

《机器人技术》课程人工智能体系化赋能教学改革研究

赵 玮, 霍官平, 祝鹏飞

湖州学院智能制造学院, 浙江 湖州

收稿日期: 2026年8月31日; 录用日期: 2026年10月17日; 发布日期: 2026年10月30日

摘 要

针对当前机器人技术课程体系中普遍存在的知识模块割裂、智能技术标签化以及学生系统思维缺失等核心问题, 本文提出一种以人工智能体系化赋能为核心导向的课程重构框架, 创新性地构建了基础认知强化-AI使能工具化-系统综合创新三级递进模型。该模型以结构化教学案例库为核心中枢, 将机器学习、计算机视觉等前沿AI技术, 以需求牵引、问题驱动的工程逻辑, 深度融入从机械基础到控制集成的传统教学脉络, 在此基础上进一步规划了关联渗透-专题探究-项目整合三阶段融合教学路径, 旨在系统性地培养学生核心素养, 为新工科背景下的课程改革提供一套兼具理论前瞻性与实践可操作性的系统解决方案。

关键词

AI赋能, 课程体系重构, 机器人工程教育, 案例教学, 系统思维

Research on the Systematic Empowerment of Teaching Reform in the Field of Artificial Intelligence through Robotics Technology Course

Wei Zhao, Guanping Huo, Pengfei Zhu

School of Intelligent Manufacturing, Huzhou College, Huzhou Zhejiang

Received: August 31, 2026; accepted: October 17, 2026; published: October 30, 2026

Abstract

Addressing the core issues prevalent in current robotics technology curricula, such as the fragmen-

tation of knowledge modules, the “labeling” of intelligent technologies, and the lack of systematic thinking among students, this paper proposes a curriculum reconstruction framework centered on systematized AI capability empowerment. It innovatively constructs a three-tier progressive model: “Foundation Cognition Enhancement - AI Enabling Toolization - System Synthesis and Innovation”. With the “Structured Teaching Case Library” as its central pillar, this model deeply integrates cutting-edge AI technologies like machine learning and computer vision into the traditional teaching trajectory—from mechanical fundamentals to control integration—following an engineering logic of “demand traction and problem-driven”. Furthermore, it outlines a three-phase integrated teaching path: “Correlation and Infiltration - Thematic Inquiry - Project Integration”. The aim is to systematically cultivate students’ core competency in using AI technology to analyze, design, and optimize intelligent robotic systems. This provides a systematic solution for New Engineering curriculum reform, combining theoretical foresight with practical operability.

Keywords

AI Empowerment, Curriculum System Reconstruction, Robotics Engineering Education, Case-Based Teaching, Systems Thinking

Copyright © 2026 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

随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)赋能与智能制造的高速发展,机器人技术正经历从自动化迈向智能化的根本性变革,但在目前我国应用型本科院校的《机器人技术》等相关课程中,课程依旧按照机械结构-传感与信号处理-控制系统-控制方法的经典线性知识体系框架进行授课,部分学校虽然讲授了AI相关内容与知识点,但是依然将其内容的讲授作为孤立章节进行授课,这一现象导致AI与课程体系融合的深度不足[1]。

由于《机器人技术》课程与AI融合深度不足,导致课程教学普遍存在以下现象:一是知识体系呈现碎片化,机器人结构及运动学、机器人控制理论与AI算法难以串联,无法构建感知-决策-控制的完整系统知识链[2];二是对学生的能力培养存在一定的滞后效应,特别是在机器人控制相关知识点的授课中,教学多聚焦于机器人示教、巡线、轨迹跟踪等,而忽视了贴近当前实际的动态、非结构化场景下运用AI进行理解与决策的训练[3];三是学科交叉存在表面化的问题,AI核心算法(如深度学习、强化学习)与机器人动力学、控制理论与方法等存在脱节的问题,无法让学生建立突出工程应用的跨学科关联。以上三个问题导致了《机器人技术》课程教学与机器人+AI复合型人才的培养目标存在较大差距。

