

基于 AI 驱动的无线传感器网络项目式案例教改探索

覃志松, 林科*

桂林电子科技大学计算机与信息安全学院, 广西 桂林 541004

DOI: 10.61369/ETR.2026130042

摘 要 : 针对无线传感器网络课程教学中存在的理论与实践脱节、国产技术案例缺失等问题, 本文提出基于 AI 辅助的项目式案例实践。案例教学将物理层、MAC 层、路由层、网关技术、定位技术及同步技术等核心知识点转化为国产化芯片设计项目, 运用 AI 技术进行方案分析与对比, 引导学生在真实工程场景中掌握协议原理与芯片选型方法。教学实践表明, 该教学方法提升了学生的工程实践能力和国产技术认同感, 为培养自主可控的物联网工程人才提供了新路径。

关 键 词 : 无线传感器网络; 项目式教学; AI 辅助; 国产化芯片

Exploration of Project-based Case Teaching Reform in Wireless Sensor Network Driven by AI

Qin Zhisong, Lin Ke*

School of Computer and Information Security, Guilin University of Electronic Technology, Guilin, Guangxi 541004

Abstract : Addressing issues such as the disconnect between theory and practice and the absence of domestic technology cases in wireless sensor network course teaching, this paper proposes an AI-assisted project-based case practice. Case teaching transforms core knowledge points such as the physical layer, MAC layer, routing layer, gateway technology, positioning technology, and synchronization technology into domestic chip design projects. AI technology is used for scheme analysis and comparison, guiding students to grasp protocol principles and chip selection methods in real engineering scenarios. Teaching practice has shown that this teaching method enhances students' engineering practical abilities and their recognition of domestic technology, providing a new path for cultivating autonomous and controllable IoT engineering talents.

Keywords : wireless sensor network; project-based teaching; AI assistance; localized chips

无线传感器网络课程 (Wireless Sensor Network, WSN) 是物联网工程专业的专业必修课^[1-3]。主要内容包括无线传感网络系统组成、数据接入、拓扑与路由控制、算法、时间同步与定位、安全协议、无线传感器操作系统、节点及网关设计和具体应用分析^[4-5]。通过本课程的学习, 学生能建立无线传感器网络系统整体概念, 掌握无线传感器网络中数据收发、数据接入协议设计、路由算法、定位算法、组件式操作系统和网关设计方法, 为后续物联网系统设计及应用开发奠定基础。该课程所讲授的内容既是物联网工程本科学生必备的专业知识, 又是一些新兴边缘学科发展的基础, 在物联网工程专业具有重要的地位。但是由于该课程理论性强、算法复杂、操作性强, 对学生算法设计及工程实践均有较高要求, 在实际教学中对教师及学生来具有较大难度^[6-7]。

传统教学存在三重困境: 一是协议分层讲解抽象, 学生难以建立系统观; 二是实验平台封闭, 缺乏真实芯片选型决策训练; 三是技术迭代滞后, 国产替代案例缺失。为此, 本文构建“AI 辅助 + 项目驱动 + 国产替代”三维融合教学模式, 通过 AI 工具实现技术方案智能对比分析, 依托真实国产化项目重构课程内容。

一、AI 辅助项目式教学内容设计

课程围绕 WSN 协议栈、定位技术、时间同步技术和网关技术, 设计对应国产化芯片项目集。每个项目均包含“AI 辅助分析 - 国产方案设计 - 实物验证”三阶段, 教师通过结构化引导,

培养学生运用 AI 工具解决复杂工程问题的能力。

构建“AI 分析 - 方案生成 - 性能预测”教学支持系统。教师引导学生掌握三类 AI 工具协同 workflow: DeepSeek 用于快速问答和代码生成, Claude 用于深度架构分析和代码审查, Cursor 用于实时编码辅助。通过“提示词工程 - 答案验证 - 迭代优化”三步

基金项目: 该文系 2024 年度广西高等教育本科教学改革工程项目 - “点燃中国芯, 培养学生大国工匠工程创新思维 —— 无线传感器网络课程思政探索与实践” (项目编号: 2024JGB193) ;

作者简介: 覃志松 (1977—), 男, 汉族, 广西容县人, 博士, 桂林电子科技大学计算机与信息安全学院讲师, 研究方向为物联网通信技术与智能信息系统。

通讯作者: 林科 (1978—), 男, 汉族, 福建龙岩人, 硕士, 桂林电子科技大学计算机与信息安全学院副研究员, 研究方向为自动控制技术与智能系统。

法,培养学生批判性使用 AI 的能力。

(一) 项目体系架构

课程围绕 WSN 协议栈及核心技术,设计对应国产化芯片项目。

(1) 物理层项目 - 射频收发芯片选型与链路预算

采用翱捷科技 ASR6505 LoRa 芯片与国外厂家 SLM180 射频前端对比, AI 辅助分析 Sub-1GHz 频段在智能抄表场景中的链路预算。学生通过 AI 工具输入传输距离、障碍物材质等参数,自动生成国产与进口芯片(如 SX1262)的功耗-成本-灵敏度三维对比图,理解物理层调制方式对传输可靠性的影响。

