

基于机电创新平台的电工电子实训教学改革

吴燕燕¹, 王亚杰¹, 郑耀辉¹, 王琳霖²

(沈阳航空航天大学 1. 工程训练中心; 2. 人工智能学院, 辽宁 沈阳 110136)

摘要: 针对电工电子实训教学存在对新技术的引入不够、内容缺少创新性、不能全面培养学生创新能力和工程应用能力的问题, 结合授课学生专业特点, 引入机电一体化创新实训平台, 设计了以智能机器人应用为主题的创新性实验项目。在实训过程中, 学生利用探索者创新平台提供的机械套件和控制模块, 完成不同种类机器人的自主搭建, 采用 Arduino 编程进行机器人控制。必要时开放实验室, 学生结合机器人竞赛主题或通过自主选题的方式, 进行典型工程应用下的机器人系统设计。实践表明, 该教学内容的应用不仅改善了教学效果, 而且提高了学生对实践教学的兴趣, 适应了沈阳航空航天大学应用型人才培养要求。

关键词: 电工电子实训; 机电创新平台; 机器人设计

中图分类号: G482 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2021.06.030

Reform of electrical and electronic practice teaching based on the mechatronics innovative platform

WU Yanyan¹, WANG Yajie¹, ZHENG Yaohui¹, WANG Linlin²

(1. Engineering Training Center; 2. College of Artificial Intelligence, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

Abstract: In electrical and electronic practice teaching, be aimed at the shortage of new technologies and lacking innovate of teaching contents, it is difficult to train the innovation and engineering application ability of students comprehensively. Considering the characters of students in class, the electromechanical innovation training equipment is introduced, and the theme is intelligent robot. In details, mechanical parts and control modules of the equipment are provided for students to assemble all kinds of robots, and the control core of robots is completed by Arduino controllers. In addition, some open experiments are set up, which are to design robot system in the typical engineering environment and relate to robot competitions. Proven in practice, the teaching content not only improved teaching effect, but also increased students' interesting in practical teaching, and adapted to the cultivation of applied talents in our school.

Key words: electrical and electronic training; mechatronics innovative platform; robot design

收稿日期: 2020-11-23 修改日期: 2021-04-03

作者简介: 吴燕燕, 硕士, 实验师, 主要研究方向为图像融合、图像处理、计算机视觉、电工电子实践教学研究。

E-mail: pursuit1989@126.com

基金项目: 2018 年第二批教育部高等教育司产学研合作协同育人项目(项目编号: 201802195008); 2019 年第二批教育部高等教育司产学研合作协同育人项目(项目编号: 201902016035; 201902045002); 2019 年辽宁省“兴辽英才计划(教学名师)”研究项目(项目编号: XLYC1906003); 2016 辽宁省本科教学改革项目(项目编号: UPRP20160124; UPRP20140436); 沈阳航空航天大学教学改革项目(项目编号: JG20190605)。

实践教学是高校培养大学生工程实践能力和创新意识的关键环节, 重视实践教学并结合专业特色开展相应的实践环节十分必要^[1]。工程训练中心是我国高校实施工程教育的实践性教学平台, 是具有中国特色的工程实践教育理念和教学模式的创新^[2-3]。

沈阳航空航天大学(以下简称: 我校)工程训练中心以“崇尚实践, 回归工程, 融合创新”为教育理念, 构建了理工特色的多层次、模块化、开放型实践教学体系。为了树立工程教育理念、探索人才培养新模式, 各高校电工电子实训教学不断改革教学内容、改善教学方法^[4]。如, 杨华等人提出了基于工程认证背



