



“机器人教育” 离课堂还有多远？

特约专家 钟柏昌 谢作如 本刊记者 刘彦芳/策划执行

随着创客空间与创客教育的快速发展,中小学“机器人教育”又一次成为关注的焦点。特别是《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》将培养学生的创新能力提升到了国家战略的高度,更成为中小学机器人教育普及的强力后盾。

机器人教育强调手脑并用,是培养学生创新实践能力的重要途径,是实现“制造”大国迈向“智造”大国的教育基础之一。然而,如今说到机器人教育,我们大多只会想到“竞赛”,这些风风火火的“机器人竞赛”从学生间的竞赛逐渐转变成机器之间的竞赛,这不仅背离了利用机器人培养所有学生动手能力与创新精神的初衷,也成为机器人教育走进课堂的绊脚石。那么,作为一个具有鲜明时代色彩和技术特点的教育模块,以课程为载体开展的机器人普及教育的发展现状如何?如何摆脱竞赛的束缚?进入课堂又会面临何种困难?教师又应如何面对?……

本期专题,我们邀请了南京师范大学教育科学学院教授、教育技术学博士钟柏昌及温州创客空间和温州大学创客空间联合创始人谢作如老师就上述问题展开探讨,并请到几位一线教师来分享机器人教育的实践经验。

E 专家视角 XPERT VIEWPOINT



钟柏昌

教育技术学博士，南京师范大学教育科学学院教授，南京师范大学“百人计划”培养人选，中国教育技术协会信息技术教育专业委员会常务理事，全国中小学信息技术优质课展评活动、全国中小学机器人教学展评活动、全国信息技术课程教学案例大赛执行主管。

主持国家社科基金项目1项、教育部人文社会科学规划和全国教育科学规划课题3项，主持其他项目多项。在国内外刊物发表论文近100篇，人大复印资料全文转载17篇，系在国际SSCI期刊发表计算思维研究成果的首位中国学者。主要研究方向为信息技术教育和教育技术基础理论，围绕中小学机器人与创客教育选题主持了多项研究课题，发表了20余篇相关研究论文或教学设计。

浙江省温州中学信息技术教师，温州市享受教授级待遇中学高级教师，温州市551人才，南京师范大学客座研究员，温州大学硕士生导师，浙江省中小学创客教育网络工作室负责人，中小学STEAM教育论坛活动联合发起人，温州创客空间和温州大学创客空间联合创始人。

2006年开始从事机器人教育，随后转向STEM教育和综合课程开发，曾被聘为BotBall国际机器人大赛中国赛区技术顾问，多次承担全国中小学机器人教学展评活动的评委。2010年接触开源硬件Arduino，与国内创客关系紧密。2013年，与吴俊杰、管雪枫等人共同发起中小学STEAM教育论坛活动。2014年，带领研究生编写了国内第一个完整的开源STEM课程“Arduino创意机器人”



谢作如

Q:《中国信息技术教育》：近年，随着技术的进步，教育的发展，我国在机器人教育方面也有着突飞猛进的发展，请两位专家对我国机器人教育的现状进行梳理与分析。

A:钟柏昌：在国内基础教育领域中，有关机器人教育的实践历史并不长，最早可以追溯到2000年，北京市

景山学校以科研课题的形式将机器人教育纳入信息技术课程。近年来，随着国家基础教育新课程改革的不断深入实施，我国中小学机器人教育有了较快发展，其教育价值已逐步获得社会的认可，特别是《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》将培养学生的创新能力提升到了国家战略的高度，为中小学机器人教育

的普及提供了新的契机。最近被社会各界广泛关注的创客空间与创客教育,其基本内容也是围绕机器人的设计与创作展开的,从而为中小学机器人教育提供了新的发展平台和外在动力。

