



面向人工智能时代的学习空间变革研究*

许亚锋 高红英

(西藏民族大学 教育学院, 陕西咸阳 712082)

[摘要] 人工智能在经历了多次起伏之后,近几年又迎来新一轮研究与实践的热潮,可以说,人工智能时代离我们越来越近了。人工智能时代的教育目标将更强调高阶思维、价值观、信息素养、社会交互等素养,并且将呈现出新的教学形态,包括教学理念迈向全纳教育、教学方式突出基于人机协同的精准教学、师生关系趋向平等与合作、教学内容由标准化转向定制化、教学组织形式更加灵活多样。为了实现上述教育目标,满足教学形态的新需求,面向人工智能时代的学习空间,除了应具备研究者们指出的灵活性、人性化、开放性、智能性等特征之外,还将凸显包容性、层次性、多样性和协同性。体现上述特征的学习空间可以从空间规划、物理环境与服务、陈设、智能技术的整合四个方面进行设计与实现。

[关键词] 人工智能;学习空间;PST框架;教育目标;教学形态;人机协同;智能代理;混龄教育

[中图分类号] G420 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-0008(2018)01-0048-13

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.01.005

一、引言

自1956年达特茅斯会议提出人工智能这一概念以来,人工智能的研究与应用经历了多次起伏。最近一次人工智能的兴起是在2006年以后,而深度学习算法的成功是其中最重要的推动力,它使得人工智能在图像识别、语音识别、自然语言理解等方面取得了突破性进展。不同与以往的是,本次人工智能的兴起,得到了世界各主要国家的高度重视,各国政府纷纷出台人工智能发展规划,一些科技巨头也通过加大研发力度、并购人工智能企业、加强人才储备等方式抢占技术高地。据统计,仅2016年前六个月,人工智能领域的投资就已经超过了整个2015年^[1]。

社会的深刻变化必然会映射到教育目标和教学形态的变革上。在人工智能时代,教育目标会面临哪些变化?教学形态会具备哪些新的特征?作为学习发生的场所,人工智能时代的到来又会对学习空间产生哪些影响?这些都是需要我们认真思考的问题。受学习科学和建构主义学习理论的影响,学习空间自上世纪90年代兴起以来,一直强调重视用户体验、支持学习者的主动学习和协作学习、促进正式学习与非正式学习经验的统一,从而极大颠覆了人们几百年来对传统教学空间的印象。但受制于技术发展

水平,因材施教和个性化学习理念在学习空间中却未能得到良好的支持,人工智能技术的发展则让我们看到了新的可能。

为此,我们特聚焦于人工智能时代的学习空间变革研究,以PST框架作为分析框架,从人工智能与未来教育、人工智能时代的学习空间特征、人工智能时代的学习空间设计三个层面进行系统分析与阐述。

二、分析框架

作为近些年才开始兴起的学习空间设计,其领域涉及教育学、环境心理学、计算机科学、建筑设计、工业设计等多个学科。最初学习空间设计这一潮流是由高等院校的一线教育工作者推动并实施的,但随着实践的深入,人们开始意识到单纯凭借经验已经很难把学习空间中的诸要素都全面考虑在内,为此,一些项目组和研究者相继提出了学习空间的设计框架。

其中,既有侧重于设计流程和具体步骤的框架,如,英国大学图书馆学会提出的影响研究模型,从八个具体步骤来优化学习空间^[2];也有侧重于从利益相关者的视角分析学习空间的设计流程,例如,Britnell等人^[3]从教师、学生、设计师三个利益相关者的角度

* 基金项目:本文系教育部在线教育研究基金(全通教育)2017年度立项课题“在线教育影响西藏高等教育公平的实证研究”(项目编号:2017YB159);陕西省教育厅专项科研计划项目“网络课程实施中的教育公平研究”(项目编号:17JK1184);浙江省自然科学基金一般项目“基于视觉思维的知识可视化图形策略的设计与研究”的支持(项目编号:LY13F020021);西藏民族大学重点教改课题“教育公平视角下网络公选课的改进策略”(项目编号:2016278)的研究成果之一。

出发,提出了一个设计模型。这些框架的提出对于学习空间设计的科学化和系统化具有积极意义,有些框架也已经被成功应用于学习空间的改造和开发。但是上述框架多拘泥于具体的开发过程和实施,对于学习空间所包含的核心要素缺乏提炼与关注。在这方面,PST(Pedagogy-space-technology)框架能够为我们带来一些启示,该框架由 Radcliffe^[4]提出,强调学习空间在设计时应该考虑三个相互联系和制约的核心要素:教学法、空间与技术。三者间的关系如图1所示,无论是空间设计还是技术应用,都要以“支持和促进相应的教学法”为目标,技术只有充分嵌入到空间中才能更好地发挥效用,空间也需要技术的嵌入来扩展原有的功能。

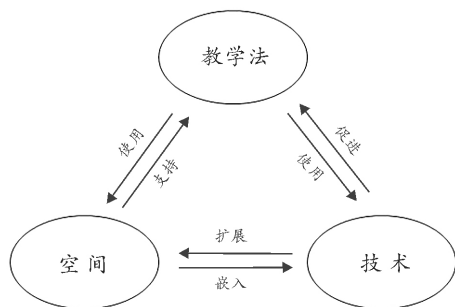


图1 PST 框架

PST 框架的提出为我们分析学习场所的变迁提供了依据,纵观学习场所从传统教室到多媒体教室,再到新型学习空间,每个阶段都可以通过该框架的分析得到合理解释。

首先来看传统教室,它伴随着班级授课制产生,并随着工业革命的到来而快速推广到全世界。利用 PST 框架对传统教室所具有的“明确前后方之分”、“秧田式桌椅布局”、“矩形空间格局”等特征进行分析,我们不难发现,这些特征都是为了帮助教师更好地“传授”知识,而讲授法在这种教室中无疑得到了极大支持。

再来看多媒体教室,它是随着多媒体计算机、投影、交互式电子白板等信息技术在传统教室中的应用而兴起的,目前仍然在世界范围内占据着主流地位。利用 PST 框架对多媒体教室所具备的投影屏幕、扩音系统、多媒体计算机等特征进行分析,可以发现多媒体教室所支持的教学法仍然是以讲授为主。只是相比传统教室,它融合了新的信息技术应用,以更好地支持教学法,通过声音、图像、视频来帮助教师更加高效地传递信息,从本质上讲,多媒体教室与传统教室是一致的。

上世纪末以来,以促进学生的主动学习、协作学习、激发学生学习兴趣为目标的新型学习空间逐渐兴起,这些新型学习空间普遍具有灵活的空间布局、多个显示屏幕、支持协作的家具等特征^[5]。利用 PST 框架对其进行分析,发现新型学习空间的设计初衷是支持学生的主动学习和协作学习,这属于框架中教学法的范畴。为了实现这一初衷,需要综合采用圆形课桌、可移动桌椅、小组屏幕等空间设计和技术应用来予以支持。可见,新型学习空间无论是在设计初衷(教学法)上,还是在具体特征(空间设计与技术应用)方面,都与传统教室、多媒体教室有着显著区别,因此,有研究者将新型学习空间的出现称作空间范式的变迁^[6]。

综上所述,在学习空间研究领域,尽管已有一些相对较为成熟的设计和评估框架用来指导学习空间的开发,但是能够精准提炼出学习空间核心要素的框架却不多见。由于 PST 框架可以为我们分析不同类型、不同范式的学习场所提供合理依据,因此,将其作为理论框架,从人工智能与未来教育、人工智能时代的学习空间特征、人工智能时代的学习空间设计三个层面,对面向人工智能时代的学习空间变革进行系统阐述。

三、人工智能与未来教育

根据 PST 框架,教学法对学习空间的两个设计要素(空间与技术)起着直接指导作用,但教学法本身是与时代背景、学习理论与学习科学的发展,以及教育目标密切相关的。不同的时代背景决定了不同的人才培养目标,进而影响到教学法的选择与实施,另外,对学习不同理解,也会对教学法的选择与实施产生影响。

