

产教融合背景下嵌入式人工智能课程建设的探索*

姜宏旭^{1,**} 赵梅娟² 李辉勇^{2,3} 张永飞¹

1. 北京航空航天大学 计算机学院, 北京 100191
2. 北京航空航天大学 人工智能学院, 北京 100191
3. 计算机国家级实验教学示范中心(北京航空航天大学), 北京市 100191

摘要 人工智能技术的落地离不开嵌入式系统, 探索产教融合背景下嵌入式人工智能课程建设, 既是新工科教育的要求, 也是教育赋能新质生产力的需要。针对新一轮科技与产业革命的趋势, 探讨了产教融合背景下 AI 技术对嵌入式课程的改革需求、嵌入式课程滞后的知识体系, 以及嵌入式 AI 对国内产业生态支撑不足等问题, 对应提出了新的设计方案。该方案从设计以新技术与需求为导向的课程体系、建立兼顾国产软硬件生态的知识体系更新机制, 及强化课堂对新质生产力的赋能意识等三方面进行了阐述, 对产教融合背景下如何更好地培养符合社会时代要求的高素质嵌入式 AI 人才, 如何对嵌入式人工智能课程进行建设提出了相关建议和思考。

关键字 嵌入式人工智能, 产教融合, 新工科, 教学改革

Exploration of Embedded Artificial Intelligence Curriculum Construction in the Context of Industry-education Integration

Jiang Hongxu^{1,**} Zhao Meijuan² Li Huiyong^{2,3} Zhang Yongfei¹

1. School of Computer Science and Engineering (SCSE)
Beihang University (BUAA),
Beijing 100191, China;
jianghx@buaa.edu.cn
2. School of Artificial Intelligence
Beihang University (BUAA)
Beijing 100191, China
zhaomj0909@buaa.edu.cn
3. National Demonstration Center for Experimental Computer Education
Beihang University (BUAA)
Beijing 100191, China
lihuiyong@buaa.edu.cn

Abstract—The landing of artificial intelligence technology cannot be isolated from embedded systems, and exploring the construction of embedded AI courses under the background of industry-teaching integration is not only the requirement of new engineering education but also the need for education to empower the new quality productivity. For the trend of the new round of technological and industrial revolution, the reform demand of AI technology for embedded courses in the context of industry-education integration, the lagging knowledge system of embedded courses, and the insufficient support of embedded AI to the domestic industrial ecosystem are studied, and a new design solution is proposed correspondingly. The solution is elaborated in three aspects: designing a curriculum system oriented to new technologies and demands, establishing a knowledge system update mechanism that considers the domestic software and hardware ecology, and strengthening the classroom's sense of empowering new quality productivity, etc. The solution puts forward relevant suggestions and reflections on cultivating better high-caliber embedded AI talents in line with the requirements of the social era in the context of integrating production and education and constructing embedded AI curriculums.

Keywords—Embedded artificial intelligence, industry-education integration, new engineering, teaching reform

1 引言

嵌入式人工智能(Embedded AI)是指将人工智能技术集成到嵌入式系统中, 使得这些系统具备智能化

* **基金资助**: 本文得到北京航空航天大学校级教改项目“面向嵌入式人工智能的课程探索与实践”。

** **通讯作者**: 姜宏旭 jianghx@buaa.edu.cn。

的能力, 其专注于在资源受限的设备上实现智能功能, 强调本地数据处理和低延迟。嵌入式 AI 的应用范围广泛, 从智能家居、智能交通到智能制造和智能医疗, 各个领域都能受益于嵌入式 AI 技术的进步, 嵌入式 AI 的需求推动了硬件和软件技术的发展。随着 AI 技术的发展, 市场对智能化产品的需求不断增加, 企业将 AI 嵌入产品可以提升产品的竞争力, 开辟新的市场机会。