针对以上现象,从如何将AI技术由传统的附加模块转化为核心赋能要素,并以培养学生的智能系统思维与创新能力为出发点,本文提出构建一套以三级知识体系重构模型为理论框架,以结构化教学案例库为实施载体、以三阶段融合教学法为落地路径的完整改革方案,为《机器人技术》课程体系重构提供一套可行的方案。

2. 理论框架:基于AI赋能的三级知识体系重构模型

《机器人技术》课程知识体系重构的核心任务在于打破传统教学中的机器人的机械结构-传感与信号处理-控制系统与控制方法的线性知识链,摒弃传统的线性叠加的授课方式。在传统授课中,通常是

依次独立讲授机器人的机械结构(坐标变换)-感知系统(传感器与信号处理)-驱动系统(电气、气压与液压驱动)-控制系统(控制硬件与软件)等内容,导致学生因认知断层与系统思维缺失。本文构建了一种 AI 赋能导向的三级知识体系重构模型如图 1 所示,该模型以结构化的教学案例库为依托,将课程内容重构为三个能力递进的教学层级,形成了一条“基础认知强化层-AI 使能工具化层-系统综合创新层”的立体化培养路径。



Figure 1. AI-driven reconfiguration model of the three-level knowledge system

图 1. AI 赋能导向的三级知识体系重构模型

2.1. 基础认知强化层——重构组件认知，预设智能接口

基础认知强化层主要完成对机器人机构学、运动学、传感器与基础控制等经典理论进行教学视角升维,将传统教学过程中的较为独立的知识点进行重构,将经典理论中的知识点转化为机器人智能系统中的功能组件,同时将教学重心从是什么转换为该组件在机器人系统中的角色、接口与约束。如在工业机器人的机械臂坐标变换这一知识点的教学过程中,依托手眼标定精度对视觉伺服性能影响微案例,引导学生理解齐次坐标变换矩阵的作用——连接数字感知与物理执行的空间基准[4],同时加深对运动学模块作为预设基础服务于上层 AI 算法的智能接口作用的理解。在讲授机器人传感器章节过程中,通过对比电开关计数与视觉识别定位,引导学生分析传感器的在机器人系统中扮演的角色:从独立的触发器到信息供给源头,从而引出本层级的核心目标是解答为何需要 AI 赋能。本层级主要是通过授课给学生植入系统组件观念,为后续 AI 成为解决工程瓶颈的内在驱动做好铺垫。

2.2. AI 使能工具化层：掌握核心工具，理解赋能机理

当学生建立了系统组件观后,课程过渡至 AI 赋能工具化层。本阶段设计了一系列遵循工程痛点-原理-工具-评估闭环逻辑的技术赋能型案例。如图 2 所示的基于卷积神经网络(Convolutional Neural Network, CNN)的工件识别赋能,教学从传统视觉方法在复杂场景下的失效切入,通过特征可视化阐述 CNN 层次化特征自动学习的本质。

学生在学习过程中,可以基于开源框架训练轻量级模型,同时将模型作为机器人的视觉感知插件部署到机器人分拣仿真系统中,在此基础上完成模型训练-部署-测试的全流程[5]。通过以上过程,学生

可以初步掌握 AI 工具，同时可以理解 AI 模型对整个系统的实时性、鲁棒性、准确性的调节功能。本层级不仅要求学生掌握工具本身，更是培养学生形成发现问题 - 匹配技术 - 实现集成的系统性赋能方法论 [6]。

