

数智化背景下的单片机原理课程教学改革研究

邢卉, 何朝峰, 王明明, 陈勇

石家庄铁道大学电气与工程学院, 河北 石家庄 050000

摘要: 数智化技术是高等教育发展的新赛道。针对传统单片机课程教学中存在的知识点碎片化、实验创新性不足、教师重复性工作繁重等问题, 本研究提出基于生成式人工智能 (AI) 与知识图谱的数智化教学改革方案, 构建“教学内容重构—分层实验设计—精准育人闭环”三位一体的教学模式, 为单片机课程的教学模式创新提供了新的思路和实践路径。

关键词: 数智化; 单片机课程; 人工智能; 教学改革

Research on the Teaching Reform of the Principle of Single Chip Microcomputer Course under the Background of Digital Intelligence

Xing Hui, He Chaofeng, Wang Mingming, Chen Yong

School of Electrical and Electronic Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang, Hebei 050000

Abstract: Digital intelligence technology represents a new development track for higher education. Aiming at the problems existing in the teaching of the traditional single chip microcomputer course, such as fragmented knowledge points, insufficient innovation in experiments, and heavy repetitive work for teachers, this study proposes a digital intelligence teaching reform plan based on generative artificial intelligence (AI) and knowledge graph and constructs a trinity teaching model of "reconstruction of teaching content—hierarchical experimental design—closed loop of precise education", providing new ideas and practical paths for the innovation of the teaching model of the single chip microcomputer course.

Keywords: digital intelligence; single chip microcomputer course; artificial intelligence; teaching reform

引言

单片机课程作为自动化、电子信息等专业的核心课程之一, 承担着培养学生硬件设计能力和嵌入式软件开发能力的双重使命。课程内容涵盖硬件原理与软件编程, 不仅要求学生掌握扎实的理论知识, 还要具备较强的实践能力。然而, 在传统教学模式下, 单片机课程面临许多问题, 如教学内容碎片化、实验项目缺乏创新性、个性化教学困难等。这些问题导致学生的知识体系呈现割裂状态, 难以形成系统化的理解。尤其在大批量授课模式下, 教师面对大量重复性的工作, 如作业批改、代码调试与实验指导, 使得个性化教学和教学创新的实现受到限制。

随着教育信息化的推进, 数智化技术对教育教学改革带来新的契机, 为教育高质量发展提供了广阔天地^[1]。《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》提出“实施国家文化数字化战略, 促进人工智能助力教学变革”。国内众多学者围绕数智化和人工智能的教学应用展开了深入探索。徐伟悦等利用人工智能赋能单片机教学, 研究了智能化“教学评”一体化综合改革路径^[2]。吴叶兰等构建了教育教学与智能技术深度融合的知识图谱, 解决单片机课程抽象难懂的问题^[3]。

数智化平台结合生成式 AI 和知识图谱, 通过智能化的数据分析和个性化推荐, 能够实时跟踪学生的学习进度和知识点掌握情况。这不仅提升了教学效率, 还帮助学生在合适的学习路径中实现自主学习, 促进了学习质量的提升。本研究通过探索数智化平台在单片机课程中的应用, 提出基于知识图谱和生成式 AI 教学改革方案, 旨在提升课程的教学质量和学生的综合能力^[4]。

一、单片机课程存在的主要问题

本学院的单片机课程融合计算机组成原理、C 语言编程、接口技术等多学科知识, 在实验教学中引入 Proteus 仿真软件, 并形成了基于单片机试验箱的实践环节。但是在当前的教学过程中还存在着知识体系割裂、实践环节薄弱、评价机制单一等突出问题

亟待解决。

(一) 知识点零散, 系统认知薄弱

单片机课程的内容主要包括硬件与软件两个主要部分。学生们对单片机硬件模块的认知呈现显著的碎片化特征, 对其关联性存在理解困境。究其原因, 在传统教学中主要采用了“模块化拆解”模式: 将单片机硬件分解为 CPU、存储器、I/O 端口等独立单