嵌入式 AI 系统可以根据需求进行定制和扩展,使得企业能够快速响应市场变化和客户需求。嵌入式 AI 在当今社会发展中具有重要作用。

2017 年 12 月 19 日,国务院办公厅《关于深化产教融合的若干意见》提出逐步提高行业企业参与办学程度,健全多元化办学体制,全面推行校企协同育人。党的十九大报告提出“建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系”^[1],对产教融合模式提出了新的要求^[2-3]。2019 年 9 月 25 日,国家发改委、教育部等六部门印发《国家产教融合建设试点实施方案》,要求深度融入区域和产业发展,推进产教融合创新。近年来,国家在推动信息技术领域国产化方面取得了显著进展,涉及硬件、操作系统、应用软件、数据库等多个方面。政府出台了多项政策支持国产化发展,对芯片制造、软件开发等领域提供大量资金支持。政府和企业持续增加对核心技术的研发投入,鼓励自主研发,围绕国产软硬件构建完整的产业生态系统,通过成立各种产业联盟和合作伙伴计划,推动上下游企业协同发展,减少对外国技术的依赖,实现关键技术的自主可控,并逐步扩大市场应用,推动国产技术的发展和产业化,之后拓展国际市场。国产化软硬件的发展趋势给嵌入式 AI 课程体系带来了相应的挑战。其需要快速更新技术与知识,紧跟技术前沿;加强师资力量建设,强化产教融合;完善实践教学环节;跨学科融合,培养综合能力;通过在线教育和远程教学推进优质教育资源共享等措施来应对这些挑战,以培养适应产业需求的高素质嵌入式 AI 人才^[4]。

2 拟解决的关键问题

2.1 AI 技术对嵌入式课程的改革需求

嵌入式系统存在于各个领域,是软硬件结合产品,具有多学科交叉的特性^[5]。嵌入式系统已经形成电子技术和计算机两种应用模式,相应地,嵌入式开发人员一类是学通信工程、电子工程等偏硬件专业出身的人,另一类是学计算机、软件专业出身的人^[6]。许多嵌入式系统需要实时响应和处理数据,但其资源和空间通常有限,且通常有功耗和能效的限制,而 AI 算法通常需要大量的计算资源和存储空间,一些复杂的 AI 算法可能无法在实时性要求下运行,将 AI 算法移植到嵌入式系统上需要对算法进行优化和裁剪,如何设计高效的 AI 算法和硬件架构以平衡性能和功耗是一个挑战。AI 技术为嵌入式系统赋予了智能化能力,拓展其应用领域,促进了嵌入式系统的技术创新和发展以及相应产业的升级和转型。相应地, AI 技术发展迅速,嵌入式系统和 AI 涉及计算机科学、电子工程、数据科学等多个领域,其教学需要大量的实验设备和开发板,同时需要配置适合 AI 开发的嵌入式软件环境。课程内容

需要跨学科融合,教师需要不断更新课程结构以涵盖最新的技术和应用案例,持续学习 AI 和嵌入式系统的新知识和新技能,并具备一定的行业经验,课程在项目导向教学和个性化教学需求方面具有复杂性。但与此同时,新的课程体系可以培养学生掌握先进的知识和技能,通过更多的学习资源和学习方式增强学生的动手能力和解决实际问题的能力,激发创新思维,综合能力的提升可以提高就业竞争力,鼓励其探索新的应用领域和解决方案。

AI 技术给嵌入式系统及其课程体系带来机遇的同时也伴随着挑战,需要通过技术创新、算法优化、资源管理、应用拓展等方式来应对这些挑战,在产教融合的背景下实现嵌入式系统的智能化和持续发展。