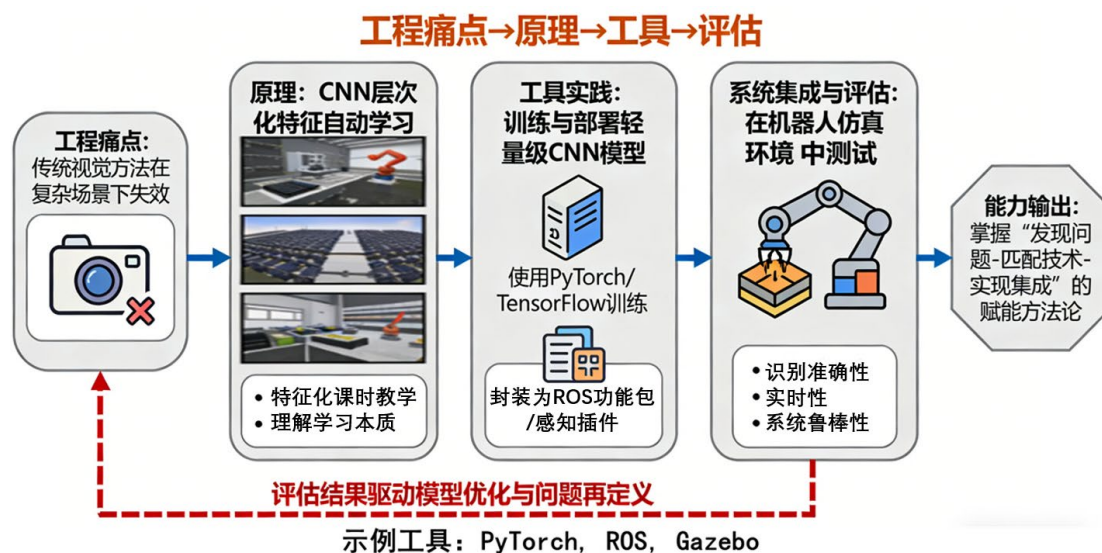


Figure 2. Workflow diagram for workpiece recognition based on convolutional neural network
图 2. 基于卷积神经网络的工件识别赋能流程图

2.3. 系统综合创新层：驱动系统集成，实现方案创新

在系统综合创新层中，可以通过引入一系列基于机器人的较为简单的综合性工程项目，如服务机器人定点投送系统等，引导学生将所学知识进行系统集成。以服务机器人定点投送系统为例，相较于工业机器人的复杂装配任务，服务机器人定点投送系统较为简单，但却具备了完整覆盖机器人从感知、决策到执行的全流程的特点。在此类简单的综合性项目中，学生的主要任务是将机器人系统按照功能进行分解，分解为定位导航、目标识别、决策规划等子系统，并确定各个子系统需要的关键技术方案。如在定位导航子系统中，学生需要采用成本较低的视觉定位方案与更稳定的激光雷达方案之间做出权衡，并论证选择依据。

在系统综合创新层的赋能过程中，AI 赋能需要被明确限定在具体的环节，如调用 CNN 模型完成机器人投送位置识别，使学生直观体会 AI 模块的工程价值。在系统综合创新层中，由于项目实施强调从系统架构设计到仿真验证的完整流程，学生需要从绘制系统框图、定义模块窗口、仿真环境中完成功能验证的全过程中，寻找系统的薄弱环节进行分析，并提出改进思路。由于这一过程的学习与训练主要是为了提升学生在多重约束下进行跨模块功能协调和技术权衡的能力，因此本层级主要是确保学生从零散的技术使用者转变为具备系统思维的初级设计者的角色转变。

综上所述，通过三个层级模型的递进实施，课程体系从知识的线性传输，转变为面向复杂智能系统构建的立体化能力培养范式，在更新教学内容的同时，重塑了学生的认知框架与工程实践能力。

3. 核心支柱：结构化、层级化的教学案例库

为了确保三级知识体系重构模型得以有效实施，并解决 AI 技术在传统工程教学中难以落地的问题，本文构建了一个结构化、层级化、可动态演进的教学案例库。该案例库不仅是课程重构方案的核心支柱

与物化体现,同时具备了连接 AI 前沿技术理论、具体教学实施以及学生实践能力培养的功能,实现了将抽象的 AI 赋能思想转化为一系列可操作和评估的教学活动。

3.1. 严格的层级映射与工程化设计

课程案例库的设计应严格按照能力进阶方向中的基础认知层-AI 使能工具化层-系统综合创新层的三级模型逻辑架构,构建一套与之精确匹配的包含三个层级资源体系案例库,且各个层级案例库聚焦于不同的内容:基础认知层(L1)案例库聚焦于传统知识点的智能化接口预设;AI 使能工具化层(L2)案例库专注于单一 AI 技术工具在特定机器人问题中的工程化实现;系统综合创新层案例库(L3)主要是提供开放性的项目,驱动多技术集成与系统设计,教学案例库架构如图 3 所示。

