

■专题:人工智能与儿童生活世界

增强现实技术应用于幼儿园教学: 价值逻辑与行动策略

杨 婷,杨晓萍

(西南大学教育学部,重庆 400715)

摘 要:增强现实技术是虚拟现实技术的延伸,它强调将真实环境与虚拟世界融合在一起,从而营造一种真实学习情境。幼儿园教学活动强调创设真实的情境,让幼儿在其中进行自主学习和合作交流。增强现实技术在幼儿园教学活动中的核心价值体现为个体与环境的交互、现实与虚拟的融合、时间和空间的拉近以及我者和他者的协作;就增强现实技术在幼儿园教学活动中的应用提出了增强现实教学、增强现实学习环境、和增强现实实验室的方案,以期促进科学技术与幼儿园教学活动的深度融合,为幼儿园教学质量的提高提供有力支持。

关键词:增强现实技术;幼儿园;教学活动

中图分类号:G612

文献标识码:A

文章编号:2095—770X(2019)09—0022—06

PDF 获取: <http://sxxqsfxxy.ijournal.cn/ch/index.aspx>

doi: 10.11995/j.issn.2095—770X.2019.09.005

Augmented Reality Technology Applied in Kindergarten Teaching: Value Logic and Action Strategy

YANG Ting, YANG Xiao-ping

(Faculty of Education Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Augmented reality technology is an extension of virtual reality technology, which emphasizes the integration of real environment and virtual world, so as to create a real learning situation. Kindergarten teaching activities emphasize the creation of real situations, allowing young children to learn independently and cooperate and communicate with each other. The core value of augmented reality technology in kindergarten teaching activities lies in the interaction between individuals and the environment, the integration of the virtual and the real, the closeness of time and space, and the cooperation between the self and the other; in view of the application of augmented reality technology in kindergarten teaching activities, schemes for augmented reality teaching, augmented reality learning environment and augmented reality laboratory are proposed, so as to promote the deeper integration of science and technology and kindergarten teaching activities, and to provide strong support for the improvement of kindergarten teaching quality.

Key words: augmented reality technology; kindergarten; teaching activities

今天,世界正处在一个伟大的变革时代,正经历 着一场前所未有的现代化运动,现代化是一个社会

收稿日期:2019—06—05;**修回日期:**2019—07—10

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(SWU1809420);西南大学教育教学改革研究重点项目(2017JY016)

作者简介:杨婷,女,四川成都人,西南大学教育学部硕士研究生;杨晓萍,女,四川自贡人,西南大学教育学部教授,博士生导师,主要研究方向:学前教育原理,课程与教学。

动态的普遍渐进过程。在教育领域,世界各国都极其重视教育现代化的发展、人的现代化的发展,并将其作为推动社会进步、教育教学改革以及提升国家综合实力的重要举措。教育部在《教育信息化“十三五”规划》中明确提出,“信息技术在教学、管理中为广大师生、管理者深度应用,信息技术与教育教学融合进一步深入,教师信息化教学能力、学生信息素养显著提升,形成一批有针对性的信息化教学、管理创新模式。”学前教育是教育活动的第一个阶段,作为基础教育的重要组成部分,对人一生的发展起着不可替代的作用。《中国儿童发展纲要(2011—2020)》中明确指出:“要加快发展3—6岁儿童学前教育,优化教育资源,拓展数字化学习的空间,全面推进教育现代化和信息化”^[1]。在近几年的国际新媒体联盟发布的地平线报告中,增强现实技术多次被认为是未来社会发展中最为具有影响力的技术之一。增强现实技术对于幼儿园教学的意义具有独特性、必要性和普遍性。第一,独特性。增强现实技术的特征主要在于虚实结合与过程性体验,对幼儿园教学的独特性则是能呈现不同的情境,让幼儿可以直接感知和亲身体验,实现其经验的提升。如在健康领域中增强运动的趣味性;在语言领域中构建语言环境;在科学领域中,将宇宙等事物直接呈现出来^[2]。第二,必要性。增强现实技术能够将幼儿园教育中无法直接呈现给幼儿的课程知识,通过技术手段以三维场景真实地呈现给幼儿,既能开拓幼儿的视野又能启发幼儿的心智。第三,普遍性。增强现实技术对于幼儿园教学的意义应该是普遍的,其核心价值在于提升幼儿园教学质量,促进幼儿全面的发展。因此,探讨AR技术在幼儿园教育教学中的应用及未来发展不仅顺应了教育信息化的发展潮流,同时也有利于幼儿园教育质量的提高。

