

基于大模型的机械创意设计实验教学探索

杨显刚 杜静 李成武

重庆大学 机械与运载工程学院

DOI:10.12238/mef.v8i11.14819

[摘要] 针对机械类大三学生机械专业相关知识体系不完整,对具体设计任务有概念,有思路,但思考缺乏系统性的特点,将基于大模型的人工智能工具引入机械创新创意设计实验课。通过与大模型的交互,帮助学生克服设计场景不具体、设计方案缺乏系统性、编程困难等问题,结合教学实践提出了基于人工智能大模型的机械创新创意设计实验教学模式。并且通过教学案例全面揭示从需求分析到实物搭建调试整个实验过程和要点,为类似的实验教学提供参考。

[关键词] 创新创意设计; 实验教学; 人工智能; 教学改革

中图分类号: TP18 文献标识码: A

Exploration of Experimental Teaching for Creative Mechanical Innovation Design Based on AI Large Models

Xiangang Yang Jing Du Chengwu Li

Chongqing University, college of Mechanical and vehicle Engineering

[Abstract] Based on the characteristics of incomplete knowledge systems among junior-year mechanical engineering students—who possess conceptual understanding and ideas for specific design tasks but lack systematic thinking—this paper integrates AI tools based on large language models (LLMs) into the Mechanical Innovation and Creative Design Laboratory Course. Through interaction with LLMs, students are guided to overcome challenges such as vague design scenarios, unsystematic solutions, and programming difficulties. An AI-assisted experimental teaching model for mechanical creative design is proposed, supported by teaching practices. Teaching cases comprehensively demonstrate the entire experimental process and key points from requirement analysis to physical assembly and debugging, providing a reference for similar experimental courses.

[Key words] Innovation and Creative Design; Experimental Teaching; Artificial Intelligence; Teaching Reform

引言

以人工智能为代表的新一代信息技术与教育教学的深度融合,人工智能^[3]、虚拟仿真^[4]、知识图谱^[5]等技术在实验教学领域的创新应用,有力促进了教育理念、教学模式和学习方式的变革。人工智能大模型(简称大模型)是一种在海量数据上进行训练,具有庞大参数和强大计算能力的深度学习模型。大模型具有参数庞大、学习能力强、泛化能力强的特点,通过大规模学习和持续进化,从语音、视频生成到工业应用,已渗入到生活的方方面面。如何在实验教学中应用大模型,培养学生借助大模型进行学习和创新的能力,为学生即将面临的全面智能时代奠定基础,助力学生快速适应人工智能普遍应用的社会,这是值得每一个教育者思考的问题。

自然语言处理大模型通过大规模数据学习已日益成熟,并广泛应用于实验教学中,针对计算机实验教学过程中学生学习能力的差异,提出了一种基于决策树和大模型的学生能力评估模型并

设计了相应的推荐工具,实现了依据学习者水平自动推荐学习资料^[1],以AI自然语言生成技术为切入点,设计了一套基于语言大模型的藏头诗生成实验教学方案,完成了藏头诗的生成^[2]。成熟的自然语言大模型平台,如DeepSeek, chatGPT等面向公众开放,这为学生利用这些人工智能大模型学习和创新提供了基础。

为了适应日益增长的创新和数智社会的需求,培养学生的机械创新思维和批判性思维,提升解决复杂工程问题的能力,机械创新创意设计实验要求:学生针对具体场景提出产品需求,并应用功能分析法和设问探求法进行机构创新设计,利用慧鱼创意组合模型,完成实验设计方案的产品原型快速搭建,实现从方案到实物转换。通过实验过程培养学生的创新设计能力和实践动手能力,通过实验过程中信息分享、团队协作,培养学生的交流沟通能力和团队意识。

学生由于场景信息缺乏,需要查阅资料,收集相关场景信息,但由于基于互联网的信息量大,筛选有用信息困难,需要借助大

模型高效筛选有用信息。此外机械创新设计实验针对机械类大三学生开设,学生有机械专业相关的知识但知识体系尚未完全建立,针对具体的设计任务有概念,有思路,但思考缺乏系统性,因此需要借助大模型来补齐短板,让学生设计思路更全面、成体系。为了实现需求分析向产品原型的转换过程,学生急需补充电机,传感器,单片机与编程,机电液控制等相关知识,借助大模型通过交互能够很好解决学生知识不足的问题,比如硬件连接和单片机程序编写等问题。

1 基于大模型的机械创新设计实验教学模式

基于大模型的机械创新设计实验教学目标定为:围绕机械创新设计实验要求,以大模型平台为辅助手段,针对具体场景的产品需求提取、机构创新设计、实验方案分析与优化以及产品原型快速搭建等环节中通过交互方式引入智能指导,实现基于大模型的教学模式,提高学生学习的系统性和效率,增强学生机械创新设计能力,为适应智能时代打下坚实的基础。