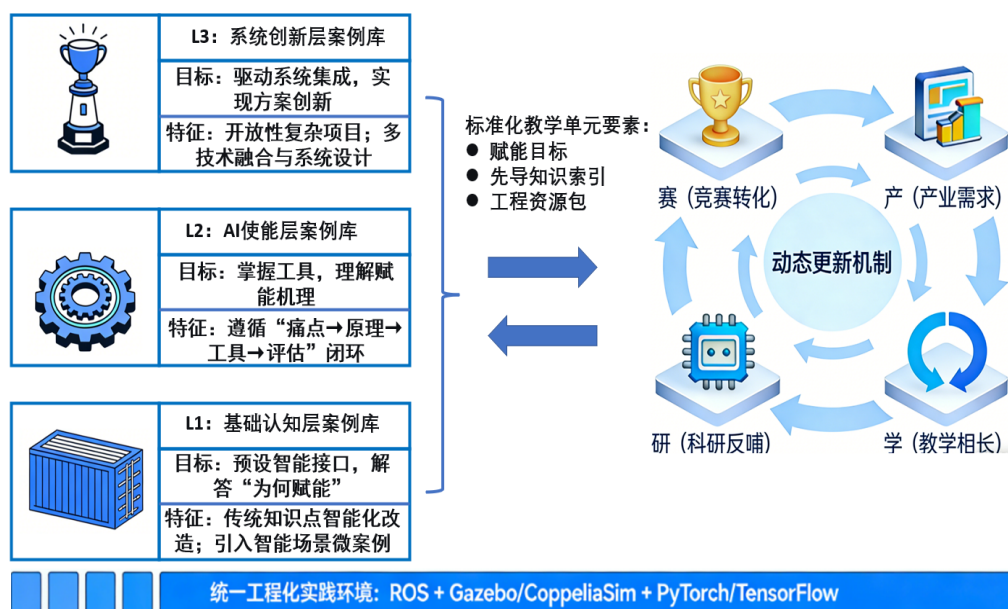


Figure 3. Architecture of the teaching case repository
图 3. 教学案例库架构

每一层级中的案例均被设计为标准化的教学单元[7],与传统教学案例库的示例程序与文档的模式不同,新的教学单元均包含了赋能目标明确描述,清晰界定了需要解决的学生能力短板,比如解决自主移动机器人在动态环境中的路径规划等问题;其次,要明确案例与先修的传统知识点(如传感器性能、控制原理与方法等)强关联属性;再次,案例库需要附加完整可复现且包含了核心代码、测试数据集、模型配置说明以及评估标准的资源包。通过建立包含了赋能目标、先修知识索引以及工程资源包的模块化的案例库,确保了授课教师可以根据教学进度自主安排授课,实现了教学资源的个性化调用与教学流程的合理重组[8]。

为了提高教学内容与工业成果研发与应用的匹配度,课程教学案例库中所涉及的开发方法等需要与学生未来毕业设计、学科竞赛以及产业实际工程项目具备紧密衔接能力,即所有案例设计按照工程实践导向的原则进行设计。在具体的案例库设计过程中,机器人的操作系统应选择统一的框架,仿真环境采用 Gazebo/CoppeliaSim 等高保真平台,算法实现尽可能得基于 TensorFlow 等业界主流开源库,确保学生在校学习阶段掌握的技能具有高度的可迁移性,毕业后能够快速适应机器人研发创新等工作岗位,满足学生从在校阶段学习技术向毕业后参加工作阶段运用技术解决实际工程问题的平滑过渡。

3.2. 四轮驱动的动态更新机制

为了确保课程教学案例库的时效性，新设计的案例库需要具有一定的时效性与前瞻性，因此本文构建了一个可持续的具备产业需求驱动、教学相长闭环、科研反哺教学、竞赛成果转化四轮驱动动态更新机制的案例库，其具备以下四个特征：

