

从赋能工具到认知伙伴：教育智能体推动物联网教学范式转型

From Enabling Tools to Cognitive Partners: Educational AI Agent Drives the Transformation of IoT Teaching Paradigms

陈洁^{1*}, 郭子怡¹

¹ 石河子大学 师范学院

* bnucjie@126.com

【摘要】 在物联网与社会智能化深度融合背景下，素养导向的信息科技教学对高适应性认知支持的需求日益凸显。本研究作为理论建构与设计研究，提出“角色—功能—交互”三维分析框架，从社会、工具与关系三个维度系统解构教育智能体的功能价值。在此基础上构建以认知伙伴为中介的“学习者—智能体—实践环境”三元协同物联网教学模式，涵盖共构、迭代、展示三阶段。通过“智慧校园：教室环境监测系统”课例，阐释该框架与模式的理论适用性与设计路径，为后续实证研究提供理论基础与实践参照。

【关键词】 教育智能体；物联网教学；三元协同；认知伙伴；教学转型

Abstract: In the context of deep integration of IoT and social intelligence, literacy-oriented information technology instruction requires highly adaptive cognitive support. As a theoretical construction and design study, this paper proposes a three-dimensional analytical framework of "role-function-interaction", which systematically deconstructs the social, instrumental, and relational dimensions of educational AI agents. Accordingly, a triadic teaching model of "learner-agent-practice environment" mediated by cognitive partners is constructed, encompassing three phases of co-construction, iteration, and demonstration. Through the case of "Smart Campus: Classroom Environment Monitoring System", the theoretical applicability and design pathways of this framework and model are illustrated, providing theoretical foundations for subsequent empirical research.

Keywords: Educational AI agents, IoT teaching, Triadic collaboration, Cognitive partner, Teaching transformation

1. 引言

《义务教育信息科技课程标准(2022年版)》将“物联网实践与探索”作为八年级核心内容，教学重点从知识传授转向通过真实项目引导学生经历完整工程实践。然而，当前教学实践面临学生在系统设计、软硬件调试中认知负荷高等挑战，教师难以提供持续个性化支持。教育智能体凭借其交互性、适应性与可塑性被视为突破上述困境的关键载体，正从工具性辅助向“认知伙伴”转型(Cress & Kimmerle, 2023)。但当前实践仍局限于“仿真工具”等浅层应用，缺乏系统化设计框架与适配策略。

为此，本研究聚焦以下三个问题：(1) 如何构建“角色—功能—交互”三维分析框架？(2) 如何基于该框架，设计以“认知伙伴”为中介的物联网三元协同教学模式？(3) 如何通过课例阐释框架的理论适用性？本文旨在为物联网教学范式转型提供兼具理论解释力与实践操作性的系统参照。

2.文献综述

2.1. 教育智能体

教育智能体角色演进呈现从"辅助工具"到"专业导师"再到"认知伙伴"的历程。早期研究聚焦虚拟仿真与自动评测，后拓展至过程性引导与个性化反馈。近年倡导智能体向"认知伙伴"转型，具备情境感知与元认知激发能力（Kurniawan et al., 2024）。但现有实践仍停留在工具化辅助层面。

2.2. 物联网教学

物联网教学呈现跨学科性、虚实交互性与设计实践性，要求学习者掌握系统集成能力。新课标强调围绕"智慧校园"等真实场景开展工程实践（王晓荔等人，2023），对学习支持系统提出更高要求，为智能体介入提供应用切入点。

2.3. 教育智能体在物联网教学中的应用探索

已有研究尝试引入智能体，初期集中于技术辅助，后拓展至过程引导（翟雪松等，2025）。但智能体作为"认知伙伴"的潜能尚未充分开发，缺乏系统化整合框架。

3.教育智能体“角色—功能—交互”三维分析框架

本研究整合活动理论，提出"角色—功能—交互"三维分析框架(图 1)。角色维度指智能体被赋予的社会身份与责任定位，体现社会属性；功能维度指为实现角色所需的技术能力，体现工具属性；交互维度指信息交换与行为协调的模式，体现关系属性。三维一体系统性考量，引导智能体向"认知伙伴"转型。

