

高校机器人实践课教学中若干现象分析

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: 为发挥实践课对学生动手能力和创新能力的培养作用,以机器人教学为载体,浙江大学针对竺可桢学院工程教育高级班提出了新的实践课培养模式,从 2013 年起在连续四届学生中开展实践教学模式和方法的测试。本文论针对新模式下实践课教学中若干有趣的现象,提出了用于规划授课知识点的“群岛模型”,论述了授课过程中的主客体交融以及教学评价中的师生博弈现象。

关键词: 机器人;实践教学;群岛模型;

Special Phenomena in Robotics Practice Education in Universities

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

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

Abstract: Zhejiang University proposed a new mode of robotics practice education for students of the Advanced Honor Class of Engineering Education (ACEE), Chu Kochen Honors College in order to develop their hands-on skills and innovative spirits. The teaching philosophy has been implemented since 2013 to now in four-year consecutive classes. Several interesting phenomena in the test are discussed in this article including the islands model for organizing the knowledge points and the interaction and opposing between teachers and students.

Key Words: Robotics; practice education; islands model

引言

实践在高校工科教学中有着重要作用,但也是当前我国高校教学的短板。基于传统的教学模式,工科课程以理论教学为主,动手实验和实践作为辅助手段,而且实验仅仅是验证性实验,很对学生实际动手能力起到锻炼的作用,更难以体现对学生创造力的培养。浙江大学自 2013 年开始在校内实验班开展以机器人为载体的工程人才培养模式探索[1],在课堂教学中采用实践教学为主、理论教学为辅的教学理念,取得了良好效果。在新

模式的探索中,课堂教学过程出现了一些有趣的现象,本文对这些现象进行了总结和讨论。针对机器人教学知识点繁杂的特点,本文提出了“群岛模型”进行量化描述;针对新型课堂上的师生关系,本文讨论了其中的主、客体交融现象;针对课程成绩评估过程,本文讨论了其中的师生博弈现象。现就有关内容论述如下。

1 课程设计

机器人是多学科交叉知识的集合体。机器人技术的范围涉及控制理论、运动学与动力学、人工

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).

智能、机械设计与制造技术、计算机硬件与软件技术、电力伺服技术、传感器技术等不同科学及技术领域。高校可充分利用机器人知识的辐射作用,把机器人教学作为培养优秀工程人才的有效载体。遵循这一思路,浙江大学开展了以机器人理论与实践教学为核心的工程人才培养模式探索[1-2]。

由于机器人技术对理论知识与实践能力都有较高要求,因此对教学工作带来了一定挑战。特别是其中的实践教学部分,受限于各种条件和基础[3],一直是我国高校机器人技术相关教学工作中的短板。这主要由如下一些原因导致:首先,机器人技术内容覆盖面广,涉及工程与理学的多个方面,这需要有不同专长的教师团队,对授课到师资力量的完备性提出了高要求;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。

为此,浙江大学在保障教学硬件条件和师资力量基础上,开展了机器人技术实践教学方法和模式的探索,以期进一步提升学生学习主动性和培养学生创造力。课程以实验和实践为主,注重实践对理论的需求,通过实践来带动学生对理论知识的主动获取。新的教学理念自2013年开始在浙江大学竺可桢学院工程教育高级班(简称工高班)开始实施至今,已经在4届学生中进行了探索和测试。该班级是辅修性质的实验班,每年从浙江大学全校理工科专业5000余名一年级本科生或五年制二年级本科生中选拔,择优录取40人组成。工高班的机器人课程本着实践为主导、理论教学为辅助的新理念进行展开。课程包括春夏长学期《轮式移动机器人技术及强化实践》以及秋冬长学期《双足移动机器人技术及强化实践》。两门课程所选择的内容代表目前机器人技术领域的主要知识点和基础。从2013年春夏学期开始上课,至今已经完成了连续四届本科生的授课工作。

在轮式移动机器人技术课程中,重点讲授了轮式运动学、路径规划、轨迹规划等核心关键技术中存在的问题、实现方法与原理;在足式机器人课程中,围绕仿人机器人的构造、运动规划、机器视觉、平衡控制以及步态规划等核心关键技术展开。

