

基于智能制造的机器人项目式工程训练探索

杜 巍 何祝斌 张红哲 白 倩 牛方勇
大连理工大学 机械工程学院

摘 要：智能制造是当前产业和科研发展的重点领域。工业机器人作为智能制造的重要载体，涵盖了电子信息、机械、计算机等大类技术，是高校工程训练中具有重要意义的教学模块。但当前机器人工训课程也存在着教学内容僵化、产业结合度不足、教学及考核方法单一等问题。针对以上问题，本文将论述采用项目式机器人工程训练教学法的优势和探索工作。

关键词：工程训练；智能制造；工业机器人；项目式教学

Robot project-based based intelligent manufacturing Engineering training exploration

Du Wei, He Zhubin, Zhang Hongzhe, Bai Qian, Niu Fangyong
School of Mechanical Engineering, Dalian University of Technology

Abstract: Intelligent manufacturing is a key area of current industrial and scientific research development. As an important carrier of intelligent manufacturing, industrial robots cover a wide range of technologies such as electronic information, machinery, and computers, and are teaching modules of great significance in engineering training in colleges and universities. However, the current robot training courses also have problems such as rigid teaching content, insufficient industrial integration, and single teaching and assessment methods. In view of the above problems, this paper will discuss the advantages of adopting the project-based robot engineering training teaching method and related exploration work.

Keywords: engineering training; intelligent manufacturing; industrial robots; project-based teaching

引言：

以产业发展为引领，培养既具备扎实专业实践能力，又能够把握新兴智能制造技术的复合型人才，不仅是协同育人的重大战略任务，也是新时代建设创新型国家的重要保证。工业机器人作为一个多学科交叉融合的综合载体，涵盖了电子信息、机械、检测、计算机等诸多大类技术，具有高度的信息化匹配度，在智能制造领域具有无可比拟的应用价值及发展前景。其多学科交叉融合的特性为培养宽口径、高素质、复合型的工程人才提供了一个良好的平台。因此，将工业机器人与智能技术相融合，并引入到实践教学当中，可以在提高学生兴趣和智能制造意识的同时，更好地提升学生的实践动手能力和创新能力，切实、有效地提高教学质量。

1. 国内外高校机器人实践教学现状

以机器人技术为载体的教学实践与创新能力培养活动越来越引起教育界的重视，机器人教育正在全球范围

内积极开展。在一些发达国家，机器人教育可以从幼儿园的启蒙阶段一直延续到高等教育阶段。在国外知名高校，如麻省理工学院、卡耐基梅隆大学、苏黎世联邦工学院等在以智能机器人为载体的教学活动中探索机器人教育的关键技术和教育教学方法等方面都取得了明显的成效。国内高校中，哈尔滨工业大学、清华大学、北京航空航天大学等学校，都在机器人专业教学以及机器人创新教学上取得了一定的进展，获得了很好的教学效果。而智能化制造技术涉及检测与智能算法等学科交叉领域，具有探索性、创新性、高阶性的特点，对于学生能力培养和综合素质的提高具有重要意义，而我国工业机器人工训教学在智能化方面还有待提高，没有充分发挥工业机器人的实践教学价值。

为了紧跟智能制造高速发展的步伐，充分发挥已有软硬件设备优势，培养创新型人才，更好地提高工程训练实践教学质量，本文将智能制造技术与工业机器人进

行集成,并引入到实践教学当中,设计基于智能制造项目的工业机器人研究型实训教学系统,包括:人脸特征捕捉及机器人绘制系统、基于工业机器人的3D打印系统和象棋人机互动系统,配合项目教学法及研究型的实践内容设计,充分激发学生的兴趣和积极性,让学生深入掌握新技术的具体应用,掌握面向智能制造的机器人控制方法,更好地提高学生的工程实践能力和创新能力,为学生今后的工作和继续深造打下良好基础。

