新工科背景下以竞技模式开展工程实践课程

林　霖　梅逢城　孙瑞泽　杨晓杏*

（深圳技术大学 大数据与互联网学院，深圳 518118）

摘要：如何在新工科背景下培养复合型工程实践人才，是目前高等院校课程改革的热点课题。“机器人控制技术”课程以物联网工程专业学生的工程实践能力培养为研究目的，开展了以竞技模式实施工程实践课程的探索，在实验平台软硬件集成开发、竞技规则设计以及评价体系打造等多方面做出了有益的尝试。课程实施效果显示了，以竞技模式开展课程实践能有效激发学生的学习主动性，提高学生的工程实践能力。

关键词：新工科；工程实践；竞技模式；考核标准；教学改革

中图分类号：G642.0　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1008-0686(2024)01-0210-04

To Carry out Engineering Practice Course in Competitive Mode in the Context of New Engineering

LIN Lin　MEI Fengcheng　SUN Ruize　YANG Xiaoxing*

(*College of Big Data and Internet*, *ShenZhen Technology University*, *Shenzhen* 518118, *China*)

Abstract: How to cultivate compound engineering practice talents in the context of new engineering disciplines is a hot topic in the curriculum reform of colleges and universities at present. The Robot Control Technology course aims to cultivate the engineering practice ability of Internet of Things engineering students, explores the implementation of engineering practice courses in the competitive mode, and makes useful attempts in many aspects such as the integrated development of software and hardware of the experimental platform, the design of competitive rules, and the construction of evaluation systems. The implementation result of the course shows that carrying out course practice in a competitive mode can effectively stimulate students' learning initiative and improve students' engineering practice ability.

Key words: new engineering; engineering practice; competitive mode; assessment standard; teaching reform

2017 年 2 月，教育部在高等工程教育发展战略研讨会上，对新时代高等工程人才培养机制进行探讨，会后先后发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推荐新工科研究与实践项目的通知》，这标志着我国高等教育进入了新工科模式[1-2]。如何在新技术、新环境下培养新型工程实践人才，是近几年高等院校课程改革的热点。各大高校在专业培养方案[3]、课程改革[4]、新课程设置[5]、课程开展模式[6]、实验室建设[7]以及师资培训[8-9]等方面做了深入尝试，总结了大量行之有效的成果。开设实践课程、以工程实践作为主要教学模式，是巩固加深理论知识、提高自主实践能力、掌握科学分析方法及培养团队合作精神的有效途径，也逐渐成为教育主管部门评价人才培养质量的重要指标[10-12]。深圳技术大学是一所致力培养高素质应用人才的新型高等院校，坚持弘扬工匠精神创新人才培养模式，鼓励教师以培养自主学习及创新意识为目标，积极开展工程实践课程的探索。本文以“机器人控制技术”课程实践案例的设计及教学模式的实施为例，介绍作者在新工科背景下以竞技模式开展工程实践课程的探索。

1　实践教学中存在的问题

目前，本科院校电子信息、物联网等专业的培养大纲除了“模拟电子技术”“数字电子技术”“嵌入式开发”等基础课程以外，还开设了“物联网技术”“机器人技术”等综合性、实操性更强的课程。实验教学也逐渐从传统的验证性实验向设计性、综合性实验过渡。然而，课程的案例设计及教学模式仍存在着不足之处，具体如下：

收稿日期：2022-07-05；修回日期：2022-10-20

基金项目：深圳技术大学教学改革研究项目(20211009)

第一作者：林霖(1981—)，男，硕士，高级工程师，主要从事嵌入式系统的教学和科研工作，E-mail：linlin@sztu.edu.cn

通信作者：杨晓杏(1984—)，女，博士，助理教授，主要从事智能计算的教学和科研工作，E-mail：yangxiaoxing@sztu.edu.cn

(1)实验设计没有突出学科融合的特点。物联网专业不同于传统的电子信息专业,它是随着微电子技术、传感器技术、人工智能等新一代信息技术发展而形成的新学科,具有多学科交叉、大工程集成的特性。就业市场对物联网技术人才的专业要求也不断提高,这需要高校更加注重学生对技术的综合应用能力培养。

(2)实验教学与企业需求脱节。用人企业普遍反映,目前高校实践课程设计存在的重理论轻实验、重验证轻设计的现象[13-14],导致学生实践能力无法满足企业的需求。高校实验室要调整传统的实验教学体系,更新教学理念,改进教学方法,培养动手能力强、实践操作熟练的专业人才。