一、增强现实技术的内涵和特征

20世纪90年代初期,美国波音公司的Tom Caudell与同事在其设计的辅助布线系统中提出了“增强现实(Augmented Reality)”这个概念^[3]。关于该概念,有两个经典的理论从不同角度对其进行了理解。第一个理论从关键技术的构成来理解:1997年北卡大学Ronald Azuma提出的增强现实包括虚拟物与现实结合、实时交互和三维注册三方面的内容^[4]。第二个经典理论从信息来源的角度来

理解。Milgram和Fumio Kishino于1994年提出了一个模型,以此说明增强现实和虚拟现实之间的关系^[5],如下图1。

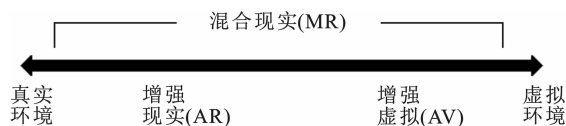


图1 Milgram的现实—虚拟连续性

关于增强现实技术的概念定义不一,本研究通过结合以上两个角度、幼儿的身心发展特点及幼儿园教育的独特性,将增强现实技术定义为:是一种将真实情境中无法感知的信息、声音、环境等制作成虚拟的信息背景,叠加到幼儿园真实的教学环境中,幼儿能在与机器、设备、环境交往互动的过程中实现其发展的技术。其特征主要体现在以下几个方面:

第一,虚实结合是增强现实技术最突出的特征。与虚拟现实技术只生成三维的虚拟环境不同,增强现实技术最大的特点就是虚实结合。虚实结合是指将计算机和设备模拟的虚拟信息通过传感技术叠加到真实的环境中,通过虚拟信息和真实环境的相互补充,从而为用户呈现一个虚实结合的新环境。这种新环境不同于虚拟现实技术中强调使用者的多感官完全浸入。它不仅不会让使用者绝缘于信息空间中,而且还重点强调使用者在真实情境中的存在感,让其在享受美妙绝伦的情境时,依然保持对真实世界的感知力。虚实结合作为增强现实技术最大的特点,强调虚拟对象在真实情境中的呈现和动态变化。幼儿园教学活动强调幼儿的亲身体验,在虚实结合的情境中,幼儿通过全身心地感知、操作和体验,不断增强和提升他们的认知经验。无论是春天燕子飞来、柳枝飘扬还是冬天大雪纷飞的场景,增强现实技术都能够将其虚拟化,让幼儿沉浸在其中,感受季节的特点,进而获取多样化的经验。

第二,过程体现实时交互。虚拟信息和真实情境的结合并不仅仅是简单的图像叠加,还发挥着实时交互的作用。所谓实时交互是指真实情境中的对象与虚拟对象之间的行为具有即时性。此外,增强现实技术具有各种各样的交互方式,如左右手的动作、身体跳跃、语言、体感等。在传统的《快乐端午节》活动中,教师只能通过播放视频或者图片、音乐等营造节日氛围,幼儿的参与感不强。若利用AR的体感技术作为活动的导入,幼儿通过具身的身体活动参与其中,能够切实感知端午节独特的习俗活

动,这对于帮助幼儿了解端午节的风俗、感受中华传统文化的魅力、增强自身民族自豪感具有很大的作用。

第三,内容以三维环境呈现。三维环境一方面指视觉上的3D模型,另一方面指移动设备屏幕上创造的三维空间^[6]。环境中最终呈现的内容会随着设备的移动而改变。这是通过三维注册的跟踪定位实现的。三维环境注册系统可以实时跟踪用户头部位置或视线方向,为计算机在真实世界中的某个位置添加增强虚拟信息^[6]。简言之,当计算机识别到特定的标识物时,就会立即将虚拟对象与标识物进行匹配,构建无缝融合的虚实结合性情境。因此准确的注册和跟踪是确保呈现内容无误的关键。好动是幼儿的天性,在教学活动中教师要给予幼儿足够的自主权,那么幼儿在与环境互动中,借助三维环境能更好地实现与环境的交互,实现经验的提升和发展。