(一) 教育目标

人工智能时代人类社会需要什么样的人才?这个问题的答案决定了未来教育的目标。早在上世纪90年代,世界各国就已经开始思考面向21世纪的人才培养目标问题,美国教育部于2007年发布的《21世纪技能框架》,就是上述思考的具体体现。该框架将21世纪技能分成“核心课程和21世纪主题”、“学习与创新”、“生活与职业技能”、“信息媒体技术素养”四个方面,其中,学习与创新能力居于核心位置^[7]。世界经合组织(OECD)也提出了面向21世纪的十大核心技能,并且明确指出创造性、批判性等复杂思维方式是其中最为重要的、无法被计算机所取代的技能^[8]。随后,日本、新加坡等国家纷纷发布类

似的能力框架,我国也于2016年发布了《中国学生发展核心素养》。

尽管上述国家和国际组织所用术语不尽相同,但它们都是在回答21世纪需要何种人才素养的问题。在这些素养中,批判性思维、创造性思维、沟通与合作、信息素养等都被高频提及,表明它们在其中的重要性。如果说21世纪技能框架、核心素养等是面向未来学习者培养目标而提出的,是世界各国面对信息时代的不确定性而做出的主动应变;那么,近年来人工智能热潮的兴起和相关技术的快速发展与应用,则是驱使人们更加迫切地思考未来教育的培养目标。

有不少研究揭示,一些人类现有的职业和岗位将会被人工智能所取代,一些全新的、更能够体现人类优势的职业将会诞生和发展。届时,人与机器的分工会发生重大变化,一些重复性劳动、技能性工作、数据分析工作,甚至部分社会交互工作和认知工作都可能交由人工智能来完成,人类的优点将更多地体现在高创造性、高艺术性工作和复杂的社交任务中。

未来,人与机器的协同工作/作业更可能成为主流:一方面,人类需要机器的帮助来更有效率地完成复杂任务。作为人工制品的人工智能,能够通过帮助人们转载认知任务、降低认知负荷、留存使用经历、转换任务表征方式来促进问题的解决^[9]。同时,与其它信息技术工具相比,人工智能还能够通过与个体的交互来产生交互共同体和协作共同体,在交互与协作的过程中共享理解,进而促进认知任务的完成;另一方面,当前人工智能领域的技术发展目标,也从最初的“用电脑模拟人类智能”转变为“如何联接人类和机器以构建增强型混合智能系统”,联结了人类、人工智能、物理环境和计算机网络的复杂智能系统,将成为未来的主流技术发展方向^[10]。

面对这样一个未知的、更加复杂的世界,如何使学习者在其中保持竞争力,是教育必须要考虑的问题。李政涛^[11]认为,人工智能时代的学校教育目标是要培养学生“无可替代”的能力,包括合理的价值观、创新思维、想象力、自主学习能力和等。鲁白^[12]同样认为,培养人的想象力和创造性是人工智能时代教育的最主要目标。王竹立^[13]认为,在人工智能时代培养学生的思维能力、网络学习能力、人机交互能力以及交流合作能力将取代知识习得成为教育的主要目标。

可见,与前文述及的21世纪技能相比,学者们所强调的人工智能时代的教育目标,同样包含了高

阶思维、价值观、信息素养、社会交互等素养,只不过这些素养的培养,随着人工智能时代的快速到来而变得更加紧迫。因此,为了适应人工智能时代教育目标的新要求,通过教与学模式的变革构建新的教学形态就显得尤为必要。

(二)教学形态

所谓教学形态,通常是指课堂教学中各要素组合在一起所呈现出来的特征^[14],由教学方式、教学策略、学习方式、评价方式、师生关系等方面组成^[15]。在此使用教学形态这个概念,来描绘人工智能时代的教学特征,这其中既包含了课堂教学的特征,也包含了课堂之外的教学特征,代表着我们对人工智能时代教学全貌的描述。即,高阶思维、价值观、信息素养、社会交互等,将成为人工智能时代教育的主要目标。为了实现这些目标,教学形态需要做出哪些改变?又应具备哪些特征?

1. 教学理念:迈向全纳教育

全纳教育伴随着特殊教育的发展而出现,最初是指教育要通过各种方式和途径来包容与接纳特殊儿童^[16]。随着全纳教育概念的广泛使用,其内涵早已超越特殊教育的范畴,成为一种理念和愿景,即,强调通过政策完善、因材施教、差异化教学、课程改革等各项举措,来实现对所有学生的接纳,满足不同学生的学习需求,增加学生的参与,提供符合学生身心发展的教育^[17-19]。

随着人工智能时代的到来,将使千百年来人们所追求的因材施教真正成为可能,教师、家长与人工智能的协同工作,将能够准确识别学生的学习状态和学习困难,并提供针对性、个性化的教学和帮助。AI技术可以鉴别和诊断出由于性别差异、文化差异、种族差异以及先天身体差异所导致的学习障碍,包括语言障碍、注意力障碍、理解障碍、运动障碍等,并在此基础上为教师提供相应的建议或解决方案,从而能够从技术层面上实现全纳教育所追求的“平等与多样化”^[20]。

2. 教学方式:基于人机协同的精准教学

在人工智能支持下,教学方式最突出的特征就是精准教学,无论在何种教学情境下、面向何种教学对象、采用何种方式开展何种内容的教学,都会凸显精准化这一特征。例如,在课堂教学中,可利用人工智能技术向学生提供精准的内容推送和个性化辅导服务。

Roll和Wylie^[21]分析了47篇来自于《教育人工智能国际杂志》(*International Journal of Artificial In-*

telligence in Education)1994年、2004年和2014年三个时间节点的论文,发现在基于步骤的问题解决、复杂问题、探究性环境和游戏三种人工智能的任务方式中,基于步骤的问题解决类研究数量稳步增长,且一直占据主流,而复杂问题、探究性环境和游戏两类研究较少,且大部分复杂问题类研究都属于那些容易评价的主题,例如,电子类和编程类主题。这说明人工智能当前在教育中的应用领域,仍然以简单任务和有明确规则的复杂任务为主,对于探究性任务和其它复杂任务的研究与实践应用还较薄弱。

未来,随着人工智能技术解决复杂问题的能力进一步提升,创建支持社会交互、合作学习、体验学习、探究学习、基于项目的学习等更有助于培养学生高阶思维能力的教学方式,而非单纯从知识与技能掌握视角出发的智能系统,将是教育人工智能领域的重点发展方向。基于人机协同的、有助于培养学生核心素养的教学方式,也将成为主流教学方式。

3. 师生关系:趋向平等与合作

我们认为,在人工智能时代,教师在教学中承担的角色将受到三个因素的影响,进而形成新的师生关系:

首先,教师将在部分学科领域丧失“知识的来源者”身份。尽管在网络时代,教师的这一身份就已经面临了极大挑战,但由于知识的获取仍然需要学习者具备良好的信息素养、学习动机和自我调节学习能力,因此,在很多情形下特别是在低年级课堂中,教师实际上仍然是知识的拥有者和传授者。但在人工智能时代,计算机视觉以及自然语言理解技术的成熟应用,将使大多数学生都可以通过更加便利化、自然化的人机接口,来随时获得自己所需的知识,智能系统和教育机器人将在某种程度上替代教师的这一角色,成为学生获取知识、习得技能的伴侣,成为主要来源之一。

其次,教师将部分失去教学设计者的角色功能。在人工智能时代,智能系统能够根据不同的教学情境选择更加合理的教学路径开展教学活动,教学设计方案将成为教师与人工智能协同作业的结果。教师根据智能系统的建议,选择合适的教学策略开展教学活动,并对学生的学习过程进行监督,在其中更多地发挥支持者、监督者与决策者的作用。

