

基于“项目驱动+实践引领”的人工智能芯片设计与应用建设探索与实践

曹震 侯彪 焦李成 杨银堂

(西安电子科技大学, 陕西 西安 710126)

摘要: AI (Artificial Intelligence, 人工智能) 芯片技术是 AI 时代的核心, 被广泛应用于自动驾驶、智能穿戴等领域。由于其涉及 AI 算法和集成电路设计等多学科交叉, 单一理论教学难以满足社会需求, 学生工程实践能力较弱。高校作为科技人才培养的重要平台, 亟需推进 AI 芯片设计教学改革。本文提出“项目驱动+实践引领”教育理念, 通过项目实例贯穿教学, 增强学生对 AI 芯片产业的理解, 激发学习动力, 培养动手实践能力, 全面提升学生综合素质, 满足 AI 芯片领域的人才需求。

关键词: 人工智能; 芯片设计; 教学研究; 交叉学科

一、引言

由于电子设备智能化的快速普及与应用, 电子器件的集成化要求、智能化要求与日俱增, 并且随着 AI (Artificial Intelligence, 人工智能) 技术的飞速发展, 国家的 AI 技术高尖端人才缺口一直很大, 因此各高校一直在 AI 技术教育、AI 科研突破方面进行研究与改革。物联网、AI、5G 等技术的蓬勃发展开辟了拥有巨大潜力的应用场景和市场空间^[1], 但是面对新的应用场景, 传统计算芯片的算力通常难以满足其计算需求。在此情况下, 国家进一步提出了对于 AI 与芯片设计交叉性人才的要求。

《AI 芯片设计与应用》这门课程主要是讲授如何将 AI 算法技术与集成电路芯片设计融合交叉, 其中不仅涉及 AI 方向的基础知识、算法原理, 还涉及芯片设计的流程、算法部署的具体应用等内容, 与实际生产、生活息息相关, 具有很强的工程应用背景与科技发展前景。在本科教育阶段, 如 AI 专业的学生具有一定的智能算法学习基础与编程实现等知识基础, 微电子专业学生具有器件工艺原理、仿真设计等知识基础, 但是随着国际形势的变化, 国家对交叉性人才愈发渴望, 亟需有一批既能够掌握智能算法、又能进行芯片工艺设计实现的交叉性高尖端人才^[2]。在此背景下, 本课程主要面向 AI 专业、智能科学与技术专业、微电子专业、电子信息专业、通信专业学生, 旨在打通智能大专业与微电子大专业之间的壁垒, 帮助学生了解从软件算法、到硬件设计实现的完整技术-产业链相关知识, 真正为国家培养一批能够解决“卡脖子”难题的交叉性高尖端人才^[3]。

二、提出“项目驱动+实践引领”的理念方针

AI 芯片是为国家 AI 产业算力需求提供支持的关键技术部分, 构成了 AI 核心技术的硬件基础, 因此芯片设计产业是当下国家发展 AI 科技的重要基础, 但是受当下国际形势影响, 我国芯片产业始终无法突破封锁情况, 实现高端芯片的自给自足, 如何实现芯片国产化是未来亟需解决的问题。当下 AI 科技技术培养体系已日益成熟, 各高校都有一套成熟的 AI 专业培养方案, 能够为国家提供大量的 AI 高尖端人才。但随着国家对于 AI 交叉领域人才的需求日益增加, 只针对 AI 技术进行人才培养的方案会逐渐无法满足国家的人才战略需求。AI 技术的突破离不开芯片算力, 而国家也对 AI 芯片设计人才提出了新的需求, 需要一批了解 AI 技术, 同时了解国产芯片设计的新型高尖端人才。

在此要求下, 本课题结合学院特色, 设计课程内容, 制作更容易接受、更适合学生学习的教学内容, 解决学生对 AI 芯片学习盲目性的问题, 然后需要在教学内容的准备以及课时的安排时宏

观考量 AI 芯片知识体系下各个学科知识点的重要性, 还需要考虑到各个学科知识点的关联性以及连贯性, 合理安排学生课程内容、顺序以及课时, 最后结合 AI 芯片案例来引导学生, 开拓视野, 在教学过程中也不会以项目为重点进行讲授, 点到即止, 不做硬性的考核要求, 不让学生感到压力。

