

基于 OBE 的《机器人系统设计与应用》示范课程建设

贾晓丽 彭鹤 张乾龙 李国珍

中国石油大学(北京)

DOI:10.12238/ems.v4i6.5831

[摘要] 《机器人系统设计与应用》课程作为机器人工程专业的核心必修课程,需要培养学生综合利用专业知识解决复杂工程问题的能力,本课程基于工程教育专业认证理念,着眼于OBE,“以学生为中心”,从课程大纲、授课方式、实验设计和项目式教学多方面入手进行示范课程建设,取得了良好教学效果。

[关键词] 机器人系统设计; 示范课程建设; OBE; 基于项目的学习

中图分类号: G622.3 **文献标识码:** A

Demonstration Course Construction of Robot System Design and Application Based on OBE

Xiaoli Jia He Peng Qianlong Zhang Guozhen Li

China University of Petroleum

[Abstract] As a core compulsory course of robotics engineering specialty, the course of Robot System Design and Application aims to cultivate students' ability to solve complex engineering problems by using professional knowledge. Based on the concept of engineering education professional certification, this course focuses on OBE and is "student-centered". Demonstration course construction is carried out from multiple aspects such as course outline, teaching methods, experimental design, and project-based teaching, achieving good teaching results.

[Key words] robot system design; demonstration course construction; OBE; project-based learning

引言

机器人工程是“中国制造2025”的重要组成部分,也是国家十四五纲要中推动制造业优化升级方面的重点方向^[1,2]。中国石油大学(北京)机器人工程专业适应北京市创新升级、赋智融合战略的人才需求,坚持产学研相结合的办学道路,不断深化专业综合改革,加强师资队伍建设和提高办学水平和质量。

专业基于工程教育专业认证理念,注重课程建设,特别关注“以学生为中心”和基于OBE的教育理念在课程中的作用。该课程将把学生的毕业要求转化为可具体学活动,期末结束进行课程达成度评价,评价每个课程教学目标达成情况。以教学团队形式讨论课程改进效果及不足,总结整改措施,在下一轮授课中持续改进。专业学生参加全国机器人大赛、全国大学考量的课程教学目标。教师根据教学目标进行教生机械创新设计大赛等赛事,获省部级以上奖项100余人次。初步建立了“调研-研讨-改进-实施-总结”闭环可持续改进机制,实现了每年教学任务的提前计划、顺利执行和及时总结,切实推进了“以学生为中心”、“成果导向”、“持续改进”等教学理念在专业人才培养中的落实。

经调研其他高校《机器人系统设计与应用》课程一般包括绪论、机器人应用技术、机器人系统设计基础、机器人视觉系统、机器人传感器技术、机器人系统仿真和机器人系统开发等。因本专业专业课程对应毕业要求指标点的支撑关系,专业核心

课已有《机器人感知与人机交互技术》、《机器人学》、《自主移动机器人基础》等课程,因此在原有的教学内容的基础上,本次课程改革结合北京昊科世纪信息技术有限公司专业技术方案和任课教师科研团队最新科研成果,进一步提升课程教学水平以及与学科前沿结合度。

1 课程大纲优化



图1 课程目标

为进行示范课程建设,成立了由四位经验丰富的教师组成的教学团队,调研已有类似课程的多媒体内容和教学模式方法,分析其中的优点和缺点,基于OBE理念,优化了课程教学大纲,包括课程目标(图1)、毕业要求与课程目标对应矩阵(表1)、课程内容与课程目标对应矩阵(表2)、课程内容教学方式与方法、考

核方式及评分标准等。将本课程精炼为四章内容,即机器人系统设计基础、机器人应用技术、机器人传感器技术、机器人操作系统ROS^[3-5],见图2。

表1 机器人系统设计与应用课程目标与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求指标点	课程目标1	课程目标2	课程目标3	课程目标4
指标点 1-3	√			√
指标点 4-3			√	
指标点 6-2		√		

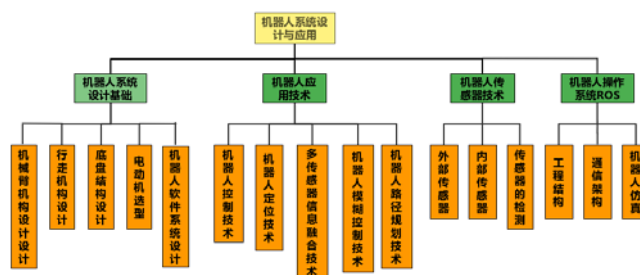


图2 课程内容框架

表2 课程目标与教学内容和方法的对应关系

章节	内容	教学方法与手段	教学要求				对应课程目标	学时
			记忆	理解	应用	综合分析		
			L1	L2	L3	L4		
第一章 机器人系统设计基础	1-1 机器人系统构成与设计原则	讲授+习题+课堂研讨	B	A	A	B	1	6
	1-2 行走机构设计		C	A	A	B		
	1-3 机械臂机构设计		C	A	A	B		
	1-4 整体结构选材原则		B	B	A	A		
	1-5 驱动设计		C	A	A	B		
	1-6 控制系统设计		C	B	A	A		
第二章 机器人应用技术	2-1 机器人定位技术	讲授+习题+课堂研讨	B	B	A	A	1	3
	2-2 基于多传感器的信息融合技术		B	B	A	A		
	2-3 机器人模糊控制技术		C	B	B	B		
	2-4 机器人路径规划技术		C	B	B	B		