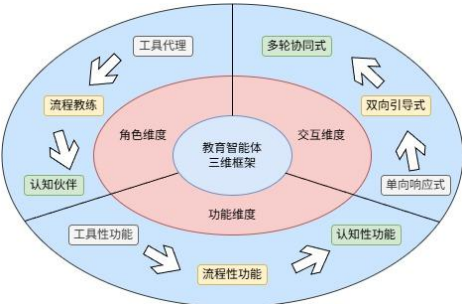


图 1 “角色—功能—交互”三维分析框架示意图

3.1. 智能体角色的类型

基于教学目标分类理论，将智能体角色概括为三种类型（表 1）。工具代理对应行为目标，以单向指令模式提供操作支持；流程教练服务于生成性目标，以双向引导模式管理项目流程；认知伙伴面向表现性目标，以多轮协同模式激发高阶思维。

表 1 智能体角色类型表

角 色 类 型	核 心 功 能	典 型 交 互 模 式	对 应 教 学 目 标
工 具 代 理	模拟仿真、步骤导航、自动评分	单向、确定性的指令与响应	行为目标：掌握特定知识与技能
流 程 教 练	任务规划、过程督导、策略提示	双向、基于规则的自适应引导	生成性目标：解决定义明确的复杂问题
认 知 伙 伴	共同构思、假设推演、数据解读、反思激发	多轮、开放性的对话与协同	表现性目标：激发创新与复杂系统思维

3.2. 智能体功能

功能体系呈现从工具性、流程性到认知性的阶梯式发展（表 2）。工具性功能替代重复操作；流程性功能调控认知过程；认知性功能参与认知建构，激发高阶思维。

表 2 智能体功能类型表

功能类型	认知支持本质	关键技术举例	代表性教学场景
工具性功能	替代重复操作,释放认知资源	虚拟仿真、自动评分、代码补全	传感器特性验证、通信协议练习
流程性功能	调控认知过程,引导问题解决	规则引擎、状态诊断、路径规划	项目阶段管理、调试故障排查
认知性功能	参与认知建构,激发高阶思维	自然语言对话、多模态推理、生成式协同	方案创新构思、数据意义解读、系统优化辩论

3.3. 智能体交互模式

交互模式呈现从单向响应、双向引导到多轮协同的演变（表 3）。单向响应式构建主客体工具关系；双向引导式形成导学关系；多轮协同式确立平等伙伴关系，实现深度认知协同。

表 3 教育智能体交互模式类型表

交互模式	对话结构特征	意义生成方式	人机关系
单向响应式	线性、闭合、单轮次	用户提取预设信息	主客体关系：用户是主动的操作者，智能体是被动的工具。
双向引导式	树状、有条件分支、有限轮次	在预设路径内协商	导学关系：智能体是向导或教练，拥有过程权威。
多轮协同式	网状、开放、可持续	通过持续对话共同建构	伙伴关系：智能体是思考伙伴，关系平等、具有社会性。

4.“学习者—智能体—实践环境”三元协同的物联网教学

4.1. 三维框架指导下的“学习者—智能体—实践环境”协同

本模式以社会文化理论与分布式认知理论为基石。分布式认知指出认知分布于个体、工具、环境及社会互动中。本模式将智能体定位为“认知伙伴”，成为参与共同问题界定、协同设计迭代的活性认知节点，在三元互动中拓展学生认知边界。