第三,有了人工智能的加入,教师可以将更多的精力投入到对学生高阶思维能力、价值观、社会交互等方面的培养上,通过合理设计,将上述能力与素养整合到教学过程中。

教师角色的变化,必然导致传统师生关系发生转变:一是知识来源者与教学设计者部分功能作用的丧失,使教师与学生的地位更加趋于平等,教学相长将成为现实。但在教学过程中,教师作为一个组织者、监督者和引导者的地位不会发生变化;二是为了加强对学生的价值观、社会交互等人类特有能力和情感的培养,教师与学生间的交流合作将得以加强,师生之间将更多地以对话者和合作者的身份出现。

4. 教学内容:由标准化转向定制化

随着人工智能时代教育目标的变化,我们认为,教学内容将会由传统的标准化内容转向定制化内容,每名学生学习的课程、科目、内容将不尽相同,教育将从补短走向扬长^[22]。具体而言,教学内容可能呈现出以下三个新特征:

第一,教育目标导向的内容创建与开发。如前所述,人工智能时代的教育目标将从知识习得转向高阶思维、社会交互、信息素养等方面,那么,应该通过哪些教学内容来培养?钟启泉^[23]认为,核心素养并不能简单地通过教师教授而获得,而是需要学生自己在问题解决的实践中加以培育。在当前课堂教学中,教学内容多是以知识掌握为导向开发和组织的,培养核心素养所需的教学内容及其组织方式都需要重新审视。因此,以达成上述教育目标为导向的教学内容,将被创建与开发,这些内容在打破原有的以知识点为中心的创建方式基础上,通过学科整合、课程整合、知识整合来弱化原有边界;同时,通过设计问题情境,来帮助学生在问题解决和项目实践中提升素养。

第二,学生课程的选择范围更加广泛。在数字化环境中成长的一代学生,其学习方式是在尝试中、摸索中学习一个新东西,他们面对新东西不经过任何的传授和教就会直接尝试与运用^[24]。加上不同学生的学习兴趣、特长、基础均有所差异,为了使每个学生的学习需求都能得到满足,践行全纳教育理念,校本课程、选修课程在今后课程中所占的比重将会大幅增加,学生自主选择课程、选择学习内容的权利将会得到进一步保障。

第三,学习内容的个性化与定制化。个性化与定制化体现为学生的所选科目存在差异,即使在同一年级的同一门课程中,基于人工智能技术的教学方案定制,也将打破传统的教学形态,不同学生在同一课程中的学习方案、学习进度、学习内容可能大相径庭,个性化、类似于菜单式定制化的学习内容将成为常态。



5. 教学组织形式:更加灵活多样

人工智能技术所带来的个性化教学,不仅将对教学方式和师生关系产生影响,而且可能深远影响到教学的组织形式,延续数百年的班级授课制将因此受到严峻挑战,泛在学习也可能迎来真正的突破。

首先,混龄教育可能在中小学和大学教育中出现。即,将不同年龄的学生安排在同一年级开展教学活动,这种教学组织方式主要存在于学前教育领域。在人工智能时代,由于教学内容将由标准化走向定制化、个性化,不同年龄的、有着相近学习基础的学生聚集在一起,共同开展某项教学活动,可以方便教师组织教学。因此,混龄教育很有可能在学前教育领域之外出现,并且不同的教学内容和教学时段所对应的学生,也会动态变化。

其次,在线教育与面对面教育将更加紧密地融合在一起,泛在学习成为常态。受到技术发展、教育体制、学生自律学习能力等主客观因素的制约,在线教育目前仍然是作为学校教育的补充形式存在,其与传统面对面教育的结合,还远未达到理想效果。人工智能技术的发展,给在线教育带来的一大变化就是它可以通过眼部运动分析、脸部识别、生物信息采集等技术手段,监控学生的学习状态,并提供智能化的交互,从而可以部分解决在线教育中的最主要问题——学习过程的监督与互动。

此外,教育大数据处理技术的发展,也为不同类型的数据处理提供了支持,促使各种线上、线下的学习经验真正联结在一起,以保证学生线上、线下学习经验的连续。因此,教师可以借助人工智能技术更好地发挥在线教育的作用,人工智能技术也将为教师创造性地开展教学,提供更多选择与可能。

四、人工智能时代的学习空间特征

相对于传统教室,学习空间所提倡的重视用户体验、强调对各种课堂交互的支持、生态化设计理念、构建学习空间连续体等^[25-29],都体现了当代教育理念和科学领域的新进展。人工智能时代的来临,不仅将改变学校教育的目标,也为实现新的教学形态提供了可能,这些体现到学习空间上,就是一些新的特征将得以凸显。

(一) 包容性

学习空间的包容性是指空间中的环境、设施、家具、技术都充分考虑了不同人群的学习需求,通过针对性设计和人工智能技术的应用,满足各类人群的需要。由于人工智能时代的教学理念将迈向全纳教

育,不同种族、肤色、身体条件、学习基础的学习者,在教学中都能够得到个性化的支持,从而实现充分发展。因此,该教学理念体现到学习空间的特征中,就表现为空间对不同学习者的包容与接纳。

如果我们将传统教室、现阶段的学习空间、人工智能时代的学习空间放在一个平面上进行比较,就会发现:传统教室的整齐划一、井然有序已经悄然演变成现阶段学习空间对用户体验、人性化和个性化的强调,包括创设舒适、美观、令人轻松和愉悦的空间环境等。当前学习空间的相关理念,已经开始深度影响实践,《2017年地平线报告(高教版)》就预测未来的三到五年将迎来学习空间设计与改造的高潮^[30]。但受到现阶段技术发展水平的限制,学习空间仍然难以满足所有学习者的需要,只能通过对桌椅高度的调节、空间内部温度和湿度的调节、家具和陈设色彩的改变等方式,来增强学习者的体验,尽可能改变传统教室存有的一些弊端,而对于最为关键的个性化学习支持,还存在明显不足。人工智能技术的嵌入则可能使全纳教育理念的落地与实现迎来真正突破,能够智能化地感知不同类型的学习者对于空间环境、家具、设备、学习等需求,并提供适切性、个性化的服务。

(二) 层次性

人工智能时代的教学组织形式将会更加灵活多样,可能出现的混龄教育,对学习空间将产生重要影响。在这方面,学前教育领域中关于混龄教育环境的创设研究,能够为我们提供一些参考。程彩玲^[31]在探讨幼儿园混龄教育环境设计时指出,创建有层次性和弹性的幼儿园环境,是满足混龄教育需求的关键所在,例如,桌椅的层次性、设施的层次性、材料的层次性等。王燕兰、张司仪和张春美^[32]认为,可以从三个方面来体现幼儿园混龄教育中操作材料的层次性,包括为不同年龄的幼儿提供不同的活动内容、提供难易不等的材料、有规律地摆放操作材料。可见,研究者普遍认为,目前幼儿园混龄教育环境的层次性,不仅体现在物理设施和家具上,还体现在学习材料和学习内容上。

借鉴已有研究,我们认为,人工智能时代学习空间的层次性主要体现在三个方面:一是空间规划与布局的层次性,由于人工智能技术能够满足不同学习者的学习需求,就使得一个空间中同时开展多种类型的教学活动成为可能,这就需要学习空间可以分区域、分层次为不同类型的学习活动开展同时提供支持;二是设施与陈设的层次性,尽管利用人工智能技术可以智能化地调节部分家具和设备的高低、

大小、色彩等属性,但仍有一些基础设施和陈设无法调节。因此,学习空间在设施与陈设方面也将体现出层次性;三是学习资源与学习内容的层次性,混龄教育的出现,将导致同一个空间中的学习者所学习的内容、所需要的资源不尽相同,学习空间将根据学习者的多元需求提供不同层次的指导与帮助。

(三)多样性

学习空间的多样性是指在环境、桌椅、空间布局、空间规划、技术支持等方面,所呈现出来的丰富多彩的空间特征。学习空间是学习者学习的主要场所,在考虑空间的设计时,不仅要注重对学习过程的支持,还要注重学习者对空间环境的需求。人工智能技术有潜力为所有学习者提供个性化和定制化的空间环境、桌椅与设备、学习支持,这将在极大程度上改变甚至颠覆人们对传统教室和现阶段学习空间的印象。

