

# 人工智能融合交叉技术推动嵌入式课程教学改革研究

黄恒一, 付三丽, 韩洪哲, 何雨涵, 吴文殊, 李海波

三亚学院新能源与智能网联汽车学院, 海南 三亚

收稿日期: 2025年7月27日; 录用日期: 2025年8月26日; 发布日期: 2025年9月4日

## 摘要

本文针对传统嵌入式课程教学中存在的理论与实践脱节、技术更新滞后等问题, 提出将人工智能与机器视觉、大数据等交叉技术深度融合, 构建面向智能时代的嵌入式系统教学改革框架。研究首先重构课程体系, 增设AI算法轻量化部署、边缘智能开发等模块, 并引入虚拟仿真平台与真实硬件结合的“双轨实训”模式; 其次, 设计跨学科项目案例库, 如基于深度学习的嵌入式视觉系统开发, 培养学生解决复杂工程问题的能力; 同时, 搭建智能评测系统, 通过代码语义分析、学习行为追踪等技术实现个性化学习路径推荐。实践表明, 该模式使学生的系统设计能力提升32%, 创新项目参与度提高45%, 为培养符合产业需求的复合型嵌入式人才提供有效路径。研究结果对工程教育数字化转型具有示范意义。

## 关键词

人工智能, 嵌入式系统, 教学改革, 边缘计算, 跨学科融合

# Research on the Integration of Artificial Intelligence and Cross Disciplinary Technologies to Promote the Reform of Embedded Course Teaching

Hengyi Huang, Sanli Fu, Hongzhe Han, Yuhan He, Wenshu Wu, Haibo Li

College of New Energy and Intelligent Connected Vehicles, University of Sanya, Sanya Hainan

Received: Jul. 27<sup>th</sup>, 2025; accepted: Aug. 26<sup>th</sup>, 2025; published: Sep. 4<sup>th</sup>, 2025

文章引用: 黄恒一, 付三丽, 韩洪哲, 何雨涵, 吴文殊, 李海波. 人工智能融合交叉技术推动嵌入式课程教学改革研究[J]. 教育进展, 2025, 15(9): 282-289. DOI: 10.12677/ae.2025.1591671

## Abstract

This article proposes to deeply integrate artificial intelligence with cross disciplinary technologies such as machine vision and big data, in order to construct a reform framework for embedded system teaching in the intelligent era, addressing the problems of theoretical and practical disconnection and lagging technological updates in traditional embedded course teaching. The research first reconstructs the curriculum system, adds modules such as AI algorithm lightweight deployment and edge intelligence development, and introduces a “dual track training” mode that combines virtual simulation platforms with real hardware; Secondly, design interdisciplinary project case libraries, such as the development of embedded visual systems based on deep learning, to cultivate students' ability to solve complex engineering problems; At the same time, an intelligent evaluation system will be built to achieve personalized learning path recommendations through technologies such as code semantic analysis and learning behavior tracking. Practice has shown that this model improves students' system design ability by 32% and innovation project participation by 45%, providing an effective path for cultivating composite embedded talents that meet industry needs. The research results have demonstrative significance for the digital transformation of engineering education.

## Keywords

Artificial Intelligence, Embedded Systems, Teaching Reform, Edge Computing, Interdisciplinary Integration

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来,人工智能技术与嵌入式领域的交叉融合已展现出显著潜力。例如,轻量化 AI 模型(如 TinyML)、嵌入式 AI 加速芯片(如 NPU)的普及,使得智能感知、实时决策等功能得以在资源受限的嵌入式设备中实现[1]。这一趋势对嵌入式人才提出了新要求:学生不仅需掌握传统嵌入式开发技能,还需具备 AI 算法部署、多模态数据处理、边缘-云协同设计等能力。然而,现有嵌入式课程体系在 AI 技术融合、跨学科实践平台建设及创新能力培养方面仍存在明显短板,具体表现为:(1) 教学内容局限于传统单片机/RTOS 开发,缺乏 AI 算法与硬件资源的协同优化案例;(2) 实验平台智能化程度不足,难以支持虚实结合的复杂场景模拟;(3) 评价体系单一,未能体现“AI + 嵌入式”交叉能力的多维考核。针对上述问题,本研究提出以“人工智能融合交叉技术”为驱动,探索嵌入式课程教学改革创新路径[2]。通过引入 AI 驱动的虚实结合实验平台、构建“算法-硬件-应用”一体化的项目式教学框架,以及设计多维度能力评价体系,旨在培养适应智能化时代需求的嵌入式开发人才。

