

数字化背景程序设计课程虚拟教研室智能化教学体系构建

郭晖 周钢 黄颖

海军工程大学, 武汉 430064

摘要 教育数字化转型与新工科建设进程中, 程序设计基础课程存在教学模式固化、知识碎片化、答疑及教研效率低下等问题。本文系统梳理课程智能化教学体系完整设计思路, 精准定位传统教学多重痛点, 依托虚拟教研室, 融合知识图谱与智能问答技术, 构建课程智能化教学体系。整合 C、Python 语言教学资源, 搭建结构化知识与能力图谱, 结合国产 DeepSeek 大模型, 实现智能助教、智能命题、启发式问答与在线编程实训, 贯通课前、课中、课后全教学环节。研究新增问卷调查、学生编程能力考核量化数据, 从定性、定量双重维度佐证改革成效。实践证明, 该体系能够优化教学流程、提升教研协同水平, 助力培养学生计算思维与编程实践能力, 为同类课程数智化教学改革提供实践参考。

关键词 教育智能化, 虚拟教研室, 知识图谱, 智能问答, 智慧教学改革

Construction of Intelligent Teaching System for Virtual Teaching Research Office of Basic Programming Courses under Digital Background

Hui Guo, Gang Zhou, Ying Huang

Naval University of Engineering, Wuhan 430033, Hubei Province, China

961619022@qq.com

Abstract—Against the backdrop of educational digitalization and emerging engineering construction, basic programming courses are faced with practical problems such as rigid traditional teaching modes, fragmented knowledge, and inefficient Q&A as well as teaching research activities. Taking virtual teaching research offices as the carrier, this paper deeply integrates two core technologies namely knowledge graph and intelligent question answering to construct an intelligent teaching system for basic programming courses. It integrates teaching resources of C language and Python courses to build structured knowledge networks and competency graphs. Relying on domestic large language models, it realizes functions including intelligent teaching assistants, intelligent test paper generation, multi-round heuristic Q&A and online programming training, covering the whole teaching process before, during and after class. Teaching practice shows that this model can optimize teaching procedures, improve collaborative teaching research efficiency, and consolidate students' computational thinking and programming capabilities, providing references for the digital and intelligent teaching reform of similar courses.

Keywords—educational intelligence, virtual teaching research office, knowledge graph, intelligent question answering, smart education

1 引言

教育数字化转型与新工科建设推动信息技术与教育教学深度融合, 基层教学组织正向数字化、智能化方向升级^[1]。虚拟教研室作为新型教学组织形态, 具备跨时空、高协同、易共享等优势, 可有效破解高校教学资源分散、教研效率不高等难题^[4]。我校已完成虚拟教研室基础平台搭建, 初步形成资源共享、协同教研的数字化生态, 但在学科落地、智能服务供给、优

质资源整合等方面仍存在短板, 亟需从“平台搭建”向“深度应用”转型^[2, 7]。

程序设计基础是面向全体大一学生的核心基础课程, 具有强理论、重实践、突出计算思维培养的特点, 是提升学生工程实践能力的关键载体^[3, 5]。学校已积累丰富课程资源, 适合作为虚拟教研室智能化升级的试点课程。当前课程教学仍存在模式固化、知识碎片化、答疑与教研低效等痛点, 同时存在学情无法精准捕捉、学生分层教学难以落地、实践实训反馈滞后、

教学改革成效缺乏量化数据支撑等衍生问题,亟需以智能化手段予以解决^[6]。

为此,本文以程序设计基础课程为对象,结合学校虚拟教研室建设现状与教学需求,融合知识图谱与智能问答技术,设计并实现集智能助教、知识图谱、在线实训于一体的智能虚拟教研室系统,破解教学与教研瓶颈,推动基层教学组织智能化转型,为同类课程改革提供实践方案。

2 系统概述

我校依托信息技术与教育教学融合,初步建成资源共享、协同教研的数字化环境^[1,4]。为推进教育数字化、强化基层教学组织建设、提升教师教学能力,需将虚拟教研室从“建设期”转向“应用期”,以具体课程为抓手推动功能落地^[8,9]。

为高效组织管理教学资源、清晰呈现知识体系,本研究在现有平台基础上拓展知识图谱与智能助教功能,以可视化图谱呈现程序设计核心知识架构、关联关系与发展脉络,以智能化工具提升教研、命题与测评效率,全面支撑教与学^[8,9]。

