

# 基于人工智能的嵌入式系统教学内容优化研究

张 鸽

西安翻译学院 陕西西安 710000

**摘 要：**针对传统嵌入式系统教学与人工智能技术融合不足、实践环节薄弱的问题，结合云边协同实验系统、项目驱动教学、分层次课程设计等成果，从整合轻量化算法、异构计算平台等前沿技术，强化目标检测、智能环境监测等实践项目，革新分层次+师生互动教学方法三方面优化内容，旨在提升学生工程实践与技术创新能力，为嵌入式人工智能人才培养提供切实支撑。

**关键词：**嵌入式系统；人工智能；教学内容优化

嵌入式系统与人工智能融合催生大量复合型人才需求，但现有教学存在明显短板：内容上缺边缘智能、模型压缩等关键技术，实践中多为验证性实验，资源分散且与产业脱节。基于浙大云边协同实验系统、华南理工分层次课程、新工科项目驱动等实践成果，聚焦嵌入式教学内容优化，旨在解决教学与技术发展、产业需求的衔接问题，为课程改革提供具体路径。

## 一、嵌入式系统与人工智能技术融合的现状分析

### （一）国内外研究现状

国际层面，斯坦福大学、麻省理工学院率先在嵌入式课程融入AI元素，设跨学科模块覆盖边缘计算与深度学习，与英伟达、英特尔产学研合作，引入Jetson开发板、神经计算棒，开展智能视觉检测、边缘端模型优化等项目，实现理论与产业实践联动。

国内方面，浙江大学研发云边协同嵌入式AI与物联网实验教学系统，自主设计边缘数据采集板与低代码深度学习平台，支持轻量化模型开发部署，满足多场景实验需求。华南理工大学调整学时，增设图像处理、神经网络部署实验，依托PyTorch与ONNX实现算法训练到嵌入式部署全流程教学。寒武纪等企业提供兼容主流框架的神经网络处理器，支撑教学资源建设。

### （二）现有课程体系的问题

传统嵌入式系统课程体系存在三重局限，制约与人工智能技术的有效融合。一是知识体系固化，侧重ARM架构、Linux驱动，缺异构计算、边缘智能算法、模型压缩等核心内容<sup>[1]</sup>。二是理论实践脱节，实验多为验证性操作，无综合性项目，学生难掌握模型部署等技能。三是教学资源分散，嵌入式与AI课程独立，无统一整合，学生难形成跨学科知识架构（详见表1）。

## 二、教学内容优化策略

### （一）整合前沿技术，更新课程内容

嵌入式系统教学内容优化需以技术发展为导向，将人工智能领域的核心技术与嵌入式硬件开发深度融合，构建层次化知识体系。在理论层面，需补充机器学习基础（如线性回归、支持向量机）、深度学习核心算法（如卷积神经网络、循环神经网络）、计算机视觉关键技术（如目标检测、图像分割）等内容，同时引入嵌入式人工智能特有的技术模块，包括模型压缩方法（知识蒸馏、剪枝、量化）、边缘计算架构（云边协同、端边云一体化）、异构计算平台（Jetson系列、FPGA加速卡）等，使学生理解人工智能算法在资源受限嵌入式设备上的适配原理。

表1 嵌入式系统与人工智能技术融合课程优化前后对比

对比维度	优化前	优化后
知识体系	侧重ARM架构、Linux驱动，缺异构计算、边缘智能算法、模型压缩	补充机器学习基础、深度学习核心算法、边缘计算架构、异构计算平台
实践教学	多为验证性实验，无综合性项目	设计阶梯式综合实验项目，涵盖基础实践、进阶实践、综合实践
教学资源	嵌入式与AI课程独立，无统一整合	整合前沿技术，更新课程内容，强化实践教学，提升动手能力
教学方法	传统讲授为主，缺乏互动	引入项目驱动教学模式，分层次教学，强化师生互动