(3)实验教学未能有效地激发学生内在兴趣。在实践课程的教学方式上,不少高校保持传统教学模式的惯性,习惯以验证性实验为主。学生依照指导书按部就班地进行实验,课程设计一成不变。这种教学模式难以激发学生对知识的思考,客观上抑制了学生的学习兴趣。为此,高校的实验课堂组织需要变革,通过生动活泼的实验设计,促使学生由“要我学”到“我要学”转变。

2　案例设计及课程安排

为了克服上述教学中存在的问题,我们以“机器人控制技术”课程为试点,对传感器技术、嵌入式技术、运动控制技术及机器视觉技术等相关知识点进行分类和总结,重新设计了一系列实验课程,如表 1 所示。这些实验项目的设计原则为:①包括基础技术和综合应用两部分;②实验设计兼顾技术性和趣味性;③实验开展形式有助于促进团队合作。

表 1　“机器人控制技术”课程的实验设计

序号	实验项目	学时	实验性质
1	超声波测距避障	4	传感器基础实验
2	红外线测距避障	4	传感器基础实验
3	减速电机控制	4	底盘运动学基础实验
4	机器人底盘运动学	4	底盘运动学基础实验
5	舵机控制	4	运动器件基础实验
6	机器臂运动控制	4	机械臂运动学基础实验
7	机器视觉技术	4	机器视觉基础实验
8	视觉模块的外设控制	4	机器视觉基础实验
9	竞技机器人设计开发	40	综合性设计实验

实验包括了 8 个基础实验和 1 个综合性设计实验,学时分配体现了对综合性设计实验的重视,占总学分的 56%。基础实验通过原理分析、代码演示及实验调试,力图深入浅出地引导学生掌握传感器、底盘运动学、机械臂运动学及机器视觉等几大技术模块。与侧重单片机等控制芯片使用的传统嵌入式实验不同,“机器人控制技术”课程选用了封装底层代码的实验平台,其目的是使学生聚焦于机器人系统的集成开发应用上。学生在完成了 32 个学时的基础实验后,进入了综合性实验的阶段。以 2~3 人自由组队的研发小组,参照企业项目攻关模式,自主管理研发进度。学生通过方案调研、硬件搭建、软件开发、系统调试、性能优化等一系列研发工作后,完成课程的结课考核。

3　“竞技机器人”实践案例的实施

综合性的设计实验是整个课程的核心环节,一个合理有趣的实施方式,能有效地提高学生的学习效率,也直接影响课程的效果。这一章节将以“竞技机器人的设计开发”项目为例,展开论述我们在教学实践中的具体操作。

3.1　竞技规程设计

为了增加实验的趣味性,提高学生的学习兴趣,激发学生学习的主动性,“竞技机器人的设计开发”课程的综合实验摒弃传统的考核方式,并参考学科竞赛的模式,制定竞技规则。要求学生在指定赛道完成若干任务,记录完成时间作为考核结果。具体规程如下:

竞技机器人在规定的赛道行驶,如图 1 所示。从起点出发,沿着道路中间的黑线寻迹向前行驶,赛道中随机设置障碍物,机器人要正确检测到并绕开继续前行。在中途,人为设置红绿灯,机器人要完成颜色的识别——红灯停,绿灯行。在颜色识别过后,在路途中会有一个装载有标签的盒子,小车需要识别上面的视觉定位标记 AprilTag 码,以此来进行位置和距离的判断。在识别的同时,逐渐接近并夹起盒子。在抓取物品之后,小车经过一个弯道便抵达终点。在终点,会有三张印着不同数字的纸张。小车需要对这三个不同的数字进行识别,并识别出目标数字,将抓取的盒子放置于该数字的位置,即算完成赛道。赛道设计综合考虑了循迹避障、物品识别、颜色识别和物品抓放等技术考核点。

3.2　系统的硬件设备及软件设计

“竞技机器人”系统是基于深圳技术大学大数据与互联网学院现有多套设备整合完成,主要包括智能机器车平台和机器视觉模块。其中智能机器车平台采用的是中智讯(武汉)科技有限公司智能车系统 AI-HNC,其搭载了高性能 ARM Cortex-M4