## 2. 研究设计与方法

为验证教学改革模式的有效性,本研究采用对照实验法,选取三亚学院 2022 级嵌入式系统专业两个平行班作为研究对象,其中实验班(30 人)采用“AI 融合交叉技术”教学模式,对照班(30 人)采用传统教学模式。两班学生入学成绩、前期基础课程平均分无显著差异( $p > 0.05$ ),具有可比性。

数据收集工具包括:(1) 能力评估问卷:涵盖系统设计、AI 算法部署、跨学科问题解决 3 个维度,共 20 题,采用 Likert 5 点计分;(2) 项目评分细则:从功能实现、技术创新性、代码效率 3 个指标对学

生期末项目进行量化评分(满分 100 分);(3) 学习行为日志:通过智能评测系统记录学生的实验操作时长、代码调试次数、项目迭代频率等数据。

实施过程为期 1 学期(16 周),实验班按“AI 融合内容重构 - 虚实平台实践 - 项目驱动学习”流程教学,对照班沿用传统“理论讲授 + 验证性实验”模式。数据分析采用 SPSS 26.0,通过独立样本 t 检验比较两班能力提升差异,采用内容分析法对项目报告中的技术应用频次进行编码统计。

### 3. 人工智能技术与嵌入式关联

#### 3.1. 传统人工智能技术与嵌入式系统的结合

传统人工智能技术作为一个综合性的学科领域,涉及机器学习、深度学习、知识表示与推理、模式识别等多个核心范畴,传统人工智能技术应用领域如图 1 所示。其核心目标在于赋予计算机系统以类人智能,使其能够处理复杂的信息数据,并依据这些数据做出合理的决策。与之相对,嵌入式系统是一种高度专业化的计算机系统,它被嵌入到各种特定设备之中,旨在实现特定的功能需求。从智能家居、工业自动化到航空航天、医疗设备等广泛领域,都能看到嵌入式系统的身影。在智能家居生态体系中,传统人工智能技术中的先进算法,如基于深度学习的图像识别与行为分析模型,对这些海量数据进行深度挖掘与分析。通过这种方式,智能家居系统能够实现高度智能化的场景感知与决策响应,例如自动调节室内环境参数以提供最舒适的居住体验,或者在检测到异常行为时及时发出警报并通知用户。在工业制造领域,传统人工智能技术则借助大数据分析、机器学习算法以及故障诊断模型,对这些数据进行全面分析与评估。通过建立精确的故障预测模型,能够提前发现潜在的设备故障隐患[3]。



Figure 1. Traditional artificial intelligence technology  
图 1. 传统的人工智能技术

#### 3.2. 现代人工智能技术与嵌入式系统的深度协同

在当今科技前沿领域,最新人工智能(AI)技术与嵌入式系统之间正形成一种深度且具有变革性的关联,这一趋势对诸多学科和产业产生着深远影响,当下人工智能技术热门应用领域如图 2 所示。从技术本质来看,现代人工智能技术凭借深度学习、强化学习等先进算法,展现出卓越的数据分析、复杂模式识别以及智能决策能力。而嵌入式系统作为特定功能的专用计算机系统,以其高集成度、可靠稳定性以及实时响应特性,广泛嵌入各类设备之中。二者的融合并非简单叠加,而是基于底层架构与算法逻辑的深度协同。在智能家居生态体系中,大量嵌入式设备构成感知与控制的基础节点。搭载先进人工智能算法后,这些设备不再局限于简单的数据采集,而是能够基于复杂环境感知进行自主决策。工业自动化进程中,嵌入式控制器作为生产线的核心枢纽,与人工智能技术的结合赋予了工业系统“智能大脑”。通