2.2 嵌入式课程体系滞后于日新月异的知识体系

当前的嵌入式课程体系主要以传统嵌入式知识为基础,这种体系通常涵盖基本的嵌入式系统设计、微控制器编程、基本的硬件接口、实时操作系统等内容。然而,随着物联网 (IoT) 和人工智能物联网 (AIoT) 的快速发展,这些传统课程体系难以满足日新月异的技术需求,存在明显的滞后性^[7]。IoT 要求嵌入式系统具有联网能力,能够与各种传感器、执行器和其他设备进行通信和数据交换; AIoT 不仅需要联网能力,还要求嵌入式系统能够执行复杂的 AI 算法,以实现智能化的感知、决策和控制。因此,嵌入式人工智能课程需要增加与迭代深度压缩、量化、TVM 编译等软件方面以及硬件架构方面的知识体系,主要内容涉及以下几个方面^[8]。包括模型剪枝、权重共享和知识蒸馏等技术在内的深度压缩技术,通过将模型参数和计算从浮点数转换为定点数或低位宽整数的量化方法,自动化地优化深度学习模型的执行性能、适配不同的硬件架构以实现跨平台部署的 TVM 编译器等。同时,现代嵌入式系统常采用异构计算架构,嵌入式 AI 课程体系需要涵盖如何在异构计算环境下进行协同处理,需要了解包括低功耗硬件设计、动态电压频率调节 (DVFS) 等技术在内的能效优化方法,开发能耗感知的 AI 算法,使得嵌入式系统在执行 AI 任务时能够动态调整能耗,实现高效运行。

2.3 亟需体现对国内产业生态的支撑和推进

目前,嵌入式系统及嵌入式 AI 课程体系主要是以国外软硬件平台为主进行设计,国产化软硬件涉及较少,存在过度依赖国外平台的问题。一方面在教学内容上有局限,大部分嵌入式 AI 课程主要采用如英伟达的 Jetson 系列、谷歌的 TensorFlow 和英特尔的 Movidius 等国外软硬件平台,学生对国内产业生态了解甚少,无法有效适应国内产业的需求。另一方面则

体现为技术适应性差,国外平台在设计理念、技术规范和应用场景上与国内存在差异,学生在实际工作中需要重新适应国内平台,这增加了学习成本和适应期。国家战略强调核心技术自主可控,对国外平台与技术的过度依赖不符合战略需求,也不符合国家和社会的目标和要求。现有课程体系未能充分覆盖国内的自主研发平台,不利于培养符合国家战略需求的人才,且对产业的支持力度不足,国内企业在嵌入式AI领域已有不少技术突破,但现有课程体系未能有效支持和推广这些技术,导致国内产业生态的发展受到制约。因此,亟需增加国内领先企业如华为、寒武纪、瑞芯微

等公司的软硬件平台内容。

3 设计方案

3.1 设计以新技术与需求为导向的课程体系

在新一轮科技与产业革命趋势下,以新技术、新业态、新产业为主要特点的新工科正在不断发展,嵌入式人工智能课程体系建设需要以新技术与需求为导向,以期适应快速变化的技术环境和产业需求。以下从技术和需求两方面详细阐述课程体系的设计思路,主体框架如图1所示。

