

面向智能制造的理虚实一体化教学方法研究与实现

易 阳 张梦怡 冯李航 朱文俊

(南京工业大学电气工程与控制科学学院, 江苏 南京 211800)

摘要: 作为新兴产业急需的新工科专业, 智能制造专业十分缺乏具有针对性、实用性、职业性和创新性的教学及实训资源。本文以低成本、真实性强、开放的虚拟软件为切入点, 以丰富多样的项目案例资源为素材, 将理论知识模块化的融入虚实训练体系, 学生可自主构造虚实结合复杂智能制造工业环境系统, 通过更丰富的工程实践提升解决复杂工程问题的能力, 使“理虚实一体”的教学与实训理念得以有效贯彻。

关键词: 智能制造; 理虚实; 教学改革

作为新兴产业急需的新工科专业, 智能制造专业十分缺乏具有针对性、实用性、职业性和创新性的教学及实训资源。一方面, 学校没有足够的资金兼顾与学生数量相配套的实训明显, 与企业智能制造实际环境与需求存在较大偏差, 不能满足面向复杂工程背景、具备解决实际问题能力的人才培养预期目标。

为突破硬件设备对课程实施的限制, 在强调理论知识、虚拟仿真练习、实训操作相结合的“理虚实”一体化教学思路的引领下, 面向智能制造的理虚实一体化教学体系培养模式正成为新趋势。

理虚实一体化教学, 实质上是以课堂教学信息化、教学资源信息化、实训平台信息化为重点, 以“互联网+”的思维, 将信息技术与教育教学深度融合。

设想把实验室装进计算机, 通过模块化、体系化的虚拟实验平台接口, 建立虚拟工程实验环境, 根据理论知识模块进行实时仿真, 根据虚拟实验与实体实践有效扩展; 学生通过人机互动, 实现理论知识、虚拟仿真与实体实践的联动, 获取丰富的显示反馈, 全程构建知识、技能与素质的培养构架。

一、理虚实协同互融一体化建设

与传统课程讲授和实物实训相比, 理虚实一体更加强调理论知识、虚拟仿真、实物实践之间的相互关系与融合度。从整体来看, 三者都是为提升学生能力为目标服务, 为使得多种资源可以协同应用, 教学设计从以下三个方面进行。

(一) 模块化理论知识体系构建

以启发式的、系统性、巩固性原则, 根据思维导图, 将课程教材的独立单元的知识点与相应的能力输出对接为模块, 以模块为核心对构建教学体系。强调理论知识体系的独立性和直观性, 便于在教学过程中理论知识用虚拟仿真来实现理虚印证。

(二) 统一虚拟仿真平台

现代虚拟仿真平台功能已非常强大, 能够将实体工业场景各个模块化数据整合到一个虚拟体系中, 在这个体系中模拟实现工业作业中工作和流程, 并与之进行交互。

结合专业特色与开设课程, 将不同课程实验教学软件统一接入虚拟仿真系统, 通过系统间的无缝连接, 加强不同模块之间的耦合度, 并在不同课程中共享应用, 促进学生从不同学科角度, 多层次的考虑工程对象; 提供实训平台接口, 使得虚拟系统即插

即用是扩展至实训平台。

(三) 工程项目式实践拓展

实践环节始根本目的式提升学生综合实践能力。在传统统一的实践内容和学时安排下, 往往造成硬件资源紧张, 设备利用率低。基于工程项目式实践拓展, 合理设计由“项目—任务”的模块, 使得课程模块由浅到深分层递进, 知识技能交织出现, 循环往复。将需要解决的问题或需要完成的任务以项目的形式交给学生, 学生在教师的指导下, 构建将理论知识解决实际项目需求的应用能力, 最终的技能应用作为结果输出。实现各方面能力的培养和提高。

二、面向智能制造的理虚实一体创新应用

智能制造工程是交叉学科, 具有复杂工程的特点。强烈需要结合实际工程背景, 以低成本、真实性强、开放的虚拟软件为纽带, 通过真实案例、所需的理论单元需求, 编制真实案例的虚拟仿真环境模拟, 将理论知识模块化的融入虚实训练体系。本文以智能机器人课程为例, 创新应用理虚实一体化课程建设。

(一) 理论知识导图

智能机器人课程教学研究思路如图 1。设计理论基础与工程应用的联系关系图, 强调多学科交叉下创新思维能力的培养。通过知识地图, 教师提供有关的知识模块设计指导, 在关键知识点处设计具有关键性和逻辑性较强的实验需求, 设疑启发, 学生运用课程各模块的知识和方法逐步完成虚拟环境复杂工程问题方案设计, 使学生带着问题去学习, 从被动的接收知识为主动去思考解决问题的方法, 变重学轻思为学思结合、变被动学习为主动学习。



