

高校机器人实践课程教学模式探索

周春琳¹ 熊 蓉¹ 刘 勇¹ 姜 伟¹ 谢依玲¹

(¹浙江大学,浙江 杭州 310027)

摘 要: 高校机器人技术教学主要以理论课教学为主,实践课教学的配比以及授课模式都存在不足。为进一步发挥实践课对学生动手能力和创新能力的培养作用,浙江大学从 2013 年起开设了全新模式的实践课,课程改变传统的教学为主,实验实践为辅的课堂结构,反之利用先进的教学实验条件,测试了以实践为主、拉动教学需求的新模式。这些课程在 2013 年至 2016 年浙江大学竺可桢学院工程教育高级班学员中展开了 160 人次、超过 800 个学时的测试,相关细节和测试结果在本文中进行报告,以供同行参考。

关键词: 机器人; 实践; 教学模式

A Mode of Practice Education in University Robotics Teaching

Chunlin Zhou¹, Rong Xiong¹, Yong Liu¹, Wei Jiang¹, Yiling Xie¹

(¹ Zhejiang University, Hangzhou 310027, Zhejiang Province, China)

Abstract: Lacking of practices and appropriate teaching methods is a common weakness in current robotics teaching in universities of China. In order to develop hands-on skills and innovative spirits of students, a new mode of robotics teaching has been implemented in Zhejiang University (ZJU) since 2013, where practice education plays a key role while the theoretical lectures act as auxiliary ingredients of the course. The teaching philosophy has been tested in more than 800 class hours among over 160 students in the Advanced Honor Class of Engineering Education (ACEE), Chu Kochen Honors College of ZJU from 2013 to 2016. Testing results are reported in this article for the reference of peers.

Key Words: Robotics; practice education; teaching mode

义,授课方法以及课程的测试结果。

引言

为进一步发挥实践课对学生动手能力和创新能力的培养作用,浙江大学从 2013 年起开设了全新模式的机器人实践教学课程,改变传统的理论教学为主、实验实践为辅的课堂结构,反之利用先进的教学实验条件,测试了以实践为主拉动教学需求的新模式。本文论述了课程实施的背景、意

1 背景及现状

随着机器人技术的发展,机器人技术教育与实践也越来越受到各个高校的重视。目前高校机器人教学中普遍采用课堂讲授+课内外实践组合的方式,以此促进学生对理论知识的吸收和锻炼学生对知识的应用能力[1]。课内实践通常

联系人: 熊蓉. 第一作者: 周春琳(1980—),男,博士,讲师.

基金项目: 浙江省高等教育课堂教学改革项目(kg2015006).

以小型项目为手段,项目设计与本门课程的授课内容相关,由3-5人的小组来完成,在课程开始时布置,课程结束或学期末提交报告并做演讲。项目的题目由教师给定,或自行组队提出。课外实践的设计形式比较灵活,有阅读报告、就某个问题提出或查询解决方案等,较少采用教材附带的习题作为课外作业。这其中的代表是世界知名的机器人技术研究机构卡耐基梅隆大学(CMU)机器人研究中心,该中心面向本科学生开设了近30门与机器人技术相关的课程,绝大多数课程授课都设置了理论课和实践课环节,为了强化实践课的重要性,理论课考试在期末考试中仅仅占据了25%以下的权重,部分课程甚至没有理论考试环节。

另一家重要研究机构斯坦福大学的机器人课程设计大致遵循2个步骤:首先从某一个论题开设导论课,使学生掌握基本的理论和应用技术,然后进入面向科研或某个前沿的深入学习课程,学生需要掌握基础可以选修第一个环节,感兴趣的话可以修第二个环节。伴随理论课进行的同时开设单独的实践课环节,提供实际的技术资料,使学生掌握实用的实践能力,利用课堂知识设计创新项目,并通过3次左右的汇报完成项目。教师在时间课中的任务是提供技术指导,确定项目的难度和深度,监督项目如期完成并给与评价。