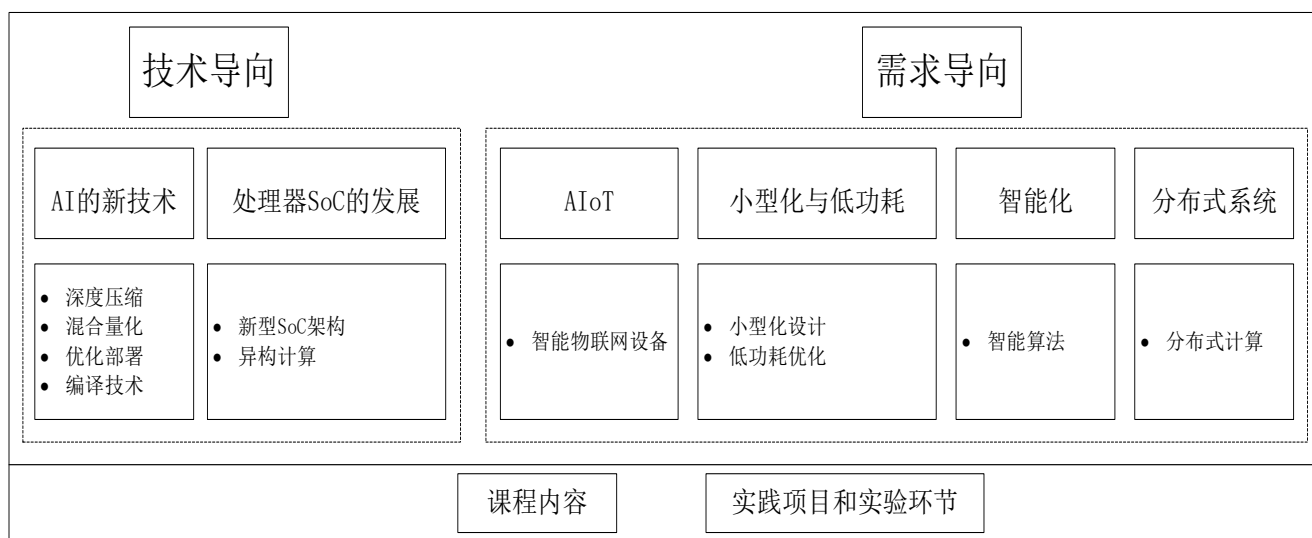


图 1 以新技术与需求为导向的课程体系设计

(1) 以技术为导向的嵌入式 AI 课程体系设计主要包含 AI 的新技术和处理器 SoC 的发展两个方面。AI 新技术主要涉及深度压缩 (Deep Compression)、混合量化 (Hybrid Quantization)、优化部署 (Optimized Deployment) 以及编译技术 (Compilation Techniques) 四个方面。在课程内容方面,讲解深度学习模型的压缩技术,包括模型剪枝 (Pruning)、低秩分解 (Low-rank Decomposition) 和知识蒸馏 (Knowledge Distillation); 介绍模型参数和计算从浮点数转换为低位宽整数 (如 INT8、INT4) 的量化技术,以及混合精度计算的方法; 包括模型优化、推理引擎 (Inference Engine) 优化和硬件加速技术; 涵盖 TVM 编译器、XLA (Accelerated Linear Algebra) 等编译工具,讲解如何通过编译器优化提高模型的执行效率。在实践项目和实验环节,设计实践项目,如在嵌入式设备上部署压缩后的神经网络模型,实现资源高效利用; 让学生在实践项目中应用量化技术,例如在移动设备上运行量化后的图像识别模型,观察性能和精度

的变化; 开发和优化深度学习模型在不同嵌入式平台上的部署策略,如 TensorRT、OpenVINO 等框架的使用; 让学生实践使用 TVM 编译器对深度学习模型进行优化和部署,比较优化前后的性能差异^[9]。处理器 SoC 的发展主要涉及新型 SoC 架构 (New SoC Architectures) 和异构计算 (Heterogeneous Computing) 两方面。在课程内容方面,介绍当前主流的嵌入式 AI 处理器 SoC,如华为昇腾 (Ascend)、寒武纪 (Cambricon)、瑞芯微 (Rockchip) 等,分析其架构特点和应用场景; 讲解多处理器协同工作、GPU 与专用 AI 加速器的集成与优化。在实践项目和实验环节,设置实验项目,要求学生基于这些处理器 SoC 开发和优化 AI 应用,了解其性能和功耗特性; 通过实际案例 (如智能摄像头、无人机) 展示异构计算的应用,让学生掌握如何在异构系统中进行任务分配和优化。

(2) 以需求为导向的嵌入式 AI 课程体系设计主要包含 AIoT (Artificial Intelligence of Things)、小型化与低功耗 (Miniaturization and Low Power