第四,操作保证安全性。增强现实技术的安全性可以从以下两个维度来理解。一方面不同于虚拟现实技术,增强现实技术中的周围环境都是在视野范围之内的,使用者能及时察觉周遭的突发情况或危险因素;另一方面是增强现实技术能够模拟危险的情境(如地震、火山爆发等)或现实生活中难以到达的地方(如海底、太空等),这些情境即使出现操作失误也不会造成实际的危害。幼儿园教育活动应把安全放在首位,增强现实技术的安全性可以保证幼儿活动、游戏的安全,这在很大程度上可解放教师,让教师把更多的时间用于观察、指导和支持幼儿的学习。

二、增强现实技术应用于幼儿园教学活动的核心价值

(一)个体与环境的交互:多感官的具身参与

情境认知理论认为,在真实情境中发生的学习是最有效的。在真实的学习环境中所获得的知识才可能是活性知识,才具有迁移力和知存力,而不像在去情境化中所学的知识是惰性的,缺乏远迁移力的^{[7]256}。幼儿的年龄特点决定了幼儿是运用触觉、嗅觉、视觉、听觉等多感官进行学习和游戏,这既能满足幼儿的好奇心,还能促进幼儿认知的发展。增强现实技术应用于幼儿园教学活动,恰好能实现幼儿视觉、听觉、触觉、运动觉等多感官通道与环境进

行交互,是所有幼儿学习与发展的需要,也有利于支持不同风格偏好的学习。在传统教学活动中,幼儿在学习中主要采用视觉和听觉,不能全身心地投入到活动中。而在基于增强现实技术的教学活动中,幼儿能运用多感官进行游戏和学习,实现各感官的结合,达到幼儿最大化的学习和发展。比如通过呈现虚拟对象的颜色外观、结构、三维立体的空间形态给予幼儿直观的、可操作的视觉刺激;通过语音提示讲解知识、布置任务或反馈评价给予幼儿听觉刺激;通过手部动作、头部动作、体感操作等对虚拟对象进行触觉控制。在增强现实技术的支持下,能够充分调动幼儿多感官通道参与学习,提供多样化的交互方式,从而提升幼儿的学习兴趣,促进幼儿的主动学习。

(二)现实与虚拟的融合:学习情境的构建

虚实结合作为增强现实技术的最突出特点,目的是为了真实世界和虚拟信息的“无缝”融合。虚实结合技术重在将虚拟的事物可视化,使其学习者能够理解、感知真实的世界信息,这也是人机交互技术的重要发展方向^[8]。当增强现实技术应用于幼儿园教学活动时,幼儿在真实的环境学习过程中,还能感知虚拟技术创造的信息世界。此外,虚拟世界是幼儿学习情境的重要组成部分,既拓展了真实的物理空间,也实现了信息空间与真实物理空间的有机融合。在这种技术场景下,幼儿获得的是一体化的空间体验。比起传统的借助平面图像,幼儿在三维环境里去认识虚拟化的信息和事物,更容易被理解和认识,这不仅有利于幼儿对抽象知识的理解,还有利于幼儿空间思维能力的训练和发展。此外,以增强现实技术为主的沉浸式媒体,将给幼儿营造一种身临其境的感觉,这种感觉是幼儿对虚拟世界和真实世界的主观感受^[9]。Dede^[9]也提到,这种虚实结合的沉浸式环境能够使学习的内容变为真实世界中的问题和环境成为可能。

(三)时间和空间的拉近:认知界限的突破

从人类的感知经验来说,增强现实技术拓展了人对客观世界的认识能力,能够获得真实环境下无法获得的辅助信息^[10]。其次,增强现实技术能够实现“时空穿梭”,把已然发生的、无法返回的人文、自然场景(如消失的庞贝古城、亚特兰蒂斯王国或者植物的生长)进行虚拟呈现,甚至把个体想象中的、不存在于现实的场景(如神话故事、未来城市)进行创

造。第三,增强现实技术能够打破现有空间的限制和不足,呈现宇宙太空、深海、微观世界的场景,拉近时间和空间的距离,突破由于现实技术发展不足和人类生理基础限制导致的认知界限。增强现实技术的应用,拓展了幼儿园教学活动的领域和范围,变革了传统的时空观念和空间界限,幼儿能身临其境地感受和体验消亡的事物或场景故事,这为幼儿进一步感知、探究世界提供了有效的工具。