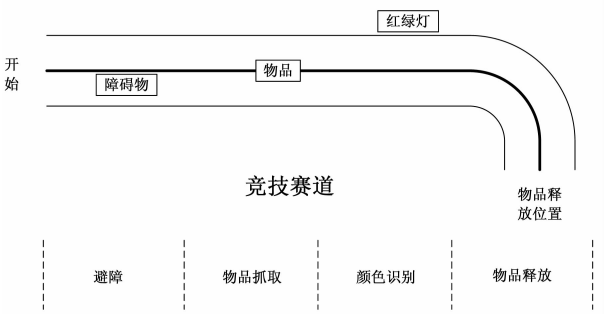

图1 竞技赛道示意图

STM32F407嵌入式处理器,提供6路舵机和6路电机控制器,配置了麦克纳姆轮的底盘,可以实现前行、横移、斜行、旋转等运动方式。机械臂系统是六自由度设计,包括了6个总线舵机,能灵活实现物品抓取、保持、释放、转移等动作。另外,智能车系统AI-HNC配置了包括超声波、红外线等传感器模块,使智能车通过传感器实现智能寻迹避障功能。机器视觉模块采用了星瞳科技的OpenMV,其配置了ARM Cortex M7 STM32H743II处理器和OV5640感光器件,支持通过MicroPython脚本方便地完成图像检测、识别、跟踪等复杂的机器视觉算法。在"竞技机器人"系统中,OpenMV模块相当于机器人的眼睛,负责实现机器视觉功能,而智能车系统AI-HNC相当于机器人的躯体,负责寻迹避障、底盘运动和机械臂控制。系统的硬件框架如图2所示。

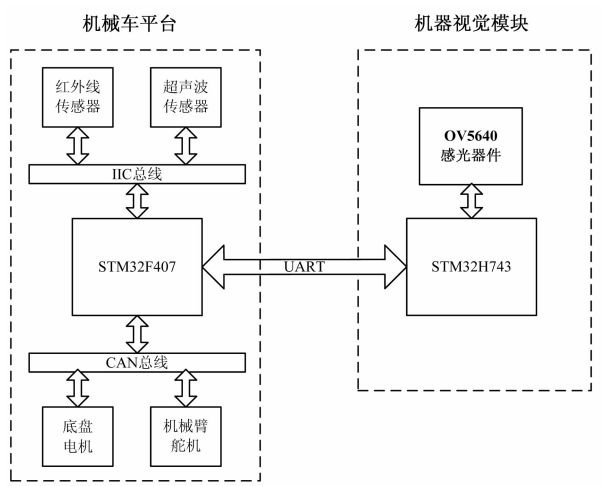

图2 竞技机器人系统硬件框架图

系统软件设计的集成开发环境为Keil MDK和OpenMV IDE,采用的开发工具分别为标准C语言和python语言,机器车平台和机器视觉模块均提供功能函数供学生调用,降低单片机的开发难度,让学生把主要精力放在机器视觉和运动控制等系统集成应用方面。参考的软件流程图如图3所示,首先对机器车平台和机器视觉模块的STM32芯片进行初始化,完成对通信接口及寄存器的设置;然后控制麦克纳姆轮的电机驱动机器车平台向前移动;采用轮询方式完成循迹、障碍物检测,物品检测、红绿颜色检测及数字检测,并根据结果检测结果控制平台前后左右移动及机械臂抓取释放等操作。

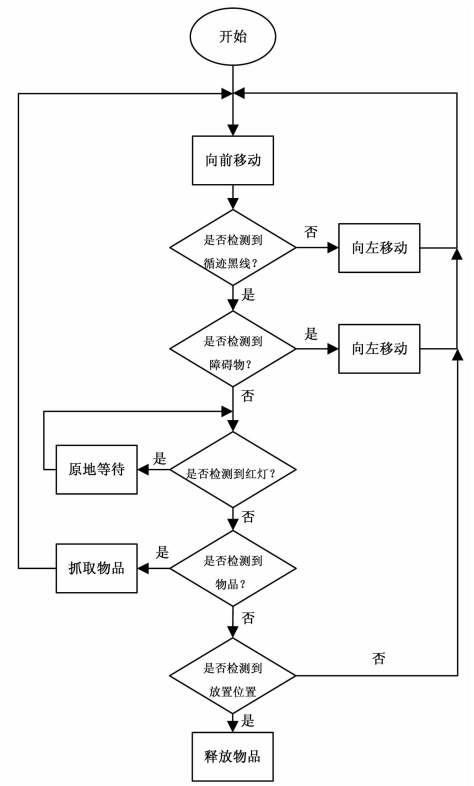

图3 竞技机器人软件流程图

3.3 课程考核及成绩分析

为了让学生获得企业项目攻关的体验,我们参照全国电子设计竞赛的运作安排,把"机器人控制技术"课程集中安排在暑假最后两周,共9个工作日,每个工作日上下午各4个课时,合计72课时。前4个工作日为基础实验,在向学生阐述竞技规则后,安排分组学生在后5个工作日自主完成综合实验,设计开发基于智能车和视觉模块的竞技机器人,最后参加赛道竞赛。教师根据项目达标情况、赛道完成时间、论文答辩表现等评定考核成绩,具体内容及评分标准如表2,其中综合实验及课程论文占70%分数。选课学生总数为15人,按能力强弱搭配的原则把学生划分为7个小组,其中2人组队有6组,3人组队有1组。