第三章 机器人传感器技术	3-1 机器人传感器技术简介	讲授+习题+课堂研讨	A	A	C	C	1	3
	3-2 机器人传感器分类		A	A	C	C		
	3-3 机器人内部传感器		B	A	A	B		
	3-4 机器人外部传感器		B	A	A	B		
主题交流	主题交流-1 课堂测试	主题交流+课堂测试	C	C	A	B	1, 2, 4	4
	主题交流-2		C	C	A	B		
第四章 机器人操作系统	4-1 ROS 工程结构	上机实验	A	A	B	B	3	16
	4-2 ROS 通讯架构(上)话题通讯机制		B	A	A	A		
	4-3 ROS 通讯架构(下)服务通讯机制		B	A	A	A		
	4-4 Baxter 机器人仿真		C	B	A	A		
合计:								32

注:在“教学要求”栏内以A, B, C来表示对学生学习程度的要求,A为最高要求,B是中等,C是较低。

2 实验项目优化

本课程实验主要包括基于SolidWorks和LabVIEW的机器人仿真,以及机器人操作系统两大部分。机器人仿真技术是利用计算机可视化和面向对象的手段,构建机器人环境的物理模型、可视模型以及相应的控制逻辑模型,在一段时间内对机器人进行操作和测试,分析机器人的行为和动态特性,从而获取机器人合理的结构布局、运动方案和控制算法。此部分基于比较基础的机器人仿真原理,使学生掌握如何使用SolidWorks进行几何建模,用LabVIEW进行机器人模块搭建、机器人仿真模型制作、创建机器人仿真环境,进而实现对机器人的仿真控制。

机器人操作系统使学生了解机器人软件开发方向重要资料来源及获取方法,通过对机器人操作系统ROS理论知识的学习和动手实践,理解并掌握机器人操作系统的基本概念和编程方法,能够使用所学知识对机器人程序进行开发。学生将学会使用机器人操作系统ROS,了解其通信方式、工程结构、常用命令和工具,动手编写机器人程序。

3 基于项目的学习

在理论学习牢固掌握基础知识后,为使学生将理论应用于实践,本课程专门采用了项目式教学方式。要求学生调研机械等领域机器人需求,并在此主题下自拟题目设计满足需求的机器人,撰写论文。论文内容包括机器人系统总体方案设计、控制系统设计(包含传感器)、驱动方式、机械机构设计(执行机构/机械臂、行走机构、传动系统、结构选材)、定位及路径规划等。代表性学生作品如图3、4所示。



图3 多功能模块化智能无人机



图4 轮腿平衡机器人

学生通过项目训练对理论及实验知识有了更深一步理解,并能在一定程度上进行综合运用。此模式可使学生由传统的被动式学习变成主动式学习,进一步增强学习积极性。此外,鼓励学生在此基础上积极投入工程实践和创新活动,形成“学-用-教一体化”闭环培养机制^[5]。

4 结论

在调研国内外机器人系统设计相关课程和国内需求基础上,《机器人系统设计与应用》课程重新梳理了课程目标和课程内容,采用理论授课、课堂研讨、主题交流、项目式学习等多种方式提升学生学习兴趣,综合培养了学生的创新素质和能力,取得了良好的效果,可为同类型课程提供参考。

[基金项目]

教育部产学合作协同育人项目“基于OBE的《机器人系统设计与应用》示范性课程建设”(No.220603177054505);中国石油大学(北京)本科教育教学改革立项项目重点项目“机器人工程专业课程体系建设与改革”;中国石油大学(北京)教育教学改革项目“机械类一流专业在线课程群建设”。

[参考文献]

[1]赵海朋,张凌燕.“十四五”时期我国机器人产业发展关键在于做好三个“关键”,[J].机器人产业,2022(02):12-16.

[2]梁筱雯,丛晓泉.浅析北京机器人产业发展规划建议[J].电子技术与软件工程,2022(22):90-93.

[3]赵建伟.机器人系统设计及其应用技术[D].北京:清华大学出版社,2018.

[4]陈恩.机器人技术与应用[D].北京:清华大学出版社,2006.

[5]张明文,王璐欢.智能制造与机器人应用技术[D].北京:机械工业出版社,2021.

作者简介:

贾晓丽(1980--),女,河北省石家庄市人,教授,博士,博士生导师,研究方向:智能机器人,智能材料与结构,微/纳机电系统,海洋力学,井下工具及力学。发表科研教学论文50余篇,其中SCI/EI收录论文16篇,SCI他引400余次,申请专利多项。主持并参与多项国家自然科学基金项目、国家重点研发计划项目等。