(2) MAC 层项目 - 低功耗监听机制实现

基于国产泰凌微 TLSR8258 设计信道接入方案和国外 CC2530 芯片进行对比。运用 AI 分析 CSMA/CA 与 TDMA 机制在工业监测场景中的能效差异,结合国产芯片的休眠电流(低至 $2\mu A$)特性,优化占空比参数配置。

(3) 路由层项目 - 自组网协议栈开发

采用沁恒微 CH583 RISC-V 蓝牙芯片实现 AODV 路由协议,对比进口 Nordic nRF52840 方案。AI 辅助生成网络拓扑模拟数据,评估国产芯片在节点密度(大于 20 个/区域)时的路由收敛性能,理解能量均衡路由的设计约束。

(4) 网关技术项目 - 边缘计算网关设计

基于移远 EC200U-CN 模组构建多协议网关, AI 分析 4G/LoRa/ZigBee 协议转换的实时性瓶颈,优化国产芯片的 DMA 缓冲区配置,实现传感器数据至华为云 IoT 平台的低时延上云(<100ms)。

(5) 定位技术项目 - UWB 高精度测距系统

案例采用宇都通讯 YD9605 车规级芯片应用。该芯片是国内首款对标 NXP NCJ29D5 的国产 UWB 方案,支持 IEEE 802.15.4z 标准,测距精度达 10cm 级。学生通过 AI 对比分析国产与进口芯片在智能汽车数字钥匙场景中的性能:国产方案在 20 米内视距测距精度达 0.5cm,功耗较进口方案降低 15%,且 BOM 成本优化 20%。项目涵盖 TDOA 定位算法实现、多径干扰抑制等关键技术。

(6) 同步技术项目 - 网络时间同步机制

采用国产 UWB JR3401 芯片实现 <1ns 级时间同步,对比传统 GPS 同步方案。AI 辅助分析国产芯片在分布式雷达、智能电网等场景的同步精度优势,理解双向时间传递算法对消除时钟漂移的作用。

(二) AI 辅助教学工具链

构建“AI 分析-方案生成-性能预测”教学支持系统。教师引导学生掌握三类 AI 工具协同 workflow: DeepSeek 用于快速问答和代码生成, Claude 用于深度架构分析和代码审查, Cursor 用于实时编码辅助。通过“提示词工程-答案验证-迭代优化”三步法,培养学生批判性使用 AI 的能力。

二、教学过程实施

项目采用 AI 辅助方式,引导学生掌握 AI 工具使用。下面以

“低功耗监听机制实现” MAC 层项目为例,说明教学实施具体过程,包括项目背景与目标、教师引导的 AI 辅助设计过程、关键教学成果特征。

(1) 项目背景与目标

基于国产泰凌微 TLSR8258 和进口 CC2530 芯片,设计工业传感器网络的 MAC 层协议。重点掌握 CSMA/CA 与 TDMA 机制在国产芯片上的实现差异,优化占空比参数。

(2) 教师引导的 AI 辅助设计过程

阶段 1: 协议机制对比分析

教师布置任务:“工业监测场景有 100 个传感器节点,周期上报温度数据(每 10 分钟一次)。请用 AI 分析 CSMA/CA 与 TDMA 在国产芯片上的适用性。”

学生构建差异化提示词,要求 AI 模拟网络负载:

场景: 100 个工业温度传感器,星型拓扑。

参数包括:

①数据包长度: 50 字节(含开销)

②上报周期: 10 分钟(突发模式,允许 ± 30 秒抖动)

任务:

- 1 计算 CSMA/CA 在 100 节点时的冲突概率;
- 2 设计 TDMA 时隙分配方案,计算信道利用率;
- 3 对比两种机制在国产芯片上的功耗模;
- 4 推荐适合国产芯片硬件特性的优化方案

阶段 2: AI 辅助功耗建模

教师引导学生发现 AI 局限性:“AI 给出的功耗模型可能过于理想化,如何验证?”