4.2. 三元协同物联网教学模式构建

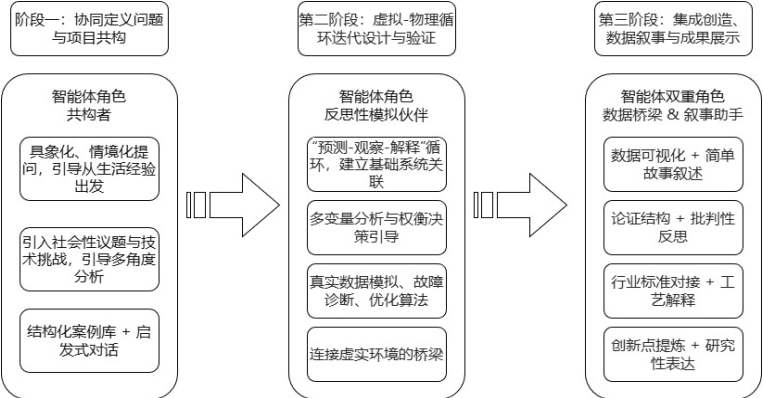


图2 三元协同的物联网教学模式

教学模式围绕完整物联网项目周期展开三阶段：共构阶段，智能体作为共构者，引导学生将初步兴趣转化为清晰项目挑战；迭代阶段，智能体扮演反思性模拟伙伴，支撑学生完成设计-验证-反思的认知闭环；展示阶段，智能体兼具数据桥梁与叙事助手角色，推动知识外化。配套支持方案包括：任务情境设计、人机协作规则、多层脚手架体系、过程性评价方案。

4.3. 三元协同物联网教学设计个案

为验证“角色—功能—交互”三维分析框架及三元协同教学模式在真实教学场景中的指导性与适用性，本研究选取《义务教育信息科技课程标准（2022年版）》八年级“物联网实践与探索”模块中的典型课例——“智慧校园：教室环境监测系统”作为阐释性案例。

4.3.1. 智能体“角色—功能—交互”分析

在本课例的教学进程中，教育智能体的介入体现了其在三维度上的动态演进与协同作用。

从角色维度，智能体被设计为从工具代理向认知伙伴演进。初期为传感器模拟工具代理；后期预设启发式问题：“是否考虑增加自动开窗模块？”这一设计旨在推动系统思维跃迁，对应认知伙伴的“共同构思”功能。从功能维度，初期提供工具性功能，如代码生成；后期设计流程性与认知性功能融合，预设如“传感器位置对节能算法有何影响？”等开放式问题，体现认知性功能设计。从交互维度，初期设计单向响应式；中期双向引导式；核心环节设计多轮协同式对话，如围绕“如何降低误报率”的持续讨论，构建协同决策的伙伴关系。

4.3.2. 物联网教学三元协同教学设计

在本课例中，“学习者—智能体—实践环境”三元协同教学模式依三阶段展开，智能体作为核心中介深度融入。在共构阶段，智能体作为共构者，通过启发式提问引导学生将感性诉求转化为可量化监测指标（温度、湿度、光照度等），完成意义建构；在迭代阶段，智能体扮演反思性模拟伙伴，持续对比虚拟预测与实物数据，当出现偏差时引导学生建立假设，支撑“设计—验证—反思”认知闭环；在展示阶段，智能体作为叙事助手，协助数据可视化与成果叙事组织，使项目成果升华为完整问题解决故事。

上述设计体现了三元教学模式的核心原则：共构阶段对应“社会性角色”维度；迭代阶段体现“工具性功能”与“关系性交互”融合；展示阶段实现“知识外化”跨越。

5. 结论与展望

本研究构建了“角色—功能—交互”三维分析框架，为解析教育智能体提供整合视角；发展了“学习者—智能体—实践环境”三元协同教学模式，为物联网教学提供理论指导。本文作为理论建构与设计探索，局限性在于尚未进行严格的实证检验。后续研究将开展准实验研究，收集互动数据与学习成果，检验模式有效性。未来可在更大范围开展实证研究，结合多模态大模型丰富“认知伙伴”内涵，构建与之匹配的教师支持体系。

参考文献

- 王晓荔,王菁 & 田钰.(2023).在数字化体验中培养“数字化学习与创新”素养——以“构建物联网系统原型”项目式学习为例.中小学数字化教学,(04),47-51.
- 翟雪松,季爽 & 李艳.(2025).基于智能体+元宇宙的数字化泛在学习对高阶思维能力的影响研究.电化教育研究,(08),47-56.
- Cress, U., & Kimmerle, J. (2023). Co-constructing knowledge with generative AI tools: Reflections from a CSDL perspective. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 18(4), 607–614.

Kurniawan, B., Meyliana, M., Warnars, H. L. H. S., Suharjo, B., & Ahiase, G. (2024). Bibliometric Analysis using Vos Viewer with Publish or Perish of Intelligent Tutoring System in Private Universities. *International Journal of Informatics Information System and Computer Engineering (INJIISCOM)*, 5(2), 166–177.