最后考核成绩如表2所示,从总体来看,学生分数介于83至93之间,平均分为86.57,这说明课程总体效果比较理想。从分项得分来看,考勤得分最高,这说明了学生对课程兴趣浓厚,能积极参与实验课程当中。基础实验以验证性实验为主,目

表 2　考核内容、评分标准及考核成绩

评分标准	基础	综合实验						论文	考勤	总分
	基础实验(20)	小车循迹(10)	小车避障(10)	物品抓取(10)	红绿识别(10)	位置识别(10)	物品放置(10)	论文报告(10)	课堂考勤(10)	项目总分(100)
组 1	19	9	10	8	9	5	8	8	10	86
组 2	20	10	9	7	9	6	8	8	10	87
组 3	19	9	10	8	9	7	7	7	10	86
组 4	20	10	10	9	10	8	9	7	10	93
组 5	20	10	9	5	9	6	6	8	10	83
组 6	18	9	10	7	9	6	7	8	10	84
组 7	19	10	10	8	9	7	7	7	10	87
平均	19.29	9.57	9.71	7.43	9.14	6.43	7.43	7.75	10	86.57

的是引导学生尽快掌握传感器、机器视觉及运动控制等接口函数的使用。从成绩来看,学生能较好地掌握这方面知识,总体平均得分为 19.29 分。综合实验分为六个知识点考核,其中采用红外线传感器的小车循迹,与采用超声波传感器的小车避障得分较高。红绿识别与位置识别是采用了基于摄像头的机器视觉技术,得分差距较大,红绿识别技术相对简单,而位置识别涉及到目标数字识别,有一定的难度,学生平均得分较低,只有 6.43 分。物品抓取与物品放置这两项涉及机械臂控制技术,得分均为 7.43 分,说明学生基本掌握该技术,但未能达到熟练使用的程度。论文写作得分不高,反映了我校理工科学生重技术而轻写作的错误认识,这是在后续课程改革中需要重视的问题。

4　结语

教育部提出高等院校新工科培养机制以来,实践类课程一直是工科院校教学改革中的重要内容。我们在“机器人控制技术”课程的一线教学过程中,进行了以竞技模式开展工程实践课程的探索。本文从案例设计、课堂组织、技术方案及考核标准等多方面对课程实施进程进行深入阐述、总结了授课经验。课程效果也表明了,较传统的实验模式,学生的学习兴趣、积极性均有明显提高,能按时完成课程任务,并主动跟同学、教师讨论技术问题。开设竞技性质的实验课程,是一次很好的实验教改尝试。

参考文献

[1]古天龙, 魏银霞. 以新工科理念推动地方高校建设一流本科教育[J]. 中国大学教学, 2018(2): 32 – 35.

[2]林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26 – 35.

[3]任玉琢, 徐利梅, 谢晓梅, 等. 面向新工科的本科专业培养方案及创新课程设计与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 29 – 32, 46.

[4]苏海涛, 胡鸿志, 徐翠锋, 等. 新工科人才培养下 DSP 课程教学改革设计[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(9): 222 – 225.

[5]杨文斌. 产学深度融合新工科人才培养的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 54 – 60.

[6]于秀丽, 魏世民, 白宇轩. 新工科背景下基于 FPGA 课程群的实践教学研究[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(8): 178 – 181.

[7]田景芝, 荆涛, 郑永杰, 等. “新工科”背景下化学专业“双创”实验室建设探索[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(11): 266 – 269.

[8]易丽, 夏建国, 王娟. 新工科“双师”队伍建设的诉求与探索[J]. 高等工程教育研究, 2020(4): 61 – 65.

[9]江爱华, 施大宁, 易洋, 等. 新工科背景下的教师跨界发展:概念模型、工作机制和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2019(4): 46 – 51.

[10]黎海生, 夏海英, 宋树祥. 基于新工科的电子信息类专业人才创新能力培养模式研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(4): 200 – 202.

[11]王立华, 聂西文, 王道岩, 等. 大学生科技创新能力培养探索与实践[J],教育现代化, 2019(1): 28 – 30.

[12]张玉萍, 王立华, 王道岩, 等. 以科技竞赛为载体的本科生创新能力培养模式研究与实践[J]. 教育教学论坛, 2018(21): 141 – 143.

[13]贵向泉, 高祯, 李立, 等. “新工科”背景下人工智能教学改革研究[J]. 教育教学论坛, 2020(15): 129 – 131.

[14]黄河燕. 新工科背景下人工智能专业人才培养的认识与思考[J]. 中国大学教学, 2019(2): 20 – 25.