景的电工电子实训教学改革方法,结合工程教育认证标准设置实训教学内容^[5],有效激发了学生的自主学习能力;刘美华等人在保留传统电工电子实训项目的基础上,开展创新性实验计划,鼓励动手能力强、思维活跃的学生进行创新性实验项目选题^[6],很好地改善了实训教学效果;笔者所在的实验室研制了基于单片机的机电控制实训平台,通过丰富的单片机控制实验,让学生掌握了机电控制的基本知识^[7];东北大学在电工电子实训教学中引入了智能家居系统,学生可以借助先进的实训平台,自主设计家居类的智能控制实训项目,不仅更新了实践教学内容,而且丰富了学生的科技活动^[8]。我校工程训练中心电工电子训练部以培养学生电工电子基本专业技能、工程实践能力和应用创新能力为目标,结合选课学生专业特点,依托探索者机电创新平台,开设机电结合的创新性实验项目,更新了授课内容,改善了实验条件。同时依托创新性实验项目开展竞赛选拔,对有潜力的学生进一步培养,力求达到以赛促教、以赛促学、以赛促研、赛课结合^[9-11]的教学效果。分别设置三种难易程度的实验:基础型实验、综合型实验、创新型实验,选题主要来源于机器人竞赛、大学生创新创业项目,或由学生自主构思命题,对于比较复杂的创新性实验,学生可利用业余时间到实验室进行创作。该课程内容的引入有效提高了学生上课的积极性,实现了竞赛与教学的结合,全面培养了学生的工程实践能力和应用创新能力。

1 传统电工电子教学存在的问题

传统电工电子实训教学存在的问题:(1)教学内容缺少创新性,对新技术或新设备的引入不够,实训教学内容由一个个固定项目组成,所有项目都是按照工艺流程机械式地去完成安装、焊接、装配、调试等,导致学生懒于思考,遇到问题依赖教师解决,缺乏主观能动性;(2)教学内容不能有效结合选课学生专业特点,没有充分考虑是否符合学生所学专业对应的人才培养要求,导致学生上课的积极性不高、与教师的互动不佳;(3)全国大学生机械设计大赛、电子设计大赛、机器人大赛均涉及机电学科结合,单一的学科发展不能满足当今时代的发展要求。

综上所述,工程训练中心从设备引进、设备自制、环境建设等各方面致力于更新教学内容、改善教学条件。实践证明,机电创新平台在电工电子实训教学中的引进,有效解决了传统教学存在的问题。

2 机电创新平台介绍

创新实训平台包含机械部分、控制部分、配套导

线、组装工具。其中控制部分由 Basra+Bigfish 主控板、各类传感器模块和各类无线通信模块组成,通信模块包括 BLE4.0 蓝牙模块、GL-iNET 无线路由器、HC-05 蓝牙串口模块、Zigbee 通信模块、NRF24L01 无线通信模块,控制核心主要采用 Arduino 编程。实训平台整体功能框图见图 1 所示。实验套箱由 3 层构成,第一层为机械部分,第二层为控制部分,第三层为备用机械件和控制模块,如图 2 所示。

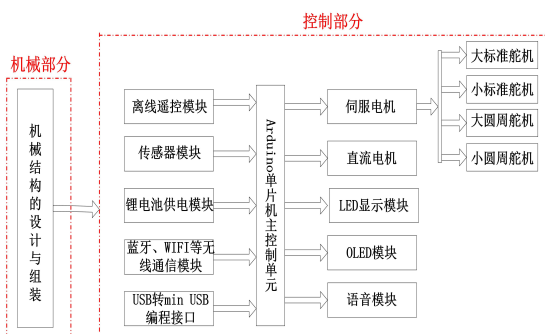


图 1 实训平台功能框图



(1) 机械部分



(2) 控制部分



(3) 备用机械件和控制模块

图 2 实验套箱

2.1 机械部分

实验套箱提供的机械件由平面零件、折弯零件组成。其中平面零件主要有大平板和小平板、大圆

板和小圆板、双足连杆和双足支杆组成,折弯零件主要有 90 度支架、3×5 折弯、输出支架、舵机双折弯、马达支架、双足大腿、双足小腿、球片、球支架等,详见实验套箱。机械件的中心孔距为 10mm,壁厚为 2.5mm,探索者的最小组装单位是 2.5mm,常用组装单位是 10mm。在这样的原则下,折弯零件与平面零件的孔是可以良好匹配的,齿轮、电机和电子部件的设计也遵循这一原则,甚至是螺母和螺栓也符合这个原则。此外,学生们还可以根据设计需要采用自加工零件。可实现的常见结构有:轮型机构、履



