

# VR/AR 教育应用案例及发展趋势



蔡苏<sup>1,2</sup> 张晗<sup>1</sup>

(1. 北京师范大学 教育学部, 北京 100875;

2. 北京师范大学 “移动学习” 教育部—中国移动联合实验室, 北京 100875)

**摘要:** 随着教育形式的多样化以及前沿信息技术在教育领域的深入应用, VR/AR 学习环境推动越来越多的教育学者通过重塑学习方式回归教育本质, 对培育创新型人才和教育普及产生了深远的影响。本文在介绍 VR/AR 概念的基础上, 阐述了国际 VR/AR 的教育应用现状, 介绍了经典的 VR/AR 教育案例开发与实证结果, 有助于我们更加深刻地认识信息化教学模式构建的一般规律。当然, VR/AR 在教育领域的应用还处于早期阶段, 在教育领域的应用既有发展机遇, 也还面临着一些挑战。在未来的研究中, 应该深入研究 VR/AR 学习环境如何支持学与教, 以提升学生在课堂教学中的学习效果, 为教育教学模式的改革创新实践提供经验和启示。

**关键词:** 增强现实; 虚拟现实; 教育应用

**中图分类号:** G4 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-0069 (2017) 03-0001-10

## 一、虚拟现实和增强现实

在计算机诞生之初就有人做过虚拟现实 (Virtual Reality, 简称 VR) 相关的尝试, 但直到 20 世纪 80 年代初, 美国 VPL 公司的创始人杰伦·拉尼尔首次提出 “Virtual Reality” 一词, 虚拟现实技术的研究才开启了新时代。VR 是综合利用图形系统和各种现实及控制接口设备, 在计算机上生成的、可交互的三维环境中提供沉浸感觉的技术。格里戈雷·博迪和菲利普·科菲特最早在他们的著作《虚拟现实技术》<sup>[1]</sup> 中指出虚拟现实有三个特征: 沉浸性 (Immersion)、交互性 (Interactivity) 和构想性 (Imagination), 即虚拟现实的 “3I” 特征。

增强现实 (Augmented Reality, 简称 AR) 是广义上虚拟现实的扩展。AR 通过计算机技术将虚拟的信息叠加到真实世界, 真实的环境和虚拟的物体实时融合到同一个画面中。VR 呈现的场景全部是计算机生成的虚拟画面, 而 AR 允许用户看到真实世界以及融合

于真实世界之中的虚拟对象<sup>[2]</sup>, 因此增强现实是 “增强” 了现实中的体验, 而不是 “替代” 现实。

## 二、国际 VR/AR 教育应用现状

著名投资银行高盛集团在投资者报告中对于 VR/AR 市场规模、人口规模做了数据分析, 其中教育领域 K-12 阶段和高等教育阶段的当前市场规模分别为 50 亿美元和 70 亿美元, 仅在发达国家就约有 2 亿所中小学使用 VR/AR 辅助教育活动。高盛集团还对教育领域 VR/AR 的人口规模和市场规模做出了预测: 至 2020 年用户数将会增长至 700 万, 2025 年将会达到 1500 万; 2020 年软件营收为 3 亿美元, 2025 年增长至 7 亿美元<sup>[3]</sup>。

尽管 VR/AR 技术的教育应用时间不长, 但它与教育理论如行为主义、建构主义的观点比较吻合: ①在行为主义理论中, 学习是由知识和外界相互联系, 从而建立刺激—反应的联结<sup>[4]</sup>。VR/AR 创造的学习环境可以促使学习者在与环境交互的同时得到反馈, 获得接下

收稿日期: 2017-03-01

作者简介: 蔡苏 (1981—), 男, 湖北洪湖人, 硕士生导师, 研究方向为 VR/AR 教育应用、STEM 教育; 张晗 (1995—), 女, 内蒙古呼伦贝尔人, 硕士生, 研究方向为 VR/AR 教育应用、科学教育。

来的动作指令,这样知识和反应之间的联系就能充分地构建。② VR/AR 虚拟学习情境所提供的大量建构工具体系和表现区域,加以学习者的主观能动性,与皮亚杰“把实验室搬到课堂中去”的构想与实践,以及“学习是一种真实情境的体验”的建构主义观是相符合的。<sup>[5][6][7]</sup> AR 与全虚拟的 VR 技术相比,不仅可以将学习对象及时仿真呈现,更行之有效的是将其置于真实环境中,并可对模型进行操纵,能让学生以一种自然的交互手段进行自主探索,获得认知。它的优点在于能呈现真实环境中难以表现的信息,并将这种信息与真实环境无缝融合,让学习互动就像在现实中互动那样自然。这对于抽象内容教学和提升学习者兴趣非常具有启发意义。