学习资源与学习内容的智能推送、虚拟代理的智能辅导、教育机器人的智能监督、个性化气候、个性化温度、个性化湿度、个性化照明等,都将促使传统教室的“千人一面”转变为人工智能时代的“千人千面”,也将使现阶段的学习空间进一步朝着个性化、温馨化的方向改进,所有这些感官上表现体现为空间的多样性。

(四)协同性

协同性是指师生与学习空间中的各要素,在运行过程中通过协调、协作来共同推动教学目标的达成。具体来讲,人工智能时代学习空间的协同性主要体现在三个层面:

第一个层面是学习空间内部和外部的各要素,通过协同工作共同构成智能化的学习环境。新一代信息技术的快速发展,推动人工智能迎来了又一高潮,而人工智能技术将与其它新兴技术一道,催生新的学习空间生态:通过物联网、学习支持系统和智能感知收集到的信息,经过大数据处理与分析,交由人工智能认知、决策和执行后,由云计算以服务的形式交付给用户,在此过程中,教育机器人可以通过与智能学习环境保持联系,获知并提供学习者需要的帮助。

第二个层面是教师与人工智能共同指导学生的学习,人工智能在其中充当教师助手角色。尽管人工智能在短期内还不可能替代教师,但智能学习系统、教育机器人已经在某些领域具备了不亚于甚至超越教师的决策和执行能力,它们的嵌入,可以在很大程度上帮助教师更为高效地开展教学。

第三个层面是学生与人工智能协同工作,在协同作业的过程中习得核心素养,人工智能在其中充

当着学习伙伴的角色。未来,学生与人工智能的协同场景包括协作学习^[33]、虚拟学生^[34]、社交伙伴^[35]等。

五、人工智能时代的学习空间设计

根据前述的 PST 框架,人工智能时代教育目标的实现和教学形态的落地,都需要空间和技术两个要素的有机整合,特别是随着人工智能在各领域的广泛应用,空间要素中将嵌入更多的智能元素,因此,在学习空间中“空间”和“技术”是不可分割的。其中的“技术”除了包含人工智能技术外,还有大数据、云计算等新一代信息技术;“空间”包含的内容则非常繁杂,既有物理环境层面的内容,又有桌椅陈设层面的内容,还有水电网络等方面的内容。许亚锋、塔卫刚、张际平^[36]曾经根据 Brand 的建筑物层次模型,将学习空间的构成要素分成四个维度:空间规划、物理环境与服务、陈设、信息技术。如果参照 PST 框架对这四个维度进行分析,前三者(空间规划、物理环境与服务、陈设)均属于空间要素范畴,信息技术则属于技术要素范畴。

根据以上对人工智能时代学习空间目标和特征的分析,我们提出了智能学习空间层级模型,如图 2 所示。该模型由操作层、特征层和目标层构成,目标层将学习空间的目标定位为因材施教和满足不同人群教学需求的全纳教育,特征层强调学习空间的包容性、层次性、多样性和协同性四大特征,操作层则从四个维度实现上述特征。

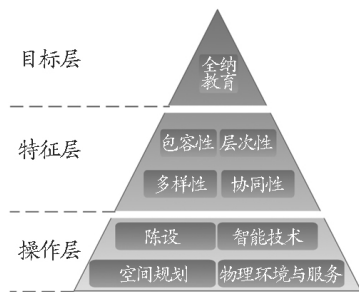


图2 智能学习空间层级模型

(一)空间规划

空间规划是指学习空间的平面形状与空间布局。受建筑规划、采光、空间使用率等因素影响,当前大多数学习空间的平面形状都是矩形。在此,主要探讨人工智能时代学习空间的空间布局问题。我们认为,人工智能时代学习空间的空间布局将朝着两个方向发展:一是空间布局更具灵活性与弹性,由于教育目标重心的转向,更加多样化的教学组织形式和教学法将会应用在学习空间中,传递/接受式教学、

实验教学、基于项目的教学、自主探究学习、基于人机协同的合作学习、讨论等,可以实现相互之间自由切换,这对学习空间的布局提出了更高要求,创设更加灵活、有弹性的空间成为一种必然选择;二是开放式布局与区隔式布局相结合,无论是混龄教育还是人工智能支持的个性化学习,都要求学习空间的布局富有层次性,通过软隔断、空间形状自然形成的隔断等方式,构建相对独立的空间区域,能够实现多种不同类型学习活动的同时开展,可有效减少各人或各小组进行异步活动时的相互干扰。

在这方面,AltSchool 的学习空间布局或许能提供一些借鉴。在设计学习空间时,AltSchool 的设计师们严格遵循“个性化教育优先”的理念,努力使空间尽可能地发挥功能,以支持不同类型的学习经验,如,独立活动、小组合作和群体教学,尽可能使不同学习风格的学生都能得到空间的支持。所有这些学习空间既是为个人设计的,又是为集体设计的。例如,设计实验室(Design Lab)主要是作为从工艺品到大型科学实验等活动的创客空间,其特点是设计灵活,既可以作为计算机实验室、大型活动空间、午餐大厅,也可以作为室内游乐场^[37]。图3呈现的就是AltSchool 中的一些学习空间,空间的布局充分考虑了多种类型教学活动的需要,并通过空间中的相对独立区域、小隔断、添加隔音设施等,来实现开放式布局与区隔式布局的统一。



图3 AltSchool 中的学习空间布局

(二) 物理环境与服务

与传统教室中强调有秩序、统一的物理环境不同,学习空间强调要更加重视师生的用户体验,构建一个以人为本的学习环境。人工智能技术和物联网技术相结合,不仅能够创设舒适、优美、健康、环保的物理环境,还可以为空间中的每个人定制个性化的环境。在人工智能时代,学习空间中的温度、湿度、亮度、色彩、照明,都可以根据用户的需要和喜好进行个性化定制。

比如在个性化温度方面,麻省理工学院的研究人员开发出一套“局部变暖”(Local Warming)系统,可以在个人周围创造个性化的气候,以替代传统的整个建筑物采用一个统一温度的做法。该系统由麻省理工学院无线网络和移动计算中心的 Dina Katabi 教授和她的研究团队开发,能够在人的周围创设一个精确的个人气候,从而使每个人都感觉舒适,而他们周围的空间则能够保持在一个较低的温度,进而节省能源。如图4所示,当人进入房间,系统会通过一种新的基于 WiFi 的定位跟踪技术,来确定人的位置和轨迹,然后将位置和轨迹信息实时发送到位于天花板网格中的动态加热元件阵列中,由加热元件完成局部变暖,每个加热元件由一个可变换方向的伺服电机、一个产生红外辐射的灯泡、一个冷光镜和其它光学装置等组成^[38]。

在未来,随着这项技术的进一步发展,它可以让每个人通过智能手机,定义他们喜欢的特定温度,人工智能技术甚至可以通过对每个人的识别,来自动提供他们适宜和喜欢的温度。类似的智能温度和湿度控制系统还有 tado Heating、Nest、Cosy 等。



图4 麻省理工学院研发的“局部变暖”系统

个性化照明也已经有了成功案例。Light Controller 是 Goldee 公司开发的一款个性化照明系统,该系统预设了各种照明主题,用户可以根据需要选择,同时该系统还支持手势识别,用户可以通过手势选择照明主题。更有意思的是,该系统能够利用传感器收集用户的使用习惯,将这些信息交由 Goldee 云服务器处理后,系统就可以预测用户的照明行为。例如,某个人在何时何地可能需要何种照明,从而实现照明的个性化与智能化^[39]。SmartMat 则是一款智能门垫,它里面内置了压力传感器,可以通过监测压力来判断门垫上方物体的重量,甚至还能够根据行走轨迹、方向等信息来匹配云端数据,精准识别某个人,进而提供诸如个性化照明等智能服务^[40]。

