供更全面的认知支持；另一方面通过持续讨论与修正优化推理过程，从而更有效支持复杂学习任务。

组织韧性指团队在复杂或不确定情境中，通过资源重组与协作优化维持或提升绩效的能力（Chen et al., 2021），是衡量人机协同效能的重要指标。在 SDL 情境下，组织韧性可被视为衡量学习者与多智能体系统协作效能的关键要素。

2.2. 理论基础与研究假设

分布式认知理论认为认知分布于个体、工具与环境之间，并在持续互动中演化，是解释多智能体人机协同与组织韧性的核心框架。在 SDL 情境中，稳定的人机交互有助于提升集体问题解决能力，同时强调泛化能力与学习重塑能力的重要作用。

泛化能力指学习者将已有经验迁移至新情境的能力。MAS 中认知资源呈分布式特征，具备较强泛化能力的学习者能够整合多源信息，应对复杂任务。因此 H1：泛化能力对组织韧性有正向影响。学习重塑指学习者主动调整学习目标与资源，使学习与自身需求动态匹配。在多智能体协同中，学习者需主动调节学习过程并整合不同智能体资源以提升协作效果。同时，泛化能力为学习重塑提供认知基础，使学习者能够更有效理解与整合智能体输出。基于此 H2：学习重塑对组织韧性有正向影响；H3：泛化能力对学习重塑有正向影响。

3. 研究设计

本研究以浙江省某高校《教育统计与测量》课程的 88 名硕士研究生为对象，经筛选后有效样本为 85 人。研究基于 Coze 构建多智能体平台并集成至微信公众号（见图 1）。

图 1

理论假设模型和多智能体人机协同学习平台



课程共 16 课时，课前教师介绍平台功能并鼓励协同学习。第一阶段讲授统计学基础与研究方法；第二阶段聚焦问卷设计与 SPSS 操作；第三、四阶段学生自主完成研究设计与数据分析。学习成效以论文质量评估，并通过问卷收集学习体验数据。

4. 结果分析

信效度检验结果表明，各题项标准化因子载荷均大于 0.70，量表具有良好的收敛效度与内部一致性。CFA 结果显示区分效度良好。结构模型拟合良好 ($\chi^2=27.084$, $df=32$, $\chi^2/df=0.85$, $IFI=1.0$, $CFI=1.0$, $TLI=1.0$, $RMSEA=0.000$)。路径分析表明学习重塑显著正向影响组织韧性 ($\beta=0.224$)，而泛化能力对组织韧性的直接影响不显著 ($\beta=0.037$)；泛化能力显著正向影响学习重塑 ($\beta=0.368$)。Bootstrapping 结果显示学习重塑在二者之间发挥完全中介作用。

5. 结论

定量结果显示，泛化能力对组织韧性无显著直接影响。进一步分析表明，泛化能力通过学习重塑对组织韧性产生显著间接影响，且学习重塑发挥完全中介作用，H2 与 H3 得到支持。这说明泛化能力主要通过促进学习重塑间接作用于组织韧性，而非直接发挥作用。具体而言，在自我导向学习情境中，学习者虽可通过多智能体获取多样化信息与方案，但组织韧性的形成更依赖其在行为层面的主动调节能力，包括对学习目标、任务与资源的调整，而不仅是认知能力本身。因此，人机协作过程中，学习者不能完全依赖智能体生成结果，而需在认知层面整合多源信息并重构理解，在行为层面主导信息取舍与学习策略调整，对学习过程承担主体责任。

参考文献

- Chen, R., Xie, Y., & Liu, Y. (2021). Defining, Conceptualizing, and Measuring Organizational Resilience: A Multiple Case Study. *Sustainability*, 13(5), 2517.
<https://doi.org/10.3390/su13052517>