Consumption)、智能化(Intelligence)以及分布式系统(Distributed Systems)四个方面。AIoT 主要指智能物联网设备(Smart IoT Devices),小型化与低功耗即小型化设计(Miniaturized Design)和低功耗优化(Low Power Optimization),智能化主要指智能算法(Intelligent Algorithms),分布式系统主要指分布式计算(Distributed Computing)。在课程内容方面,结合 AI 和 IoT 技术,介绍智能家居、智慧城市、工业物联网等应用领域的技术需求和实现方法;讲解嵌入式系统的小型化设计方法,包括芯片集成、紧凑型电路设计、系统封装等;介绍低功耗设计技术,如 DVFS、低功耗模式、能量采集等;涵盖机器学习、深度学习和强化学习等智能算法,重点讲解其在嵌入式系统中的实现和优化;讲解分布式计算技术,包括分布式处理、数据同步和一致性维护等。在实践项目和实验环节,设计项目让学生开发智能物联网设备,如智能传感器、边缘计算节点,应用 AI 技术实现智能化功能;通过实际项目让学生设计小型化的智能设备,如可穿戴设备、微型传感器等;设计低功耗优化项目,如开发低功耗 AIoT 设备,评估其功耗性能和应用效果;设计智能应用项目,如开发智能语音助手、智能图像识别系统,应用这些智能算法实现特定功能;通过实际案例(如分布式传感器网络)展示分布式计算的应用,让学生掌握在分布式系统中实现和优化 AI 算法的方法^[10]。

3.2 建立兼顾国产软硬件生态的知识体系更新机制

在产教融合的背景下,建立兼顾国产软硬件生态的知识体系更新机制对于嵌入式人工智能课程的发展至关重要。这意味着需要破除技术壁垒,在以国外常用软硬件平台进行设计的同时,重视国产硬件平台,如华为310、瑞芯微3588等,并及时更新课程内容以适应国内产业的发展需求。

(1) 破除技术壁垒。一方面要降低学习门槛,提供丰富的国产硬件平台的教学资源,包括开发文档、示例代码、教学视频等,让学生更容易去学习;设计项目和实验,鼓励学生在国产硬件平台上进行实践,积累经验并克服技术壁垒。另一方面要强化师资队伍,为教师提供针对国产硬件平台的专业培训,使其能够熟练掌握相关技术,并将其融入到课程教学中,还可以邀请技术专家为教师提供实践指导和技术支持,加强师资队伍实战能力^[11]。

(2) 兼顾国产硬件平台。一方面要更新课程内容,介绍国产硬件平台的新技术和发展趋势,如华为310芯片的 AI 加速能力、瑞芯微3588芯片的性能优势等;结合国产硬件平台的应用案例,深入分析其在智能监控、智能家居、智能医疗等领域的应用,激发

学生学习兴趣^[12]。另一方面要设计实践项目,根据国产硬件平台的特点和应用需求,与国内企业合作,定制项目和实验,让学生参与实际项目开发,使其深入理解相关技术,从而更好地掌握国产硬件平台的应用技能^[13]。

(3) 建立知识体系动态更新机制。嵌入式 AI 发展非常迅速,技术更新换代极快,这需要在人才培养过程中兼顾国产软硬件生态以调整教学内容^[14]。一方面要定期对课程结构进行评估和调研,了解国内产业发展需求和技术趋势,及时引入新技术、新工具和新案例,保持与行业发展的同步,同时收集学生的反馈意见和建议,了解他们对课程内容的需求和期望,指导课程调整更新和改进。另一方面要增强师资队伍的建设,为教师提供持续的学习和培训机会,鼓励教师参与行业研讨会和技术交流,使其能够及时了解国产硬件平台的最新技术和应用情况,更好地更新教学内容。

(4) 深化产教融合。一方面是与国内企业建立长期合作关系,给学生提供实习机会,以项目为导向,积极地去应用国产硬件平台的技术,进一步可以基于这些平台去开发一些能够解决实际问题的应用,以培养学生的实践能力^[15]。另一方面是与企业合作开展科研项目,联合研发,共同探索国产硬件平台的新技术和应用,推动产学研合作的深度发展,将研发成果转化为教学资源,更新课程内容,使学生能够学习最新的相关技术,邀请企业专家参与课程设计和教学,推动校企共建项目和实训基地的建设^[16]。