瑞士洛桑联邦理工学院(EPFL)的机器人课程也具有非常鲜明的特色。首先,每一门课程就一个大的论题展开,其中的子论题从全校不同实验室召集教授讲解,教授提供的教学内容往往是其个人当前正在研究的内容,这样保证了学生在课堂阶段直接接触的就是国际学术前沿知识;其次,EPFL的机器人课程很少有明确的参考书,教师会对阅读材料提供一些建议,但不限定,教学内容完全由教师自主决定;最后,课程的考核也基本脱离了笔试的传统,而是依靠数量繁多的实践创新设计来评估。

我国许多高校也开设了机器人技术课程。如浙江大学[2]、清华大学等高校开设专门的“研究型”实践教学基地,提供机器人控制实验、学生科研训练项目培训、以及组织管理国内外机器人竞赛队伍。基地教学人员分布在不同的专业,对机

器人技术这一课题的科研教学基于不同专业的特色进行展开,其核心课程主要面向本科生开设,课程内容以传统的机器人学知识为主,与课程直接配套的实践课内容较少,实践部分能力通过教学基地的培训进行。上海交通大学是我国最早从事机器人技术研发的专业机构之一,拥有多个机器人相关研究教学实体,其核心课程面向本科生讲授基础知识,面向研究生的课程在人工智能等方面有所突出,许多课程都配有相应的实验课,但以验证性实验居多。此外,哈尔滨工业大学、国防科技大学、中国科技大学等高校也开设了各具特点的机器人技术课程,根据师资力量和实验资源提供配套的实践课。我国高校机器人实践课程的另外一个特色是与学科竞赛紧密结合[3],如RoboCup、智能车、IDC RoboCon等大型赛事,学生通过参与这些竞赛进行机器人实践创新能力的培养,但这些实践体系与机器人理论课程融合度不高,难以成为标准的机器人技术理论课配套实践模式。

2 问题分析

当前机器人技术教学中存在的一个普遍问题是实践课程内容落后,并且实践课授课经验不足[4]。这由多种因素导致。首先,机器人技术内容覆盖面广,涉及机械、电子、机器视觉、人工智能等不同方面,这需要具有不同专长的教师团队,对授课到师资力量提出了高要求;其次,机器人技术实践课配套所需的实验条件和实验设备通常较为昂贵,开展实践课的材料消耗也显著,因此造成了硬件资源上的障碍;最后,受传统教学理念的影响,对实践课模式的探索较少,不能充分发挥实践课在人才创新能力培养方面的功能。

沿袭传统的教学经验,当前的机器人技术课程基本采取了理论课程讲授为主、实践课程为辅的模式[5]。这一模式较为成熟稳定,可以有效的传递知识,并让学生在时间课程中更加直观地理解理论课的内容,而且教师可以根据实验条件裁剪实践课的内容,使得机器人技术教学得到更广泛的推广。但是,实践课存在的价值不仅仅在于让学生消化理论课内容,更重要的是培养学生的创新能力和创新思维,这样才能更加符合当前

社会与技术发展对人才的要求。为了实现这一目标,传统的实践课授课模式还存在进一步改进之处:1)首先,授课模式上基本上延续了理科课程的验证性方式,对创新性实践课的授课方式应用较少,主要处于由教师发现问题,引导学生查阅资料并通过实践解决问题的阶段,对学生发现问题的能力培养和创新思维启发方面尚不够充分;2)学生被动参与课程,按照给定任务和教学计划完成作业,缺乏主动探索的动力,因此在培养学习的主动性方面存在不足;3)实践课内容的设置考核与理论课考核在学生成绩的占比不够合理,学生往往受分数驱动,选择容易获得高分的方式应对课程任务,会忽视对自身能力的训练和培养。