除了个性化温度和照明,通过智能化着色获得个性化色彩,也有了解决方案。Halio glass 是Kines-

tral 研发的一款智能着色玻璃,它通过能够触发化学反应的电荷,来控制光的传输量和颜色,从而帮助人们根据需要设定或自动变换采光和颜色,用户可以通过开关、移动 APP、桌面应用程序、语音等多种方式控制玻璃的色彩。Halio glass 最多可以提供 50 个深浅不同的灰色,在内墙和隔墙上的应用,可创建多用途的学习空间,并根据不同的学习需要提供不同的隐私程度和学习情境^[41]。

可见,无论是个性化气候、个性化照明还是个性化色彩,都最终指向对个体不同需求的回应,人工智能技术的应用,将使个性化的物理环境与服务真正融入学习空间。

(三)陈设

学习空间中的陈设主要是指课桌椅、移动讲桌等家具。为了适应更加多样化的学生群体,不同高度、色彩的桌椅,可以根据实际情况有层次地部署。除此之外,人工智能技术与家具的结合在为学习者提供更佳用户体验的同时,也可以用于感知学习者的学习状态,提供智能化服务。

Robotbase 开发了一款号称世界上最聪明的办公桌——Autonomous Desk,使用者不仅可以利用 APP 来调节办公桌的高低、桌面和框架的颜色,更有意思的是,它能够在人使用桌子几天后,通过对使用行为和使用习惯的“学习”,为使用者在某个时段自动调节桌子的属性,从而帮助使用者更舒适、更轻松地完成工作。例如,它可以通过机器学习来预测用户可能会在某个时刻站起来工作一会,并喜欢将桌面颜色改为绿色,那么,桌子会自动调节成上述模式。不仅仅服务于某个使用者,Autonomous Desk 还可以通过声音识别技术判别不同使用者的偏好,并提供相应的个性化服务,并能够与其它智能设备相连接,提供诸如健康提醒、控制温度、开关门等服务^[42]。图 5 显示的是 Autonomous Desk 的两种不同使用状态。设想一下,将具备这种功能的智能课桌部署在学习空间中,学习者将得到更加人性化的服务。



图 5 Autonomous Desk 的不同使用状态

除了可以提升用户体验,人工智能技术与传统家具的结合,还可以通过感知学习者的生命体征来判断学习者的学习状态,进而提供个性化学习帮助和建议。当前,这方面的产品应用于教学的案例还较少,但在健康领域已经有了一些相对成熟的产品,如,LUMOback、UpRight、长颈鹿朋友等。

Darma 是一款智能坐垫,其运行原理如图 6 所示,嵌入坐垫中的光纤传感器采用光学检测原理,捕捉人体由于心跳和呼吸带来的微小振动,采集心率、呼吸率、心率变异(HRV)等体征信息,然后,由远程服务器对这些生命体征进行身体运动和健康状况分析。使用者可以通过手机 APP 随时获取自己的健康状况,家庭成员和医生也可以异地远程监控用户的健康状况。Darma 可以检测使用者的坐姿,学习他们的坐姿习惯,确定每个用户颈部、背部和臀部疼痛的特定区域,从促进健康的角度出发提醒使用者调整坐姿,给予姿势和个性化的伸展建议。当发现用户的压力水平过高时,Darma 还会建议做一个简短的呼吸运动,来帮助放松并提升注意力^[43]。

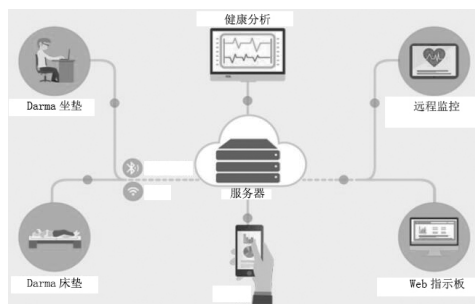


图 6 Darma 系统架构

值得注意的是,调整坐姿和站姿不仅可以提醒学习者保持健康,还可能对学生的学习表现产生影响。美国太平洋大学的 Chadi Kari 和同事,通过在教室中安装微软的 Kinect 运动传感器,跟踪 48 名学生的骨骼位置,研究学习者留存信息的能力与姿势之间的关系^[44]。对 Kinect 捕获的运动数据,通常通过提取高维特征进行预处理,然后通过基于距离的函数或机器学习方法进行比较,但是应用程序的有效性受输入运动数据的准确性影响很大。例如,如果想要根据骨骼的长度来区分对象,骨骼关节的三维位置必须以毫米的级别准确捕捉。为了提高 Kinect 骨架估计的准确性,Valcik 等人^[45]提出了高级后处理方法(Advanced Post-processing Methods)试图提升估计精度,实验证实了这一方法的有效性。

尽管上述关于智能陈设的例子都是非教学领域的应用,但我们可以发现,人工智能技术嵌入陈设为

教育带来了新的生机。诸如,智能调节桌椅满足不同学习者的个性化需求、通过调整姿势来提升学习效果、智能感知学习者的生命体征信息并给予建议等类似的开发和产品,将不断出现,智能化的陈设部署在学习空间中也为时不远。

(四) 智能技术的整合

通过以上关于物理环境与服务以及陈设的案例描述,我们已经认识到人工智能时代的学习空间将嵌入大量的智能元素。但由于这些智能陈设、环境控制和智能设备的提供者不同,如何通过统一接口整合这些智能元素,来提供更加流畅的服务,是必须要考虑的问题。如图7所示,为了实现该目标,在技术生态中将会是云计算负责存储、统筹和计算,大数据技术负责数据采集、处理与分析,人工智能负责感知和认知、提供智能化的学习服务。

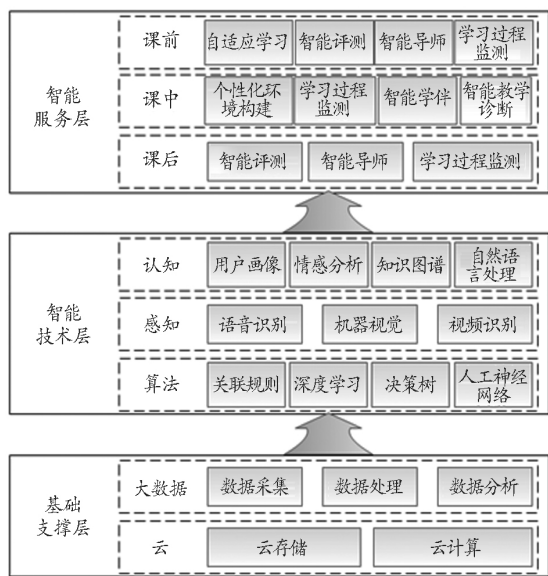


图7 智能学习空间一般技术架构

从当前人工智能的发展模式来看,大数据、高计算能力、机器学习都是不可或缺的,无论哪一条都绝非一所学校能单独提供的。因此,区域联合构建人工智能教育生态将成为主流途径,而拥有超大规模数据运算能力和人工智能技术的少数大企业,也将参与其中发挥重要作用。类似于“百度大脑”和阿里ET大脑之“教育大脑”,将替代当前的学习支持系统,成为教育智能服务的整合者与提供者。

为了便于分析,我们以一节典型的人工智能课堂为例,从课前、课中、课后三个环节来阐释人工智能技术在学习空间中的整合应用情景。

1. 课前环节

在课前环节,教师将课中环节要学习的内容告

知人工智能,人工智能获取内容后,结合知识图谱,给每个学生定制个性化学习路径,自动生成个性化课前学案,并通过自然语言处理、图像识别技术、语音识别技术,对学生的完成情况进行自动识别和批改,当发现学生预备知识中的薄弱点时,提供个性化反馈与强化,为课中环节的学习奠定知识基础。例如,学生在学习英语口语时,人工智能利用语音识别技术识别学生口语发音,纠正不准确的发音。在学生开展课前预习的过程中,人工智能还可以准确预测学生在课中环节可能遇到的困难与问题,及时地给教师提供教学策略方面的建议。