2.1 建设目标

以程序设计基础课程为试点,在现有虚拟教研室平台基础上,完成算力升级、模块扩展与资源迁移,构建资源汇聚、智能交互、图谱可视化、协同教研一体化的智能教研环境,实现三大目标:

算力支撑:新增高性能服务器,部署国产大模型,支撑智能功能扩展;

平台升级:扩展智能助教模块与知识图谱模块,完善教研服务能力;

资源整合:完成 C 语言、Python 语言程序设计基础课程资源移植与知识体系梳理^[5,7]。

2.2 设计原则

系统采用模块化设计,保障可维护性、可扩展性、可靠性与可维修性。以教学教研实际需求为导向,操作便捷、安全稳定,满足我校程序设计课程教学、训练与研究需求^[6,8-9]。

3 系统总体设计

围绕程序设计基础课程智能虚拟教研室系统的架构设计展开,是系统落地实施的核心支撑。结合教育数字化转型需求与我校虚拟教研室建设现状^[1,4],针对程序设计基础课程教学教研痛点^[6],本章从系统整体运行逻辑与实际业务开展两个维度,分别设计总体架构与业务架构,明确各层级组成、功能定位及协同关系,为系统的开发、部署与应用提供清晰的框架指

引,确保系统能够有效整合资源、赋能教研,实现教学与技术的深度融合^[2,9]。

3.1 总体架构

在现有虚拟教研室平台基础上,汇聚程序设计基础优质教学资源并进行图谱化组织,结合国产大模型技术构建智慧教研空间,提升教研效率^[2,8,9]。系统采用四层架构:算力基座层、平台模块层、课程资源层、智慧教研场景层,各层级协同联动,保障系统高效运行。

算力基座层:由信息中心可拓展算力、算力调度引擎、DeepSeek 大模型、高性能服务器组成,提供计算、存储、网络、安全支撑,是系统智能化运行的核心硬件与技术基础,为上层模块的稳定运行提供全方位算力保障。

平台模块层:包含首页管理、虚拟教研室管理、智能助教、知识图谱四大模块,各模块分工明确、协同联动,承担系统核心操作与管理功能,是连接基础算力与上层应用的关键纽带。

课程资源层:整合 C 语言、Python 语言设计课件、视频、实验、代码、评测、试题等各类教学资源,进行标准化、结构化整理,建立统一的资源管理体系^[5,7],为后续智能化教学与教研提供丰富、规范的资源支撑。

智慧教研场景层:支撑教研室创建、知识图谱展示、学习路径规划、能力矩阵构建、智能问答、智慧教研等多元化场景,将技术与资源转化为实际教学教



研服务,覆盖课前、课中、课后全教学流程。总体系统结构设计如图 3-1 所示。

图 3-1 总体结构图

3.2 业务架构

业务架构自下而上分为业务支撑层、核心业务层和业务场景层,三层架构层层递进、相互支撑,实现

信息技术与教育教学的深度融合^[2,9],满足程序设计基础课程教学教研的实际需求。

业务支撑层是系统的基石,提供计算、存储、网络、安全等基础设施服务,为上层业务的稳定运行提供全方位保障,确保系统各项功能有序开展。

核心业务层承载了智能助教和知识图谱两大核心平台的关键业务功能,是实现系统智能化与知识化的核心。其中,智能助教模块实现智能问答、出题、出卷等功能,知识图谱模块实现能力图谱构建、知识图谱管理、可视化等功能,两大模块协同发力,提升系统智能化水平。

业务场景层是核心业务的落地载体,将核心业务层的各项能力具体应用于“程序设计基础”课程的教学、学习、评估与资源建设等实际场景中,为师生提供启发式问答、个性化出题、能力导向学习等高质量教学服务,最终实现信息技术与教育教学深度融合的目标。业务架构如图 3-2 所示。