三、AI 芯片设计与应用课程教学改革

AI 芯片设计与应用课程对所需的 AI 技术、数字电路基础、集成电路设计要求较高, 需要学生了解软件算法、硬件逻辑与实现等知识, 如果没有较好的知识储备, 仅靠 32 个学时的课程教学, 只能达到非 AI 专业学生、非微电子专业学生的水准, 即“算法懂一点、硬件逻辑懂一点、怎么部署不知道、怎么设计更不清楚”的情况。此课程设计的根本目的是帮助学生打通软硬件之间的障碍, 突破 AI 专业学生主要会编程、微电子专业学生主要会仿真的技术界限, 由于 AI 技术的研究需要时间沉淀, 同时微电子方面的芯片设计同样需要大量的练习与尝试, 因此如何在有限的时间内帮助学生打通软硬件通路, 为未来软硬件协同设计打好基础是最重要、最需要慎重考虑的问题。

在教材选用方面, 选择张正雄老师编写的《AI 芯片: 前沿技术与创新未来》教材。该教材可以认为是 AI 芯片设计的白皮书, 非常详细地介绍了 AI 芯片的发展、相关 AI 技术、AI 芯片的设计基础、AI 芯片的具体应用, 十分适合本课程的“打通路、强基础”的目标。在课堂上, 教师会摘取教材中重要的知识部分准备幻灯片, 同时准备横向扩展相关技术的教学幻灯片, 旨在从点扩散到面的教学主旨; 同时在教学环节, 教师也会针对关键环节进行提问, 包括 AI 技术、芯片设计技术, 通过学生的回答情况, 掌握该生的知识掌握程度与薄弱环节, 并以此为针对进行相应的知识指导与相关资料推荐, 以帮助学生面对跨多学科学习时因为无从下手导致的迷茫和焦虑情绪, 通过为学生指出具体的学习方向与相关技术内容, 让学生在课后能够有的放矢地了解与学习, 在最大程度上减少不必要的时间与资源的消耗, 提高教学效率与教学质量。此外, 在课程教学过程中, 也会不断更新教学幻灯片中的前沿科技技术、前沿产品内容, 帮助学生了解相关技术的最新进展, 学习最新技术, 不断接收新事物的冲击, 激发学生内心的探索兴趣和创新思考。

四、增强课程融合构建完善体系

AI 芯片涉及知识体系庞大, 涵盖范围广, 需要学生具有软件、硬件方面相关知识基础^[4]。本课题对 AI 芯片相关课程的融合如图 1 所示, 在软件层面融合了《线性代数》、《概率与信息论》、《矩

阵论》、《机器学习》、《智能感知技术》、《深度学习理论》、Pytorch 框架学习和 C++ 学习等相关学科的理论,此外还涉及前沿算法的解读和实践,在硬件层面还要介绍《超大规模集成电路与系统》、《AI 芯片原理与设计》、《计算机组成原理》和《现代操作系统原理》等,作为研究生从硬件层面理解 AI 芯片的运行机制的基础,此外还涉及对典型硬件平台的介绍和实践应用。课程主要面向有相关课程基础的研究生,但同时考虑到基础较差的学生,对线性代数、概率与信息论、机器学习基础等课程中核心内容以简洁摘要的形式教授,不过度加重学生负担,还可以保证不同基础的学生都能尽快融入课程。

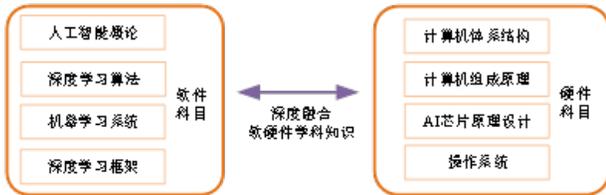


图1 AI芯片课程融合架构

本课题关联相关课程内容,糅合多个学科的核心内容,在软件层面涵盖 AI 芯片所需的数学基础到算法再到代码实现的理论,硬件层面的理论课程有助于学生理解和使用 AI 芯片,保证课程整体内容丰富且连贯。

如图2所示,在经过本课题的改革之后,经过课程的学习,学生将掌握 AI 芯片知识体系下相关学科的基础理论,具备主动了解、解读前沿科学技术论文的能力,从软硬件层面理解 AI 芯片以及搭载 AI 芯片的硬件平台的运行机制,通过一定的实践操作使学生掌握搭载 AI 芯片的设备的基础使用,为学生在该领域实践工程项目和科研创新打下基础。



图2 AI芯片知识体系架构

五、面向实践与产出的教学目标

本课程最根本目标是培养一批能够满足国家对“AI+ 芯片”人才需求的新时代研究者,因此除了教师在进行教学指导的过程中,也应该实时考察学生的掌握程度和遇到的难点问题,有的放矢地在下一节课进行补充教学和难点答疑。