在提供自适应学习内容和个性化学习路径方面,Knewton作为自适应学习领域的佼佼者,通过内容定制和学习分析服务,来为学生提供个性化的学习体验,目前,已应用于包括中国在内多个国家的K-12教育和高等教育领域。高顿旗下的自适应学习系统Epiphany,则尝试将自适应学习应用在职业教育领域,该系统针对职业教育培训的特点,通过教师的经验和对考试题库的分析构建知识图谱,完成对不同知识点关联的分析,进而利用各类算法实现自适应学习^[46]。

2. 课中环节

(1) 个性化环境构建。人工智能技术能够通过对学生在课前环节的学习表现进行分析,智能判定学生的层次,将学生分成不同的群组,开展混班分层次教学。“教育大脑”会记录每名学生和教师的行为习惯,通过人脸识别、语音识别等方式,自动识别学生和教师,并向空间中的智能陈设、智能环境发出指令,完成对学习空间环境的个性化定制。包括物理环境涉及的温度、湿度、光照、色彩等,以及陈设中课桌椅的高度、舒适度调节等。

目前,在人脸识别和语音识别研究领域,深度学习与大数据的结合是当前的主流技术路线,且相关算法也在不断改进。Yi Sun等人^[47]提出了一种DeepID深度学习模型,可以大幅提升图像的识别率至99.15%,随后该研究团队又提出了一种用于通用对象检测的可变形深度卷积神经网络,通过改变网络结构、训练策略、增加和去除检测流水线中的一些关键组件,显著提高了模型的有效性^[48]。还有一些研究者试图模拟人类识别人脸的原理来设置算法,如,MIT的研究者们就基于生物学界发现的人脑处理图像的三个层次,设计并开发了一款人脸识别系统^[49]。总之,当前人像识别和语音识别的精度已经达到了非常高的水平,完全可以应用于学习空间中的学生

和教师识别,进而为师生提供个性化的环境服务。

(2)学习过程监测。在课中教学环节,教师可以利用情感计算技术,来对学生学习的整个过程进行实时监测,推断学生的学习状态和注意力状态,并将监测数据上传至“教育大脑”,作为教师评估学生课堂学习表现和改进教学策略的依据。学习状态和注意力状态监测所用到的手段,包括声音监测、面部表情监测、眼动监测、脑电图监测、心率监测、皮肤电导监测等。

麻省理工学院的 Sandy Pentland 团队开发了一个“智能徽章”,它能追踪佩戴者的位置,也可以感知其他徽章佩戴者的位置,并从佩戴者的声音中察觉情感^[50]。如果将这项技术运用于未来的课堂教学环节中,学生佩戴着类似功能的徽章,当他们不专心于或专心于任务时,徽章可能会发出红色(分心)或绿色(专心)信号,使得教师可以很轻易地发现哪组学生需要被关注,或者由教育机器人直接过去干预。

类似地,Altuhaifa^[51]也提出了一个通过学生的声音推断情感的系统,该系统通过捕捉声音、提取语音的特征、从声音中提取情感、识别验证的声音、分辨重叠声音、避免对学生重复判断等过程,来对语音、语调进行分析,推断学生的自尊、害羞、恐惧、合作、悲伤、兴奋等情感,从而发现学生在课堂上遇到的问题,并由系统提供一个合适的解决方案。

面部表情和眼动情况也被用来推测学生的注意力水平。Nestor 是 LCA Learning 公司开发的一款注意力监测软件,该软件利用学生的网络摄像头来分析眼球运动和面部表情,并确定学生是否正在关注视频讲座。然后,针对注意力不集中时刻的学习内容,自动生成测验题目^[52],图 8 呈现了 Nestor 监测在线学习者眼球运动和面部表情的画面。目前,该软件已经应用于法国巴黎一所商学院的两门在线课程中,以评估学生在在线课程中的表现。在未来,这类技术不仅能够用于在线教育中,同样有潜力用于面对面的教学中。

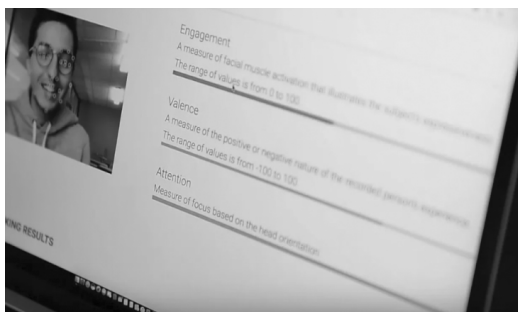


图 8 Nestor 监测眼动和面部表情

通过监测学生的脑电波来识别注意力水平,也是一种可行方案。由一群哈佛大学中国留学生组成的开发团队 BrainCo,推出了一款脑机交互应用 Focus1,该产品可以通过前额和耳朵后面的传感器来捕捉学生的脑电波,从而判断学生的注意力水平^[53]。图 9 显示的是学生佩戴 Focus1 头箍的场景。



图 9 利用脑电波来识别注意力水平

Fleureau^[54]等人则通过测量手掌区域的皮肤电导水平的局部变化,来探究用户的情感唤醒程度,他们将 BodyMedia 臂带传感器放在每个参与者的手掌区域,以 32Hz 的频率记录皮肤电导水平。结果表明,通过皮肤电导水平的监测来判断参与者的情感是可行的。类似地,德克萨斯大学阿灵顿分校 LINK 研究实验室的研究人员,利用 EmpaticaE4 腕带来测量学生的心率变化倾向和皮肤电反应,并以此作为衡量学生情绪反应的指标^[55]。

(3)智能导师。由于智能导师可以针对不同的教学场景提供针对性服务,因此,以智能代理、教育机器人为代表的智能导师系统,有潜力成为课堂的一种常态化应用。例如,在小组协作过程中,智能导师系统可充当监督者、调节者的角色,当学习目标发生偏移、开小差等情况出现时,对学生进行引导。而在教师讲授的间隙,智能导师系统可以根据学习过程监测的结果,及时给予智能化辅导或建议教师进行干预。

相对于智能虚拟代理,教育机器人(Educational Robot)的研究还处于探索阶段,但在学习空间中的应用前景十分广阔。Kiesler 等人^[56]关注了如何让人类机器人更有效地被使用,他们发现:人们更喜欢与一个类人机器人而非屏幕上的代理进行交互。教育机器人可以帮助教师更有效地开展教学,当班级学生人数过多,教师无法了解每个人的学习进展情况并开展针对性和差异化的教学时,教育机器人可以通过与智能学习环境保持紧密联系,来获知哪些学习者需要额外帮助,并通过回答学生的疑问,帮

助他们保持专注等方式来提供帮助^[57]。

(4)智能学习伙伴。智能学习伙伴在课中环节的自主学习和协作学习中,可以发挥积极作用。以小组协作学习为例,智能学习伙伴能够以虚拟成员的身份加入其中,根据自适应组队的结果,开展智能协助、结果评估等,帮助小组更好地完成任务。

Betty's Brain 是智能虚拟学伴的典型代表,它是由范德比尔特大学 Teachable Agents Group 创建的一个软件环境。在 Betty's Brain 中,学生被指定教授一个名为 Betty 的计算机代理科学知识(例如,生态系统、气候变化或调节),而要做到这一点,需要通过提问和测试来了解 Betty 的掌握情况,并在教授的过程中尽到责任。Betty's Brain 希望通过这一过程来培养学生的元认知技能,并习得相关专业领域知识^[58]。

另外,一些机器人也被用来作为学生的智能学习伙伴。Aldebaran Robotics 开发的 Nao 是一个具有人形的小型机器人,法国研究人员 Pierre Dillenbourg 将机器人 Nao 带入课堂,以帮助学生学习字母拼写(见图 10),在这过程中,Nao 扮演了学习伙伴的角色,学生被要求教 Nao 正确地拼写字母^[59]。