(1) 主控板俯视图

带车、仿生机构如双足机器人、四足机器人、六足机器人、八足机器人等,仿生昆虫类等。

2.2 控制部分

完成机械部分的组装后,需要进行电路连接和控制编程。主控板由 Basra 和 Bigfish 组合构成,如图 3 所示,其中 6 组端口为舵机端口(图中白色所示),4 组端口为传感器接口(图中红色所示),侧方 2 组为直流电机接口(图中黑色所示),侧视图所示有电源接口,程序下载接口等。在实际进行机器人设计时,可根据设计需要选择传感器和驱动器的种类。



(2) 主控板侧视图

图 3 主控板

3 机电创新平台在教学中的应用

“电工电子实训”教学内容应具有实践性、工程应用性和体现创新性,而且能够体现新技术的发展方向。结合机类或近机类专业特点,在“电工电子实训”课程中设计机电结合创新实训项目,体现了以学生为中心的教育理念^[12-13]。

学生以完成典型应用环境下的机器人系统设计为目标,能够解决实际问题中存在的复杂工程问题,在进行题目设定时,参考全国大学生工程训练综合

能力竞赛-物流搬运机器人项目、全国大学生工程机器人竞赛、全国大学生机器人大赛等竞赛主题,或由学生自主查阅资料构思,形成创意类的作品。项目的完成由 3 人构成团队,1 名学生负责机械结构设计,1 名学生负责控制部分和机电联调,1 名学生负责文档总结。根据学生的学习能力和专业特长,科学地组建三个难易层次的实训项目体系,划分为:基础型项目、综合型项目、创新型项目,如表 1 所示。

表 1 难易程度的划分

| 项目类型 | 培养目标 | 实践对象 | 实践内容 |
|------|--------|----------------|---------------------------------|
| 基础型 | 基本技能 | 基础较弱的学生 | 手柄控制的简单机器人系统设计,教师命题 |
| 综合型 | 综合工程能力 | 能综合运用机电结合知识的学生 | 结构稍复杂一些的智能机器人设计,教师命题 |
| 创新型 | 创新能力 | 动手能力强,创新意识强的学生 | 学生根据自己兴趣或参考机器人竞赛题目选题,具有实用性和社会价值 |

(1) 基础型项目。主要包括简单的四驱车、双驱车、履带车、简易仿生类机器人的组装与设计,以手柄控制为主;

(2) 综合型项目。主要包括借助车体和仿生类等结构,能够应用于具体环境的智能机器人,以简单智能控制为主;

(3) 创新型项目。主要针对动手能力强、兴趣

浓厚的学生,结合智能机器人竞赛题目或自身兴趣进行特定应用场景的智能机器人系统,如物料搬运机器人、工程越野机器人、救援排爆机器人、智能环境监测机器人、智能家居系统等,对学生开放实验室,学生利用课余时间来实验室进行方案设计和实物制作,此类项目主要以学生自主学习为主。

每一种难易程度的作品均要求学生以团队的形式



式完成结构的设计、样品的制作和报告的撰写等一系列具有实践性的任务。针对团队合作完成项目的考核,在教师评价的基础上,增加学生自评和互评环节,最终成绩由教师评价、学生自评和学生组内互评三者构成。挑选出优秀的团队组织申报大学生创新创业训练计划项目、参加创新创业年会和省级以上科技竞赛等,同时指导学生对设计的项目进行成果总结,如鼓励其发表科技论文和申请专利,逐渐以“学生产出”为此项教学内容的导向,形成一套科学严谨的创新能力训练方案。这种竞赛与课程结合的方式,能够更好激发学生的主观能动性,学生会为了达到竞赛标准而不断思考,进而去改进自己的设计,甚至会主动查阅资料进行学习,对于学生自主学习能力和工程实践能力的培养起到了积极作用。

下面以智能避障车为例,介绍该平台在教学中的具体应用。具体实验操作过程如下:

(1) 选用需要的机械套件进行机械结构搭建,必要的时候采用 3D 打印和激光切割技术进行机械零部件的加工,参照教学演示实例,完成如图 4 所示车体结构(不仅限于此种类型的车体);

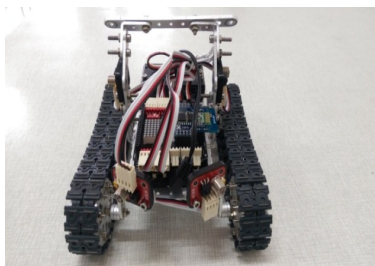


图 4 组装完成的智能避障车

(2) 选择近红外传感器 4 个(根据经验一般选择 4 个传感器避障效果比较准确),也可以先选择 2~3 个,后续根据调试情况增加传感器数量,完成硬件电路连接;