新媒体联盟(The New Media Consortium,简称 NMC)是教育领域的著名组织,它每年发布《地平线报告》,介绍可能对教育产生重大影响的各种技术。在最近几年发布的《地平线报告》中,AR 都被列为未来几年最具潜力的六项技术之一,如表 1 所示,并且从“简单增强现实技术”到“增强现实技术”的字眼变化可以看出这门技术正在迅速走向成熟。值得注意的是 2016 年该报告将 VR 和 AR 并列提出,这表明了 VR 和 AR 这两种技术在教育领域将互相融合应用。

表 1 NMC 组织发布的教育领域技术趋势年度报告

可能大规模推广的时间段	《地平线报告》			
	2010	2011	2012 (K12)	2016 (HE)
1 年内	移动计算(学习)	电子书	移动设备和应用	自带设备
	开放式内容	移动应用	平板计算	学习分析和自适应学习
2—3 年	电子书	增强现实技术	游戏学习	增强和虚拟现实
	简单增强现实技术	游戏学习	个人学习环境	创客空间
4—5 年	手势交互技术	手势交互技术	增强现实技术	情感计算
	可视化数据分析	学习分析	自然用户交互	机器人

### 三、典型 VR/AR 教学案例

国内外对 VR/AR 技术在教育领域应用的关注与日俱增,一些团队也对 VR/AR 的教育应用做了尝试,下面通过一些典型案例来展示 VR/AR 的教育应用情况。

#### (一) 三维虚拟学习环境

第二人生(Second Life,简称 SL)是一部模拟真实社会的大型多人在线角色扮演平台,作为一种沉浸式游戏学习环境,SL 应用在合作式学习中具有较大的发展潜力<sup>[8]</sup>。

有研究发现,教育技术学、媒体研究、定性研究方法、计算机科学、历史学、女性研究、写作与出版、文化研究和管理学等学科都曾在 SL 中被教授过<sup>[9]</sup>。以语言学为例,学习英语的学生与以英语为母语者在 SL 中通过虚拟化身进行口语交流,达到了现实生活中很难实现的效果。

赵晶晶<sup>[10]</sup>以建构主义为理论支撑,对虚拟现实开展对外汉语教学活动的要素进行了梳理归纳。以 SL 平台为研究载体,选取一个中文教学虚拟岛屿与一个英语教学虚拟岛屿作为案例进行对比分析,重点探讨了开展对外汉语教学的教学环境特征、教学活动特征以及人机交互界面的特点及局限。

基于 SL 的学习环境有三个特点:①包含交互和知识建构的沉浸式环境;②所有用户创造维护;③注重网络社交<sup>[11]</sup>。尽管作为目前用户最多、最流行、相对开放的平台,SL 中却缺乏支持学习过程的管理工具。因此,Slodoodle 应运而生。Slodoodle,即基于 Second Life 的面向对象分布式学习环境,它整合了 SL 和目前最具开放特点的网络教学平台 Moodle 中的若干功能,构建了一个方便、有趣的三维学习环境<sup>[12]</sup>。如图 1 展示了 Slodoodle 的体系结构,它将 Moodle 中的二维码功能模块对应改造成自身的三维工具,并用 HTTP 协议和 XML 远程调用进行通信。

Slodoodle 中包含 Web-Intercom、MetaGloss、Choicer、Translator 等工具,可支持角色扮演和模拟、协同合作、问题呈现、活动构建(自创对象和属性开发)等教学活动,并能在活动前后和活动过程中对学生任务进行指导。