3.3 强化课堂对新质生产力的赋能意识

创新是新质生产力的主导要素,新质生产力形成和发展的关键是科技创新与教育发展,高校作为教育、科技、人才的集中交汇点,应在发展新质生产力中展现更大作为。嵌入式人工智能作为传统科学与新兴技术的交叉学科,对于技术创新和新产业的崛起具有重要推动作用。

(1) 培养科技创新赋能产业的意识。一方面,技术驱动新产业,嵌入式人工智能作为前沿科技的代表,对新产业的崛起具有重要推动作用,课堂应该注重教授最新的科技知识和技能,培养和引导学生对新技术的理解、应用和创新能力,为他们未来进入新产业领域做好准备。另一方面,示范新产业应用,课程可以引入案例分析和项目实践,重视嵌入式人工智能技术对传统产业的改造和创新,介绍嵌入式人工智能在新兴产业中的应用,如智能制造、智能交通、智慧城市等,让学生了解科技创新对新产业的推动作用,培养学生的创业精神和创新能力。

(2) 强化学生科技自立自强的信心。一方面课堂教学应强调国产化意识,引导学生关注国内科技发展现状和趋势,培养他们的国家责任感和创新意识。另一方面要强调技术自主创新,鼓励学生参与相关的竞赛和科研活动,培养他们的科技创新能力和实践能力,强化学生为科技自立自强做出贡献的决心和信心。

(3) 建立以课程为中心的产教融合共同体。以产业需求为导向,对嵌入式人工智能的课程进行改革完善,推动产业需求更好融入人才培养全过程,解决人才培养和产业发展“两张皮”的问题。在硬件处理器、边缘设备、智能处理等各方面与国内外企业建立广泛联系,共建企业与课堂联通联动的实习与交流机制,将企业和社会对人才和技术的需求及时导入校园与课堂,促进不同学科之间的知识融合和创新,引导学生投身于相关领域的科研活动,为打好关键核心技术攻坚战提供更广阔的思路和视野。

通过以上措施,嵌入式AI课堂将更加强化对新质生产力的赋能意识,为培育创新型人才、推动科技创新、促进产业升级做出积极贡献。同时,也将有助于加速国家经济结构调整和新旧动能转换,推动经济持续健康发展。

4 建设探索及成效

4.1 嵌入式人工智能课程建设方案的探索

我校2022年印发了《“双一流”建设高校整体建设方案》,提出面向国家重点领域、重点产业,积极建设国家产教融合创新平台、社会实践基地,通过深化产教融合,积极构建校企科技合作工作体系,加强校企联合共建实验室建设,推进新型研发机构培育,支持形成企业为主体、市场为导向、产学研用深度融合的技术创新体系。基于以上建设方案引导,我校在嵌入式人工智能方面开展了以下探索工作,取得了一定的成效,并于2023年获批了“国家人工智能产教融合创新平台项目”。

嵌入式实训课程及系统平台的建设。通过嵌入式系统实训课程及其训练平台,引入产业算法以及机械臂、智能物联硬件、轮式机器人、六足机器人、放生鱼、自动驾驶仿真模拟环境,配套相关课程,建立面向计算机、交通运输、人工智能等专业的工程实训平台。培养学生算法应用、嵌入式智能硬件应用的基础能力,以产教融合培养的方式,培养学生的工程应用能力。

突出实践,培养解决复杂系统问题的能力。通过理论课程配套实验-科学研讨与实践课程-系列综合实验-生产实习和社会实践-毕业设计和学位论文实验实践一体化贯通式课程体系,科学研讨与实践课配合科

研课堂系列课程引导学生尽早接触科研前沿,进一步支持学生早进课题、早进实验室。以嵌入式系统的AI应用为引导建立挑战赛,从中选拔优质项目和选手积极参加学校冯如杯、北京市和国家挑战杯、互联网+创新创业大赛,通过层次完备的学生科技创新活动体系,引导学生深度参与嵌入式AI开源社区建设,实现科技创新创业活动全覆盖。