但整体而言,国内基础教育领域有关机器人教育的现状,竞赛模式依然占据绝对的主导地位。即使在经济发达地区,中小学机器人教育的普及率依然很低。在已经开展了机器人实验的学校,也只限于在兴趣小组中开展教学和参加各种机器人竞赛,即便那些号称开展机器人普及教育的学校,据我了解也只是局限于一两个班级规模的校本选修课,覆盖面依然相当小。这不仅浪费了教育资源,也有违教育公平。有意思的是,国内有关机器人教育的研究文献,也主要集中在对竞赛模式的反思,很少关注普及教育方面的问题。

此外,从当前机器人教育的内容和方法看,还存在明显的不足,尤其体现在如下两个方面,其已然成为制约机器人教育进一步发展的瓶颈。

一是教育目标层面,侧重模仿实验,重基础轻应用。培养学生的创新应用能力是机器人教育的主要目标之一,也是机器人教育的重要价值所在。但目前看来,在机器人课堂教学中,创新能力的培养往往流于形式。具体表现在教师基本沿袭信息技术课堂惯用的“讲练结合”或“封闭式任务”教学法,以模拟实验或模仿再现生产生活中的科技产品作为主要教学任务,教师通过讲解制作步骤让学生亦步亦趋完成预定机器人的制作,重在对基础知识和基本技能的掌握,学生作品缺少个性化设计,更谈不上创新设计。

二是教育内容层面,侧重学科本位,重技术轻整合。受机器人竞赛思路的影响,以及相关教育教学研究的滞后,中小学机器人教学还处在以传授机器人技术知识为核心的初步发展阶段。换言之,机器人只是作为学习的对象,有关机器人技术的本体知识构成了机器人课程的核心或全部内容,教学内容相对单一。

A:谢作如:我国自2001年举办首届全国青少年机器人竞赛以来,在竞赛的带动与促进下,全国各地开展了

校本课程、课外科技小组、选修课等丰富多彩的机器人教育活动。由于对机器人教育认识上的不足,加上机器人竞赛活动的教育目标不明确,我国机器人教育的发展受到一定程度的制约。虽然有一些学校或者地区做了比较深入的尝试,但从全国层面上看,机器人教育并没有在中小学得到真正意义上的普及。

究其原因,最重要的就是因为管理部门未制订教育机器人标准,导致机器人标准不一,互不兼容,缺乏普及型的机器人教学器材,也缺乏针对机器人普及教育的适合中小学的机器人课程。仅为竞赛设计的机器人不仅价格高,而且功能单一,很难用于大班教学。除此之外,还有一个原因在于国家课程中没有机器人教育的位置。在高中课标中,关于机器人的教学内容划分在通用技术中,但形同虚设。信息技术老师又找不到开展机器人教育的理由。如果有人说,校本课程中不是给机器人留了位置吗?可是,开设机器人教育的成本太高了,没有学校会这样大手笔投入,仅仅为了开一门校本课程。

Q:《中国信息技术教育》:两位对国内的“机器人竞赛”有何看法?抛开竞赛,怎样才能让学生创造出解决实际生活问题的产品?

A:钟柏昌:对于这个问题的回答,需要理解竞赛模式的不足及其走向普及教育模式的重要性。竞赛导向的教学是大多数学校开展机器人教育所采用的方式,通常的做法是由学校购买几套机器人器材,在教师的指导下组织学生进行机器人的硬件搭建以及程序的编写,然后参加一些相关的竞赛活动。参加竞赛所获得的荣誉以及由此产生的政绩,使很多学校乐此不疲。也正因为此,机器人教育成为类似高考科目一样的高利害教育,具有很强的功利性和应试色彩,高性能、高价位的机器人设备成为一些学校在竞赛中致胜的法宝。这显然不利于机器人教育的公平、健康发展,也不利于学生创新能力的有效培养。换言之,竞赛模式就其教育价值而言,是一种高投入、低收益的教育模式,不仅不符合普及教育的需