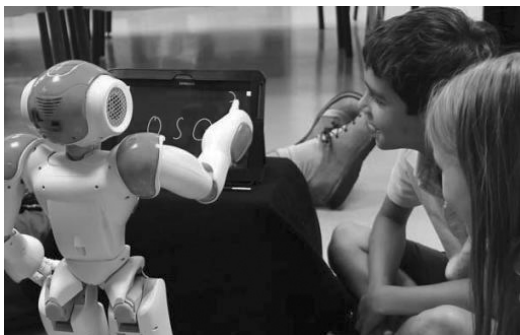


图 10 学生教授机器人 Nao 学习字母

除了用于个体学习,机器人还被用于跟学生开展互动与合作。Oshima^[60]研究了日本 ATR 公司的社交机器人 Robovie-W 作为一个学习伙伴,是如何支持合作学习小组中的参与,当有学生发言时,Robovie-W 会将自己的头转向他,还可以把正在讨论的关于某主题的解释说出来。研究发现,学生与机器人的互动方式,同人类伙伴在合作学习小组中的互动方式类似,并且那些适应性好的学习者与 Robovie-W 的互动效果最佳。Shiomi 等人^[61]则关注 Robovie 是否可以激发学生的科学好奇心,研究者将机器人放置在四年级和五年级的小学科学课堂上,学生可以在休息时间自由地与它互动。研究发现,总体上学生对科学的好奇心并没有增强,但是那些与 Robovie 互动频繁的学生其好奇心增强了。

3.课后环节

在课后环节,“教育大脑”会收集传感器和在线学习平台的各项数据,对数据进行整合、计算、分析后,推断每个学生可能存在的难点与困惑,自动制定个性化辅导方案,课后以云服务的形式向学生推送学习资源、学习方法建议等,并对学生的课下作业进行智能评测,检验学习效果。对于教师而言,“教育大脑”也会在综合评估学生的课堂表现与教师的教学过程后,给予教师关于教学内容和教学方法的智能反馈,并对下节课的教学提出针对性建议。

随着机器学习算法的进步,人工智能技术已经可以实现大数据基础上进行自我学习,从而可以评测一些题库中没有的题目,包括主观题和客观题。在 2017 年高考中大放异彩的机器人 Aidam 和 AI-MATHS,就是体现智能评测研究新进展的典型案列。

六、总结

我们通过以 PST 框架作为分析框架,从人工智能与未来教育、人工智能时代的学习空间特征、人工智能时代的学习空间设计三个方面,对人工智能时代的学习空间变革进行了系统分析。首先,人工智能时代的教育目标更强调高阶思维、价值观、信息素养、社会交互等要素,并且将呈现出新的教学形态,包括教学理念迈向全纳教育、教学方式突出基于人机协同的精准教学、师生关系趋向平等与合作,教学内容由标准化转向定制化、教学组织形式更加灵活多样。其次,为了达到上述目标,满足教学形态的新需求,人工智能时代的学习空间除了应具备研究者们所指出的灵活性、人性化、开放性、智能性等特征之外,还将凸显包容性、层次性、多样性和协同性四个特征。最后,体现上述特征的学习空间,可以从空间规划、物理环境与服务、陈设、智能技术的整合四个维度进行设计与实现。在憧憬未来的同时,我们也要清醒地看到,人工智能时代学习空间的真正实现,还面临着诸多挑战。

首当其冲的是技术挑战。人工智能技术之所以能够在近几年得到突破性进展,除了外部信息环境的深刻变化、对人工智能外部需求的增强、大数据技术的发展起到了推动作用外,深度学习的成功是一个最关键的原因^[62]。但必须看到的是,目前的深度学习算法还极度依赖于大数据,国际著名计算机专家朱松纯^[63]将这种模式称作“大数据、小任务”(Big Data for Small Task)范式,其主要问题在于模型无法泛化。这也是为什么当前的人工智能大多聚焦于某个

专门领域,通用人工智能还任重道远,而这容易导致学习空间需要根据预设,提供大量特定功能的人工智能应用,进而影响空间的通用性。

第二个挑战是来自于个人隐私方面的。人工智能时代的学习空间,需要收集教师和学生的各种行为习惯、情感甚至思维数据,从而为师生提供个性化服务,这就意味着人们在人工智能面前毫无隐私可言,而这无论是对教师还是学生而言都是极大的挑战。师生能否接受,将直接影响着学习空间的落地和教学的效果。

第三个挑战是资金和人力成本方面的。由于人工智能技术尚处于高速发展期,教育人工智能领域的很多应用都需要定制和开发,这就需要投入大量的人力资本和资金,而绝非是单独一所或几所学校所能够承担的。前文提及的美国明星学校 AltSchool 就是由于承受不住巨大的经济压力,被迫关闭了位于硅谷和纽约的两所分校。

尽管人工智能时代的学习空间变革面临着重重挑战,但技术的飞速进步,已经让全纳教育理念愈发接近,因材施教与个性化学习的美好愿景,也让我们有更多的理由去期待人工智能迎来新的技术突破。

[参考文献]

- [1][10][62]Yunhe Pan.Heading toward Artificial Intelligence 2.0[J].Engineering, 2016, 2(4):409-413.
- [2]Payne P, Conyers A. Measuring the Impact of Higher Education Libraries the LIRGSCONUL Impact Implementation Initiative [J]. Library & Information Research, 2005, 29(91):3-9.
- [3]Britnell J C, Andriati R, Wilson L. Learning Space Design with an Inclusive Planning Process Promotes User Engagement [J]. EDUCAUSE Quarterly, 2009(4).
- [4]Radcliffe D A. Pedagogy-Space-Technology (PST) Framework for Designing and Evaluating Learning Places[C]//Proceedings of the Next Generation Learning Spaces 2008 Colloquium. Brisbane: The University of Queensland, 2009: 11-16.
- [5]许亚锋,王麒.学生对技术支持的学习空间的感知研究[J].远程教育杂志,2015(2):21-30.
- [6]许亚锋,陈卫东,李锦昌.论空间范式的变迁:从教学空间到学习空间[J].电化教育研究,2015(11):20-25.
- [7]P21. Framework for 21st Century Learning [EB/OL].[2017-10-25].
<http://www.p21.org/our-work/p21-framework>.
- [8]OECD. Preparing Teachers and Developing School Leaders for the 21st Century[DB/OL].[2017-11-11]. http://www.oecd-ilibrary.org/education/preparing-teachers-and-developing-school-leaders-for-the-21st-century_9789264174559-en.
- [9]刘俊生,余胜泉.分布式认知研究述评[J].远程教育杂志,2012, 30(1):92-97.
- [11]李政涛.人工智能时代:教育的“变与不变”[EB/OL].[2017-11-11].
http://www.ict.edu.cn/news/n2/n20171101_45088.shtml.
- [12]鲁白.人工智能时代教育如何定位?[EB/OL].[2017-11-11].https://www.sohu.com/a/160136321_99916561.
- [13]王竹立.人工智能时代的教育畅想[J].今日教育,2017(9):12-15.
- [14]蒋洪兴.从教学模式、教学课型到教学形态——新常态背景下区域推进课堂教学改革的实践路径[J].江苏教育,2015(31):28-30.
- [15]高云,方志刚,樊增广.高等教育信息化资源建设模式与教学形态演变[J].黑龙江高教研究,2015(8):18-21.
- [16]周满生.全纳教育:概念及主要议题[J].教育研究,2008(7):16-20.
- [17]吕耀中.全纳教育视野下的差异教学[J].中国特殊教育,2006(1):9-13.
- [18]郝振君,兰继军.论全纳教育与教师素质[J].中国特殊教育,2004(7):1-4.
- [19][20]黄志成.全纳教育:21世纪全球教育研究新课题[J].全球教育展望,2001,30(1):51-54.
- [21]Roll I, Wylie R. Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education[J].International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016, 26(2):1-18.
- [22]朱永新,徐子望,鲁白等.“人工智能与未来教育”笔谈(上)[J].华东师范大学学报:教育科学版,2017, 35(4):15-30.
- [23]钟启泉.基于核心素养的课程发展:挑战与课题[J].全球教育展望, 2016,45(1):3-25.
- [24]谭维智.不教的教育学——“互联网+”时代教育学的颠覆性创新[J].教育研究,2016(2):37-40.
- [25]JISC.Designing Spaces for Effective Learning: A Guide to 21st Century Learning Space Design [DB/OL].[2017-12-04].<http://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/learningspaces.pdf>.
- [26]Tahir M M, et al. Constructing Place and Space in the Design of Learning Environments for PBL in Malaysian Universities[J]. Ajtlhe, 2009,1(1):26-34.
- [27]陈卫东,张际平.未来课堂的定位与特性研究[J].电化教育研究, 2010(7):23-28.
- [28]许亚锋.技术支持的学习空间的设计与实践[D].上海:华东师范大学,2015:17-19.
- [29]Mitchell G, et al. Retrofitting University Learning Spaces[DB/OL]. [2017-11-09].<http://www.olt.gov.au/system/files/resources/PP8-921%20QUT%20Mitchell%20Final%20Report%202010.pdf>.
- [30]NMC.Horizon Report (2017 Higher Education Edition) [DB/OL]. [2017-10-12].<http://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-horizon-report-he-EN.pdf>.
- [31]程彩玲.幼儿园3-6岁连续混龄教育的组织与实施[J].学前教育研究,2010(11):61-63.
- [32]王燕兰,张司仪,张春美.创设高质量混龄教育环境的实践探索[J].上海教育科研,2015(7):87-89.
- [33]Oshima J, Oshima R, Miyake N. Collaborative Reading Comprehension with Communication Robots as Learning Partners[C]//Proceedings of International Conference of the Learning Sciences. Sydney, Australia, 2012.
- [34]Loos R. CoWriter: Children Using Robots to Learn Writing. Robotics Today[EB/OL].[2017-11-02].<http://www.roboticstoday.com/news/cowriter-children-using-robots-to-learn-writing-3113>.
- [35][61]Shiomi M, Kanda T, Howley I, et al. Can a Social Robot Stimulate Science Curiosity in Classrooms? [J]. International Journal of Social Robotics, 2015, 7(5):641-652.
- [36]许亚锋,塔卫刚,张际平.技术增强的学习空间的特征与要素分析[J].现代远距离教育,2015(2):22-31.
- [37]AltSchool. A Flexible Space Designed for Learning [EB/OL].[2017-11-10].<https://www.altschool.com/post/introducing-altschool-union-square-in-new-york-city>.
- [38]Vicki Ekstrom. Achieving Energy Efficiency with “Local Warming” [EB/OL].[2017-11-18].<http://news.mit.edu/2014/achieving-energy->