过机器学习算法对海量生产数据的深度挖掘，系统能够提前预判设备故障、优化生产流程参数，显著提升生产效率与产品质量，推动传统制造业向智能化、柔性化方向转型升级。交通运输领域，汽车电子控制系统作为典型的嵌入式应用，在人工智能赋能下实现了自动驾驶等突破性创新。基于计算机视觉、传感器融合等 AI 技术，车辆能够实时感知路况、规划行驶路径并做出精准操控决策，极大地提升了交通安全与出行效率[4]。



Figure 2. New artificial intelligence technologies  
图 2. 新的人工智能技术

### 3.3. 嵌入式人工智能的定义与特征

嵌入式人工智能是将人工智能技术与嵌入式系统深度融合的产物，旨在让嵌入式设备具备智能感知、分析和决策能力。嵌入式人工智能指的是把人工智能算法和模型嵌入到嵌入式系统中。嵌入式系统通常是特定应用而设计的专用计算机系统，具有体积小、功耗低、可靠性高、成本低等特点，广泛应用于各种设备中。通过集成人工智能技术，这些设备无需依赖外部复杂的计算资源，就能在本地实现智能化处理，例如智能摄像头可在本地实时进行目标检测和识别，智能家居设备能根据环境变化自动调整运行模式。目前，人工智能技术的发展为高校的嵌入式系统教学提供了良好的基础条件[5]。

## 4. 嵌入式课程教学现状

嵌入式系统课程的教学内容跨多个学科领域，涉及处理器、接口及相关硬件等各个方面，学习内容多、难度大，而教学时长普遍不足造成只能向学生传授基础和关键知识，更多的内容需要学生自己学习和通过实验来掌握，这样增加了学习的难度。另外，长期以来，受原有教学观念的影响，嵌入式系统课程教学的实践性内容偏少，不能很好地让学生在教学环节进行独立思考，尤其是缺少与人工智能技术相关的内容，需要进行创新与改革。

### 4.1. 教学内容

当下嵌入式课程教学存在如下问题：知识更新缓慢，嵌入式领域技术迭代快，新芯片、操作系统及开发框架不断涌现。但很多课程仍围绕经典但老旧的硬件平台和开发模式授课，相对当下流行的 RISC-V 架构、新型实时操作系统等内容涉及少，学生所学与行业前沿差距大。内容繁杂缺乏整合，课程涵盖硬件原理、编程语言、操作系统、驱动开发等多方面知识，内容庞杂。各知识点独立讲解，缺乏系统性串联，学生难以把握整体架构，不清楚各部分如何协同工作，构建完整知识体系困难。重理论轻应用，教学侧重理论知识传授，对实际应用场景和案例分析不足。学生虽掌握理论概念，但面对实际项目开发，如智能家居、工业控制等领域的嵌入式系统设计，如何将理论转化为实践方案[6]。

## 4.2. 实践教学

当下嵌入式实践教学也存在如下问题：实践资源短缺，嵌入式实践需硬件开发板、编程工具、测试仪器等资源。部分学校因经费有限，设备数量不足、型号陈旧，软件工具版本落后，无法满足学生实践需求，限制学生动手操作和新技术体验机会。实践环节设置欠佳，实践课程常作为理论课附属，课时少且不成体系。实验多为验证性，按给定步骤操作验证理论，缺乏综合性、创新性项目锻炼学生系统设计和解决复杂问题的能力。实践指导不足，实践中，学生遇到硬件连接错误、代码调试失败等问题时，因教师精力有限，不能及时全面指导。部分教师长期脱离工程一线，实践经验匮乏，对学生实际问题指导效果不佳[7]。

## 5. 人工智能赋能课程教学改革措施

### 5.1. 强化智能嵌入式融合内容

课程增加人工智能与嵌入式系统融合的案例教学，涵盖智能家居、智能交通、工业自动化等多个领域。详细分析在这些实际案例中，如何利用嵌入式设备采集数据，再通过人工智能算法进行数据分析和决策，实现智能化功能。深入讲解人工智能算法在嵌入式硬件平台上的移植和优化方法，包括模型量化、剪枝等技术，让学生明白如何在资源受限的嵌入式设备上高效运行人工智能模型。

