

知识图谱与 AI 智能体协同驱动的嵌入式系统课程群个性化教学改革与实践

杨 恒

长江师范学院电子信息工程学院, 重庆 涪陵 408100

摘要: 针对地方高校嵌入式系统课程群存在的知识点碎片化、课程壁垒突出及学生能力差异明显, 传统教学难以实现因材施教的问题, 立足“双核驱动, 四维协同”改革定位, 以课程群层级化知识图谱、课程专属 AI 智能体作为双核心, 围绕教学内容重构、教学模式创新、教学资源建设、教学评价优化开展四维协同改革。以电子信息类相关专业嵌入式系统课程群为对象, 运用文献研究、教学实践和比较分析方法, 升级构建嵌入式课程群层级化知识图谱, 迭代开发面向嵌入式专业场景的专属 AI 智能体, 引入 PAD 对分课堂范式, 构建教师—AI 智能体—学生三方协同教学模式, 搭建基础必修—方向选修—创新拓展三层标签化数字化教学资源库, 建立“AI 智能体初评 + 教师复评”三维个性化评价体系。教学实践表明, 改革打通课程群知识壁垒, 可实现学情动态追踪、个性化路径推送, 有效提升学生软硬件协同开发能力与工程创新素养, 为地方高校工科课程群数字化转型提供实践范式。

关键词: 嵌入式系统; 课程群; 知识图谱; AI 智能体; 个性化教学

0 引言

新工科建设与教育数字化转型背景下, 国产芯片、开源鸿蒙生态快速发展, 成渝电子信息产业集群对嵌入式复合型工程人才提出更高的个性化培养要求^[1-2]。嵌入式系统课程群作为电子信息、物联网、机器人工程专业的核心课程集群, 覆盖《微处理器与单片机技术》、《嵌入式系统技术》、《智能系统设计》等课程, 承担学生硬件底层、软件编程、智能系统综合应用能力培养任务。当前多数地方高校嵌入式课程群依旧沿用传统同质化教学模式, 各门课程独立开课, 缺少一体化知识梳理, 课程间先修后继关系模糊, 学生编程、硬件基础参差不齐, 统一教学进度造成学困生跟不上、学优生得不到拓展提升。目前, 通用大模型用于教学仅停留在简单答疑, 受专业幻觉、学情追踪缺失等问题制约, 无法真正落地工科课堂个性化育人, 同时传统课程评价重期末结果、轻过程增值, 难以衡量不同基础学生的成长幅度, 难以适配嵌入式强工程、强实操的课程特点, 唯有依托课程自身的知识基础与定制化智能体, 才能破解同质化教学困境。基于此, 提出“双核驱动, 四维协同”改革思路, 以层级化课程群知识图谱、嵌入式课程专属 AI 智能体为双核, 推进教学内容重构、教学模式创新、教学资源建设、教学评价优化四维协同改革, 探索地方高校工科课程群的数字化人才培养路径。

1 研究基础及方法

1.1 国内外相关研究现状

国外教育数字化领域较早将知识本体^[3]、智能 Agent 技术^[4]运用于计算机类课程, 依托知识本体搭建导学系统, 根据学习者答题行为挖掘知识缺陷、自动生成学习路径, 但多数研究聚焦单门课程, 针对多课程组成的课程群改革实践较少, 缺少嵌入式软硬结合工程场景的落地实践。国内学界围绕课程群建设^[5]、知识图谱教育应用^[6]、AI 赋能课堂^[7]开展大量探索, 部分高校将知识图谱用于课程知识点梳理与学情分析, 大模型智能体也逐步投入课程答疑、作业辅助, 不过现有工作普遍存在知识图谱与 AI 智能体二者割裂使用的问题, 较少形成“图谱提供领域知识底座, 智能体完成学情与路径规划”的双核联动机制, 面向嵌入式课程群开展的改革多数侧重资源建设, 缺少教学模式、评价体系的构建, 智能化工具与课堂、实训、评价等环节融合浮于表面, 难以真正落地个性化分层培养。