(四)我者和他者的协作:合作共同体的形成

在传统的幼儿园教学活动中,由于多种因素影响,往往无法考虑每一个幼儿的需求和想法,教师与幼儿之间仅仅是一种简单的交流、对话,从而影响了师幼互动的质量,幼儿没有得到足够的刺激和激励,于是游戏和学习活动质量偏低,进而阻碍幼儿的健康可持续发展。而虚拟现实技术的使用则是另一种极端的表现。它集合了VR眼镜、头盔、数据手套、服装等传感器,是一个较为复杂的系统,学习在多感官方面与现实世界隔离开来,尽可能排除外界的干扰和影响,全身心与虚拟化的世界互动、交流,从而感受的是一个全封闭式、逼真的虚拟学习情境。因此,教师的作用便被架空了。而增强现实技术不会完全让使用者封闭在信息世界里,绝缘于真实世界中,所以教师依然可以和幼儿进行互动和协作。基于增强现实技术下的教学活动,师幼之间、幼幼之间相互合作、相互学习,共同发现问题、提出假设、解答问题,更有助于幼儿新经验的获得、自身意义世界的建构和社会性的发展。

三、增强现实技术在幼儿园教学活动中的应用

(一)增强现实教学

随着信息化时代的到来,幼儿园课程应逐渐走向多元化、信息化发展。增强现实技术应用于幼儿园教学,将更有利于促进幼儿的学习和发展,旨在提升幼儿园教育教学活动质量。如:开展中班社会领域活动《火中逃生》(教案如下),该年龄阶段的幼儿处于具体形象思维阶段,其主要通过体验式学习实现经验提升。然而,在传统教学中无法实现火灾真实场景的营造,通过增强现实技术则能让幼儿“身临”火灾发生的场景之中,了解在不同情境下使用与之对应的电话号码,遇到火灾时能够正确处理,懂得在火灾中如何逃生并掌握自救的方法,从而萌发初

步的自救意识。

《火中逃生》活动教案

情景导入激发兴趣:教师通过PPT出示“火灾”的图片,引导幼儿找出引发火灾的原因;接着出示生活物品的图片,幼儿仔细观察后,找出其中容易引起火灾的物品。

动作操作体验新知:利用AR体感技术,通过游戏模式让幼儿学习火警电话的拨打以及在逃生时应选择的必要工具,通过亲自操作学习火灾发生时的正确做法。

情境模拟增强感知:利用增强现实技术营造火灾场景,通过身体动作躲避危险,例如跳跃,左右躲闪等进行逃生演练。

师生小结:先由教师用言语引导:“小朋友们通过刚才拨打火警电话、选择逃生工具以及模拟逃生演练后,有什么收获?”然后通过个别分享和全班讨论,完成小结与归纳。

活动延伸:为了将活动延伸至课外,更好地实现家园共育,因此需要幼儿回家之后首先与家人分享今天学习的火灾安全知识,然后与家长在家中进家庭火灾逃生的演练。

又如开展大班社会领域活动《快乐的端午》(教案如下),通过播放端午节儿歌和《屈原的故事》,初步了解端午节的由来和习俗;接着利用AR体感技术,在营造的中国特色美食街里,通过幼儿的自我操控(挥手、鼓掌、跳跃、抓握等)选择正确的端午习俗,通过体感技术游戏活动——包粽子,了解粽子的形状特征以及操作流程,并在最后体验赛龙舟的独特魅力,以培养幼儿对中华传统节日的了解和民族自豪感。

《快乐的端午》活动教案

情景导入激发兴趣:教师摆放与端午节相关的物质,如艾草、粽叶等,以营造端午节的节日气氛;接着播放端午节儿歌和《屈原的故事》,以便幼儿了解端午节的由来和相关习俗。

情境模拟增强感知:首先在营造的中国特色美食街里,幼儿通过体感技术的挥手和鼓掌来选择正确的端午习俗、进行包粽子的游戏;接着利用AR体感技术,幼儿可以体验赛龙舟活动,掌握划龙舟的动作要领,感受团队合作的乐趣和端午节传统活动的魅力。