要,甚至成为机器人普及教育的拦路虎。走出竞赛模式的怪圈,才能迎来普及机器人教育的春天。这对中小学校长而言,不仅需要理解机器人普及教育对全体学生创新实践能力培养的“普世价值”,更需要对教育本真价值的不懈追求。当然,机器人普及教育并非就是“纯教育”,其本身也具有功利价值,也不排斥在普及教育基础上的竞赛行为,本质上,普及教育并不排斥合理的精英教育,但前提是我们不能本末倒置。一些觉悟较早的学校,已然将机器人普及教育打造为学校的特色教育,不仅吸引了生源,也吸引了教育行政主管部门大量的资金投入。

如何才能让学生创造出能够解决实际生活问题的“产品”,培养其创新精神,从宏观的角度就是要树立普及教育的理念;从微观的角度,就是要改变我们现有的注重模仿实验的机器人教学模式,多去尝试下文将要提到的趣味交互型教学、科学探究型教学和发明创造型教学。

A:谢作如:我国的机器人教育一开始的确是靠竞赛推动的。竞赛是一剂猛药,可以在短时间内吸引一大批逐利而来的学校,看起来轰轰烈烈。但这也为之后的发展带来种种问题,因为一次竞赛的获奖名额就那么几个,谁也不能保证花了一大笔经费购买了机器人就一定能获奖。况且最糟糕的是,要持续获奖就要年年投入。所以现实往往是这样的:一所学校砸了一笔经费,拿了几个奖,然后离场。因为那些买过来的机器人在第二年的比赛中就很难继续拿奖,只能当作废品处理。

但是竞赛并非原罪。适当利用竞赛的机制,如类似“创客马拉松”一样的机制,现场搭建,现场比赛,对学生的综合水平是有很大促进的。但是组织这样的比赛,工作量将会很大,几乎官方的比赛都不会选择这种形式。赛制不完善,就会导致各种乱象。例如,选手拿着现成的机器人就能参加比赛,利用一个晚上熟悉机器人的操作,就可能获得大奖。又如,厂商会分别在某几个项目上研究所谓的比赛方案,将机器人的竞赛策略做到极致,造成某几个项目的获奖被某个品牌机器人

垄断的现象。这种急功近利的做法对机器人竞赛的伤害是致命的。

说到“让学生创造出解决实际生活问题的产品”,我们还是要回到为什么学习机器人这个问题上来。我认为不能过于关注“创造”的目标,这太功利。我们应该将机器人作为承载STEM教育、创客教育,进行跨学科学习的一个重要的平台,培养学生动手实践能力和学以致用能力。只要不是一味盯着竞赛,教师利用丰富的案例,引导学生关注生活,关注真实的世界,各种创意、创造就自然而然出来了。

Q:《中国信息技术教育》:微课、翻转课堂等新的教学方式层出不穷,那么在机器人教学方面有哪些优秀的教学模式与方法呢?

A:钟柏昌:机器人教学有其特定要求和方法,我们认为,如下四种教学模式值得教师进一步探索:

第一,实验模拟型教学。

此类教学的基本特点是以机器人相关技术作为教学内容的主体,将机器人本身作为学习的对象,以掌握机器人本体知识为导向。其基本教学过程表现为:根据任务要求,引导学生使用自己的机器人平台构建具有自主控制能力的智能装置,以模拟实验或模拟再现生产生活中既有科技产品的功能或工作过程,在此过程中获得机器人的基础知识和基本技能,并有可能提高学生的逆向工程能力。实验模拟型教学可能表现为灌输式教学或纯技能训练的教学,也可能表现为问题解决式的教学,但其要解决的问题是某个确定的、有现实参照物的问题,也是有特定答案的技术问题。因此,其核心价值表现为培养学生学会利用机器人模拟再现事物。

第二,趣味交互型教学。

所谓趣味交互型教学是指以开发有趣、好玩的机器人联机交互系统为主要任务的教学。在我们最新的一项教学实验研究中,设计了4个富有梯度的趣味交互系统学习项目。其一是“控制小灯”,在S4A端(简称“S端”)呈现一个简单的电路,Arduino端(简称“A端”)