课程均采用实践为主、理论为辅的教学模式。每门课的理论授课部分16学时,实践训练部分96学时,两门课程全年课内教学总计224学时。

授课的基本思路是,让学生在给定机器人平台上充分开展实验和操作,逐步发现和探索所缺乏的理论知识点,教师再根据学生对知识的需求提供理论课指导,从而完成先实践后学习的过程。课程基于先进的教学实验工具,让学生参与大量的实践实验训练,使学生在充分理解机器人技术理论知识的基础上,更加重视对知识的运用和实践,锻炼学生自主探索的能力,激发学生创新思维。

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。

2 教学现象分析

机器人课程有着自身独特的内涵,在尝试新的教学模式和方法过程中,出现了若干有趣现象。本节对此作出讨论和分析。

2.1 “群岛模型”

上述实践课授课模式得以成功实施的一个重要前提是合理的规划授课的知识点,即科学的把握课程的“度”与“量”。这里“度”指的是知识点的深度(知识的难度)，“量”指的是独立知识点的数目(知识的广度)。常规的课程根据教学大纲,把需要讲授的内容按照有限个知识点进行分配,逐一向学生传授,但机器人技术的实践课有很大不同。机器人技术本身的内容包罗万象,涉及的知识点数量繁多,难以在有限的课堂内全面覆盖。更加重要的是,以实践课为主时,学生的创新实践内容五花八门,需要弥补的知识空缺较大。

以轮式移动机器人的实践课为例,课程重点在讲授机器人的运动学、全局路径规划、动态避障、轨迹规划等核心内容,但落实到实践中,这些课堂知识不足以让学生完成项目。比如有学生把轮式机器人改造为自动垃圾清扫车,需要在机器人上实现最优路径规划、障碍物识别避障,但是机器人的室内自定位问题是教学计划里完全没有涉及的部分,学生需要自行解决;有学生试图让多台移动机器人协调工作,模拟“老鹰捉小鸡”的游戏,利用课内知识进行路径规划是动态避障,但必要的多机实时通讯技术是课内理论部分欠缺的内容,学生需要自己解决。

在此,可以用“群岛模型”来描述这一问题。如果把每一个知识点比作一个岛屿,那么一门课程就是有大大小小不同的群岛构成。岛屿的大小(S_i)代表了知识点的“度”,岛屿的数目(N)代表了知识点的“量”,岛屿之间的距离(D_i)代表了知识点之间的跨越难度。在常规的课程中,课程的内容之间有着明显的逻辑关系,即各个岛屿之间是有明确的桥梁联通。但是,在机器人技术的实践课中,由于岛与众多,且彼此差异较大,岛屿之间只有难以通行的海水,课内没有条件讲授联通岛屿的途径,岛屿之间的通行存在难度,把难度系数计为 c_i 。用“群岛模型指数”(IS)来描述课程的“度”与“量”,则存在如下定量关系:

$$IS = \alpha \sum_{n=1}^N S_i + \beta N + \gamma \sum_{n=1}^{N-1} c_i \quad (1)$$

其中, α 、 β 和 γ 分别为三项的权重系数。

合理的设置“群岛模型指数”对课程的顺利开展至关重要。如果这一问题处理不好,学生在创新实践中难以把不同知识点综合运用,最终把创新性实践课重新变回传统的验证性实验课。如果把学生的创新实践作业比作是一次“跳岛游”,那么教师希望学生尽可能的遍历更多岛屿,从而领略更多风光;同时,还希望学生在岛上全面探索,深刻体会这个岛与的独特,即“群岛模型”指数越大意味着对学生的要求越高。但如果岛屿过大,学生会感觉难度太高;岛屿太多,则课程负担过重;岛与岛之间的距离过大,则会严重影响学生创新实践的积极性。因此,“群岛模型”指数事实上代表了课程的整体难度,需要在测试课程中根据学生的学习效果反馈进行摸索确定。

2.2 授课的过程的主客体交融

灵活配置授课内容和授课进度是本课程的一个明显特色,这得益于授课过程中师生之间的有效交流和及时的信息反馈。常规课程中,上课的主体是教师,学生作为客体接收知识,学生的学习效果反馈作为调节课程安排的一个重要指标。但学生的反馈往往需要等到期末考试之后才能获得,所得到的数据只能用于修正下学期的课程计划。当前高校教学中也存在另一种把学生变为课程主体的方式,即采取“翻转课堂”的模式,教师划定课程内容范围后,学生自行预习,课堂上学生作为主体讲授自学的内容。