元进行讲解，而各模块的协同工作机制介绍不足。在软件开发层面，教学存在理论与实践的严重脱节。当前的课上教学案例中，普遍采用“语法讲解+硬件电路”的模式：首先讲解 C51 的位操作、函数等语法特性，再展示仿真电路。这种教学方式导致学生无法将软件开发与硬件配置、响应流程建立逻辑练习，使得学生的系统性认知不足^[5-8]。

（二）实验项目复杂度低，创新能力培养受限

目前的实验项目共计 5 项，分为基础实验和设计实验，基础实验内容涵盖了中断、定时器、串行口，设计实验分别为信号发生测量、温度监控。实验任务体系缺乏分层设计，能力后 15% 的同学任务完成度低，能力前 10% 的同学完成任务时间低于实验设计时长的 60%。而对于完成任务的评价指标较为单一，创新维度评分标准模糊，基础实验与设计实验采用同一评价标准，难以全面反映学生的实际学习情况和综合能力。

（三）教师重复性工作多，个性化教学难度大

由于课程设置和班级规模的限制，大部分教学班的单片机课程采用大班授课模式。在这种模式下，授课教师进行大量的作业批改、代码调试指导等重复性工作，使得教师在教学设计改进和创新上投入精力受限，同时在教学质量监控方面存在颗粒度粗的问题，无法针对每个学生的学习情况进行个性化辅导^[9]。

二、生成式 AI 赋能的单片机教学改革

随着时代的进步和教育的发展，生成式人工智能对高等教育带来深刻变革，学习通、智慧树等教学平台纷纷引入生成式 AI 和知识图谱功能，推动教学方式向智能化、个性化方向转型，通过构建动态知识网络实现精准学情诊断，提升教学质量和学习效果，推动教育模式从传统的教师主导向学生为中心的互动式、协作式学习转变。针对我学院单片机课程的现状，引入学习通平台的数智化工具后对课程教学模式进行如下改进和设计^[10]。

（一）教学内容重构：从碎片到系统

1. 知识图谱赋能知识体系系统化整合

我院单片机课程的培养目标是使学生掌握单片机的内部结构及其特性，熟悉程序设计的基本方法，能够运用并行口、中断系统、定时器/计数器、串行口、AD/DA 等模块的工作原理，具备设计硬件电路和编写软件程序以满足工程控制需求的能力。该课程的学习不仅要求学生理解硬件电路，还需掌握相应的程序设计技术，二者相辅相成，缺一不可。然而，学生在学习过程中常常面临硬件与软件知识的割裂、调试过程的复杂性以及知识体系的碎片化等问题^[11]。

知识图谱作为一种图形化的知识表示工具，通过节点与边的关联，能够清晰展示知识点之间的层次关系和相互联系。在基于知识图谱构建的单片机硬件模块及编程技术的知识框架中，学生可以更直观地识别各模块之间的依赖关系，从而强化硬件与软件的有机结合。如图 1 所示，通过学习通平台构建的单片机硬件结构知识图谱，学生可以通过点击各节点，查看与之相关的资源和试题，以实现更加系统化和深度的学习。如图 2 所示，当点击节点



> 图 1 单片机硬件知识图谱

时，学生能够获得与该节点关联的学习资源及相关试题，进一步促进知识的理解和巩固。

> 图 2 算数逻辑单元节点关联信息

2. 生成式 AI 辅助教学内容动态优化

目前，我院单片机课程的教学内容更新较慢，课程教学中的案例及其讲授方式迭代周期长、硬件接口原理与编程代码的割裂、教学案例呈现形式单一等问题，难以适应快速发展的技术环境和学生的个性化学习需求。