efficiency-local-warming.

[39]Itwriter. 打造智能照明生活,Goldee 推出 Light Controller[EB/OL]. [2017-11-18].<https://news.cnblogs.com/n/194282>.

[40]Joshua Sherman. Smart Mat Can Tell You When Someone's at the Door, and Turn on the TV for You [EB/OL]. [2017-11-16].<https://www.digitaltrends.com/mobile/smartmat-detects-packages-visitors-automates-home>.

[41]Kinestral.The New Standard for Green, Healthy, and Responsive Building Design [EB/OL]. [2017-11-14].<https://www.kinestral.com/how-halio-works>.

[42]Robotbase.SMART STANDING DESK: World's Best Sit-to-Stand Office Desk [EB/OL]. [2017-11-10].<https://www.kickstarter.com/projects/403524037/autonomous-desk-the-smartest-office-desk-yet-power/description>.

[43]Darma Inc. Darma Fiber Optic Sensor [EB/OL]. [2017-11-10].<http://darma.co>.

[44][55]Marguerite McNeal. Wearable Tech Weaves Its Way Into Learning[EB/OL]. [2017-10-26].<https://www.edsurge.com/news/2016-11-17-wearable-tech-weaves-its-way-into-learning>.

[45]Valcik J, Sedmidubsky J, Zezula P. Improving Kinect-Skeleton Estimation[C]// International Conference on Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems. Springer-Verlag New York, Inc., 2015:575-587.

[46]芥末堆.客单价过万的高额自适应学习课程,如何在2个月内吸引上百万用户?[EB/OL]. [2017-11-11].<https://www.jiemodui.com/N/68495.html>.

[47]Sun Y, Wang X, Tang X. Deep Learning Face Representation from Predicting 10,000 Classes [C]// 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2014:1891-1898.

[48]Ouyang W, Zeng X, Wang K, et al. DeepID-Net: Object Detection with Deformable Part Based Convolutional Neural Networks[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2017, 39 (7):1320-1334.

[49]粹客网. MIT 团队开发出了新型人脸识别系统[EB/OL]. [2017-12-03].http://www.sohu.com/a/120651772_361277?qq-pf-to=pcqq.c2c.

[50][57]Timms M J. Letting Artificial Intelligence in Education Out of the Box: Educational Cobots and Smart Classrooms[J].International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016, 26 (2):701-712.

[51]Altuhaifa F. Students' Weakness Detective in Traditional Class[J]. International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, 2016, 5(6):16-20.

[52]Amar Toor. This French School is Using Facial Recognition to Find out When Students aren't Paying Attention [EB/OL]. [2017-11-23]. <https://www.theverge.com/2017/5/26/15679806/ai-education-facial-recognition-nesor-france>.

[53]芥末堆. BrainCo:脑控技术进入课堂,未来孩子或将带着“紧箍咒”上课[EB/OL]. [2017-11-28].<https://www.jiemodui.com/N/64691.html>.

[54]Fleureau J, Guillotel P, Orlac I. Affective Benchmarking of Movies Based on the Physiological Responses of a Real Audience[C]//Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction, 2013:73-78.

[56]Kiesler S, Powers A, Fussell S R, et al. Anthropomorphic Interactions with a Robot and Robot-like Agent[J]. Social Cognition, 2008, 26(2):169-181.

[58]The Teachable Agents Group at Vanderbilt University. Betty's Brain [EB/OL]. [2017-10-13].<http://teachableagents.org/research/bettys-brain.php>.

[59]Loos R.CoWriter: Children Using Robots To Learn Writing[EB/OL]. [2017-11-23].<http://www.roboticstoday.com/news/cowriter-children-using-robots-to-learn-writing-3113>.

[60]Oshima J, Oshima R, Miyake N. Collaborative Reading Comprehension with Communication Robots as Learning Partners[C]//International Conference of the Learning Sciences, Sydney, Australia, 2012.

[63]朱松纯.浅谈人工智能:现状、任务、构架与统一[EB/OL]. [2017-11-10].https://mp.weixin.qq.com/s/-wSYLu-XvOrsST8_KEUa-Q.

[作者简介]

许亚锋,博士,西藏民族大学教育学院副教授,研究方向:新技术教育应用、新型学习空间;高红英,西藏民族大学教育学院在读本科生,研究方向:新技术教育应用。

The Research on Changes of Learning Space in the Era of Artificial Intelligence

Xu Yafeng & Gao Hongying

(School of Education, Xizang Minzu University, Xianyang Shanxi 712082)

[Abstract] Artificial intelligence has undergone many ups and downs in recent years, ushered in a wave of research and practice boom, artificial intelligence era has become closer and closer to us. The educational goals in the era of artificial intelligence will pay more attention to high-level thinking, values, information literacy and social interaction, and will show new forms of education, including educational philosophy, to coordinate accurate teaching to inclusive education and human-robot cooperation teaching methods, the relationship between teachers and students tends to be equal and cooperation, teaching content is from standardization to customization, teaching organizational forms more flexible. In order to meet the above educational objectives and meet the new needs of teaching patterns, the learning space in the era of artificial intelligence not only has the characteristics of flexibility, humanization, openness and intelligence pointed out by researchers, but also highlights the characteristics of inclusiveness, gender, diversity and synergy. The learning space embodying the above characteristics can be designed and implemented from four aspects: spatial planning, physical environment and service, furniture and the integration intelligent technology.

[Keywords] Artificial Intelligence; Learning Space; PST Framework; Educational Objectives; Teaching Patterns; Human-robot Cooperation; Smart Agent; Mixed-age Education

收稿日期:2017年12月3日

责任编辑:吕东东