图 1 智能机器人课程教学思路

（二）虚拟情景构建

本课程根据以丰富多样的项目案例资源为素材，由各类资源以模块化的基本单元进行组合建设。建立场景与需求、教学任务重新整合教学内容。

以 VREP 虚拟软件为切入点，如图 2，学生以机器人抓取运动规划为例，学生通过零件、塑料袋、纸板、木材等不同抓取对象，对机器人的任务与需求进行分析，从末端执行器的选择、感知模块的选择，控制策略、系统故障检修等设计整体方案，同时每个模块中的任务成为一个相互独立的教学过程，以工作为载体实施情景导入教学内容，把机械设计、传感器技术、控制技术 etc 知识模块与实用应用相互融合。

学生可自主构造复杂智能制造工业环境系统，针对性的组合练习与个性化应用，提升学生对工程问题复杂性的真实感受，进行深入思考，对实际问题的学习和掌握。

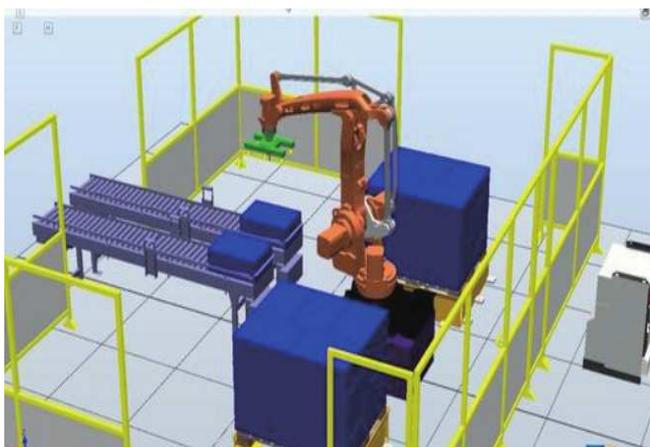


图 2 VREP 仿真软件虚拟情景搭建

（三）实训平台调试

智能机器人实训平台属于实物验证系统，配备移动机器人小车，桌面级工业机械臂、无人机、人形机器人 NAO，服务机器人等设备，具有摄像头、力觉，红外超声波多类传感器，嵌入式单片机、工控机、服务器工作站等常用外围设备。学生大多缺乏项目的经验，单纯讲解书本知识会使学生在理解和运用上存在障碍，通过理论模块与虚拟仿真基础，学生对实际工程问题有了基本了解。

针对不同项目任务内容，创设不同的项目情境。如机器人高尔夫、智能物流、快递分拣、垃圾分类、人体跟踪等项目，随着项目进行，学生体验如何做项目，如何将机器人系统集成技术、智能感知、总线与网络通信、智能控制方法，数据与分析、人机交互等主题与项目实际结合起来，在任务完成中，提升学生自主研究、合作学习、主动思维，工程实践能力和创新创业能力。

以实验与工程项目为载体，构建多课程交叉融合的开放实践平台，有效利用共建实验室和校企合作资源，全面激发学生工程实践与科技创新活力。



图 3 智能机器人实训调试

实际教学中发现，“理虚实一体化”课堂有效地实现知识和能力的统一，并形成可持续发展能力，更大程度上激发学生的学习兴趣和求知欲望，充分调动学生的学习积极性和主动性，有效培养学生的自学能力以及分析问题和解决问题的能力，能够激发和提升他们协作、创新、探索的精神，为他们今后就业和走向工作单位后能够较快地担当实际项目的开发和设计奠定了坚实的基础。

三、结语

本文针对智能制造专业建设需求，阐述“理虚实一体化”教学基本理念，并以智能机器人课程为例，从理论知识导图、虚拟情景搭建与实训调试三方面介绍了课程设计步骤。实践表明，理虚实一体化教学模式能有效解决在智能制造专业建设中教学资源不足的问题，同时有效培养了学生解决复杂工程问题的能力，具有重要推广价值。

参考文献：

- [1] 叶向群, 王娇君, 单岩, 等. “理虚实”一体化教学思路实践 [J]. 实验技术与管理, 2017 (05): 11-14+36.
- [2] 曹春雷. 理虚实一体化教学模式初探 [J]. 中国科教创新导刊 (14): 94-95.
- [3]. Current Status of Simulation and Training Models in Urological Surgery: A Systematic Review. Aydin A, Shafi A M A, Khan M S, et al. The Journal of Urology .2016

基金项目：江苏省青年基金项目 BK20180693，2018 年第二批产学研合作协同育人项目（201802261001），2020 年第二批产学研合作协同育人项目（202002046020）。

作者简介：易阳（1987-），女，博士，南京工业大学电气工程与控制科学学院，讲师，主要研究方向为智能制造。