

嵌入式系统与人工智能融合的教学内容优化研究

张鸽

西安翻译学院，陕西西安，710000；

摘要：针对嵌入式系统与人工智能融合领域人才需求激增而现有教学存在理论滞后、实践脱节、资源分散的矛盾，依托云边协同技术、分层实践框架、项目驱动理念，从理论体系重构、实践模块创新、资源生态构建三维度，提出嵌入式系统与人工智能融合的教学内容优化方案。设计“基础—进阶—创新”分层实施路径，配套多维度评估与持续优化机制，旨在提升学生工程实践与技术创新能力，为高校相关专业教学改革提供可推广的实践范式。

关键词：嵌入式系统；人工智能；教学内容优化

DOI：10.64216/3080-1494.25.12.041

嵌入式技术与人工智能的深度融合，产业对兼具嵌入式开发能力与AI技术应用能力的复合型人才需求日益迫切。当前高校相关教学中，理论课程多滞后于技术前沿，缺乏异构计算、模型轻量化等融合核心内容。实践模块聚焦单一，或侧重软件模拟或局限基础硬件操作，忽视跨场景综合应用。教学资源分散且更新缓慢，实验平台通用性差、案例难以适配产业需求，导致学生所学与产业实际需求存在差距。基于此，立足“理论—实践—资源”协同优化逻辑，结合国内外教学改革经验与技术发展趋势，开展嵌入式系统与人工智能融合的教学内容优化研究，既可丰富交叉学科教学理论，又能为培养符合产业需求的高素质人才提供实践路径。

1 国内外研究现状与教学现存问题

国外斯坦福大学、麻省理工学院等高校已开设嵌入式与AI融合课程，依托产学研项目构建“理论+实战”教学体系，企业参与提供前沿技术案例与实践平台。国内高校虽纷纷增设相关课程，但多聚焦单一技术模块，缺乏系统性融合设计，科研层面已探索云边协同实验系统，却尚未形成覆盖“理论—实践—资源”的完整教学内容体系。当前教学核心问题集中于三方面：一是理论体系滞后，传统嵌入式课程侧重ARM架构、Linux驱动等基础内容，对AI融合所需的异构计算、深度学习模型部署等内容覆盖不足。二是实践模块局限，多为验证性实验，缺乏综合型项目，实验平台通用性差，难以适配多场景训练^[1]。三是资源生态薄弱，教材更新慢、案例库缺乏行业场景，且无动态迭代机制，难以跟进技术革新。

2 嵌入式系统与人工智能融合的教学内容优化核心维度

2.1 理论课程体系重构

以“基础支撑—核心融合—前沿拓展”为逻辑主线，重构理论课程内容，确保知识体系既扎根基础又紧跟前沿。基础支撑模块保留嵌入式系统原理与AI基础核心内容，嵌入式系统原理涵盖处理器架构、系统总线、外设接口、嵌入式操作系统构建与驱动程序开发，AI基础包含机器学习原理、神经网络结构、数据集处理方法，同时补充Python与C++混合编程、嵌入式操作系统与TensorFlow Lite、PyTorch Mobile等AI框架的适配知识。核心融合模块聚焦嵌入式与AI交叉关键技术，新增异构计算架构内容，讲解Jetson系列边缘计算设备、FPGA加速原理及CPU/GPU/FPGA协同工作机制。纳入AI模型轻量化技术，涵盖模型剪枝、量化、ONNX格式转换与加载流程。增设边缘智能数据处理章节，阐述实时视频流分析、多传感器数据融合方法。前沿拓展模块结合产业发展方向，引入云边协同理论，解析边缘数据采集与云端模型训练的协同逻辑。补充嵌入式AI安全内容，探讨模型加密、数据隐私保护技术^[2]。

2.2 实践教学模块创新

构建“仿真验证—硬件实操—综合创新”三级实践体系，强化学生动手能力与系统思维（见表1）。仿真验证层依托Logisim平台设计硬件仿真实验，指导学生完成形态学滤波并行运算电路开发，包括膨胀、腐蚀电路设计及开运算、闭运算电路搭建，通过LED点阵实时显示滤波前后图像差异，直观理解嵌入式硬件与AI算

