

人工智能背景下《计算机组成原理》课程教学改革探索

张桂莲

中南林业科技大学涉外学院信息与工程学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2025年4月15日; 录用日期: 2025年7月3日; 发布日期: 2025年7月14日

摘要

随着人工智能技术的迅猛发展, 计算机组成原理课程的教学面临着新的机遇与挑战。文章深入探讨了在人工智能背景下, 计算机组成原理课程教学目标、教学内容、教学方法以及教学评价等方面的改革思路与实践。通过引入人工智能相关案例、实验和技术, 旨在激发学生的学习兴趣, 提高其解决复杂问题的能力, 培养适应人工智能时代需求的计算机专业人才。

关键词

人工智能, 计算机组成原理, 教学改革

Exploration of Teaching Reform of the “Computer Organization Principles” Course in the Context of Artificial Intelligence

Guilian Zhang

School of Information and Engineering, Swan College, Central South University of Forestry and Technology,
Changsha Hunan

Received: Apr. 15th, 2025; accepted: Jul. 3rd, 2025; published: Jul. 14th, 2025

Abstract

With the rapid development of artificial intelligence (AI) technology, the teaching of the Computer Organization Principles course is facing new opportunities and challenges. This paper delves deeply

into the reform ideas and practices regarding the teaching objectives, teaching content, teaching methods, and teaching evaluation of the Computer Organization Principles course in the context of AI. By introducing AI-related cases, experiments, and technologies, the aim is to stimulate students' learning interest, enhance their ability to solve complex problems, and cultivate computer professionals who can meet the needs of the AI era.

Keywords

Artificial Intelligence, Computer Organization Principles, Teaching Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

计算机组成原理是计算机相关专业的核心基础课程，它系统地阐述了计算机硬件系统的基本组成、工作原理和内部运行机制[1]。该课程具有理论性强、概念抽象、内容繁杂等特点，在传统的教学模式下，该课程注重理论知识的传授，教学方法相对单一，实验环节也相对薄弱[2]，导致学生在学习过程中难以将理论知识与实际应用相结合，学习效果不佳，且在后续课程学习和实际工程应用中缺乏必要的实践动手能力和创新思维。而且，随着人工智能技术在当今社会各个领域的广泛应用，计算机系统的设计与实现正朝着智能化、高效能的方向发展。这就要求计算机组成原理课程的教学必须与时俱进，进行相应的改革与创新，以培养具备扎实计算机硬件基础且能适应人工智能发展需求的专业人才。

2. 人工智能背景下计算机组成原理课程教学目标的重塑

2.1. 强化基础理论与人工智能关联认知

在传统教学目标强调计算机硬件各部件基本原理和功能的基础上，增加学生对这些基础理论在人工智能系统中作用的理解。例如，让学生明白中央处理器(CPU)的指令执行机制、数据处理能力如何为人工智能算法的运行提供计算支持；存储系统的层次结构与数据存储方式怎样满足人工智能模型对海量数据的存储与快速访问需求等。使学生能够建立起从计算机底层硬件到人工智能上层应用的完整知识链路，为深入学习人工智能相关技术奠定坚实的硬件基础。

2.2. 培养面向人工智能的系统设计与优化能力

教学目标应注重培养学生根据人工智能应用场景需求进行计算机硬件系统设计与优化的能力。引导学生思考如何针对人工智能算法中大量的矩阵运算、并行计算等特点，设计高效的运算部件(如专用的人工智能处理器芯片架构)；如何优化计算机存储系统以减少数据传输延迟，提高人工智能模型训练与推理的速度等。通过这样的教学目标设定，让学生在学习计算机组成原理课程过程中，就开始培养面向人工智能应用的系统级思维和工程实践能力。

2.3. 提升学生在人工智能环境下的创新与问题解决能力

鼓励学生在掌握计算机组成原理知识的基础上，探索人工智能技术与计算机硬件融合所带来的新问题与新机遇。例如，研究如何利用新兴的存储技术(如忆阻器等)[3]来构建更智能、更节能的存储系统以