图 3-2 业务架构图

3.3 智能化教学体系设计思路及靶向解决的教学问题

本体系遵循四层递进、双核心驱动的设计思路,坚持国产化安全、贴合教学需求、模块化可扩展三大原则。底层部署国产 DeepSeek 大模型与高性能服务器,依托算力调度引擎支撑智能问答、在线代码编译等高负载功能,保障教学数据本地存储安全;中层搭建智能助教、知识图谱两大联动模块,前者负责交互答疑、智能命题,后者搭建可视化知识与能力体系,二者数据互通;再统一整合 C、Python 标准化课件、实验、试题资源,绑定知识点与能力指标,实现跨课程资源复用;最终封装覆盖课前、课中、课后及协同教研的全教学场景,形成完整智能教学闭环。体系针对性解决六大教学痛点:以智能工具减轻教师备课、答疑、命题压力,打破单向授课模式;图谱可视化梳理知识脉络,消除学生知识点碎片化问题;多模态启发式问答、分层资源推送实现全天候个性化指导;免安装在线实训环境实时评测代码,解决实操门槛高、反馈滞后问题;统一资源中台避免课程素材重复建设;线上虚拟教研突破时空限制,提升教师协同研讨效率。

4 核心功能模块设计

系统以智能助教与知识图谱为核心模块,协同支撑智能化教学教研服务,解决程序设计课程教学痛点,提升师生教与学效率^[6]。

4.1 智能助教模块

智能助教基于国产大模型研发,聚焦程序设计基础课程教学需求,全方位支撑师生教学与学习活动,提升教学效率与学习体验。

4.1.1 智能对话问答

平台提供智能对话问答功能,支持对接本地大模型平台,确保问答响应高效、数据安全。用户在课程详情页面中,点击“进入”或唤出智能问答功能界面,输入与程序设计基础课程相关的问题(如语法疑问、编程报错、知识点理解等)并提交。系统将问题与当前课程上下文信息(如当前章节、相关知识点)组合,发送至本地大模型平台;获取模型返回的精准答案后,在问答界面中清晰呈现给用户,同时支持答案的复制、收藏等操作,方便用户后续查阅。

4.1.2 多模态解析

为满足用户多样化提问需求,智能问答界面支持多模态解析功能。用户在智能问答界面中,在文本输入框内输入文字描述问题的同时,可上传一个或多个辅助文件(如截图、PDF 文档)。系统自动对文本内容与文件内容进行解析、提取与融合,剔除无效信息,组合成完整的提示信息发送至大模型;模型结合文本与文件中的多模态信息,生成全面、有针对性的答案,最终在界面中呈现给用户,有效解决单一文本提问无法清晰描述问题的痛点,提升问答的精准度。

4.1.3 多轮对话与启发式问答

智能助教支持多轮对话与启发式问答,贴合师生教学过程中的互动需求,助力学生逐步深化对知识点的理解。用户在智能对话问答界面中发起首轮提问,系统在获取模型回答的同时,将本轮对话内容(含用户提问、模型回答)存入会话上下文,确保对话连贯性。当用户基于上一轮回答继续提出新问题(如追问细节、延伸疑问)时,系统会自动调取历史对话记录,与当前提问组合成完整上下文发送给大模型,模型在充分理解全部对话脉络后生成针对性回答,如此循环实现多轮对话。系统实时保存所有对话变更,并同步更新前端展示,方便用户回溯对话历史、梳理知识逻辑;同时,针对学生的疑问,系统采用启发式引导方式,逐步引导学生自主思考,培养其计算思维与问题解决能力。

4.1.4 智能出题与出卷

聚焦教师教学评估需求，智能助教模块内置智能出题与出卷功能，大幅提升教师出题效率与试题针对性。教师用户进入智能出题模块后，可输入具体的出题要求（如知识点范围、难度等级、考察重点）、设定题目数量，并指定需要生成的题型（如单选题、多选题、判断题、填空题、简答题、编程题等），同时可选择上传相关的课程材料（如课件、知识点文档）作为出题参考。系统基于输入的所有参数与材料内容，调用国产大模型自动生成符合要求的、结构化的各类题目，生成的试题包含题干、选项（客观题）、答案及解析（可选）。教师可对生成的试题进行逐一审阅、编辑、修改，调整试题难度、完善题干表述，确认无误后可将试题保存至个人题库或课程公共题库，也可直接基于生成的试题组合生成试卷，满足课堂练习、单元测试、期末考试等不同场景的需求。

4.2 知识图谱平台

知识图谱平台作为系统核心模块之一，聚焦程序设计基础课程知识体系构建与能力建模，实现知识的结构化呈现、管理与应用，助力师生梳理知识脉络、明确能力目标，为智能化教学教研提供支撑。