基于大模型的机械创新设计实验教学采用以学生为主体,以教师为主导的教学理念,强调自主学习、探究式学习、合作式学习的启发式教学模式。强调小组学习,强调分工协作。将人工智能工具如DeepSeek等融入教学,有利于拓展学生视野,通过跨学科知识融合和应用,培养学生的创新意识和创新能力。

机械创新设计实验强调实验内容是开放的,学生可以根据实际情况和生活体验有针对性选题,围绕选定的题目,针对具体的应用场景,提出待设计产品需求,为机械创新设计提供输入。

机械创新设计是以具体场景为引导,围绕产品功能需求,利用机械原理相关知识,以机构创新设计为核心,以产品设计方案为输出的创新设计过程。产品设计是一个螺旋进化迭代的过程,通过慧鱼组件完成实验方案搭建,完成产品设计的一次迭代。

因此机械创新设计实验可以分成产品需求描述、机构创新设计、方案设计和实物搭建四个阶段展开。在教学过程中采用图1所示的教学体系,学生在与老师的交流中,在大模型的支持下,完成四个实验阶段,在实验过程中不断锤炼自己的机械创新设计能力。

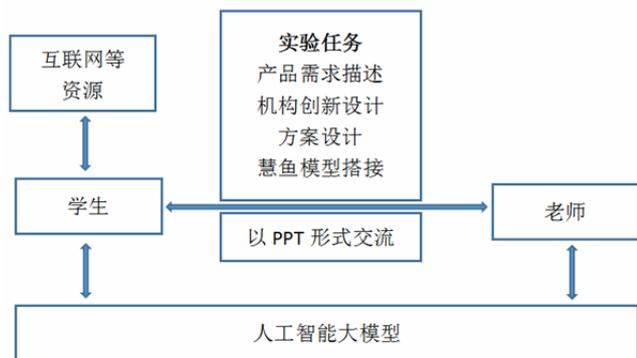


图1 基于人工智能大模型的教学体系

产品需求描述阶段,学生可以通过与大模型交互的方式获得常用产品需求描述方法的背景知识,获得待设计产品的场景知识。

在产品需求描述中充分利用大模型的学习能力和检索能力,有利于归纳出全面的、详细的产品需求描述,为产品开发的后续工作提供坚实的基础。在与大模型工具交互过程中准确描述自己的设计需求是关键,即正确使用提示词(Prompt)。提示词是用户在使用大模型时提供给模型的输入语句,目的是引导模型生成满足需要的输出。使用提示词最核心的一点是简明扼要,尽量使用简单陈述句。

在总结大模型推送的产品需要描述的基础上,结合当前产品的相关知识,包括产品宣传页或产品手册,以及互联网、知网中进一步查阅相关信息,通过团队交流协作梳理出产品需求,以PPT形式汇报资料整理的结果,供课堂交流讨论。

机构创新设计是产品设计的核心,决定了产品方案,也间接决定了产品的性能和成本。机构创新设计的方法有机构变异法、组合法、杆组法、运动链再生等,鉴于机械创新创意设计实验特点,机构创新设计方法主要采用杆组法和组合法。在机构创新设计阶段,学生在对产品功能需求了解的基础,需要将功能描述转化为相应的机构。此时可通过与大模型交互打开思路,结合功能分析法中的形态矩阵,针对相同的功能运动要求,得到满足要求的多种构型,学生在此基础上生产多种方案,为方案评价和优选提供基础。此外学生通过与大模型交互可以获得相关软件的建模仿真分析的相关经验,指导机构设计的运动分析,受力分析等内容,在方案评价时可以获得大模型的指导,告诉学生通常情况如何评价备选方案。

在确定机构选型的基础上,确定主要结构尺寸,最终确定机构的运动方案,在此基础上明确控制系统功能需求,通过大模型工具,获得推送信息,在这些信息的帮助下借助EDA工具,选用传感器以及适配单片机的功能模块,绘制面包板接线图,生成硬件电气原理图,绘制PCB板图以及系统控制代码。

在实物搭建阶段,借助定制的智能体可以较快速了解慧鱼创意组合模型,包括传感器,电气元件,气动元件已常见的机械零件等,在利用慧鱼控制器进行编程时,可以借助慧鱼图形化编程软件,也可以直接编写Python程序代码,在编写Python代码时可借助DeepSeek等工具辅助编程,即描述代码的功能需求,大模型工具推送代码,学生阅读并修改代码,最后在控制器中调试代码,从而实现快速编程。