产业需求驱动(产)：通过与智能制造、服务机器人等领域的企业建立稳定合作关系，将产业实践中提炼出的实际工程问题进行降维与教学化抽象，转化为具有明确产业背景和真实约束的综合创新层(L3)项目，使学生的学习目标与产业需求直接对齐。

教学相长闭环(学)：将历届学生在毕业设计中产生的具有创新性和完整性的优秀设计方案与优化算法，经过处理和教学规范化整理后，吸纳进案例库，形成独特的学长范例系列。

科研反哺教学(研)：将教师科研团队中已成熟、具有代表性及演示性的前沿成果，如机器人关节多维力传感器等成果内容进行课程化改造，提炼其核心思想与关键实现的步骤，形成 AI 使能工具化层(L2)或具有一定挑战性的综合创新层(L3)的案例课题，确保内容可以接触到当前学术前沿。

竞赛成果转化(赛)：积极追踪并系统分析中国大学生人工智能与机器人大赛等高水平学科竞赛的赛题，将其中的创新解决方案进行拆解、转化与重构，设计成课堂教学中的典型案例，以竞赛的对抗性激发学生的攻坚创新的热情与团队协作配合能力。

通过设计包含产业需求、毕业设计、科研成果、竞赛题目等多元输入且具有动态更新机制的案例库，教学过程可以持续追踪机器人学科发展前沿，快速响应机器人相关产业需求变化，克服了传统教材与教学资源更新缓慢、脱离实践的缺点，为培养能够适应未来挑战的工程人才提供了坚实且可持续更新的资源保障。

4. 实施路径：三阶段融合教学法

为有效整合层级化的知识体系与案例库，系统化培养学生能力，本文提出采用一种三阶段融合的教学方法，在以层级化案例为驱动力的基础上，将理论知识、AI 工具掌握、系统创新融合为连贯的教学闭环，其流程如图 4 所示。

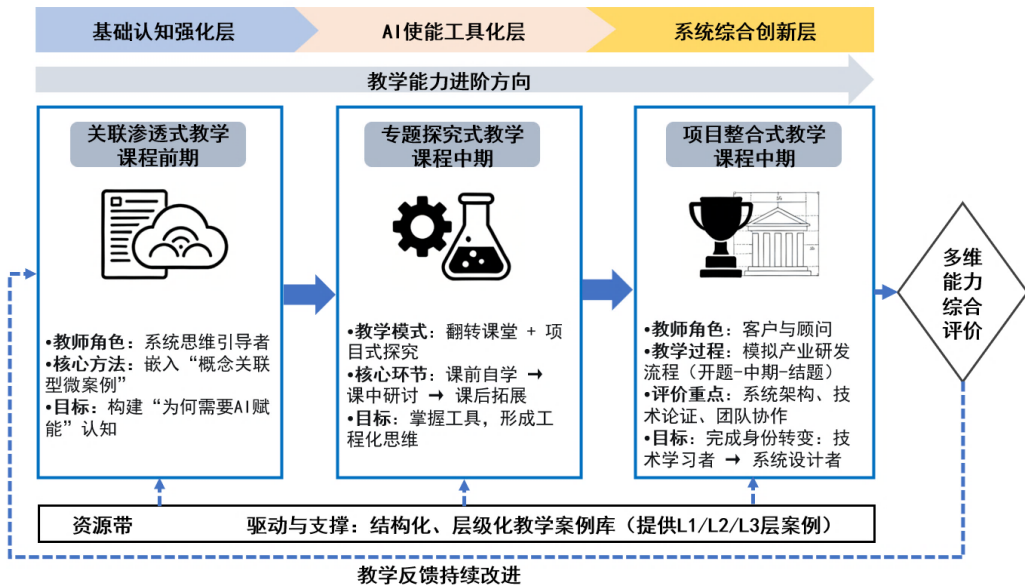


Figure 4. Flowchart of the three-stage integrated teaching method
图 4. 三阶段融合教学法流程图