满足人工智能数据处理需求；如何通过硬件与软件协同设计来提高人工智能系统的可靠性与安全性等。培养学生在人工智能背景下的创新意识和独立解决复杂技术问题的能力，使其能够在未来的计算机领域中，积极参与人工智能相关硬件技术的研发与创新工作。

3. 教学内容的改革与拓展

3.1. 融入人工智能硬件架构案例

在讲解计算机硬件各部件时，引入典型的人工智能硬件架构案例进行分析。如介绍英伟达(NVIDIA)的 GPU 架构在深度学习中的应用，讲解其大规模并行计算单元、高带宽内存架构等特点如何为深度学习模型的训练提供强大的计算力支持。同时，对比传统 CPU 架构与 GPU 架构在处理人工智能任务时的差异，让学生深刻理解不同硬件架构在人工智能领域的适用性和局限性[4]。此外，还可以介绍一些新兴的人工智能专用芯片架构，如谷歌的 TPU (Tensor Processing Unit)等，分析其独特的设计理念和技术优势，拓宽学生的视野，使他们了解计算机硬件在人工智能驱动下的发展前沿动态。

3.2. 增加人工智能相关实验项目

设计一系列与人工智能相关的实验项目，以强化学生对计算机组成原理知识的实践应用能力。例如，开展基于 FPGA (现场可编程门阵列)的简易神经网络加速器设计实验，让学生利用 FPGA 的可重构特性，设计并实现一个能够加速神经网络前向传播计算的硬件模块。在实验过程中，学生需要深入理解神经网络算法的计算流程，合理设计硬件电路结构，包括乘法器、加法器、存储单元等部件的选型与连接，并进行硬件描述语言编程实现与调试。通过这样的实验项目，学生不仅能够巩固计算机组成原理课程中的数字电路、运算器、控制器等知识，还能亲身体验如何将计算机硬件技术应用于人工智能领域，提高他们的实践动手能力和工程创新能力。具体实验设计内容及要求如表 1 所示。

3.3. 补充人工智能算法的硬件实现原理

在教学内容中适当补充人工智能算法的硬件实现原理，使学生了解人工智能算法从软件层面到硬件层面的映射过程。例如，讲解深度学习中卷积神经网络(CNN)算法的卷积层、池化层等操作在硬件上是如何通过专用电路或通用处理器指令集来实现的[5]；分析机器学习中决策树算法在硬件中的存储结构和推理计算过程等。通过这部分内容的补充，让学生建立起人工智能软件算法与计算机硬件实现之间的联系，培养他们从硬件角度思考和优化人工智能算法的能力，为今后从事人工智能芯片研发、智能系统优化等工作提供理论与实践基础。

4. 教学方法的创新与实践

4.1. 问题导向教学法

采用问题导向教学法，在课堂教学中引入人工智能领域中的实际问题，引导学生运用计算机组成原理知识进行分析和解决。例如，提出“如何设计一款适用于智能家居环境下的低功耗图像识别硬件系统？”这样的问题，让学生从计算机硬件系统的各个组成部分(如处理器选型、存储容量与速度需求、输入输出接口设计等)入手，思考如何构建一个满足特定人工智能应用场景需求的硬件平台。在解决问题的过程中，学生需要主动查阅资料、分析问题、提出解决方案，并进行小组讨论与交流。这种教学方法能够激发学生的学习兴趣 and 主动性，培养他们的批判性思维和团队协作能力，同时也让学生深刻体会到计算机组成原理知识在人工智能实际应用中的重要性。