设计一个按钮开关,通过A端的开关控制S端电路中小灯的亮灭;其二是“音乐互动”,S端为音频播放程序,A端载有声音传感器,用户对着声音传感器吹气,根据音量大小的不同S端发出不同的声音;其三,“智能家居”,S端为一个风扇动画,A端载有超声波传感器,风扇的转速能随着人与A端距离的变化而变化;其四是“人机游戏”,S端制作趣味小游戏,A端为控制端,可利用各种传感器与游戏进行交互。可见,与实验模拟型教学一样,这是一类以机器人相关技术(含程序设计)为主要内容的教学。当然,要设计趣味性机器人联机交互系统,除了Arduino,还有更多的开源硬件平台可以选择,如makey makey、酷乐宅等。根据不同的学习阶段和知识点的难易程度,趣味交互型教学可以选用讲练结合、任务驱动、项目教学等不同的教学方法。

第三,科学探究型教学。

科学探究型教学是另外一类需要设计联机交互系统的教学类型。它以科学问题为导向,将机器人作为开展科学探究的载体和工具,为探究性学习提供数据收集、加工的技术支持。其教学过程一般从生活中的科学问题出发,利用机器人建模,制定科学探究方案,开展科学探究实践,利用机器人收集数据,利用程序设计或其他数据统计软件分析数据,使学生在获得机器人本体知识的同时提高科学探究能力,并习得科学知识和科学的思维过程与方法。因此,其核心价值是培养学生学会利用机器人进行科学探究。

第四,发明创造型教学。

发明创造型教学是以实际需求为基本导向、以项目教学为基本方法、以创新实践为核心目标的教学,要求学生通过教学能够制作出具有创新性的智能人造物,这也触及了当下流行的创客教育的本质。但是,在机器人教育领域,目前还没形成指导学生开展发明创造活动的理论和方法。我们认为,国际流行的TRIZ理论是一个可资借鉴的理论基础。TRIZ是俄文缩写,对应的英文缩写为TIPS(Theory of Inventive Problem Solving),即“发明问题解决理论”。其主要研究人类进行发明创造、

解决技术难题过程中所遵循的科学原理和法则,它是一种建立在技术系统进化规律基础上的问题解决系统,包括各种理论、方法、工具和程序,同时也是一个创新能力培养体系理论。它能够帮助人们系统地分析问题情境,快速发现问题本质或者矛盾,准确确定问题探索方向;帮助人们突破思维障碍,打破思维定势,以新的视角分析问题,进行逻辑性和非逻辑性的系统思维。可见,TRIZ非常适合指导机器人教育。

A:谢作如:教育技术圈这些年炒作的名词太多,我不是很喜欢。对于机器人教学而言,内容比形式重要,即所谓教什么比怎么教更重要。只要教师有序地把控教学进度,把更多的时间交给学生反复练习、体验、实践,用有趣的案例吸引学生自主参与,就是非常优秀的机器人教学了。

如果非要推荐几种教学模式,我比较喜欢基于项目的学习和基于设计的学习。这两种教学模式有着异曲同工之处,都是采用项目式学习,适用于机器人教学。但是,基于设计的学习更强调在实施过程中不断学习新知识和技能,不断对已有的方案加以修改和设计。这一理念和学生学习机器人、研究机器人的过程是一致的。

我认为教师在机器人教学中首先是挑剔的食客,不断对学生提出新的要求以促进其不断的进步,教师给出的反馈无论是赞许还是质疑,都能让学生感受到自己的活动和学习是有意义的,是被关注的。当然,对学生的要求必须遵循学生的发展特征,逐步提高,任何成功都不是一蹴而就的,教师的关键“指导”就体现在这方面。其次,教师也是学生们贴心的保姆,以一个服务者的身份存在,在学生有所懈怠放松时小心呵护他们的上进心。当然,作为一个服务者的身份存在,不代表教师盲目地满足学生的一切需求,教师要对学生的要求作出判断与衡量。最后,教师更要像大方而慈祥的长辈,因为无论学生遇到什么问题、什么困难教师都是站在学生一方,为他们竭尽所能,并且根据设计的需求为学生提供各种学习帮助,包括购买器材、寻找相应学科领域专家的指导等。

Q:《中国信息技术教育》:新修订的高中课程标准即将公布,对机器人教育会有哪些影响?机器人教学能否进入课堂?