师生小结:先由教师用言语引导:“小朋友们通

过包粽子、划龙舟以及感受其他端午习俗后,有什么收获?有哪位小朋友愿意向大家总结一下端午节是怎么来的呢?”然后通过个别分享和全班讨论,完成小结与归纳。

活动延伸:幼儿可在活动结束后,继续体验游戏,或者在家庭端进行游戏。

(二)增强现实学习环境

增强现实技术是幼儿园教学活动的有力支撑,是一种可高效利用的技术资源。环境创设是幼儿园教育教学活动的重要环节,而增强现实技术能极大优化幼儿园环境创设。它能够营造一种逼真的、趣味性的、可操作的环境,使幼儿能通过亲身的操作更好地掌握教学内容,体现寓教于乐的原则。如在开展科学领域活动《恐龙你好》中,传统的教学模式是通过播放视频让幼儿了解侏罗纪时代,观看图片了解恐龙的类别、习性等,在一定程度上可提升幼儿对恐龙的认知,但仅仅是一种记忆式的经验活动。然而,利用增强现实技术营造侏罗纪时期恐龙生活的场景,以幼儿自身的操作、体验、游戏实现与恐龙的互动,还能从外形去尝试辨识不同类型的恐龙,培养幼儿积极探索的品质。

《恐龙你好》活动教案

情景导入激发兴趣:教师通过呈现恐龙蛋,请幼儿说说这个蛋和平时见到的蛋有什么不同?幼儿回答结束后,教师出示两者的对比图,引发幼儿对恐龙的兴趣。接着通过视频和绘本《你真好》来让幼儿进一步了解恐龙中的霸王龙的相关知识。

情境模拟感知恐龙:利用增强现实技术营造侏罗纪世界恐龙生活的场景,幼儿通过手势、跳跃选择进入游戏:招手恐龙会走近,抚摸恐龙,语音提示恐龙名称,同时恐龙表现出亲昵的动作。

师生小结:首先由教师通过PPT呈现恐龙种类,完成小结与归纳;接着请个别幼儿选择自己喜欢的恐龙进行分享,通过儿童的语言加深他自己以及其他同伴关于恐龙的认识。

活动延伸:通过与区域活动的结合,更好地实现幼儿对本活动经验的掌握。如,在绘画区中让幼儿画出自己心目中的恐龙;或者通过食草和食肉两个维度,让幼儿进行恐龙归类。

又如中班社会领域活动《我会过马路》,传统的幼儿园教学活动因安全问题无法直接带领幼儿去马路上体验学习,但是在AR体感技术的支撑下,可以

让幼儿进入AR场景中(红绿灯、人行天桥、地下通道),幼儿通过原地踏步、左右移动、高抬腿等动作实现成功过马路、走天桥等,使幼儿在真实地体验中掌握初步的交通规则,提升自我保护能力、培养遵守交通规则的意识。

情景导入激发兴趣:教师通过呈现过马路的细节视频,请幼儿说说视频中不正确的做法有哪些?幼儿在回答的时候,教师重放该片段进行标记;接着提问幼儿视频中有哪些交通安全的标志,同样地幼儿边回答,教师边进行归纳。

《我会过马路》活动教案

情境模拟正确操作:进入AR场景中(设置了马路场景,包括红绿灯、人行天桥、地下通道三个场景),幼儿通过静止不动(停止等待)、原地踏步(向前)、左右移动(向左向右)等动作实现成功过马路,以掌握正确的交通规则。

师生小结:游戏结束后,邀请个别幼儿分享自己总结的过马路经验;最后教师总结过马路的经验,加深幼儿对交通规则的理解,提升幼儿安全意识。

活动延伸:通过与区域活动的结合,更好地实现幼儿对本活动经验的掌握。如,在绘本区中阅读与交通规则有关的绘本;或者在幼儿园中专门设置的“马路区域”中进行游戏。

(三)增强现实实验室

在幼儿园教学活动的实施过程中,材料的丰富性、真实性、教育性都对活动的成功开展起着十分重要的作用。增强现实技术可以使材料的准备环节更加简便,尤其在科学领域活动中能够为幼儿提供更直观且具可操作性的材料,使幼儿在这种自然交互的情境中探索科学的奥秘,并将其运用到现实生活当中,完善自身的知识体系。如小班健康领域活动《牙齿保卫战》,仅通过图片展示、视频等方式都不够直观,另外材料准备较繁琐且效果难以保证。所以首先通过故事《小熊拔牙》帮助幼儿回忆原有的经验,为后续活动的开展提供经验准备;接着通过三个AR体感游戏积累跟牙齿相关的知识以及保护牙齿的正确做法。

《牙齿保卫战》活动教案

情景导入激发兴趣:教师通过PPT呈现故事《小熊拔牙》帮助幼儿回忆原有经验,请幼儿说说自己有没有拔牙的经历,为什么会去拔牙呢?