Table 1. Contents and requirements of experimental design**表 1.** 实验设计内容及要求

| 实验名称 | 实验内容 | 实验要求 |
|-------------------|---|---|
| 实验 1: 二进制加法器设计与实现 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 使用逻辑门构建 1 位半加器和全加器 2) 级联设计 16 位行波进位加法器 3) 实现超前进位加法器(CLA)优化 4) 在 FPGA 上验证加法器功能并测试时延 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 掌握加法器的数字电路设计方法 2) 理解进位传递对加法器性能的影响 3) 能够编写并调试 Verilog/VHDL 代码 4) 分析不同结构加法器的资源占用 |
| 实验 2: 定点乘法器设计与优化 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 实现基于移位相加的基础乘法器 2) 设计 Booth 编码乘法器提高效率 3) 构建 Wallace 树结构优化部分积求和 4) 对比不同乘法器在矩阵运算中的性能 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 掌握定点数乘法的硬件实现原理 2) 理解 Booth 算法和 Wallace 树的优化逻辑 3) 能够针对 AI 算法特点设计专用乘法器 4) 使用 Vivado 进行时序分析 |
| 实验 3: 高速缓存存储器设计 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 设计 16 KB 直接映射缓存控制器 2) 实现 4 路组相联缓存与 LRU 替换策略 3) 构建 AI 算法数据访问模式模拟器 4) 测试不同缓存配置下的命中率 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 理解缓存映射机制与替换策略 2) 掌握 SRAM 控制器设计方法 3) 分析缓存命中率对 AI 算法性能的影响 4) 使用 CACTI 工具进行缓存性能建模 |
| 实验 4: 硬布线控制器设计 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 设计简化版 RISC-V 指令集架构(含 ALU 操作、数据传输、分支指令) 2) 基于状态机实现指令译码与控制信号生成 3) 设计微操作序列与时序控制电路 4) 在 FPGA 上运行矩阵乘法指令序列并分析性能 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 理解硬布线控制器的设计原理与实现方法 2) 掌握有限状态机(FSM)的设计与应用 3) 能够实现指令译码与控制信号生成逻辑 4) 分析硬布线控制器对 AI 算法指令执行效率的影响 |
| 进阶任务: 神经网络加速器集成 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 将四个模块集成到统一 FPGA 框架 2) 扩展指令集支持矩阵运算 3) 运行 MNIST 手写数字识别前向传播 4) 对比 CPU 与自定义加速器的性能 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 掌握硬件模块协同工作机制 2) 理解 AI 算法到硬件的映射方法 3) 能够进行系统级性能分析与优化 4) 撰写完整的设计文档与实验报告 |

4.2. 项目驱动教学法

实施项目驱动教学法, 组织学生开展以人工智能为主题的课程项目。例如, 让学生分组完成一个小的人工智能硬件系统的设计与开发项目, 项目内容可以包括构建一个基于硬件的简单图像分类系统或语音识别系统等。在项目实施过程中, 学生需要经历需求分析、系统设计、硬件选型与搭建、软件编程与调试、系统测试与优化等完整的工程开发流程。教师在其中扮演项目指导者的角色, 为学生提供必要的技术支持和指导, 帮助学生解决项目开发过程中遇到的问题。通过项目驱动教学法, 学生能够将所学的计算机组成原理知识融会贯通, 提高他们的工程实践能力、项目管理能力和创新能力, 同时也培养了学生在人工智能领域的综合应用能力和职业素养。

4.3. 虚拟仿真教学法

利用虚拟仿真技术, 构建计算机组成原理与人工智能相结合的虚拟实验平台。在虚拟实验平台上, 学生可以模拟各种计算机硬件部件的工作过程, 观察不同硬件参数设置对人工智能算法运行效果的影响。例如, 通过虚拟仿真实验, 学生可以直观地看到在不同存储层次结构和缓存策略下, 深度学习模型训练速度的变化情况; 可以模拟不同运算器架构对人工智能算法中矩阵运算效率的影响等。虚拟仿真教学法不仅可以弥补传统实验设备不足的问题, 还能够让学生在安全、低成本的环境下进行大量的实验探索与参数优化, 加深学生对计算机组成原理和人工智能知识的理解与掌握, 提高教学效果。

4.4. 线上线下混合式教学模式

采用线上线下混合式教学模式[6]，充分利用网络教学资源丰富教学内容和教学形式。线上教学平台可以提供课程视频、电子教材、在线测试、讨论论坛等丰富的学习资源，学生可以根据自己的学习进度和需求自主安排线上学习时间，进行课程预习、复习和知识拓展。线下课堂教学则注重教师与学生之间的面对面互动交流，通过课堂讲解、案例分析、小组讨论、实验演示等教学活动，对重点知识和难点问题进行深入讲解与探讨，及时解答学生在网上学习过程中遇到的问题。线上线下混合式教学模式能够充分发挥学生的主体作用和教师的主导作用，提高教学的灵活性和有效性，满足不同学生的学习需求，促进学生的个性化学习与发展。