学生使用 Cursor 在国产芯片 SDK 中插入功耗监测代码,实测各状态电流。

教师要求:“将实测功耗数据反馈给 AI,重新训练(微调)预测模型。”

学生通过多轮迭代,建立符合国产芯片特性的功耗方程:

$$E_{total} = N(E_{wakeup} + E_{listen} + E_{sleep})$$

其中: E_{wakeup} 为国产芯片实测值; E_{listen} 需考虑国产芯片前导码检测时间差异; E_{sleep} 为国产芯片的休眠实测值。

阶段 3: 国产芯片特性适配

教师提出挑战:“国产芯片如何优化 TDMA?”

学生使用 AI 分析国产芯片技术手册,发现 TLSR8258 支持的最大广播数据长度可用于聚合多节点数据,减少信道竞争。

教师组织代码审查:“用 Claude 审查你们生成的 MAC 层代码,特别关注国产芯片寄存器配置的边界条件处理。”

(3) 关键教学成果

学生掌握国产芯片特有的低功耗模式,设计出占空比小于 1% 的 MAC 协议,电池寿命达 7 年,较进口方案提升 15%。

三、教学成效分析

采用“理论微课(20%)+AI 辅助设计(30%)+国产芯片实测(50%)”的开展项目式教学实践。以定位技术项目为例:课前通过 AI 生成 NXP 与宇都芯片参数对比表;课中在国产 UWB 开

发板上实现测距算法；课后利用 AI 分析实测数据与理论模型的偏差原因。

（1）教学成效

在本校的物联网工程专业2022级试点班（n=60）实施本教学模式后，能力评估显示：

①芯片选型决策能力：国产芯片选型正确率从32% 提升至78%，AI 辅助分析工具使用熟练度达91%；

②复杂问题解决能力：面对“多约束条件（功耗 / 成本 / 性能）下的国产化方案设计”问题，学生平均提出2-3个可行方案，较传统教学组（0.8个）提升15%；

③国产技术认同感：89% 学生表示理解国产芯片的技术优势与应用边界，76% 学生在课程设计中主动选择国产方案作为首选。

（2）教学成效分析

教学成效的提高缘于 AI 工具链深度整合、国产化案例库建设及批判性 AI 思维培养。

① AI 工具链深度整合

建立“DeepSeek（快速原型）-Claude（架构审查）-Cursor（代码实现）”的协同工作流。教师引导学生根据任务特性选择工具：概念验证阶段使用 DeepSeek 快速生成方案，架构设计阶段使用 Claude 进行深度分析，编码实现阶段使用 Cursor 提升效率，提升了学习效果。

②国产芯片案例库建设

构建覆盖物理层、MAC 层、路由层、网关、定位和同步的完整国产芯片生态教学案例库。每个案例均包含 AI 辅助设计脚本、实测数据对比、替代风险评估，以项目为引导，推动学生能力的全面提高。

③批判性 AI 思维培养

针对 AI 可能产生的“幻觉”问题（如过时参数、错误公式），教师设计专项训练模块。学生在物理层项目中通过手动验证链路预算公式，发现 AI 错误引用自由空间路径损耗模型，建立“AI 辅助而非替代”的工程思维。

四、结束语

本文提出的 AI 辅助项目式教学模式，通过国产化芯片项目优化了 WSN 课程内容，解决了传统教学与产业需求脱节的问题。教学实践表明，该模式不仅提升了学生的工程实践能力，更培养了其运用 AI 工具解决复杂国产化替代问题的能力。随着中国芯片制造的崛起，后续将引入更多国产芯片案例。特别是 RISC-V 芯片架构推广，将进一步完善“芯片-模组-系统”全链条教学体系，为培养自主可控的物联网工程人才提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 靳晟, 柯春艳, 王磊. 物联网工程学科导论课程教学模式研究 [J]. 电脑知识与技术, 2022, 18(15): 153-154.
- [2] 陈辉, 刘向举, 蒋社想等. 物联网工程专业实践教学体系构建研究 [J]. 软件导刊, 2022, 21(7): 16-20.
- [3] 刘德兵, 张晶晶, 刘金羽等. 应用型物联网工程本科专业实践教学体系探索 [J]. 高教学刊, 2022, 8(31): 6-9.
- [4] 史艳翠, 杨巨成. 无线传感器网络 (第1版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2021.
- [5] 申小萌. 无线传感器网络在食品物流监控中的应用——《无线传感器网络: 原理与实践》评述 [J]. 食品与机械, 2022, 38(4): 241-242.
- [6] 黄贵林, 张正金, 江家宝等. 面向工程教育的物联网工程专业课程建设的探索与实践 [J]. 巢湖学院学报, 2022, 24(3): 134-140.
- [7] 张伟, 吴宗胜, 韩改宁等. 新工科背景下物联网工程专业建设存在的问题及对策 [J]. 微型电脑应用, 2022, 38(5): 15-17.