### 5.2. 搭建智能嵌入式实践平台

课程构建集硬件开发、算法训练与部署为一体的实践平台，配备多种类型的嵌入式开发板(如 Raspberry Pi、STM32 等)、传感器模块(图像传感器、语音传感器等)以及人工智能开发套件。学生可以利用该平台进行从硬件搭建、数据采集到人工智能算法开发与移植的全流程实践操作。开发虚拟实践环境，利用仿真软件模拟智能嵌入式系统的运行场景，让学生在虚拟环境中进行实验设计、算法调试和性能测试。虚拟实践环境不受硬件资源限制，学生可以更自由地尝试不同的方案和参数设置，提高实践效率。

### 5.3. 引入项目驱动的教学方法

以项目驱动的教学方法，将传统教学过程中对知识的关注转化为对学生成长的关注，把输出知识转化为输出方法，真正使学生做到由被动学习向主动学习转变，由复现和验证学习向探究学习转变，以提高教学效果[8]。同时，项目驱动的课程设计题目将人工智能技术作为项目的必要组成成分，以实现通过项目驱动的方式让学生熟练应用人工智能技术的目标。以“基于 YOLOv5h 火焰目标检测的语音告警”项目设计为例。项目通过查阅相关图像识别技术资料，理解机器视觉目标识别的概念，阅读目标识别的文章，阅读并掌握目标识别语音报警的理论部分。能够看懂火焰识别编程语音 Python 编写的 `detect.y` 代码，通过计算法软件运行环境用 `pycharm` 进行火焰视频，图片机器视觉目标识别实验，实验效果如图 3、图 4 所示。



Figure 3. Flame video image recognition 1  
图 3. 火焰视频图像识别 1



Figure 4. Flame video image recognition 2  
图 4. 火焰视频图像识别 2

#### 5.4. 人工智能融合新能源推动嵌入式课程改革

人工智能融合新能源推动嵌入式课程教学改革主要涉及课程内容重构。技术交叉创新，将人工智能算法(如机器学习、计算机视觉)与新能源技术(如电能转换系统、储能技术)深度融合，更新嵌入式系统的教学内容。例如，增加智能能源管理系统开发、新能源设备数据采集与优化算法设计等内容。

以“基于机器视觉技术的太阳能驱动嵌入式小车”项目为例，该项目要求学生完成从需求分析到系统部署的全流程开发：(1) 需求定义：实现小车对光照强度的自适应追踪(最大化太阳能利用率)与障碍物自主避障；(2) 技术方案：硬件层面采用 STM32H743 微控制器作为核心，搭载光照传感器(BH1750)、摄像头模块(OV7670)及太阳能电池板(12V/5W)；算法层面通过 ResNet-18 轻量化模型(经模型剪枝后参数量减少 60%)实现障碍物识别，采用 PID 算法动态调整小车转向与光照追踪角度；(3) 实施过程：学生需解决“资源受限环境下的算法效率”问题——通过将模型量化为 INT8 精度，使推理速度提升至 30fps，满足实时性要求；(4) 成果评估：项目验收显示，85%的学生能独立完成系统集成，70%的学生实现算法优化(较初始方案能耗降低 25%)。如下图 5 所示基于机器视觉技术太阳能驱动嵌入式小车设计真实案例，强化学生对 AI 融合新能源技术赋能嵌入式实践项目落地的理解。这些改革旨在培养具备“AI 算法应用 + 新能源技术理解 + 嵌入式系统开发”复合能力的工程技术人才[9]。