生成式 AI 能够通过快速网络搜索整合大量与单片机相关的文献，涵盖硬件、编程技术和案例分析等方面，帮助教师克服信息更新瓶颈。教师根据课程需求设定条件，快速筛选、总结并提炼出高质量的资料，自动生成符合教学目标的教学大纲或课件，从而保证教学内容的时效性与完整性，显著减少资料收集和整理的时间。在教学案例设计方面，智能工具可以帮助教师优化或创新单片机课程中的案例，特别是在硬件接口与编程代码的结合上。传统教学中，硬件与软件的割裂使得学生难以形成完整的理解。通过自动生成互动案例，学生能够在实践中更直观地理解硬件与软件的关系。例如，在讲解 I/O 端口时，传统方式先讲解 C51 函数，再展示硬件电路，最后呈现代码，学生难以理解三者的联系。改进后的案例通过动态演示流水灯的过程，逐步展示硬件电路与编程函数的关键点，最终通过代码实现让学生理解整体流程，增强了互动性与可操作性，提升了学习效果^[12]。

（二）分层实验设计：从基础到创新

在当前单片机课程中，实验任务复杂度低、任务体系缺乏分层设计以及评价标准单一等问题，限制了教学效果和学生创新能力的培养。为满足不同学生的学习需求和能力水平，对课程实验进行了分层式设计，如表 1 所示。基础性实验和设计性实验均进行难度划分，确保每个学生都能在自己的能力范围内逐步提升，避免过于简单或过于困难的实验任务。

表 1 单片机课程分层设计

序号	实验项目	实验性质	基本要求	进阶要求
1	基于外中断的信号灯控制	基础性	实现外中断触发的信号灯控制功能，掌握中断原理	扩展信号灯控制功能，实现多个信号灯的控制和多个外中断输入
2	基于定时器的采样周期控制模块设计	基础性	使用定时器实现简单的周期控制功能，掌握定时器的基础应用	实现可调节采样周期的控制模块，扩展定时器中断的应用

序号	实验项目	实验性质	基本要求	进阶要求
3	基于串行口的数据传输实验	基础性	实现串行口的简单数据发送与接收，掌握串口通信的基础操作	扩展串口通信功能，加入数据校验与数据帧设计
4	信号发生和测量实验	设计性	设计一个信号发生器，结合显示或示波器显示信号特性	加入信号调制解调、频谱分析等创新功能，设计复杂信号处理系统
5	温度监测系统 设计	设计性	设计一个温度监测系统，集成硬件接口、数据采集与显示模块	结合其他传感器（如湿度、气压等）设计多参数监测系统，并进行远程数据传输

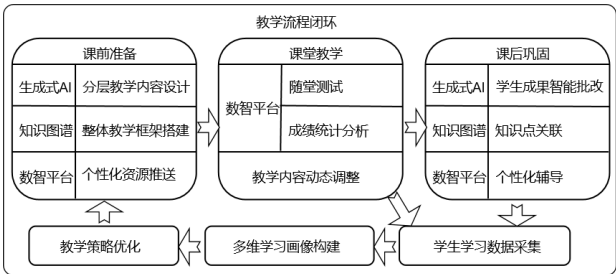
根据知识图谱对学习进度和知识点掌握情况的分析，生成式 AI 会自动推荐适合学生的实验任务。它不仅根据学生的能力层次调整任务难度，还能根据任务完成情况提供个性化的反馈和建议，帮助学生加快学习进度，提升对单片机相关知识和技能的掌握。在实验评价时，教师根据学生的实验成果从方案设计、任务难度、任务完成度和创新能力等多个角度进行，更准确地反映学生的综合能力，推动其创新思维和实践能力的培养^[13]。

（三）数智化赋能：从重复劳动到精准育人

我院单片机课程的学生人数通常超过 70 人，教师需要投入大量时间和精力进行学生作业、测试、实验等成果的审核和反馈。通过引入数智化平台和工具，教师能够改进教学模式，减轻繁重的重复性工作，实现教学流程的闭环控制（如图 3 所示），提升教学效果。

在课前，授课教师在知识图谱与生成式 AI 的辅助下，设计不同层次的教学内容。数智化平台根据实时统计分析的每位学生的学习数据，包括实验完成情况、知识掌握度、常见错误类型等，将教学内容推送给学生，帮助其完成课前知识储备。在课中，教师通过