2. 机器人项目式工程训练教学的内涵

采用项目式教学法将传统课程中的系统、完整的知识体系转化为若干个“教学项目”,围绕项目组织教学,要求学生在教师的指导下整合信息、设计方案、执行项目,通过项目的实施,可以了解项目的整个实施过程及各环节的关键技术。工业机器人平台结合各类智能化技术,极大扩展了创新性、综合性和探索性,非常适合采用项目教学法。为了让学生更好地掌握智能制造和机器人相关技术,提升学生的动手能力和创新能力,在工程训练中将项目教学法应用于的实践教学,教学方式基于项目导向,以项目为主线、教师为引导、学生为主体,创造学生主动、团队协作、勇于创新的新型实践教学模式。

项目成员以每3~5人为一个项目团队,完成项目选题、控制逻辑梳理、智能制造工艺调试、机器人轨迹编程等学习任务,最终提交一套具有一定智能化制造功能的机器人应用系统。通过机器人系统设计,让学生掌握设计目标、功能定义、实现方案、过程监控、核心工艺实现等各个环节,培养学生的综合思考和动手能力、团队合作精神。

3. 深度与广度相结合的项目教学内容设计

教学内容注重教学“深度”与“广度”相结合,设计多种机器人系统,学生可根据自己的能力、兴趣进行选题和设计,充分发挥学生的主动性,调动学生的积极性。课程设计的智能化机器人系统包括:人脸特征捕捉及机器人绘制系统、象棋人机互动系统、基于工业机器人的3D打印系统。

(1) 人脸特征捕捉及机器人绘制系统

视觉感知是智能制造中极具发展潜力的检测方法,在工业生产(如货物归类、食品分拣等场景)和科学研究(如增材缺陷检测、塑性应变在线测量等)已经得到一定的应用。视觉识别具有感知范围广、环境适应性强、硬件结构简单等优点,但图像后处理和转化较为复杂。

工训模块以“人脸特征捕捉及机器人绘制系统”为

实践教学可选内容之一。该模块基于前期的科研和工程技术积累,搭建了集成于机器人的人像采集摄像头,并使用MATLAB软件编写了图像灰度处理程序,能够较高效地将采集图片的特征像素点转化为线条状图形,从而为后续机器人轨迹规划提供输入条件。学生可以根据采集的特征信息,编辑数据处理小程序,或使用AutoCAD软件间隔采集线条图形的特征点,从而完成机器人轨迹编程和调试,实现人脸特征捕捉及机器人绘制系统的功能闭环。

(2) 基于工业机器人的增材成形系统

增材制造(3D打印)是智能化制造的典型代表,融合了计算机辅助设计、材料加工与成形技术,以数字模型文件为基础,通过软件与数控系统将专用的金属材料、非金属材料以及医用生物材料,按照挤压、烧结、熔融、光固化、喷射等方式逐层堆积,制造出实体物品的制造技术。与传统的减材加工(切削加工等)和等材加工(锻造、冲压)不同,增材制造是一种“自下而上”通过材料累加成形零件的制造方法。这使得过去受到传统制造方式的约束,而无法实现的复杂结构件的制造变为可能。

模块以“基于工业机器人的增材成形系统”为实践教学可选内容之一。该选题学习难度适中,学生可以使用我中心配备的数模切片软件,得到每层的喷头运动轨迹,基于空间多层的轨迹数据进行机器人轨迹编程,同时将送料器和加热头的I/O通信设置与工业机器人匹配,并将通讯编程语句与总体系统程序进行整合,实现系统功能。

(3) 象棋人机互动系统

人机互动系统是智能感知和智能计算相结合的机器人实训项目,项目目标是最终实现人机象棋对战。这首先要求机器人能够感知棋子的种类以及棋子在棋盘上的位置变化,而后针对每一步棋子位置的变化进行运算,最终基于最优运算结果驱动机器人进行本方棋子的移动。为了实现互动系统最终功能,需要学生拓展思维、开动脑筋,首先提出解决方案和逻辑导图,并与老师进行沟通。由于编程难度较大,老师会事先编辑好一些可用的程序模块和硬件设备(如带接触开关和定位功能的棋盘)供学生挑选使用。学生更多是提出解决思路,并将多个程序模块进行组合,从而完成整体系统的构建。