A:钟柏昌:首先应该看到,机器人教育已经在不少地方开始进入课堂,以班级为单位开课(即普及教育导向,不同于竞赛导向),且是在信息技术课程的框架内由信息技术教师负责实施,取得了一定的进展,培养和锻炼了一批教师队伍,也积累了大班教学的经验,为更大面积普及机器人教育奠定了基础。

我们注意到,这些学校所选用的机器人设备,除了乐高等著名厂商出品的较低成本的教育版机器人外,也有一线教师自主研发的简易机器人,还有现已流行的开源机器人。这些廉价的产品、设备和方案,为机器人教育从变味儿的竞赛走向普及教育提供了重要条件和可能性。因为一直以来,竞赛模式给大家带来的高投入、高成本印象,一直是限制机器人普及教育的重要因素。今年,高中信息技术课程标准的修订版将正式发布,在新版课标中,机器人教育以类似“开源硬件机器人项目”选修模块的形式出现,其一个重要意图就是要以廉价的开源软硬件平台作为普及机器人教育的利器。随着新课标的发布,我们有理由相信会有更多的学校加入到机器人普及教育的潮流中来。

当然,影响机器人教育的普及还有很多因素,除了经济因素外,课程体系、师资队伍、教学评价均不成熟。值得庆幸的是,政府和政策层面的支持在不断加大,社会和家庭层面对机器人教育的接纳度不断上升。例如,根据我们最近在南京做的一个市场调研,大大小小的青少年机器人培训机构将近40家,年培训人数超过1.5万人次,要远远大于校内的教育规模。我们的基本判断是,如同上世纪80年代计算机课程刚进入中小学一样,机器人课程也将以必修课、必选课、选修课以及课外科技活动等多种形态共存一段时期,这种状态已初现端倪。

此外还需要关注的是,新课标所涉及的“开源硬件机器人”模块,强调以开源机器人为基础平台的包容STEAM教育理念的创客教育,将为创新教育提供新的

可能,也将为纯粹的学科本位的机器人教育拓展新的空间,赋予其更丰富的教育价值。

A:谢作如:即将发布的高中课程标准中,信息技术课程标准中除了“开源硬件项目设计”模块外,还有“智能系统初步”模块与机器人教育相关。虽然这是高中的课程标准,但我相信对小学和初中也有很大的影响。

至于机器人教学能否进课堂,我是一直持乐观态度的。但是,我希望大家不要过于在意“机器人”一词,以及课程的名称中是不是带上“机器人”。我们需要关注类似机器人的能够让学生动手动脑、软硬结合的教育内容能否进入课堂。例如,有些地方开展智能家居或者物联网方面的课程,其核心内容和我们说的机器人并没有太大的区别,没有必要非要他们把课程名称都改为机器人。又如,新课程标准中的“开源硬件项目设计”模块,其关注项目设计的一般流程、输入与输出接口、基于开源硬件的系统设计与开发,课程内容和机器人课程相似度很高。

不过有一点需要强调,一些带上“机器人”一词的课程,反而未必是我们期望的机器人课程,如虚拟机器人。在我看来,虚拟机器人其实就是一个主题式的以编程为核心的教学平台,失去了实体机器人,在育人价值方面是要大打折扣的。

Q:《中国信息技术教育》:最后请两位专家在机器人教育教学方面为一线教师建议一些思想与方法。

A:钟柏昌:我想老师们除了要努力学习开源软硬件,尤其是Arduino相关产品的基本原理和使用方法外,还需要理解机器人普及教育的价值和上文所提的各种实现手段(教学模式),将自己武装成为一个有创新实践精神和能力的人,或曰“教育创客”。