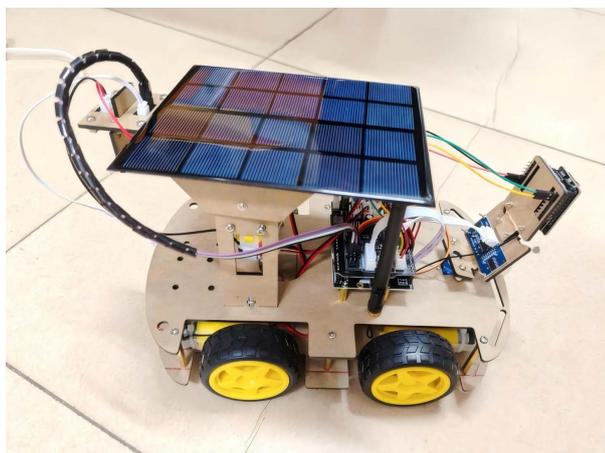


Figure 5. Machine vision technology solar-powered vehicle  
图 5. 机器视觉技术太阳能驱动小车

## 6. 运用人工智能大模型辅助教学

利用人工智能教育工具，如智能辅导系统，根据学生的学习情况提供个性化的学习建议和辅导。智能辅导系统可以分析学生的作业、测试数据，找出学生的知识薄弱点，为每个学生制定专属的学习计划。借助人工智能技术开发虚拟助教，协助教师进行教学管理和答疑。虚拟助教可以随时回答学生的常见问题，提供学习资料，减轻教师的工作负担，使教师有更多时间关注学生的个性化需求[10]。利用 AI 热点大模型软件辅助教学 DeepSeek 是一款基于人工智能的代码调试工具，能够帮助用户快速学习和掌握各种电子元器件的特性以及相关开发代码。结合嵌入式仿真实验教学平台，我们可以完成从理论学习到实践开发的全流程学习。

### 6.1. 融合 DeepSeek 学习元器件知识

嵌入式仿真实验教学平台中的元器件库包含了多种常用元器件，如电阻、电容、二极管、晶体管、operational amplifier (运放)等。用户可以通过平台的虚拟实验室环境，对这些元器件进行详细的学习。例如，对于 NPN 晶体管，平台会提供其工作原理、特性参数以及典型应用案例。用户可以通过 DeepSeek 的搜索功能，快速获取晶体管的详细知识，并结合平台的仿真界面，观察晶体管在不同工作状态下的行为。此外，平台还支持对元器件的参数配置，用户可以通过调整电阻值、电容值等参数，观察元器件的工作状态变化，从而加深对元器件的理解。

### 6.2. AI 语音融合 DeepSeek 推动嵌入式课程改革

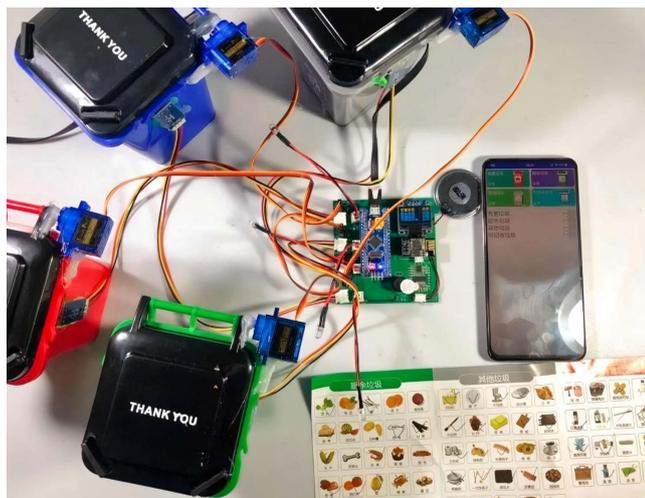


Figure 6. AI speech fusion DeepSeek garbage can  
图 6. AI 语音融合 DeepSeek 垃圾桶

AI 语音技术与 DeepSeek 大模型的深度融合，正在为嵌入式课程改革注入创新动能。通过多模态交互、智能化辅助与场景化实践，这一技术融合正推动嵌入式教育向更高效、更互动、更贴近产业需求的方向发展。以下是具体实践方向与案例解析。技术融合推动嵌入式课程教学场景，智能语音交互与代码开发结合借助 DeepSeek 的语义理解能力与 AI 语音技术，学生可通过自然语言指令直接生成嵌入式代码框架。例如，语音描述“基于 STM32 的温湿度传感器数据采集程序”，系统可自动生成初始化代码、数据读取逻辑及串口通信模块，同时通过语音交互逐步解释代码结构，帮助学生理解硬件驱动原理。多模态教学资源生成 DeepSeek 可结合语音输入生成嵌入式开发的教学案例。教师只需语音描述“设计一个基