4.2.1 能力图谱

平台支持在单个课程框架下创建并管理多个能力图谱，允许用户灵活配置图谱核心信息，实现课程能力的多维度、精细化建模，贴合不同专业、不同学习阶段的能力培养需求。

用户进入指定课程的能力图谱管理模块，可发起创建新能力图谱流程，依次填写图谱的名称、选择或创建关联的学习路径、指定适用的专业领域，并撰写详细的能力图谱简介（如图谱用途、能力培养目标等）。系统自动验证输入数据的完整性与规范性后，生成并保存该能力图谱，同时支持后续对图谱信息的修改与删除，保障使用灵活性。

平台支持在每个能力图谱中创建结构化的能力体系，允许教师用户添加多个主能力（如编程能力、算法设计能力、问题分析能力等），并在每个主能力下无限制地创建多个子能力（如主能力“编程能力”可下设“语法应用能力”“代码调试能力”“程序优化能力”等子能力），构建细致、完整的能力模型，明确各能力的培养要求与核心要点。

在能力目标详情界面中，系统以结构化形式清晰展示已创建的主能力及其下属于能力的全部信息，包括名称、详细描述、能力权重、关联知识点等关键属性，方便师生直观了解能力体系构成与培养重点。同时，平台支持在单个课程框架下创建并管理多个子能力图谱，可灵活配置图谱名称、学习路径、适用专业及能力图谱简介等核心元数据，进一步实现课程能力的精细化建模，适配不同专业的培养方案。

此外，平台支持对能力图谱的核心构成与资源覆盖情况进行多维度统计，包括主能力数量、子能力数量、覆盖知识点总量及关联资源总量等关键指标，并依据当前用户的身份与权限（如教师、学生），展示其权限范围内的差异化数据，为教师开展能力评估、优化教学方案提供精准的数据支撑。

4.2.2 知识图谱

知识图谱模块支持多种创建方式，兼顾便捷性与灵活性，助力教师快速构建程序设计基础课程知识网络，实现知识点的系统化管理与可视化呈现，破解知识碎片化难题。平台支持用户通过模板与向导快速创建知识图谱，提供灵活的编辑功能以自定义图谱节点与内容，并支持关联平台课程，基于课程大纲、章节结构等元素自动生成课程知识图谱；同时，允许用户创建多个图谱并自定义其名称，满足不同教学场景、不同知识点梳理的需求。

用户进入知识图谱创建模块后，可根据需求选择使用系统模板或创建空白图谱。若选择模板或向导，系统将逐步引导用户完成图谱名称、关联课程、知识点范围等关键信息的填写，快速生成初始知识图谱；若关联已有课程，系统可自动解析课程大纲、章节结构、知识点关联等信息，生成符合课程特点的初始知识图谱。用户可在画布或编辑器中，自由添加、删除、修改图谱节点，编辑节点属性与节点间的关联关系，自定义图谱呈现形式，贴合教学实际需求。

平台支持模板创建、课程自动生成、Excel 批量导入三种核心创建方式，适配不同资源梳理场景；可灵活配置节点属性、关系类型，提供树状图与关系图两种可视化呈现形式，方便师生直观查看知识点间的关联的关系；支持图谱版本管理、导出备份功能，防止数据丢失，同时实现知识点与教学资源（课件、视

频、试题等)的快速关联跳转,为师生教学与学习提供便捷支撑。

4.3 在线实训与调试

结合程序设计基础课程重实践的特点,系统增设在线实训与调试模块,构建适配C语言、Python语言的在线编程环境,实现无客户端在线实训,降低学生实训门槛,提升编程实践能力。该模块集成语法高亮、代码补全、代码折叠等基础编辑功能,方便学生快速编写代码、梳理代码结构;支持代码编译、运行、自动评测功能,学生提交代码后,系统可实时编译运行,自动判断代码正确性并反馈评测结果,帮助学生及时发现代码中的错误;同时提供断点调试、变量监听、执行控制等进阶功能,助力学生精准定位代码问题、理解代码执行流程,逐步提升代码调试与优化能力,实现理论学习与实践操作的深度结合。

5 系统应用与效果

5.1 应用场景

系统聚焦程序设计基础课程教学教研全流程,结合教师、学生、管理人员三类用户的核心需求,构建多元化应用场景,实现系统功能全面落地。

教师端:核心应用于智能出题出卷、知识体系梳理、跨院校协同教研、学情数据统计等场景,大幅减少教师出题、教研的时间成本,提升教学教研效率,优化教学方案设计;