产教融合,打造未来总师的新摇篮。与中科寒武纪、华为、百度和海康威视等多个企业建立了紧密联系,校企导师邀请行业总师参与备课和进课堂,在学生成长中的专业导向、为人导师、思政导心的作用。其中,中科寒武纪与北航进行教学科研攻关合作,为基于国产智能硬件的算法研究、应用开发提供编译环境优化、调试调优工具、模型适配等技术支撑服务,并开设了与嵌入式智能计算方面的课程。百度公司与北航共建了产教融合的“双师型”队伍,支持教师参加教育部计算机类教指委主办的全国计算机类课程实验教学案例设计竞赛,以推进创新性实验教学改革,提升高校教师的实验教学水平,并支持教师申请松果基金,共同推进科研创新。华为以北航-华为“智能基座”产教协同育人基地为依托进行合作课程建设,从课程建设经费、软硬件资源、奖学金、奖教金和在线实训资源等方面进行支持,且指定华为专家与拟合作课程负责老师一对一沟通合同。海康威视公司依托国家新一代人工智能开放创新平台(视频感知),助力北航嵌入式人工智能课程和科研创新建设,构建互惠共赢的人才培养基地。

结合以上建设方案和国家人工智能产教融合创新平台项目,笔者在我院“嵌入式系统实训”、“嵌入式人工智能基础”等课程中,以嵌入式系统和人工智能交叉领域的理论和核心技术重大需求为导向,针对目前教学培养过程中普遍存在的先进技术和学科交叉融合不足问题,围绕嵌入式系统、处理器和人工智能计算等核心能力强化培养学生现代科学基础。

4.2 教学改革实施情况与效果

自2015年秋季以来,先后开设了嵌入式系统设计实训、数字媒体技术及智能应用导论、嵌入式人工智能基础等课程,主要面向计算机/人工智能专业为主的本科生。由于相关课程的系统性、实践性强,适应当前系统性、交叉性与综合性的复合型人才培养趋势以及计算机视觉和人工智能蓬勃发展的热潮,学生选课热情很高,选课专业覆盖了计算机、人工智能、自动化等近多个理工科专业,选修人数不断增加,累计选课人数超过100人,学生出勤率常年维持在高位。此外,在课程建设的同时,也结合国家人工智能产教协同创新平台,完成了如表1所示的嵌入式人工智能的教学科研环境的建设,为学生的课外科研实践提供了条

件。嵌入式人工智能课程改革围绕实训课程和科研平台建设,通过产教融合、项目驱动和平台支持,开展ARM核心开发、PCB设计与制板、软件调试等实训教学,帮助学生将嵌入式技术理论知识与实践技能相结合,提升硬件设计和系统开发能力;依托国家人工智能产教协同创新平台,搭建多样化的科研学习环境,支持学生进行课外科研和项目实践,培养嵌入式系统开发及AI算法嵌入式硬件部署能力,激发创新意识,提升学生的工程实践能力和科研创新能力,为人工智能领域培养高素质应用型人才。

表 1 嵌入式人工智能实验环境及平台

嵌入式设备型号及规格	数量
华为Atlas 200i套件	4
瑞芯微RK3588	10
寒武纪微处理器(MLU370-S4)	5
复旦微 7-100AI FPGA开发版	2
Xilinx VEK280开发者套件	2
Xilinx KC705开发者套件	2
基于FPGA的无人车开发平台	2
基于FPGA工业缺陷检测开发平台	2
人工智能边缘实验平台	1
NVIDIA Jetson AGX Orin	20
NVIDIA Jetson Orin NX	5
NVIDIA Jetson Orin nano	5
Google TPU Edge Accelerator	10