5. 教学评价体系的优化

5.1. 多元化考核方式

构建多元化的教学评价体系，改变传统单一的考试成绩评价方式。除了期末考试成绩外，增加过程性考核的比重，包括课堂表现、作业完成情况、实验报告、项目成果展示等方面的考核。例如，在课堂表现考核中，注重观察学生在问题讨论、小组汇报等环节中的参与度、思维活跃度和团队协作能力；在作业考核中，设计一些与人工智能应用相关的综合性作业题目，考察学生对计算机组成原理知识的灵活运用能力；在实验报告考核中，重点评价学生实验过程的规范性、实验结果的准确性以及对实验现象和问题的分析与解决能力；在项目成果展示考核中，从项目的创新性、实用性、技术难度、团队协作等多个维度对学生的课程项目成果进行评价。通过多元化考核方式，全面、客观地评价学生的学习效果，激发学生的学习积极性和主动性。

5.2. 能力导向评价指标

在教学评价指标体系中，突出能力导向，重点评价学生在人工智能背景下运用计算机组成原理知识解决实际问题的能力、创新能力和工程实践能力。例如，在期末考试中设置一些开放性的应用题，要求学生根据给定的人工智能应用场景，设计相应的计算机硬件系统解决方案，并分析其性能优势和不足之处；在项目成果评价中，关注学生在项目开发过程中所展现出的创新思维和技术突破，以及对项目工程管理和团队协作能力的掌握情况等。通过能力导向的评价指标体系，引导学生在学习过程中注重能力培养，而不仅仅是知识记忆，使教学评价真正起到促进学生能力提升和全面发展的作用。

6. 教学改革实践效果与展望

通过在计算机组成原理课程教学中实施上述改革措施，取得了较为显著的教学实践效果。学生对课程的学习兴趣明显提高，课堂参与度和主动性大大增强。在实验和项目实践环节中，学生能够将计算机组成原理知识与人工智能应用紧密结合，展现出较强的实践动手能力和创新思维。从学生的课程考核成绩和项目成果质量来看，整体水平有了显著提升，学生在后续的人工智能相关课程学习和实践项目中也表现出了更好的适应性和竞争力。

然而，人工智能背景下计算机组成原理课程教学改革是一个持续探索和完善的过程。随着人工智能技术的不断发展和创新，计算机硬件技术也在持续演进，教学内容和教学方法需要不断更新与优化。未来，还需要进一步加强与企业的合作与交流，引入更多真实的人工智能工程项目案例和行业前沿技术，为学生提供更加贴近实际应用的教學环境。同时，持续关注教育教学研究成果，不断探索更加适合人工智能时代需求的计算机组成原理课程教学模式，为培养高素质的人工智能专业人才做出更大的贡献。

综上所述,在人工智能背景下对计算机组成原理课程进行教学改革是适应时代发展需求的必然选择。通过重塑教学目标、改革教学内容、创新教学方法和优化教学评价体系等多方面的努力,能够有效提高计算机组成原理课程的教学质量,培养出具备扎实计算机硬件基础和较强人工智能应用能力的创新型专业人才,为推动我国人工智能产业的发展提供有力的人才支撑。

参考文献

- [1] 刘昆. “计算机组成原理”中信息校验码的探讨[J]. 科技视界, 2012(32): 34.
- [2] 任庆桦, 陈梓翔, 潘雨青. OBE 理念的计算机组成原理课程教学改革探析[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(27): 139-141, 145.
- [3] 吴建新, 夏景圆, 王锡胜舜, 戴高乐, 钟祎. 基于忆阻器-CMOS 的典型组合逻辑电路设计[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2025, 5(3): 127-134.
- [4] 施羽暇. 人工智能芯片技术研究[J]. 电信网技术, 2016(12): 3.
- [5] 黄沛昱, 赵强, 李煜龙. 基于 FPGA 的卷积神经网络硬件加速器设计[J]. 计算机应用与软件, 2023, 40(3): 38-44.
- [6] 王攀科, 赵云. 医工融合背景下计算机组成原理课程混合式教学实践探索[J]. 大学, 2024(26): 95-98.