4.1. 第一阶段：关联渗透式教学——建构智能认知框架

第一阶段主要针对课程知识体系中的基础认知强化层，贯穿于课程前期。在讲授机器人学传统核心理论(如运动学、经典控制理论)时，有意识地将人工智能的相关概念、方法与应用视角渗透其中，建立经典理论与智能技术之间的内在关联，打破二者间的认知壁垒。其核心目标是帮助学生建构 AI+ 机器人的智能认知框架。

在教学方法上，采用启发式教学法，通过精心设计大量微型教学案例，让学生逐步建立对 AI 赋能必要性的深刻理解。如在讲解机器人轨迹控制时，教学路径按照三步走的策略：首先筑牢传统 PID 控制方法在理想模型下的良好性能；再通过仿真案例揭示当负载突变的情况下，传统 PID 控制的不足；最后引入自适应控制或智能控制的概念，运用相应的 AI 算法实现在线调整参数以应对系统的不确定性。本阶段，教师角色从讲授者转变为思维引导者，其核心任务是在传授经典理论的同时，持续培养学生为何需要 AI 的认知，为后续学习奠定价值导向与问题意识基础。

4.2. 第二阶段：专题探究式教学——培养工程实践化能力

第二阶段主要针对课程知识体系中 AI 使能工具化层，贯穿于课程中期，其核心目标是引导学生将 AI 从认知概念转化为解决机器人问题的使能工具，实现从理论知识到工程实践能力的转化。在本阶段，采用翻转课堂与小组项目探究相结合的模式，以一周(不少于两次授课)为一个专题授课周期，按照、课前自主学习-课中深度研讨-课后工程实践的闭环组织教学。教学设计的核心是让学生在解决真实工程问题的过程中，反复应用 AI 工具，内化其工具属性。

以工业机器人视觉伺服专题为例：课前，学生利用案例库资源复现基础算法，初步体验 AI 工具的基本操作；课中，教师精讲核心思想(如特征空间映射的鲁棒性)，并组织围绕具体工程约束(如精度、实时性、算力)的技术选型研讨，引导学生理解不同 AI 工具的适用场景与权衡取舍；课后，学生小组需完成一个集成拓展项目，如动态目标跟踪与抓取，在完整的系统开发中，将 AI 作为解决实际控制与感知问题的核心工具加以运用。在整个案例学习周期内，学生通过反复调试程序和系统，深入理解控制精度、实时性、硬件集成与资源消耗之间的复杂权衡，不仅掌握 AI 工具的使用方法，更初步形成将 AI 作为工具进行选型、集成与优化的工程化思维模式。

4.3. 第三阶段：项目整合式教学——实现综合创新跃迁

本阶段设置在课程后期，对应于系统综合创新层，其目的是通过开放式项目驱动知识与能力的终极整合。在教学过程中，首先设置一个贯穿学期的开放式综合项目，模拟机器人研发全流程，驱动学生以团队形式完成知识、技能与思维的整合[9]。项目设计尽可能来源于企业生产实践，具备真实性、开放性与完整性。通过这一整合式项目的训练，让学生实现综合创新能力的提升。

如以室内服务机器人递送系统这一综合性项目(涵盖多传感器信息融合技术、SLAM 导航、动态路径规划等知识)为例，授课老师模拟用户提出初步需求，学生自由组团后，通过前面两个阶段积累的基础知识与 AI 工具，以团队为单位进行客户需求分析，方案设计与优化、系统实现及测试验证的全过程。综合性项目的考核可以作为课程的终结性考核，采用多元化的评价方式，考核的内容包含系统演示、程序文档、技术文件以及团队答辩等环节，重点考查学生的系统设计能力、技术分析能力以及团队协作效率等。本阶段主要是促成学生的身份从技术学习者到系统设计者的根本性身份转变，实现其创新能力的综合提升。