1.2 改革总体目标

本文立足地方高校电子信息类人才培养定位, 围绕“双核驱动, 四维协同”总体框架确立改革目标, 重构嵌入式课程群层级化知识图谱, 厘清课程群先修、后继、交叉知识点逻辑, 迭代开发嵌入式课程专属 AI 智能体, 实现学情动态追踪、个性化路径规划、分层任务推送, 融合 PAD 对分课堂范式, 建立教师—AI 智能体—学生三方协同的课堂教学模式, 建设三层标签化数字化教学资源库, 构建“AI 智能体初评 + 教师复评”个性化评价体系, 选取平行班级开展教学试点, 验证改革成效, 形成可复制的工科课程群数字化个性化教学实施方案, 提升学生嵌入式软硬件协同开发与工程创新能力。

1.3 研究方法

本研究综合采用文献研究、教学实践与比较分析法开展教改探索,通过检索知网等数据库,梳理相关文献,总结已有成果与现存问题,结合专业人才培养方案、课程群教学大纲明确“双核驱动、四维协同”改革思路。立足现有课程基础开展一体化教学设计,重构课程群层级化知识图谱,完成AI智能体功能模块的需求定义,对接PAD对分课堂的讲授—内化—研讨教学过程,同时规划三层数字化资源库、三维个性化评价体系建设,实现技术工具与课程教学过程深度融合。选取本校电子信息科学与技术专业与通信工程两个专业生源、师资、课时、教学大纲完全一致的平行班级开展教学试点,实验班实施“双核驱动,四维协同”改革方案,对照班沿用传统课程群教学模式,覆盖理论课堂、实验实训、项目设计、课外自主学习等。教学周期结束后,结合课堂观察、师生座谈、作业报告、课程项目等过程性材料,对比分析两组班级的课堂表现、知识掌握程度与工程实践产出,客观评估改革实际成效。

2 “双核驱动—四维协同”教学改革实践

2.1 教学内容重构:构建课程群层级化知识图谱

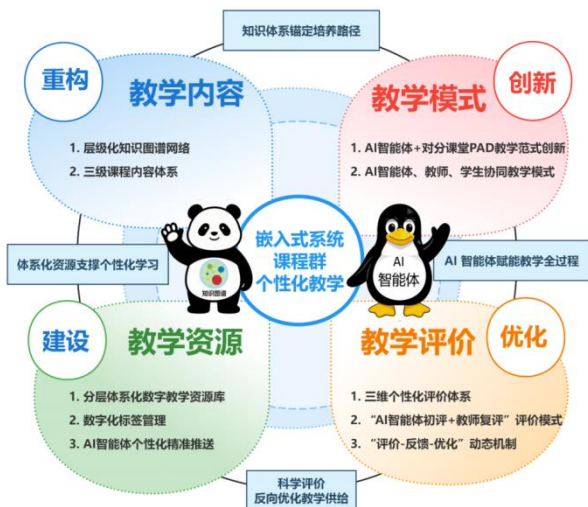


图1 课程群“双核驱动—四维协同”个性化教学改革体系示意图

如图1所示,为打破《微处理器与单片机技术》、《嵌入式系统技术》、《智能系统设计》课程之间的内容壁垒,按照基础必修层—方向选修层—创新拓展层三层递进逻辑梳理理论知识点、技能点及工程案例,厘清知识点前置后继关系,搭建嵌入式系统课程群层级化知识图谱,图谱顶层划分单片机技术基础、嵌入式系统核心、智能系统应用板块,向下逐层拆解基础必修、方向选修、创新拓展三级知识节点,标记鸿蒙国产生态相关技术,关联多门课程知识。知识图谱既服务于课堂导学,帮助学

生建立整体知识框架,同时作为底层领域知识库输入专属AI智能体,为智能体学情分析、薄弱点定位及个性化学习路径生成提供专业知识底座,减少通用大模型带来的专业幻觉问题。

2.2 教学模式创新:AI智能体+PAD对分课堂三方协同教学

依托课程群层级化知识图谱底座迭代升级COZE平台初代智能体,开发嵌入式课程专属AI智能体,设置学情动态追踪、个性化路径规划、差异化教学设计、智能反馈功能模块,同时设置学术规范等约束条件,限定智能体输出边界,规避AI越位替代教师教学工作。将AI智能体嵌入PAD对分课堂“讲授—内化—研讨”过程,构建教师—AI智能体—学生三方协同教学模式,讲授阶段由教师精讲课程核心知识点,AI智能体通过课前自测数据反馈班级学情,内化阶段AI智能体根据学情画像推送个性化预习,课后推送匹配的学习资源,支撑学生自主开展知识内化。AI智能体提供实时答疑、研讨方向引导,遇到硬件调试、综合项目设计这类强工程经验问题,则引导学生向教师线下求助,由教师开展实操指导与针对性答疑,AI智能体承担学情采集、路径规划、辅助答疑等任务,教师牢牢把握课堂主线、工程实操指导与价值引领,实现人机协同育人。