在工具与框架教学方面,需引入TensorFlow、PyTorch等主流深度学习框架,讲解模型构建与训练流程<sup>[2]</sup>。同时覆盖嵌入式端模型部署工具,如ONNX Runtime用于跨平台模型推理, TensorRT实现模型加速, OpenCV处理图像数据。例如,在课程中讲解卷积神经网络后,引导学生使用PyTorch构建图像分类模型,通过模型量化工具将其转换为适配嵌入式设备的轻量化模型,再借助ONNX Runtime部署至STM32或Jetson开发板,完成从算法设计到硬件落地的全流程学习,使学生掌握技术链条各环节的核心能力。

## (二) 强化实践教学,提升动手能力

实践教学优化需突破传统验证性实验局限,设计阶梯式综合实验项目,实现理论知识向实践能力的转化。基础实践环节可围绕嵌入式硬件与传感器数据处理展开,例如基于STM32开发板与多传感器模块(温湿度、摄像头、九轴传感器),设计数据采集与预处理实验,学生需完成硬件接口开发、数据传输协议实现(如UART、I2C),并运用Python或C++对采集的图像、传感数据进行清洗与特征提取,为后续人工智能算法应用奠定硬件与数据基础。

进阶实践环节聚焦人工智能算法在嵌入式平台的部署与优化,例如设计目标检测实验:学生需使用YOLO-tiny或MobileNet-SSD等轻量化模型,在Jetson Xavier NX边缘网关完成模型训练与转换,通过TensorRT优化推理速度。同时开发边缘端数据采集模块,实现摄像头实时图像采集,将检测结果通过Wi-Fi上传至云端平台,并在本地LCD屏显示检测结果。该实验涵盖模型选择、硬件开发、云边协同等多维度技术,学生在实践中可深入理解嵌入式设备资源约束下的算法优化策略,提升解决实际问题的能力。

综合实践环节可设计系统性工程项目,例如智能环境监测系统:学生团队需搭建“云-边-端”架构,端侧采用STM32采集温湿度、空气质量数据,边缘端通过Jetson设备运行异常数据检测算法(如基于孤立森林的异常值识别),云端实现数据存储与可视化。同时集成图像识别功能,通过摄像头识别区域内的人员活动,实现多模态数据融合分析。此类项目需学生综合运用嵌入式开发、机器学习、网络通信等技术,培养其系统设计与团队协作能力。

## (三) 引入项目驱动教学模式,激发学习兴趣

项目驱动教学模式需以真实应用场景为导向,将教

学过程转化为项目研发过程,使学生在解决实际问题中主动构建知识体系。项目设计应遵循“从简到繁、从单一到综合”的原则,贯穿课程教学全过程,实现知识学习与能力培养的同步推进<sup>[3]</sup>。

在项目选题阶段,需结合产业实际需求与学生认知水平,选取具有代表性的应用场景,如智能考勤、工业质检、智能家居控制等。以智能考勤系统为例,项目目标为实现基于嵌入式平台的人脸识别考勤功能。项目实施过程中,学生需完成硬件选型与开发(如选用香橙派开发板、OV7725摄像头模块)、人脸图像数据集构建(采集与标注)、人脸识别模型训练(基于CNN或迁移学习)、模型轻量化与嵌入式部署(模型剪枝、ONNX转换)、系统功能整合(考勤数据存储、异常情况报警)等任务。在项目推进中,教师需引导学生分解任务模块,明确各阶段技术目标,例如在模型部署阶段,针对嵌入式设备算力不足的问题,指导学生采用知识蒸馏方法压缩模型,平衡识别精度与推理速度。

项目驱动教学需注重过程性指导与成果评估,通过定期项目例会,让学生汇报进展、提出问题,教师与同学共同研讨解决方案。项目结束后,采用多维度评估标准,包括技术实现完整性、算法优化效果、系统稳定性、文档规范性等,全面评价学生的技术应用能力与工程素养。此外,可鼓励学生将优秀项目进一步优化,参与学科竞赛或申请专利,例如华南理工大学学生在课程项目基础上,开发基于改进YOLOv5网络的手势识别系统,获全国研究生实践大赛奖项,实现教学成果向创新能力的转化。