应该说,从教育目标定位的角度看,人们都已认识到通过机器人教育来激发和培养学生创新能力的重要性,这个整体目标是没有争议的,而问题在于达成这一目标的具体手段。犹如素质教育目标与应试手段的关系,机器人教育活动中也存在目标与手段脱节的问题,

一个典型的表现即如前文所述,在教学活动中充斥着大量重复性实验、机械性模仿的学习活动。例如,教学活动以循迹、走迷宫等“老套”内容为主,或者局限于追求速度和精确性的设计,或者落入“示范—模仿操作”的窠臼,未能关注机器人技术更为广泛的社会应用,未能真正激发学生的发散思维和迁移应用能力。此类教学的长期持续,不可避免地会将机器人教育的核心目标演变为对机器人技术原理的理解和简单技能的操作,从而将创造性能力的培养束之高阁或流于表面。

我们认为有必要将目标重新定位为通过创造发现机器人技术的价值,使机器人教育真正成为培养学生创造能力的一个重要阵地。以常规的循迹实验为例,我们可以使学生理解机器人循迹的技术原理,并引导学生走向生活应用,如设计自动黑板擦或自动吸尘器的原型,以体验机器人的技术魅力与社会价值。

进一步说,机器人教育与其他载体的信息技术教育的最大不同,在于其蕴含了独特的教育价值。在信息技术课程中,每个部分都应有其独特的技术思想和教育价值。例如,多媒体制作课程,其核心是设计思想,可以培养学生的设计思维和设计能力;程序设计课,其核心是算法思想,可以培养学生的算法思维或者说狭义层面的计算思维;那么机器人课程呢,它至少有三个核心思想,即自动控制理论(或智能控制理论)、工程思想、TRIZ理论。其中,自动控制理论是研究动态系统在变化的环境条件下如何自动保持平衡状态或稳定状态的科学思想,要自动保持平衡状态或稳定状态,需要建立系统观念并开展创造性的系统设计。工程思想的核心是利用工程方法创造新的人工制品(人造物),在机器人课程里面就是制作具有特定功能的自动或智能控制系统,而且这一创造过程受现实物理条件的制约,需要考虑边界条件和可能失败的情形,需要决定哪些细节需要强调,哪些细节可以忽略,需要与现实妥协。因此,有关工程设计思想、逆向工程思想、工程复用思想、工程标准化思想、统筹思维和折中思维等应渗透其中。TRIZ理论前文已述,这里就不再赘述了。机器人课程要体现这些本

质,必须鼓励学生开展多样化的创新实践,以培养学生的创造能力作为第一要义。

A: 谢作如:一说到建议,我就会想起南京师范大学李艺教授的一句话:“我想,假如我们有一种情怀,要为孩子们设计一门理想的课程,那机器人就是最好的选择之一。它甚至超越了对理想课程的期望:该课程本身就能吸引学生,能让他们在‘玩’中有所收获。”所以,为孩子开设一门机器人方面的课程,是非常有意义的。

我非常赞同钟博士的建议:学习Arduino之类的开源软硬件,尝试做一名教育创客。这是给将要开展或者已经开展机器人教育的老师的最好建议了。Arduino的出现,很好地解决了教育机器人标准的问题,同时也将机器人的价格拉到“淘宝价”,让大部分学校开展机器人普及教育成为可能,甚至也为机器人进入普通家庭奠定了基础。同时,Arduino也是创客们常用的一个重要工具,誉为“创客神器”,通过对Arduino的学习,机器人教育和创客教育可以很好地结合起来。

另外,我希望从事机器人教育的教师要不断学习,拓宽视野。机器人教育是典型的跨学科教育,除程序设计部分以外,涉及的周边学科知识较多,如机械的知识、电子电路的知识、力学知识,等等。作为一名优秀的机器人教师,其不仅要不断学习,还要抛开学科门户之见,多了解理化生、艺术之类的学科,将机器人知识和各个学科结合起来。当然,面向真实世界的学习是一条大原则,尝试让学生去解决生活中的问题,将会为机器人教学带来更多的可能性。e