2.3 教学资源建设:分层标签化数字化教学资源库

联合企业行业导师共建校企联动动态更新的数字化教学资源库,按照基础必修层、方向选修层、创新拓展层完成分层建设,教学资源标记数字化标签,由AI智能体读取标签并结合学生学情状态完成资源精准推送。基础必修层涵盖课程课件、习题、微课视频、基础实验指导书、前置知识补学包等,用于帮助基础薄弱学生掌握理论与实操基础,方向选修层包括单片机底层驱动、嵌入式Linux应用、鸿蒙南北向应用开发多个方向,每个方向配备开发课件、案例库、专项习题、实验指导书等,支持学生根据个人兴趣选择学习方向,创新拓展层则引入产业真实项目案例、学科竞赛双创资源、国产芯片与鸿蒙前沿技术文档,满足学有余力学生开展创新项目与竞赛训练的需求。资源库建立动态更新机制,持续引入嵌入式生态最新技术成果,同时融入课程思政元素,实现分层资源与思政教学有机结合。

2.4 教学评价优化:三维个性化评价与动态反馈优化

摒弃传统以期末试卷为主的单一评价方式,构建三维个性化评价体系,落实“AI智能体初评+教师复评”评价模式,形成“评价—反馈—优化”联动。AI智能体采集学生学习数据,完成学习任务并生成学情画像,教师结合线下表现进行人工复评,评价覆盖知识掌握、工程实践、个人纵向成长增值等多个维度,不再局限于学生之间的横向对比,更加看重学生在自身原有基础之上的成长提升。评价结果一方面反馈给学生,用于

调整个人学习方法,另一方面反馈给授课教师,反向优化教学模式。

2.5 教学改革实践效果分析

经过两个学期课程群教学实践,综合课堂观察、师生座谈、课程作业、实验报告、综合项目等过程性材料进行分析,实验班通过层级化知识图谱梳理课程间的知识关联,有效改善碎片化学习的问题,专属 AI 智能体结合 PAD 对分课堂实现全过程学情追踪,推送匹配自身基础的学习资源与项目任务,基础薄弱学生依靠基础层资源掌握理论知识,学习畏难情绪得到缓解,能力突出的学生借助创新拓展层资源参与产业案例和学科竞赛项目,工程创新能力得到充分锻炼。对照班继续沿用传统授课模式,缺少知识图谱的体系化梳理,学生大多孤立记忆单门课程知识点,实训任务统一布置,难以兼顾不同兴趣、不同能力学生的发展需求,个性化培养效果有限。对比可知,实验班实验报告、综合项目完成质量优于对照班,座谈反馈也暴露出现存问题,AI 智能体处理硬件排错、复杂综合项目方案设计等高度依赖工程经验的开放性问题依旧存在局限,知识图谱、数字化资源库仍要持续跟进国产嵌入式技术迭代更新,为项目后续迭代指明改进方向,总体来看“双核驱动,四维协同”改革模式,能够有效落实因材施教,推进嵌入式课程群个性化人才培养。

3 问题讨论及改进策略

3.1 “双核驱动—四维协同”改革模式育人优势

本改革区别于多数研究单独使用知识图谱或者 AI 大模型的做法,明确双核联动内在逻辑,层级化课程群知识图谱解决“教什么”的问题,提供严谨的嵌入式专业知识底座,专属 AI 智能体解决“怎么学”的问题,完成学情采集、个性化路径与资源推送,再通过教学内容、教学模式、教学资源、教学评价四维协同,把技术工具融入课程群教学全过程,避免改革停留在工具演示层面。改革结合 PAD 对分课堂,确立教师主导、AI 辅助的人机协同定位,防止技术工具凌驾于教学活动之上,三层资源库与三维增值评价体系兼顾学困生巩固基础、优等生创新拔高,契合地方高校生源差异化情况。