3 解决方案

针对上述问题,浙江大学从2013年开始着手进行机器人技术实践课的教学模式探索,并开设测试课程。在课程设计中特别注重传统课堂上所欠缺的实践内容,任课教师从教学内容、授课形式和效果评估等各个方面都做出了创新尝试。测试课程每周7学时,每个长学期上课16周,全年两个长学期共计上课224个学时,面向浙江大学竺可桢学院工程教育高级班学生展开。课程配置差分两轮移动机器人,用以配套春夏长学期《轮式移动机器人技术及其强化实践》,以及双足仿人移动机器人,配套秋冬学期的《足式移动机器人技术及其强化实践》课程,平均3-4名学生可以分配一台机器人作为上课教具。

和普通班课程相比,该测试课程具有如下特殊的条件:1)课程没有既定教学大纲和固有教学模式的限制,针对全新的教学要求,任课教师发挥的空间较大,因此为了增强教学效果,教师有机会大胆地做授课模式的创新;2)参加测试课程的竺可桢学院工程教育高级班(简称工高班)学生由浙大各个工科专业中的优秀学生组成,无论从基础知识的掌握水平还是个人自学的主动性来看,都是同年级学生中的佼佼者,因此,教师采用新的教学法时学生的适应程度较高;3)课程配备了大量先进的教学实验设备,有条件把理论教学与实践教学充分结合起来,做到对学生能力的全面

培养。

传统课堂上实验与实践环节较少,实践课的对培养学生动手能力、创新能力的功能也不能充分的发挥。为了改变这一弊端,在测试课程中改变了传统的理论教学为主的模式,尝试让学生直接参与动手实践,在实践中发现、总结自己在理论知识方面的欠缺,然后教师再根据学生的需求调整理论教学内容。这样的实践课程模式使得学生从被动接受知识变为对知识具有主动的需求,实现以实践拉动教学的新实践课模式,做到了从给定任务实践到学生自主实践的转变。具体操作方法包含如下几个要点:

(1)课程一开始学生直接接触机器人系统,教师对系统软硬件、功能做出必要性的介绍,引导学生认识不同类型的机器人和它们的特点,并动手操作。通常,学生对操作机器人的兴趣远远大于枯燥的课堂理论知识,这样开始课程有助于迅速提高学生的学习积极性。这一过程需要2周共14个学时的时间。

(2)在学生能够初步使用机器人后,教师开始系统性介绍与该类机器人相关的理论体系整体概况和具有特色的知识要点,并在这时提出学生在机器人系统上需要完成的实践任务。学生通过前两周对机器人的了解、对实践任务要求的理解以及对自身知识水平和能力的评估,可以很迅速发现自己在理论知识方面所欠缺的部分。为了完成课堂指定的实践任务,此时学生具有获取新知识的主观意愿。在这样的形式下,教师根据教学进度安排和学生的知识掌握情况,结合实践内容穿插讲授理论知识点,还可根据学生要求灵活改变授课计划。这一过程持续6周时间,每周用2个学时讲授理论知识点,5个学时用来在机器人系统上动手实践,消化吸收理论知识。

(3)完成上述教学过程后,学生基本掌握了围绕该类机器人的主要知识点,并完成了课堂指定的实践任务。此时,学生需要在机器人系统上提出创新性的实践项目的设计方案,并用7-8周时间完成项目,即给自己设计期末考试题目。教师的职责是把握设计方案的创新性、实现的难易程度、知识点配置的合理性以及监督项目进展,并在项目实施过程中根据学生的实际情况补充知识点。这一过程一直持续到长学期的第15周。

(4) 课程的第16周进行考核,学生需要在机器人系统上演示自己设计的创新项目,并进行口头答辩和书面汇报。

4 测试结果

测试课程从2013年春夏学期开始在浙江大学竺可桢学院工高班教学中展开。学时安排为每周课内7学时,每个学年上课32周。目前已经完成了4个学年、共计超过800个学时的教学工作。课程每学期课程容纳40名学生,总计参加测试的学生包含2011级至2014级四届共160名本科生,分布在浙江大学全部工科专业。学生从大学二年级第二个长学期开始参加测试课。