5 结束语

嵌入式人工智能技术的发展日新月异,它给嵌入式系统及其课程体系带来了相应的挑战和机遇,嵌入式AI课程教学改革是时代所驱,也是高校深化应用型人才模式培养的关键,构建面向应用的课程体系可以服务于当地经济发展。现有课程体系以传统嵌入式知识为主,难以满足IoT、AIoT等新知识与技术的发展需求,需要增加和迭代深度压缩、量化、TVM编译等软件方面以及硬件架构方面的知识体系。目前,嵌入式AI课程内容主要以国外软硬件平台为主进行设计,国内涉及少,这不符合国家和社会的目标和要求,在课程设计中亟需体现对国内产业生态的支撑和推进,需要增加华为、寒武纪、瑞芯微等体系。我们对产教融合背景下嵌入式人工智能课程的建设进行探索,通过设计以AI新技术和处理器SoC发展等技术以及相应

需求为导向的课程体系,破除技术壁垒,建立兼顾国产软硬件生态(华为310、瑞芯微3588等)的知识体系更新机制,强化课堂对新质生产力的赋能意识,努力实现高水平科技自立自强,打好关键核心技术攻坚战,使原创性、颠覆性科技创新成果竞相涌现。

参考文献

- [1] 新华社. 中华人民共和国中央人民政府习近平: 决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告 [EB/OL]. [2017-10-27]. http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm.
- [2] 郭忠文, 蒋若冰. “产、教、学、研”四位一体研究生产教融合培养模式研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, (02): 18-22.
- [3] 金澈清, 钱卫宁, 陈佳, 等. 产教融合打通数据学科研究生培养的“最后一公里”[J]. 计算机教育, 2021, (10): 85-88. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2021.10.021.
- [4] 王红, 苗强, 李慧. 基于产教融合的应用型人才培养研究与实践[J]. 计算机教育, 2021, (01): 101-105. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2021.01.025.
- [5] 李辉勇, 牛建伟, 符宗恺, 等. 基于虚实结合的嵌入式系统虚拟仿真实验教学改革与实践[J]. 计算机教育, 2020, (10): 179-182. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2020.10.038.
- [6] 柴艳峰, 张睿, 张蕾, 等. 基于开源项目的计算机组成原理课程“嵌入式”教学模式探索[J]. 计算机教育, 2024, (02): 164-168. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2024.02.016.
- [7] 薛红梅, 倪健, 孙胜娟. “学科交叉、产教融合”实践教学机制探索[J]. 计算机教育, 2024, (03): 223-227. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2024.03.017.
- [8] 康一梅, 张莉. 嵌入式软件设计课程教学实践[J]. 计算机教育, 2023, (04): 30-33. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2023.04.014.
- [9] 李江昊, 刘丰, 王伟. 理论实践强结合性课程知行合一教学改革与探索[J]. 计算机教育, 2020, (06): 179-183. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2020.06.039.
- [10] 孙青, 李辉勇. 面向学生工程能力培养的嵌入式系统设计实训课程教学改革实践[J]. 计算机教育, 2020, (03): 136-140. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2020.03.033.
- [11] 郭媛, 翟平. 基于产教融合的地方应用型高校转型发展模式探究[J]. 计算机教育, 2022, (02): 83-86. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2022.02.019.
- [12] 余黎煌, 刘俊霆, 罗纪青, 等. 基于ARM+GPU的嵌入式系统综合实践案例设计[J]. 计算机教育, 2022, (10): 84-87+92. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2022.10.043.

- [13] 邵桂芳, 刘墩东, 祝青园, 等. 产教融合引领下的新工科创新人才联合培养[J]. 计算机教育, 2024, (04):75-80. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2024.04.035.
- [14] 郭玉臣, 李育灵, 王鹏凯. 基于华为鲲鹏云平台的多维嵌入式实践教学改革[J]. 计算机教育, 2023, (05):135-139. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2023.05.021.
- [15] 樊超, 王贵财, 杨铁军, 等. 产教融合视域下的人工智能应用型人才培养模式构建[J]. 计算机教育, 2023, (09):14-19. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2023.09.033.
- [16] 谭琼应, 谭建军, 陈颖. 基于产业学院的实践应用型人才培养[J]. 计算机教育, 2023, (10):10-15. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2023.10.011.