(3) 分析控制检测过程,采用 Arduion 软件环境编写程序、调试,烧录程序到主控板,控制检测流程如图 5 所示;

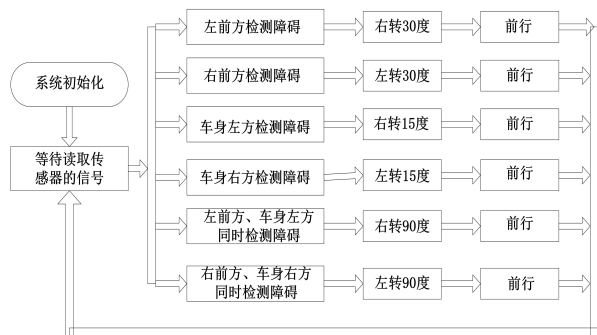


图 5 控制检测流程图

(4) 供电,机器人整机调试运行。

4 学习效果

该设备的引进使得受益学生面越来越广,主要体现在大创项目申报、学生竞赛获奖、学生以第一作者申请专利和发表论文等方面,见表 2、表 3 和表 4 所示,真正在实践教学体现了以学生产出为导向的教学思想,充分调动了学生对实践教学的学习积极性。

表 2 依托平台获批大学生创新创业项目

| 项目名称 | 院系 |
|------------------------|-------|
| 基于物联网的智能浇花系统 | 自动化学院 |
| 基于激光定位的可移动搬运机器人 | 机电学院 |
| 一种使用气动构件双臂四指结构的魔方竞速机器人 | 航宇学部 |
| 棋盘识别与棋谱记录系统设计 | 自动化学院 |
| ROS 机器人路径规划智能车设计 | 机电学院 |
| 智能环境监测系统的设计与实现 | 自动化学院 |
| 特种地形救援车 | 航宇学部 |
| 多自由度双足救援机器人 | 航宇学部 |
| 井盖的实时监控系统 | 机电学院 |
| “机械手”与“新型四旋翼”综合配送服务平台 | 航宇学部 |
| 全自动坚果去皮装置 | 机电学院 |
| 智能排爆救援机器人 | 航宇学部 |
| 环境感知遥操作机器人的设计与研究 | 机电学院 |
| 多功能机械手 | 机电学院 |

表 3 科技竞赛获奖情况

| 竞赛名称 | 级别 | 获奖统计 |
|-----------------|-----|----------------------|
| 全国大学生工程机器人大赛 | 国家级 | 一等 2 项,二等 2 项,三等 4 项 |
| 全国大学生工程训练综合能力竞赛 | 国家级 | 一等 1 项,二等 1 项,三等 1 项 |
| 智能机器人大赛 | 国家级 | 三等 1 项 |
| 嵌入式设计大赛 | 国家级 | 一等 8 项,二等 6 项 |
| 智能互联应用创新设计大赛 | 国家级 | 一等 2 项,二等 1 项 |
| 创新创业设计大赛 | 国家级 | 一等 12 项,二等 10 项 |

表4 学生发表论文和申请专利情况

| 名称 | 成果类型 |
|---|-------|
| Design and implementation of an automatic handling system with mechanical arm and intelligent vehicle | EI 检索 |
| The research on game manipulator based on bionic | EI 检索 |
| 一种家用智能巡逻机器人 | 实用新型 |
| 一种全自动坚果去皮装置 | 实用新型 |
| 一种智能环境监测机器人 | 实用新型 |
| Visual image processing of humanoid GO game robot based on OPENCV | EI 检索 |

5 结语

赛课结合、多学科融合是实践教学的发展趋势。新技术和新设备的引进,不仅改善了实验条件,而且充实了教学内容,推动我校应用型人才的培养。但由于实验场地有限、实验设备套件量大等客观因素的存在,在一定程度上制约了学生的创作时间和空间,开展自制便携式实验设备研究十分必要。同时,师生共同参与产学研合作协同育人项目,也是今后实验室建设的方向之一。

(上接第 116 页)