从2013年春夏学期开始,测试课程的课业负担逐年加重,但从一项针对“学生课业负担”的调查来看,结果却恰恰相反。浙大竺可桢学院11级工高班学生参加了2013年春夏学期的课程,当时的期末创新项目设计时教师指定了部分内容,对学生自行创新的要求较低,期末给分也较为“慷慨”,但调研结果显示学生感觉这门测试课程课业课压力很大,平均每周需要超过20小时课外时间。13级学生参加2014年春夏课程时,教师对期末学生自行创新的要求明显提高,学生需要花费更多的课外时间,但调研显示70%以上的学生认为课业负担正常,可以按时完成课程任务,平均课外所需时间减少为12小时。导致这一差异的一个重要原因是,14年的课程中学生的期末考题几乎全部由自己设计,尽管包含的知识点不比上年课程少,但学生对自己设计的题目更有兴趣,平时即使投入更多时间也不会认为负担过重,后续年度的课程也延续了这个经验。这一结果验证了本文中的课程模式能有效提高学生学习的主动性。

一项针对“测试课程对本专业课学习的辐射作用”的调查显示,全部参加测试课程的学生都认为测试课有效地支持了自己对本专业知识的理解和运用,例如,机械专业的学生尝试改造机器人结构,扩展了机器人的功能;计算机系的学生更擅长运用机器视觉技术进行环境识别;控制系学生对机器人的运动控制更有心得。这些学生共同参加课程时,通过知识共享与实践操作,强化了各自的

专业技能。

在针对“测试课程对后续学习的效果”的调研中得到了更为积极的结果。参加测试课程的学生现在已经进入大学四年级的最后一个学期,过去的两年内这些学生在各自的院系学到了不同的专业知识,所有学生都认为机器人实践课上学到的分析问题、发现问题的方法对自己后续学习有很大帮助;课堂上锻炼的动手能力让他们在高年级的专业课学习中获益匪浅。同时,近期在针对学生的追踪调查中,有近50%的学生反映测试课开始的时间稍微过早,学生认为如果他们进入高年级,学习过更多专业知识后再开设测试课,将会在课程上“做出更多更炫的东西”。表面上看,这是测试课程的一个缺陷。但是,与另一项针对普通班(没有参加本测试课程的)高年级学生的调查对比后就会发现有趣的现象。普通班中,有高达40%的学生觉得学了专业课后,除了考试就不知道这些知识到底能用在哪儿!由此可以看出,在工科低年级学生中开设机器人技术实践课程,能够有效的让学生发现未知的问题,让学生带着问题去面对未来两年的专业课,当学生再回顾从前的课程时,起到融汇贯通的效果。

5 结论

(1) 浙江大学从2013年起进行实践课的授课模式改革,经过四年多的摸索,初步形成了以实践课为主、拉动理论教学的机器人技术实践课模式。通过开设测试课程,证明新的实践课教学模式能够有效地调动学生学习主动性。

(2) 对连续四年的学生学习效果的追踪调研显示,新的授课模式能够更加有效地帮助学生消化吸收课堂理论知识、培养学生创新能力与动手实践能力,同时对其他专业课程的学习也起到了明显的辐射作用。

References

- [1] 郭永峰,毕波,于海雯. 全日制教育硕士专业学位研究生实践教学现状研究[J]. 《学位与研究生教育》,2016,(6): 14-19.

- [2] 周春琳,姜伟,刘勇,熊蓉.以机器人为教学载体的工程人才培养模式[J].《文理导航·教育研究与实践》,2015,(12).
- [3] 于玲,谢依玲,张光新.大学生科研训练网络化管理平台构建[J].中国教育信息化[J].《高教职教》,2014,(4): 84-86.
- [4] 孙友然,杨森,江歌.基于结构方程的高校实践教学满意度模型构建研究[J].《高教探索》,2016,(1): 74-81.
- [5] 阎世梁,张华,肖晓萍,王银玲,熊开封.高等工程教育中的机器人教育探索与实践[J].《实验室研究与探索》,2013,32(8): 149-152.