总之,借助人工智能大模型,通过交互方式将机械创新设计相关知识和框架推给学生,使得学生实验过程中设计更聚焦、更系统、更高效。

2 基于大模型的机械创新创意设计实验案例

机械创新创意设计实验以慧鱼创意组合模型为实验器材,学生根据具体场景下的产品需求设计产品方案,然后根据产品设计方案搭建产品原型。慧鱼创意组合模型主要有组合包、工业模型、培训模型三大系列,涵盖了机械、电子、控制、气动、

汽车技术、能源技术和机器人技术等领域,利用工业标准的基本构件,辅以传感器、控制器、执行器和软件的配合,可以实现大多数机械设备的运动模拟,从而为实验教学、科研创新和生产流水线可行性论证提供基础。

下面是某实验小组以避障巡检机器人为题完成的机械创新创意设计实验相关内容。

避障巡检机器人需求描述:在仓库环境中,避障巡检机器人要能够实时感知周围环境,识别各类障碍物,包括静止物体、移动人员或设备,并规划安全路径进行自主避障;同时按照预设路线或任务指令对指定区域进行巡检,完成数据采集、设备状态监测等工作,及时发现异常情况并反馈给后台管理系统。

避障巡检机器人方案设计描述:避障巡检机器人系统主要由硬件系统和软件系统两大部分组成。硬件系统负责实现机器人的移动、感知环境信息等功能;软件系统则对硬件采集的数据进行处理、分析,并控制机器人的行动,实现自主避障和巡检任务。

基于慧鱼模型的硬件系统设计包括移动平台和传感器系统构成。移动平台采用4个麦克纳姆轮配电机的平台结构,利用梁和连接件,构建稳固的底盘框架,确保机器人在移动过程中的稳定性。传感器系统包括编码盘、激光雷达、视觉传感器、超声波传感器和红外传感器。编码盘通过计数齿轮转动次数来反馈电机转速和转动角度,为运动控制提供数据。激光雷达选用小型单线激光雷达,通过连接件和螺栓将其固定在机器人顶部合适位置,保证360度扫描无遮挡,利用转接板将激光雷达的信号输出接口与主控单元连接,实现环境数据传输。视觉传感器采用小型USB摄像头,通过夹持组件和支架将其安装在机器人前方,通过线缆管理组件对数据线进行整理,避免运动过程中缠绕影响机器人运行。超声波与红外传感器部署在机器人四周,防止碰撞和坠崖,通过电路板和导线将传感器信号接入主控单元。惯性测量单元固定在机器人底盘中心位置,减少机器人运动震动对其测量精度的影响,确保准确获取机器人的加速度、角速度和姿态信息。

软件系统设计考虑到慧鱼微控制器计算能力有限,对避障和路径规划算法进行简化。在避障方面,采用基于传感器阈值的简单避障策略,当超声波传感器或红外传感器检测到障碍物距离小于设定阈值时,机器人立即停止或改变运动方向。路径规划采用预设路线模式,通过在编程中设定电机的转动顺序和时间,控制机器人按照固定路线进行巡检。

避障巡检机器人搭建过程描述:在利用慧鱼组合模型搭建避障机器人的过程中,在选型传感器时,未发现激光雷达组件和惯性测量单元,因此将传感器系统更新为USB摄像头+红外+超声的传感器组合。由于摄像头采集的图片需要通过机器学习才能用于控制系统,机器学习需要大量的代表图片作为训练素材,需要大量的时间,因此在实验课堂上对摄像头控制内容进行了简化,约定只识别物体形状。图2为避障巡检机器人的搭建实物。