随堂测试实时监测学生的学习效果，及时调整教学策略。在课后，学生可以利用平台推送的补充学习材料、案例分析以及跨学科资源继续学习；教师利用 AI 自动完成学生作业的查重、程序代码的调试及硬件设计方案的审核等任务，通过系统生成数据报告，了解班级整体情况以及每个学生的薄弱环节，实现精准质量监控。在此基础上，教师可以调整教学策略，合理分配教学任务^[14]。



> 图 3 基于数智化平台的闭环教学流程

三、结论

本研究通过引入数智化平台，结合知识图谱与生成式 AI，开展了单片机课程的教学改革。平台能够实时跟踪学生的学习进度，分析知识点掌握情况，并根据学生的能力水平推送个性化的学习资源和任务，有效提高了教学效率。在课前、课中和课后，平台提供了动态优化的教学内容、随堂测试、个性化反馈以及补充学习材料，确保学生在不同阶段都能获得适合的学习支持。同时，教师利用 AI 技术自动完成作业批改、代码调试和设计方案审核，减轻了重复性工作，增强了教学的精细化管理。通过这些改革措施，学生不仅提升了实践能力和创新思维，教师也能更精准地调整教学策略，促进教学质量的提升^[15]。数智化平台为单片机课程的教学模式创新提供了有效的支撑，推动了教育方式的转变。

参考文献

[1] 龙庆, 崔莉萍. 助力新质人才培养: 数智化时代教育何以作为 [J]. 当代教育论坛, , 2025, 2:1-10

[2] 徐伟悦, 张晓花, 郑剑锋等. 人工智能赋能单片机教学改革创新路径研究 [J]. 创新创业理论与实践, 2024, 18: 44-47

[3] 吴叶兰, 于宛莹, 张婉滢等. 面向智慧教育的单片机课程知识图谱构建 [J]. 电脑与信息技术, 2024, 32(6): 87-91

[4] 蒋红海. AI 自动编程时代的单片机原理教学探讨 [J]. 装备制造技术, 2023(11):112-114.

[5] 高影. 单片机与接口技术课程教学改革的研究与探索 [J]. 学园, 2022, 15(01):47-50.

[6] 汪之又, 陈英, 张亮, 等. 嵌入式人工智能技术与单片机原理及应用课程内容融合的改革分析 [J]. 教育信息化论坛, 2024(5):51-53.

[7] 徐伟悦, 张晓花, 郑剑锋, 等. 人工智能赋能单片机教学改革创新路径研究 [J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(18):44-47.

[8] 薛晶晶, 徐翔, 杨延宁. 一流专业背景下单片机原理与应用教学探索 [J]. 物联网技术, 2024, 14(4):157-158, 162. DOI:10.16667/j.issn.2095-1302.2024.04.042.

[9] 蒋红海. AI 自动编程时代的单片机原理教学探讨 [J]. 装备制造技术, 2023(11):112-114.

[10] 张洪明. 工学一体化教学在单片机实训课程中的实践与思考 [C]// 河南省民办教育协会 2024 年学术年会论文集 (下册) .2024.

[11] 李伟, 袁海娣. 基于虚拟仿真平台的单片机课程教学探索与实践 [J]. 电脑与电信, 2024(4):63-67.

[12] 杨峰, 谷峥. 基于 OBE 理念的单片机原理与应用课程教学实践 [J]. 集成电路应用, 2024, 41(1):316-317. DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2024.01.146.

[13] 申彩英, 张丽萍, 刘立东, 等. 单片机原理及应用课程教学改革研究 [J]. 辽宁工业大学学报 (社会科学版), 2024, 26(1):99-101.DOI:10.15916/j.issn1674-327x.2024.01.024.

[14] 邓三星, 杨蒙蒙. 基于项目驱动的单片机课程教学模式分析 [J]. 电子技术, 2024(8):354-356.

[15] 卿瑶瑶, 梁华军, 蒋晓丽. "单片机基础"课程的教学模式改革探析 [J]. 漫科学 (科学教育), 2024(9):113-115.