线上线下工业机器人实训教学,学生通过虚拟仿真实验教学系统,探索学习资源、制定学习计划、完成自主学习,让自己成为学习的主体;同时教师利用课堂教学,加强与学生的互动,引导学生完成从理论到实践、从模拟到实操的验证过程。结果表明,基于虚拟仿真混合学习的教学模式得到了学生的认可和好评,能够有效提高学生的学习兴趣,培养学生的主动创新能力、动手实践能力和团队协作能力。

参考文献 (References):

- [1] 高俊. 应用型本科高校机器人工程实训室建设方案研究[J]. 实验室科学, 2018, 21(6): 159-161.
- [2] 王军,徐宁,付宝岩. 浅谈网络教学的现状以及混合式教学方式的发展[J]. 中国环境管理干部学院学报, 2009, 19(3): 110-112.
- [3] 何克抗. 从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展(上)[J]. 电化教育研究, 2004(3): 1-6.
- [4] 孙众,宋洁,吴敏华,等. 教学干预:提升混合课程质量的关键因素[J]. 中国电化教育, 2017(4): 90-96.

参考文献 (References):

- [1] 胡明茂,孙煜,齐二石,等. 新工科背景下的地方应用型本科院校实践教学建设[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(7): 223-227.
- [2] 孙康宁,于化东,梁延德. 基于新工科的知识、能力、实践、创新一体化培养教学模式探讨[J]. 中国大学教育, 2019(3): 93-96.
- [3] 李春阳,郑艺,付铁,等. 基于学科竞赛的实践教学模式研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(10): 208-210.
- [4] 叶晓勤. 新工科背景下工程训练中心创新人才培养探究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(12): 274-277.
- [5] 杨华,肖平,鲍艳. 工程认证背景下的电工电子实训教学改革与实践[J]. 实验室科学, 2019(6): 127-129.
- [6] 刘美华,屈喜龙,刘伟成. 依托电工电子实训开展大学生创新性实验计划[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(6): 209-213.
- [7] 王琳霖,王伟,曹国强,等. 基于单片机的机电控制实训平台设计[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(4): 82-85.
- [8] 刘晨,鲍玉斌,刘佳良,等. 基于智能家居的电工电子实训改革[J]. 实验室科学, 2018, 21(5): 169-172.
- [9] 张海霞,陈江,尚俊杰,等. “iCAN 赛课合”创新实践教育模式的实践与探索[J]. 中国大学教育, 2018(1): 79-84.
- [10] 王亚杰,王晓岩,邱虹坤,等. 建设棋牌谱标准构建计算机博弈竞赛持续发展新生态[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(2): 19-23.
- [11] 何岚岚,张海光,胡庆夕. 学科竞赛牵引下的工程素质培养模式探究[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(9): 151-156.
- [12] 习友宝,李朝海,陈瑜,等. 以学生为本培养学生实践创新能力[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(9): 170-173.
- [13] 耿大勇,霍春宝,朱延枫,等. 非电类专业电工电子实训教学改革与探索[J]. 实验室科学, 2015(3): 146-148.
- [5] 金英善,黄佳双,殷宝法. 我国高校混合课程研究现状分析[J]. 教育教学论坛, 2018(3): 70-72.
- [6] 郭波,管菊花. 新工科背景下地方高校“工业机器人”实践教学探索[J]. 教育现代化, 2019, 6(5): 5-8.
- [7] 陆叶. “工业机器人搬运应用”的信息化教学设计与实践[J]. 机械研究与应用, 2019, 32(4): 220-222.
- [8] 马超,曾红,王宏祥. 线上线下混合实验教学模式研究[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(5): 185-189.
- [9] 胡红生,王娟,孙江,等. 机器人产业背景下的地方高校应用型人才培养模式[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(3): 186-191, 221.
- [10] 祖强,魏永军. 国家级虚拟仿真实验教学中心建设现状探析[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(11): 156-158.
- [11] 张程,张卓. 借鉴德国“双元制”教育模式的应用型本科高校机器人教育初探[J]. 高教学刊, 2019, 105(9): 27-29.
- [12] 王卫国,胡今鸿,刘宏. 国外高校虚拟仿真实验教学现状与发展[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(5): 214-219.
- [13] 张琦弦. 培养本科生科研创新能力的探索型实验设计[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(4): 192-194.