法的底层逻辑。硬件实操层整合云边协同实验系统，配置自主研发的多协议数据采集板、Jetson Xavier NX 边缘网关与阿里云平台，设计分层实验任务：基础实验要求学生完成 OpenCV 图像处理，包括摄像头实时图像采集、颜色空间转换、目标区域提取与边缘检测。进阶实验聚焦神经网络部署，指导学生基于 PyTorch 构建

MNIST 手写数字识别模型，完成模型训练、ONNX 格式转换与边缘端加载，实现嵌入式设备上的实时推理。综合创新层以项目驱动开展实践，设置智能垃圾分类检测、工业零件缺陷识别、火情监控与联动控制等产业场景项目，要求学生组建团队完成“需求分析—硬件选型—模型开发—系统部署”全流程。

表 1：云边协同实验教学系统软硬件配置表

系统层级	硬件设备	软件工具/平台	核心功能
边缘端	Jetson Xavier NX 边缘网关	Ubuntu 20.04、CUDA 11.4、TensorRT 8.4、PyTorch	图像采集、算法推理、数据上云、模型部署
	自研多协议数据采集板	STM32 固件开发工具、传感器驱动程序	多传感器（温湿度、摄像头、颜色传感器）数据采集，支持 UART/I2C/SPI 协议
云端	阿里云物联网平台	阿里云 OSS 对象存储、IoT Studio 可视化平台	数据监测、算法 OTA 更新、云端大屏展示
上位机	PC 机 (AMD Ryzen 7 5800H)	CVStudio 低代码平台、OpenCV 4.5.4、Labeling 标注工具	数据采集/标注/增强、模型训练/测试/转换、实验结果可视化

2.3 教学资源生态构建

打造“教材—案例—开源平台”三位一体的教学资源生态，保障教学内容的实用性与可复用性^[3]。教材与讲义优化方面，编写嵌入式与 AI 融合专用教材，章节设置兼顾理论逻辑与项目需求，每个理论章节配套“技术原理—产业案例—实践指导”模块，例如在“模型部署”章节中，结合 YOLO 模型嵌入式部署案例，详细阐述模型转换、边缘设备适配、问题排查步骤，帮助学生衔接理论与实践。案例库动态更新方面，收集高校科研项目成果、学科竞赛优秀作品与企业实际项目案例，按“难度等级—技术模块—应用场景”分类整理，定期更新案例内容以适配技术发展与产业需求。开源资源整合方面，搭建专属教学资源平台，整合 Logisim 仿真工具、Visual Studio 低代码开发平台、TensorRT 模型优化工具等软件资源，提供嵌入式驱动程序代码、AI 模型训练脚本、实验数据集等开源资源，支持学生自主学习与教师资源复用，形成资源共享与动态更新的良性循环。

3 教学内容优化的实施路径与保障策略

3.1 分层递进的教学实施模式

基于学生认知规律与能力成长路径，设计“基础—进阶—创新”分层递进的教学实施模式，适配不同学习阶段的需求，确保教学效果逐步深化。基础层面向低年级或入门阶段学生，以理论讲授为主、仿真验证为辅，通过课堂教学系统讲解嵌入式与 AI 融合的基础概念与核心原理，配套 Logisim 仿真实验与简单软件模拟任务，帮助学生掌握处理器架构、神经网络基础等知识点，熟

悉 Logisim、OpenCV 等工具的基本操作，构建融合技术的知识框架。进阶层面向中年级或熟练阶段学生，以硬件实操为核心，依托云边协同实验平台开展集中实践教学，安排固定课时进行硬件设备操作训练，指导学生完成图像处理、模型部署、信号识别等实验任务，同时组织技术研讨会议，针对实验中遇到的模型适配、数据传输延迟等问题展开交流，深化对融合技术的理解与应用能力。创新层面向高年级或应用阶段学生，以项目驱动为主导，采用弹性课时安排，允许学生利用课余时间开展项目研发。教师提供选题指导，结合产业需求推荐项目方向，同时组建指导团队，定期开展项目进度沟通会，针对硬件选型、模型优化等难点提供技术支持。要求学生模拟企业项目开发流程，完成需求文档撰写、方案设计、系统开发与测试验收。