动作操作体验新知:通过AR体感游戏(牙牙乐

和康康的牙膏枪),让幼儿了解牙齿的不同种类以及对牙齿有害的食物。

情境模拟增强感知:利用增强现实技术营造人体口腔的场景,让幼儿直观地了解刷牙的正确位置和正确步骤。

师生小结:先由教师用言语引导:“小朋友们通过玩牙牙乐和康康的牙膏枪后,有什么收获?有哪位小朋友愿意向大家分享一下我们刷牙的步骤应该是怎样的呢?”然后通过个别分享和全班讨论,完成小结与归纳。

活动延伸:通过与区域活动的结合,更好地实现幼儿对本活动经验的掌握。如,在阅读区尝试创编保护牙齿的小故事;或者在角色区根据绘本《牙齿大街的新鲜事》进行角色游戏。

又如中班科学领域活动《鲜花朵朵开》,虽然在现实生活中体验栽种过程更加符合幼儿身心发展特点,但植物的生长周期过长,无法在短时间内获得一些相关经验。通过AR体感技术,幼儿可在操作、体验游戏中了解鲜花盛开的过程以及影响花开的因素。

《鲜花朵朵开》活动教案

情景导入激发兴趣:教师通过呈现《奶奶的花园》的故事,为幼儿设置“帮助奶奶打理花园”的任务,以激发幼儿的兴趣。通过提问幼儿鲜花种类、种花步骤等问题引发幼儿的认知冲突,为进一步获得新经验打下基础。

动作操作体验新知:首先通过AR动画辨认不同种类的花,并利用AR技术操作花的盛开,感知鲜花盛开的季节规律(左右移动选择选项,向上跳跃确定选项);接着通过AR互动环节——护花使者(通过肢体动作体验种花、浇花、送花等),认识影响花开的因素——阳光、水、肥料,以及鲜花的对应花语。

情境模拟增强感知:通过康康花店任务,正确匹配不同花的花语。

师生小结:先由教师用言语引导:“小朋友们通过体验护花使者的游戏后,有什么收获?有哪位小朋友愿意向大家分享一下他最喜欢哪种花,这种花是哪个季节的呢?它的花语又是什么呢?”然后通过

个别分享和全班讨论,完成小结与归纳。

活动延伸:通过与区域活动的结合,更好地实现幼儿对本活动经验的掌握。如,在绘画区画出自己喜欢的花;或者在种植区体验种植真实的鲜花。

总之,任何事情都有两面性,增强现实技术也存在自身的不足。技术万能主义不应该出现在学前教育,毕竟作为人文学科,更加强调人文交流、人与人的沟通互动等。科学技术与幼儿园教学活动的深度融合,已经是大势所趋,未来的幼儿园,必将是科学技术与教育的完美融合。而在这样一个时代背景下,如何实现二者的完美融合,需要我们更加冷静、理性地进行思考和探索。

【参考文献】

- [1] 国务院.《中国儿童发展纲要(2011~2020年)》[EB/OL]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2001/content_1927200.htm.
- [2] 刘建伟.基于AR/VR技术的儿童教育资源建设研究[J].陕西学前师范学院学报,2017,33(10):75-81.
- [3] Tom caudell. AR at boeing(1990)[EB/OL]. <http://www.ipo.tue.nl/homepages/mrauterb/presentations/HCI-history/tsld096.htm>.
- [4] Azuma,Ronald T. A Survey of Augmented Reality[J]. Teleoperators and Virtual Environments,1997,6(4):355-385.
- [5] Paul Milgram,Fumio Kishino. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Display[J]. IEICE Transactions on Information Systems,1994,77(12).
- [6] 蔡健.增强现实技术在教学中的应用研究[D].杭州:浙江工业大学,2017.
- [7] 钟志贤.信息化教学模式:理论建构与实践例说[M].北京:教育科学出版社,2005.
- [8] 王涌天,郑伟,刘越等.基于增强现实技术的圆明园现场数字重建[J].科技导报,2006(3):36-40.
- [9] Dede C. Immersive interfaces for engagement and learning [J]. Science,2009,323(5910):66-69.
- [10] 齐立森,皮宗辉,徐苗等.增强现实的技术类型与教育应用[J].现代教育技术,2014,24(11):18-22.

【责任编辑 王亚婷】