## 三、教学方法革新路径

### (一) 分层次教学,循序渐进

分层次教学需基于学生的知识基础与能力差异,构建阶梯式教学体系,确保不同水平学生均能获得适宜的学习路径,实现知识与能力的逐步提升。基础单元教学阶段聚焦核心知识与技能的夯实,该阶段以嵌入式系统原理与人工智能基础为核心,通过理论授课与基础实验,使学生掌握嵌入式硬件开发(如ARM架构、驱动程序设计)、机器学习基本算法(如决策树、K近邻)、深度学习框架基础操作(如TensorFlow模型构建)。实验内容以验证性与基础性为主,例如基于Linux系统的嵌入式应用开发、简单神经网络的训练与测试,帮助学生建立扎实的知识框架,为后续学习奠定基础<sup>[4]</sup>。

项目式教学阶段侧重综合能力与创新思维的培养,

该阶段将学生划分为2-3人小组，以团队形式完成综合性项目开发。教师提供项目选题范围与技术指导，学生自主选择项目方向、制定开发计划、分工完成任务。比如在智能工业质检项目中，小组需协作完成需求分析、硬件方案设计、算法选型与优化、系统集成与测试等工作，模拟真实企业项目开发流程。在此过程中，学生需综合运用多学科知识，解决项目中遇到的技术难题，如嵌入式设备与云端的数据交互延迟、模型检测精度不足等，培养其工程实践能力与团队协作精神。

循环迭代更新阶段旨在保持教学内容的前沿性与实用性，该阶段需建立动态的教学内容更新机制：一方面，收集学生项目成果与反馈意见，将优秀项目案例（如智能手势控制系统、实时物体跟踪系统）提炼为新的实验教学素材。另一方面，结合教师科研成果与产业技术发展，引入新兴技术模块，如边缘人工智能中的联邦学习、嵌入式设备上的生成式AI轻量化部署等，确保教学内容与技术前沿同步。

## （二）强化师生互动，提升教学效果

师生互动机制的优化需突破传统课堂讲授的局限，构建线上线下结合、多层次多维度的互动体系，实现教学相长，提升教学质量。在线下教学中，需创新课堂组织形式，采用启发式与研讨式教学方法。在理论授课环节，教师可结合产业案例提出问题，引导学生思考与讨论，譬如在讲解模型压缩技术时，提出“如何在嵌入式设备上平衡模型精度与推理速度”的问题，组织学生分组研讨，分析不同压缩方法（剪枝、量化）的适用场景与效果。在实验教学环节，教师需深入实验室，为学生提供个性化指导，针对学生在项目开发中遇到的具体问题，如嵌入式硬件接口调试困难、模型部署报错等，给予技术支持与解决方案建议。同时，引入高年级优秀学生作为助教，协助教师完成实验指导与答疑工作，助教可分享自身项目经验，帮助低年级学生更快解决问题，形成师生互助的良好教学氛围。

在线上教学方面，需搭建多元化的教学互动平台，如使用云课堂、学习通等工具，发布预习资料、课后作

业与拓展阅读材料，方便学生自主学习。建立课程讨论群，鼓励学生在群内交流学习心得、分享技术资料、讨论项目问题，教师与助教及时解答学生疑问，形成线上学习共同体<sup>[5]</sup>。再者，可录制实验教学指导视频，涵盖硬件开发、算法实现、模型部署等关键环节的操作演示，方便学生课后回顾与复习，解决实验过程中遇到的操作难题。通过强化师生互动，不仅能够及时解决学生学习中的问题，提升学习效率，还能激发学生的学习积极性与主动性，使学生从被动接受知识转变为主动探索知识，培养其独立思考与创新能力。

## 结论

本研究结合五份文件核心成果，提出的前沿技术整合、实践项目强化、项目驱动教学等优化策略，及分层次教学方法，可有效提升学生嵌入式AI技术应用能力，弥补传统教学短板。未来需依托文件中产学研合作经验，深化企业参与，持续更新教学内容与实验平台，确保教学紧跟技术前沿，为嵌入式人工智能领域人才培养提供长效、实用的支撑。

## 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] 阙世超, 曾敏, 郑瑞清, 刘敬玲, 李敏. 项目制体系下“人工智能+X”教学模式研究[J]. 工业和信息化教育, 2025(7): 20-24
- [4] 许清峰. 计算机嵌入式开发中人工智能技术运用研究[J]. 信息产业报道, 2025(5): 0043-0045
- [5] 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