4. 层次化、模块化、开放式的项目教学方法设计

(1) 层次化的教学系统设计

学生的动手能力差别较大,为了使不同能力的学生都得到充分的锻炼,实践采用层次化的教学方法。每一个题目,都分为基本技能型、综合应用型、创新设计型。基本技能型锻炼学生的基本技能,保证大部分同学都能够完成,提高学生的动手能力;综合应用型强调学生对知识的综合掌握,能够设计功能丰富的作品,锻炼学生的工程实践能力;创新设计型要求学生能够独立进行功能设计与拓展,培养学生的创新能力。以基于工业机器人的增材成形系统为例:

基本技能型:机器人单轴运动、线性运动和重定位运动的手动和程序控制;

综合应用型:在基本功能基础上,基于切片轮廓的机器人运动轨迹编程、机器人TCP点运动速度设置等状态控制操作;

创新设计型:增材成形系统与机器人的I/O通讯设置,可以控制不同的喷管内的不同材料,交替成形,调控成形速率和时机,从而成形复合型树脂基零件。

(2) 模块化的系统设计

实践教学过程中,系统中的各功能单元都实现模块化,让学生自由组合,学生可以像搭积木一样进行机器人系统的功能扩展,学生可以任意组合、自由发挥,从而设计功能丰富、多种多样的作品,充分发挥学生自主性和能动性,培养学生的创新意识。

(3) 开放式的教学模式

机器人实践项目设计难度较大,适合学生进行研究型的学习与设计,为了给学生创造更好的服务于学生,为学生创造更好的实践环境,工训模块采用开放式的实践教学方法,体现在实践内容开放、实践地点的开放、实践时间开放。学生可自主选择实践项目、设计实践功能,利用充分的时间进行研究设计,充分调动学生的兴趣,锻炼学生的能力。

5. 结束语

本文基于智能制造背景,采用面向真实科研和工程需求的项目教学模式,注重实践能力、沟通能力、团队协作能力的培养,将培养优秀系统化设计师、工程师的思想贯穿整个教学过程中。以学生为本,实践内容紧密结合智能制造技术热点,提高实践教学质量;以智能技术与机器人协同工作为核心,夯实学生的技术基础、提升学生创新能力及工程实践能力。采用分层次、模块化的实践训练模式,降低工业机器人实践学习的入门难度,使不同能力水平的学生都能够在智能制造和机器人技术的学习过程中增长知识、提高能力。

参考文献:

- [1]卢亚平,刘和剑.应用型本科工业机器人实验室建设和管理理念探索[J].实验技术与管理,2019,36(11):270-273.
- [2]王会永,邢力,李向男,等.工业机器人的应用现状及发展分析[J].机电技术,2018(6):115-117.
- [3]陈荔,程灵,陈美荣.应用型本科院校“三维”实践教学体系的构建[J].新余学院学报,2019,24(5):152-156.
- [4]张艾良.高职院校《工业机器人技术》专业课程教学研究[J].当代教育实践与教学研究,2018(11):83-84.
- [5]方伟中.高职院校工业机器人实训基地建设探讨[J].工程技术研究,2018(13):176-177.
- [6]杨志锋,李文芳,林金忠,肖郑颖,庄学文.基于工程训练的非机类学生工程素质及劳动实践教育探讨.《中国设备工程》.2022,(06)
- [7]付辰琦,谢哲东,陈晓明.基于创新实践能力培养的农业院校工程训练教学探究.科技与创新.2022,(02)
- [8]宁喆.基于培养应用型人才的要求提高和改进工程训练课程的教学质量.山西青年.2022,(02)