3.2 改革实践中现存问题

从项目试点运行情况看,改革还有待进一步提升,嵌入式、鸿蒙生态软硬件技术迭代速度快,课程群层级化知识图谱、分

层数字化资源库需要持续迭代更新,前沿工程案例补充的工作量较大。尽管对 AI 智能体增加约束限定,但针对硬件故障排查、综合性工程方案设计这类强实操经验类问题,智能体输出质量仍存在不足,无法替代教师线下实操指导。此外,改革对教师信息化教学能力提出更高要求,教师除课堂教学之外,还要承担知识图谱维护、资源库更新、智能体效果调优等工作,增加了教师教学工作量。三维个性化评价体系还处在试点阶段,增值评价对应的量化指标仍需要进一步细化完善。

3.3 优化改进方向

针对试点期间出现的问题,将持续迭代课程群层级化知识图谱,紧跟国产芯片及 OpenHarmony 开源鸿蒙技术发展,完善新型硬件与工程案例,更新图谱内容,持续优化专属 AI 智能体提示词与案例知识库,进一步限定智能体输出边界,强化工程类问题识别能力,坚守教师在实操指导、价值引领的核心地位。发挥课程组团队力量,分工完成图谱维护、案例资源更新,分摊教师工作压力,持续优化三维个性化评价体系,细化增值评价量化指标,完善“AI 智能体初评 + 教师复评”操作细则,强化评价—反馈—优化教学模式,坚持技术服务人才培养,避免重形式、轻教学本质,推动“双核驱动—四维协同”改革模式持续深化。

4 结语

本文针对嵌入式系统课程群同质化教学痛点,提出“双核驱动,四维协同”改革方案,以课程群层级化知识图谱、嵌入式课程专属 AI 智能体作为双核,从教学内容重构、教学模式创新、教学资源建设、教学评价优化四个维度推进改革,融合 PAD 对分课堂构建教师—AI 智能体—学生三方协同教学模式,建设三层标签化教学资源库,构建三维个性化增值评价体系。教学试点实践表明,该模式可以打通课程群知识壁垒,实现学情动态追踪与个性化学习支持,兼顾不同基础学生发展诉求,提升学生嵌入式软硬件综合开发与工程创新能力。明确智能化工具只是教学辅助手段,教师的教学主导地位不可替代,后续将持续迭代知识图谱、AI 智能体与数字化教学资源,完善个性化评价体系,进一步优化改革实施方案,为地方高校工科课程群数字化转型提供可参考的实践案例。

参考文献:

[1] 刘坤,刘鑫桥,李妍.教育数字化下的新工科新形态教学资源——逻辑内涵、要素特征与建设路径[J].高等工程教育研

究, 2023, (4):22-26+99.

[2] 陈浪城, 杨月榕, 林烈青, 等. 教育数字化转型背景下新工科实验竞赛实施路径[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(10):174-180+195.

[3] 李书明. 数字化学习中知识组织模型及应用研究[D]. 华中师范大学, 2011.

[4] 焦建利. ChatGPT 助推学校教育数字化转型——人工智能时代学什么与怎么教[J]. 中国远程教育, 2023, 43(4):16-23.

[5] 王丽, 王威, 张杨梅, 等. 电子信息类专业核心课程群建设路径与教学实践[J]. 西部素质教育, 2024, 10(24):1-6+12.

[6] 秦红斌. 面向教育数字化转型的学科知识图谱理论溯源、构建与应用[J]. 教育传播与技术, 2022, (S1):4-11.

[7] 谢幼如, 夏婉, 邱艺, 等. 数字化转型赋能高质量课堂: 逻辑要义、实践向度与典型样态[J]. 中国电化教育, 2023, (9):50-58.

作者简介: 杨恒(1985—), 男, 汉族, 四川阆中人, 工学博士, 长江师范学院, 副教授, 卫星导航与嵌入式系统。

基金项目: 重庆市高等教育教学改革研究项目: AI 智能体赋能的嵌入式系统课程群“双核驱动, 四维协同”个性化教学改革与实践(263259); 长江师范学院微专业建设项目“鸿蒙智能传感系统”; 长江师范学院专业核心课程建设项目“嵌入式系统技术”。