本门课程主要面向的是 AI 专业和微电子专业的学生,由于这两门课程具有较大的独立性,在交叉融合后开设的 AI 芯片设计课程更偏向于为这两个专业的学生打破壁垒,通过实际的方案项目介绍、重要代码示例讲解来进行教学,提升学生对课程的兴趣。考虑到不同专业的差异、学生的个体差异,本门课程的教学内容更偏向于引导学生、开拓视野、促进学生主动探索更多内容的教学安排,在教学过程中也更注重学生专业基础知识的掌握程度,在课上教学过程中会穿插知识的问答考核,不仅涉及如 python 的 AI 专业编程语言知识,也涉及芯片制造流程中各个工艺的相关基础知识,只有打破两个专业之间的通道,不断地穿插教学,帮助学生如何将 AI 与芯片设计有机结合,才能更好地实现 AI 与芯片设计专业的交叉融合。

除此之外,本门课程会设定完善的、可达到的评价标准,明确告诉学生这门课程需要学生掌握什么内容、达到什么程度,减少学生学习这门课程时候的盲目性。通过设定完善的作业任务、

实验考核任务,以此来检验学生的输出质量。设定的内容针对本门课程所涉及的两门主要交叉学科, AI 和芯片设计。涉及内容包括线下的基础知识讨论作业,考核学生对基础概念及相关知识的掌握程度以及表述能力;包括 AI 相关程序的复现、改进等内容,检验学生对 AI 学习中最重要的算法层面的理解程度,可以帮助教师针对学生在复现过程中出现的问题进行相关内容的强化指导与复习;还包括芯片设计部分一些仿真内容的实现,可以检验学生对在芯片设计部分大致流程的了解程度,同样可以帮助教师调整教学内容的安排以求帮助学生最大程度地理解相关知识。

由于这门课程的交叉难度十分明显,课程的考核、实践应该是灵活弹性的。对应基础薄弱的同学,主要以知识讨论作业、基础复现为主要实践内容;针对基础较好、并且有一定编程、仿真能力的同学,可以鼓励他们去参加竞赛或是简单的项目实践,比如参加华为昇腾竞赛提升自己的 AI 相关技术,或者是使用学校已购的硬件开发板进行算法的硬件部署与迁移,在实践尝试中提升自己对于“AI+ 芯片设计”的理解与掌握程度。

六、结语

面对当今社会对 AI 领域人才的巨大需求,高校迫切需要提升在 AI 领域的人才培养能力,与时俱进地加强 AI 芯片设计的教学改革。本课题通过“项目驱动+实践引领”的方式,提出了一种面向应用领域的 AI 芯片教学创新方案,采用增强课程融合、结合项目案例等手段,旨在加强学生对 AI 芯片热点问题的认识、相关基础知识的积累与工程方面的实践能力,为学生进一步开展 AI 芯片方面研究打下坚实基础,进一步为信息智能化社会的输出高水平、高素质的相关人才。

参考文献:

- [1] 高广谓,李佳雯.基于学生能力导向的人工智能课程教学改革[J].软件导刊,2023,22(02):178-183.
- [2] 王碧,潘彪.基于软硬协同的“人工智能芯片”实验教学研究[J].工业和信息化教育,2021(12):90-94.
- [3] 吴飞,吴超,朱强.科教融合和产教协同促进人工智能创新人才培养[J].中国大学教学,2022,(Z1):15-19.
- [4] 赵艳芹,张兴华,张剑飞,高志军,常亮.高校人工智能课程教学与实践改革研究[J].科教文汇,2022(24):95-97.
- [5] 洪政,严斌宇,余静.面向学生能力培养的课程教学设计——以软件工程专业为例[J].中国大学教学,2022,(07):39-44.

基金项目:产业发展驱动 AI 芯片创新教学(批准号:223ZZ014,陕西省高等教育教学改革研究项目); AI 芯片交叉学科创新性人才培养模式探索与研究(批准号:JGGG2403,西安电子科技大学教育教学改革研究项目);人工智能拔尖创新人才贯通式培养改革与实践(批准号:YJSZG2023038,陕西省高等教育教学改革研究项目);科教产教”双融合的人工智能研究生高层次创新人才培养(批准号: SXGERC2023043,陕西省高等教育教学改革研究项目)。中央高校基本科研业务费专项资金(批准号: ZYTS25208)

作者简介:曹震,男,副教授,研究方向为人工智能芯片设计与应用