5. 结论

针对《机器人技术》课程授课中长期存在的传统课程知识体系与人工智能飞速发展相互脱节的矛盾，

特别是传统地以机械-传感-驱动-控制为核心的线性知识架构已难以支撑智能机器人系统对感知-决策-执行一体化能力的要求的问题,本文以机器人技术课程知识体系重构为切入点,提出了一个集知识体系重构、教学案例建设以及教学方法匹配于一体的综合改革方法,以最大限度的缩小机器人及其相关专业的人才培养与其产业需求之间的差距。

本文首先构建了 AI 赋能导向的三层级知识体系模型,将机器人相关的离散知识点作为具有明确智能接口的功能模块,进行分类重组,并规划了从基础认知强化(为何赋能)到 AI 使能工具化(如何赋能),最终抵达系统综合创新(集成赋能)的清晰能力进阶路径。

在实践转化方面,本文研究设计了结构化教学案例库与三阶段融合教学法。其中,教学案例通过严格的层级映射与“产-学-研-赛”四轮驱动的动态演进机制,确保产业前沿技术持续转化为教学资源,使教学内容能够适应机器人及其相关产业的发展,为培养机器人相关专业人才提供优质且可以滚动更新的资源。在此基础上,本文提出了基于关联渗透-专题探究-项目整合的三阶段融合教学方法,提供了重构的知识与资源转化为有效教学活动的路径,有效解决了理论脱离实践、知识传授与能力培养割裂的痛点,为学生构建了从知识掌握到创新创造的能力阶梯。

综上所述,本研究构建的模型-资源-方法三位一体的重构范式,为机器人技术课程的系统性改革提供了参照蓝图,以清晰的进阶路径重塑知识结构、以可持续的生态机制更新教学资源、以渐进的教学活动引导能力发展。

基金项目

浙江省本科教学改革项目“AI 赋能新能源汽车工程中专业本一体化课程体系建设研究”(JGCG2025398);湖州学院一流课程(人工智能跨学科融合课程)“机器人技术”。注:此项目为湖州学院校级一流课程。

参考文献

- [1] 徐咏,覃曼萍,唐毓纳.新工科背景下智能机器人课程多元混合式教学改革与实践[J].软件导刊,2023,22(5):225-229.
- [2] 蒲茜,陈瑜,阮涛.嵌入式机器人控制系统实践教学模式研究[J].机电产品开发与创新,2024,37(4):152-154.
- [3] Miao, R., Jia, Q., Sun, F., Chen, G. and Huang, H. (2024) Hierarchical Understanding in Robotic Manipulation: A Knowledge-Based Framework. *Actuators*, **13**, Article 28. <https://doi.org/10.3390/act13010028>
- [4] Liu, S., Tian, G., Zhang, Y., Zhang, M. and Liu, S. (2022) Service Planning Oriented Efficient Object Search: A Knowledge-Based Framework for Home Service Robot. *Expert Systems with Applications*, **187**, Article ID: 115853. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115853>
- [5] Jang, D., Cho, D., Lee, W., Ryu, S., Jeong, B., Hong, M., et al. (2024) Unlocking Robotic Autonomy: A Survey on the Applications of Foundation Models. *International Journal of Control, Automation and Systems*, **22**, 2341-2384. <https://doi.org/10.1007/s12555-024-0438-7>
- [6] Rodriguez, I., Nottensteiner, K., Leidner, D., Durner, M., Stulp, F. and Albu-Schaffer, A. (2020) Pattern Recognition for Knowledge Transfer in Robotic Assembly Sequence Planning. *IEEE Robotics and Automation Letters*, **5**, 3666-3673. <https://doi.org/10.1109/lra.2020.2979622>
- [7] 付铁,陈中华,王一飞,等.全自动搬运机械手实验教学平台的研制及应用[J].实验室研究与探索,2025,44(8):161-165.
- [8] 王刚,胡哲浩,陶怡.基于脑机接口的机械手控制教学实验设计[J].实验技术与管理,2025,42(5):186-191.
- [9] 武星,薛萍萍,傅玉灿.机器人环境感知类产教融合实践课程改革探索研究[J].工业和信息化教育,2025(5):57-63.