测试课程中,没有采用当前应用较多的“翻转课堂”模式。我们认为,学生对一门未知的机器人技术课程缺乏整体性的认识 and 把握,课程很多内容往往是领域内较为前沿的问题,难以找到合适的教科书让学生有针对性预习;再者,学生没上课之前本身对课程内容、重点等都不熟悉,采用“翻转课堂”可能会让学生沿着错误的方向摸索,反而浪费时间。因此,在本测试课程中采用的主要方式是基于前述“群岛模型”的概念,由教师主导讲授每一个“岛屿”,即主要知识点,要求学生自行学习“跳岛”的方法,并通过小组讨论与课堂汇报的形式与其他同学知识共享,从而提升全班的学习效率。例如在轮式移动机器人课程中,针对机器人室内定位问题,学生自行探索了各种方法之后采用了利用全局机器视觉的方案,全班同学共同努力解决了其中的软件编程与硬件选型和配置,期末实践大作业时大家共享这些技术成果。另外,学生在探索“跳岛”的方法时也会有各种奇思妙想,其中一些措施对教师也深具启发意义。

在期末考试题目的设计时,学生也起到了主导作用。首先由教师指定基础任务,让后让学生为自己设计期末创新实践考试的题目。要求学生仿照项目申报的方式提出自己的设想,教师进行难度和工作量方面的把关,全班同学共同评审,一旦题目确定则必须要在期末考试中实现。这一做法使得学生在整个教学活动中从被动接受变为了主动为自己规划教学计划,贯彻了把学生纳入教学环节的理念。

2.2 课程评估中的师生博弈

在高校普遍采用学分制后,学生对课程成绩

的追求几乎要重于对知识的追求,因此,合理的课程考核制度对学生的学习态度和学习过程形成明显的导向作用。传统课程督促学生学习的一个重要手段是进行书面的期末考试,由于试题只有在考场上才能知晓,因此学生为了获得高分,“被迫”全面学习课程的知识点。我们认为,这样的考核方式对培养学生的主动性方面效果不够理想。教师总是期望“群岛指数”越来越高,从而教授更多知识,但学生为了获得较高的分数,则希望指数越低越好。这中间存在一个师生博弈的过程。

为了解决这一矛盾,测试课程中采取了若干策略和方法。首先,为了达到让学生带着问题来上课的目的,学期初始阶段就告诉学生本学期的实践部分的作业内容、甚至是期末实践环节的考题,这些作业与考题包含了整个学期重要知识点,让学生从一开始就不停的思考那些授课内容对自己有用。其次,实践课的授课模式中,学生提出创新实践项目时教师需要制定一个基础群岛指数,即项目的难度要达到一定底线,完成这些基础工作可以得到相应的分数(实际操作中给80分),如果想要获得更高的分数,学生必须自己增加项目的难度,不设上限,只要能力允许可以一直加到满分。最后,在项目执行过程中,允许学生根据实际情况与教师进行“讨价还价”,即学生有充分的理由证明自己工作的难度和创新程度比预期要高时,可以要求加分,或者难度过大会导致项目失败时,可以要求更改项目内容,教师则依据专业知识和经验担当裁判。

在2013—2017年的教学过程中发现,由于学生深度参与了课程内容和考核的制定,其主动性比传统规定作业和知识点范围的班级有了明显提升。尽管“群岛指数”逐年有所增长,即课程的难度和内容量逐渐增加,但学生并没有普遍反映课业加重。师生共同制定成绩考核标准的做法也避免了片面追求分数而忽视学习质量的弊端。

5 结论

(1) 为应对工科课程中知识点繁杂对实践教学带来的困难,本文提出了“群岛模型”进行描述,为授课内容的度量提供了有效的量化工具。

(2) 在实践课中实行授课主、客体角色的互换,以及课程考核体系中充分加强学生对考核方法的主导权,有助于提升学习积极性。

References

- [1] 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).
- [2] 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.
- [3] 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.