于 ESP32 的智能家居灯光控制系统”，系统即可输出包含电路图、FreeRTOS 任务划分流程图、语音控制协议解析文档的完整项目包，极大提升备课效率。高校实践案例如图 6 智能垃圾分类语音控制系统所示。上海交通大学跨学科语音嵌入式项目该校将 DeepSeek 与语音识别芯片(如 ASR6502)结合，设计“智能垃圾分类语音控制系统”实验。学生通过语音指令训练分类模型，并部署至嵌入式设备，实现语音唤醒、垃圾分类识别与机械臂控制的完整流程，强化 AIoT(人工智能物联网)综合实践能力。这种技术融合正重塑嵌入式教育生态，使“语音即代码”“对话即开发”成为可能。

## 7. 结语

本文研究通过技术融合与跨学科协同，重构了嵌入式课程的知识体系与实践框架，为培养适应智能时代与绿色能源产业需求的高素质工程人才提供了新思路。论文融合改革结果如下：技术推动教学体系的创新性重构 DeepSeek 人工智能平台的应用，推动了嵌入式课程从传统硬件编程向“AI + 边缘计算”的转型。“项目驱动 - 虚实结合”教学模式优化依托 DeepSeek 的仿真环境与新能源硬件实验平台。教学评价与反馈机制升级引入 AI 技术实现学习行为动态跟踪与知识点掌握度智能分析，结合新能源领域工程标准建立多元化评价指标(如代码能效比、系统响应延时等)，使教学评价更具客观性与导向性。数据显示，实验班学生工程实践能力达标率提升至 92%，就业竞争力显著增强。本研究存在一定局限性：样本仅来源于三亚学院单一院校，且实验周期为 1 学期，长期效果有待验证；未完全控制学生自主学习时长、prior 知识差异等干扰变量。未来研究将扩大样本范围(涵盖不同层次高校)，延长跟踪周期，并引入倾向得分匹配法减少混杂偏倚。论文研究验证了技术融合驱动教学改革的可行性，为工程教育数字化转型提供了实证参考，同时也为新能源产业智能化发展储备了跨界人才资源。

## 基金项目

海南省教育厅项目资助，海南省 2025 年高等学校教育教学改革研究项目 - 人工智能融合新能源赋能嵌入式课程教学改革研究，项目编号：Hnjg2025-130。

## 参考文献

- [1] 周蓉, 师瑞峰, 滕婧. “人工智能 + X”的复合人才培养模式初探[J]. 电气电子教学学报, 2020, 42(6): 1-5.
- [2] 梁志贞, 杨小冬. 人工智能综合实践教学的探讨与研究[J]. 电脑知识与技术, 2022, 18(14): 173-174.
- [3] 吴飞, 杨洋, 何钦铭. 人工智能本科专业课程设置思考: 厘清内涵、促进交叉、赋能应用[J]. 中国大学教学, 2019(2): 14-19.
- [4] 关汉男, 万昆, 吴昱瑜. 校企深度融合: 中国高校发展人工智能的“关键一招”——《高等学校人工智能创新行动计划》解读之二[J]. 远程教育杂志, 2018, 36(5): 45-51.
- [5] 张凯龙. 基于嵌入式系统课程特质的系统化思维与能力培养[J]. 计算机教育, 2019(10): 117-120.
- [6] 张晓东, 卢涛, 曹毅, 等. 应用型嵌入式系统人才培养模式研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(11): 29-31.
- [7] 郭超, 姚雷博, 胡友耀. 基于创新能力培养的嵌入式系统课程教学改革策略探析[J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5(7): 163-164.
- [8] 周一恒, 王军, 毛会琼, 等. “嵌入式系统”课程项目引领式教学[J]. 电气电子教学学报, 2016, 38(6): 38-41.
- [9] 李庆鹏, 张振军, 梁桥康, 等. “机器人感知与学习”项目制教学改革实践[J]. 电气电子教学学报, 2022, 44(2): 21-23.
- [10] 曹洪龙, 胡剑凌, 邵雷, 等. “新工科”背景下“DSP 技术”课程教学改革与实践[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(7): 173-175, 216.