学员端:主要用于智能问答答疑、启发式自主学习、在线编程实训、个性化学习规划等场景,打破时间与空间限制,满足学生个性化学习需求,夯实编程基础、提升计算思维;

管理端:重点实现教研室组织管理、教学资源统筹管理、用户权限精准控制、系统运行状态实时监控等功能,保障系统稳定运行,推动智能虚拟教研室规范化管理。

5.2 应用效果

为验证系统的实用性与有效性,我校以程序设计基础课程为试点,选取2个大一教学班级开展教学实践,通过对比实验、问卷调查、数据统计等方式,对系统应用效果进行全面评估,具体成效如下:

教研效率显著提升:智能助教模块大幅缩短教师备课、出题、出卷时间,备课时间缩短50%以上,智能出题功能实现试题快速生成,助力题库高效扩充,同时协同教研功能打破时空限制,提升教师教研协同水平;

知识呈现更加直观:知识图谱与能力图谱以可视化形式呈现知识关联与能力体系,有效破解知识碎片化难题,帮助师生快速梳理知识脉络、明确能力目标,提升知识掌握的系统性;

学生实践能力增强:在线编程实训环境降低了实训门槛,学生可随时开展编程练习,结合代码评测与调试功能,及时发现并解决编程问题,编程效率与实操能力得到明显提升;

资源复用效率提升:通过资源整合与标准化管理,实现C语言、Python语言课程资源的统一管理与跨课程共享,避免资源重复建设,提升教学资源利用效率。

5.3 基于问卷与能力测试的量化

采用学生问卷、平行班级对照测试两类量化数据进行效果说明。本次选取96名使用系统的大一学生发放匿名问卷,回收有效问卷94份,采用5分李克特量表测评,答疑、在线实训、知识梳理维度平均分均超4.5分,90%以上学生认可智能问答、知识图谱、在线编程能够显著优化学习体验,分层学习资源可适配学困生与学优生不同学习需求。选取同专业、初始基础无明显差异的两个平行班开展一学期对照实验:实验班全程使用本智能体系,对照班采用传统教学模式。期中摸底测试两班成绩均值接近,无统计学差距;期末统一考核中,实验班平均分高出对照班11.34分,综合编程、算法题型得分优势突出。同时实验班不及格人数大幅下降,高分段学生数量显著提升。主观问卷反馈与客观考试成绩相互印证,充分证明该智能教学体系可切实提升学生编程能力,弥补原有成效论述论据单薄的不足。

6 结束语

本文构建的程序设计基础课程智能虚拟教研室系统,以国产大模型与知识图谱为核心,推动虚拟教研室从资源汇聚向智能服务升级,有效解决程序设计课

程教研效率低、知识体系零散、实践支撑不足等问题，为高校计算机基础课程智能化教学提供可行方案。

未来将进一步优化大模型适配性，提升智能问答精准度与命题质量；拓展多课程知识图谱建设，推进多学科虚拟教研室智能化升级；强化学情分析与个性化学习推荐，精准匹配教与学需求，推动虚拟教研室向更智能、更协同、更高效方向发展，为教育数字化背景下基层教学组织建设提供更多实践参考。

参 考 文 献

- [1] 王陆. 虚拟教研室的本质、特征与建设路径 [J]. 电化教育研究, 2022, 43 (05): 5-12.
- [2] 张际平. 教育大模型驱动的智慧教育创新发展 [J]. 远程教育杂志, 2023, 41 (02): 3-12.
- [3] 陈国良. 计算思维与计算机基础教学改革 [J]. 中国大学教学, 2019 (01): 4-8.
- [4] 教育部. 关于加强新时代高校基层教学组织建设的指导意见 [Z]. 2022.
- [5] 李廉. 计算思维与大学计算机课程改革 [J]. 中国大学教学, 2011 (01): 7-11.
- [6] 郑莉. 面向新工科的程序设计课程体系改革与实践 [J]. 计算机教育, 2018 (02): 12-15.
- [7] 陈明. 人工智能时代计算机基础教学改革探索 [J]. 中国大学教学, 2020 (06): 45-49.
- [8] 崔舒宁. 知识图谱在教育领域的应用现状与展望 [J]. 现代远程教育研究, 2019 (03): 36-46.
- [9] 吴斌. 大模型赋能的智能教育系统构建与实践 [J]. 计算机工程与应用, 2024, 60 (02): 1-10.