3.2 多维度教学效果评估体系

构建“过程性评价+终结性评价”相结合的多维度评估体系，全面衡量教学效果。过程性评价聚焦学习过程中的能力表现，包括实验报告评估与项目阶段性成果考核：实验报告评估重点审查学生对实验原理的理解程度、操作步骤的规范性与问题解决的合理性，例如通过形态学滤波实验报告，判断学生对并行电路设计逻辑的掌握情况^[4]。项目阶段性成果考核关注需求文档完整性、方案设计可行性、中期开发进度，通过定期检查与反馈，督促学生持续改进。终结性评价综合衡量学生的知识掌握与应用能力，分为理论考核与项目成果展示：理论考核采用闭卷考试形式，重点考查异构计算原理、模型轻

量化方法、云边协同逻辑等融合技术核心知识点，确保学生具备扎实的理论基础。项目成果展示要求学生进行系统演示与技术答辩，阐述项目设计思路、技术难点解决方案与创新点，由评估团队从功能实现度、技术整合度、创新价值三方面进行综合评分。此外，鼓励学生参与全国大学生电子设计竞赛、全国大学生嵌入式芯片与系统设计竞赛等学科竞赛，或申请嵌入式与AI融合相关专利、发表研究论文，此类成果可纳入教学效果评估体系，作为能力认可的重要依据，激发学生创新动力。

3.3 持续优化保障机制

建立“反馈—调整—迭代”的持续优化保障机制，确保教学内容的时效性与适用性。多方反馈收集方面，每学期末开展系统性反馈调研：通过问卷收集学生对课程内容深度、实验难度、资源实用性的评价，了解学习需求与困难。组织教师座谈，分析教学过程中的难点问题，如理论讲授与实践进度的衔接矛盾。邀请企业技术专家参与评估，反馈学生能力与产业需求的差距，明确教学改进方向。产教融合协同方面，与嵌入式、AI领域企业共建教学指导委员会，企业专家参与课程设计，提供最新产业技术动态与岗位能力要求，帮助调整理论课程重点与实践项目方向。同时建立校企合作实践基地，安排学生参与企业真实项目开发，将企业项目转化为教学案例，实现教学与产业的深度衔接。此外还邀请企业工程师开展专题讲座，讲解嵌入式AI系统的实际应用场景与技术挑战，拓宽学生视野。资源动态迭代方面，基于反馈信息与技术发展趋势，定期更新教学内容与资源：理论内容每年补充1至2个前沿技术模块，如边缘AI安全、新型异构计算架构。实践案例每学期更新部分

项目，替换过时场景，纳入最新技术应用案例。实验平台硬件每2至3年进行一次升级，如更新边缘网关算力、扩展数据采集板传感器接口。同时优化开源资源平台，及时补充新工具、新代码与新数据集，确保教学资源始终适配技术发展与教学需求。

4 结论

嵌入式系统与人工智能融合的教学内容优化，需以产业需求为导向，突破传统教学“理论脱节、实践单一、资源分散”的局限，通过三维度核心优化与分层实施保障，实现教学质量的深度提升。该优化方案不仅为高校相关专业教学改革提供了可操作的实践范式，更能培养出兼具嵌入式开发与AI应用能力的复合型人才，为嵌入式与人工智能融合领域的技术创新与产业升级提供人才支撑。未来可进一步深化产教融合深度，助力高素质交叉学科人才培养质量的整体提升。

参考文献

- [1] 朱辰, 黄崇文, 刘冬, 杨照辉, 史治国. 基于云边协同的嵌入式人工智能与物联网实验教学系统的设计及应用[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(6): 36-42.
- [2] 李磊, 高学, 秦慧平, 余翔宇. 嵌入式人工智能系统实验课程改革与探索[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(3): 147-152.
- [3] 徐文辉, 钟胜, 邹旭, 何顶新. 面向人工智能专业的“计算机组成与嵌入式系统”实验课程改进[J]. 实验科学与技术, 2025, 23(1): 17-23.
- [4] 林贵敏, 刘志群, 薛小铃, 邱立达. 新工科背景下探索人工智能与嵌入式系统课程的融合[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)教育, 2025(1): 188-192.