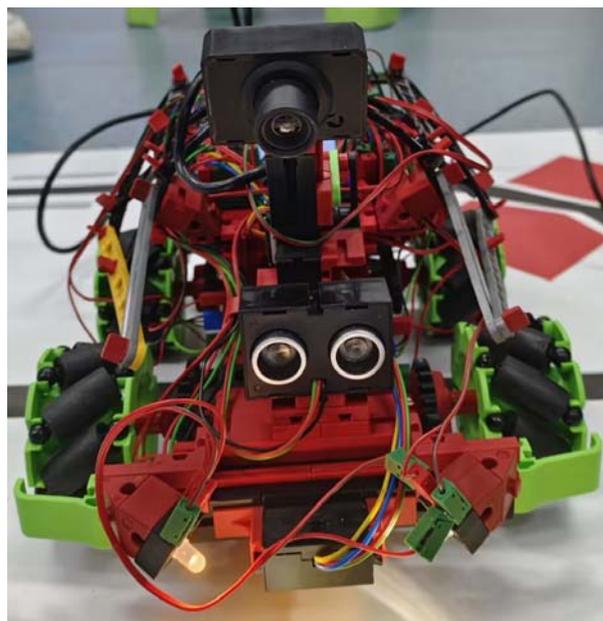


图2 避障巡检机器人搭建实物图

避障巡检机器人控制逻辑伪代码及关键代码如下:

```

定义球体检测回调函数
注册球体检测监听器(球体检测回调)
//主控制循环
无限循环:
  初始电机设置
  //超声波避障逻辑
  如果超声波传感器距离>10cm:
    .....
  //大球体检测逻辑
  如果A==1:
    .....
  停止同步电机M1和M2
  长时间等待(1000000秒)
  否则: 无操作
  //巡线传感器逻辑
  如果 巡线传感器1状态==0:
    .....
  否则如果巡线传感器1==0且巡线传感器2==1:
    .....
  否则如果两个巡线传感器都==1:
    设置双电机速度(200,顺时针)
    同步启动双电机
  否则: 无操作
  //近距离停止逻辑
  如果 超声波距离==5cm:
    .....

```

避障巡检机器人下一步发展方向描述:随着传感器、人工智能、物联网等技术发展,其性能将显著提升,能更敏锐感知环

境,将拥有更强自主学习和自适应能力,借助先进通信技术实现信息共享与协同作业,集群化作业时可通过智能调度提升整体巡检效能。

师生交流与讨论描述:老师就学生的汇报情况进行点评,学生通常在设计方案时倾向于一个产品应用于多个场景,缺乏可行性,急需老师解释这样做的缺点和后果,即会导致结构复杂,功能冗余,成本高企,应该专注于某一具体场景,具体问题具体分析,使设计更注重提高效率,降低劳动强度,提高竞争力;通过产品原型与方案规划的差异性,以及与现有产品之间的差异,帮助学生树立任何产品需要多次迭代才能变得成熟稳定可靠;结合方案改进方向和技术发展趋势,帮助学生树立产品创新设计必须结合当前技术条件,或者适度超前,只有这样,一个产品才有持续的竞争力和生命力;此外老师在总体评述时应该指出:在人工智能工具普遍使用的背景下,学习和工作应该充分利用人工智能工具,只有如此才能在社会上有竞争力,才能立足。

通过上面的教学案例可以看出:学生在大模型工具的支持下,需求分析能够结合具体的实验场景,根据需求能够进行系统级的方案设计,能够根据现有物料调整方案,能够完成控制程序编写和实物搭接调试,能够结合当前技术或技术发展趋势规划出目标产品的下一步发展方向。实验各环节衔接紧密,激发了学生探索精神,在不断地遇到问题,解决问题中提高了自己的能力。

3 结论

在分析大三机械专业学生知识结构特点的基础上,结合机械创意创新设计实验的特点,将大模型工具应用于该实验的相关环节:产品需求分析、方案设计、程序开发、实物搭接与调试;通过师生交流的方式,将基于具体场景的产品开发思路,基

于大模型工具的设计方法等产品开发理念传播给学生。在实践的基础上探索和总结了基于人工智能大模型的实验教学模式,给出了相关的教学案例,为人工智能赋能实验教学提供了实践经验。下一步工作开展主要从两个方向进行,一个方向是将课堂教学部分与雨课堂结合,增强课堂的交互性,对实验作品及时批改和评价,完成课堂教学的教学评闭环;另一个方向是将案例内容规范化并整理成文档,该文档作为智能体的文本素材,用于训练智能体,训练后的智能体用于辅导后续学生完成该实验。

[项目基金]

重庆大学教学改革研究项目(人工智能赋能课程建设专项)(2024Y15)。

[参考文献]

- [1]翟洁,李艳豪,孟天鑫.基于决策树和大模型的个性化计算机实验教学探索与实践[J].实验技术与管理,2023,40(12):8-15.
- [2]姚诚伟,陈春晖,陈梅.面向文科学生的AI自然语言生成实验与教学设计[J].实验技术与管理,2024,41(4):177-184.
- [3]孔晓璇,卢海峰,刘重羊,等.“新工科”背景下高校智能建造实验室建设探索[J].实验室研究与探索,2022,41(12):282-285.
- [4]李锦华,邓羊晨,李涛,等.基于人工智能的非高斯风压预测虚拟仿真实验教学[J].实验室研究与探索,2024,43(11):78-81.
- [5]张岩,周立敏,曹晓燕,等.人工智能在海洋特色物理化学综合实验中的应用探索[J].大学化学,2025,40(x):1-8.

作者简介:

杨显刚(1978--),男,四川南部县人,博士,高级工程师,任职于重庆大学机械与运载工程学院实验中心,长期从事机械平衡等实验教学工作和机械系统动力学相关研究工作。