除了 SL,北京师范大学蔡苏等人<sup>[13]</sup>自主设计开发了一个跨平台的三维虚拟学习环境平台 i3DVLE,并在

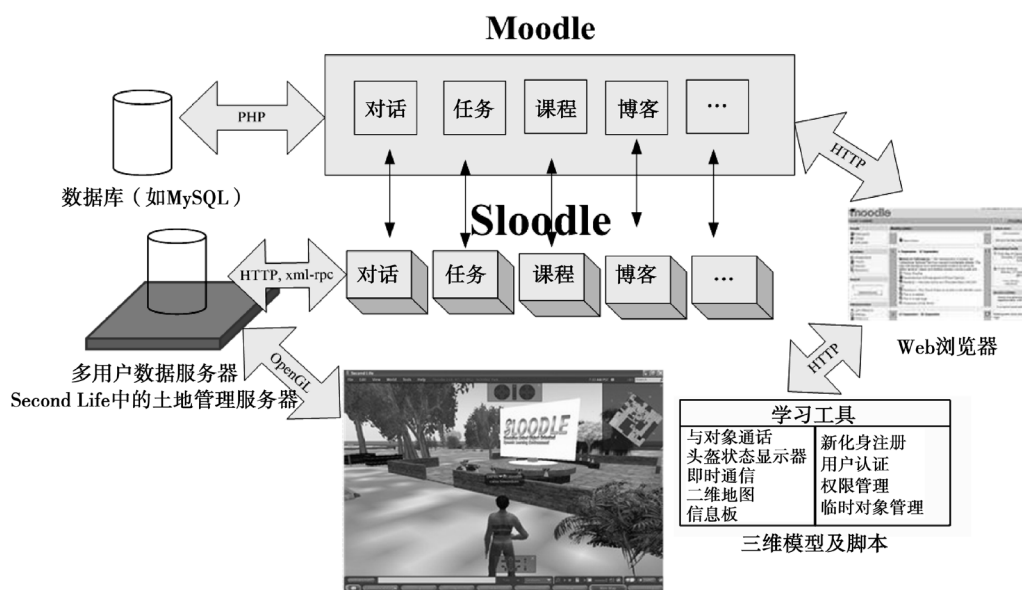


图1 Sloodle 体系结构

中小学中开展准实验研究，旨在分析和评估三维虚拟学习环境下教学的有效性、学生的学习动机和参与度。针对中小学的学科教学对于三维虚拟学习环境的潜在需求，i3DVLE 中设计了若干教育案例，如太阳系行星运动规律、牛顿运动规律、虚拟大讲堂等。

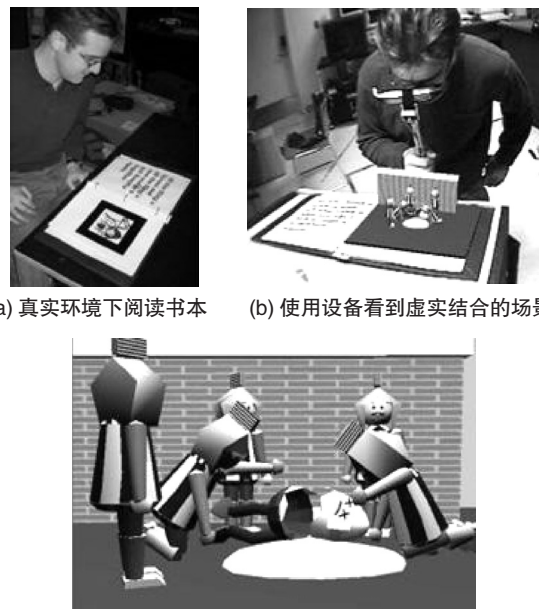
i3DVLE 被运用到中小学的实际教学中，研究团队通过面对面的交流和网络答疑等方式对学习过程进行协助，了解到了教师和学生的实际应用状况。但是，部分学生的学习成效并不如预期那样好，他们在正式的课堂中能够较好掌握的一些概念，在三维虚拟学习环境中的学习效果却不甚理想。因此，根据教师和学生的一些反馈，团队也做出了很多改进，如添加虚拟教师，给予虚拟教师更多的权限去控制和把握课堂，改进用户的交互工具界面等，完善了 i3DVLE 平台的功能。

当前三维虚拟学习环境的发展趋势为：一是用户参与创作，即完全由用户创作学习内容。二是提供探究的空间，与学习管理系统整合。前文介绍的 Sloodle 就是一个典型案例，当然它还做得不够完美，为把三维虚拟环境和学习管理系统两种异构的环境更好地融合，还需要有更多的研究工作者和实践人员的努力。三是虚拟与真实的融合。虚拟环境的真实感有赖于图形学的发展，但不管它如何发展，虚拟的毕竟都是虚拟的，而我们的学习活动还都是发生在真实物理世界里，“增强现实”能使学习者进行学习活动时有更好的体验，应该在教育

领域更加普及该技术。四是三维和人工智能技术深度整合。因学习的复杂性，三维虚拟学习环境若要能完全做到像人类行为，比如自动答疑、自动组卷、自动判卷等，还是比较困难的，需要人工智能界技术的突破。

## （二）AR 图书

在教育领域里最早运用增强现实技术的案例是毕灵赫斯特制作的魔法书（Magic Book）<sup>[14]</sup>。它根据书本内容制作成 3D 场景和动画，并且利用一个特殊的眼镜就能让儿童看到虚实相结合的场景，如图 2 所示。



(c) 书本中展示的完全虚拟的场景

图2 Magic Book

顿瑟和霍纳科尔<sup>[15]</sup>以寓言故事为载体，通过阅读



来完成故事设定的挑战性任务,对儿童的学习行为进行观测和分析。研究发现,儿童普遍认为AR环境新颖有趣。而后他们又根据数据反馈,设计了针对七岁儿童阅读的AR书<sup>[16]</sup>,主要分析儿童是如何将真实世界的知识技能与AR环境建立起有意义的联系的。研究得出,AR交互与真实世界的交互基本一致,而这种新奇的显示效果使得他们的阅读兴趣大大提升。

在这之后有团队又设计开发了填色绘本,书中图片被涂色后,使用平板拍摄即可显示涂颜色的3D模型<sup>[17]</sup>。

蔡苏、宋倩和唐瑶<sup>[18]</sup>在2010年提出增强现实学习环境的架构,并基于此实现了一本增强现实概念演示书——未来之书。书中选取了物理学科中的单摆、牛顿定律等实验呈现虚实相结合的效果,如图3所示。作为国内最早的增强现实书,未来之书参展2010年第十七届北京国际图书博览会,获得了与会者的好评。

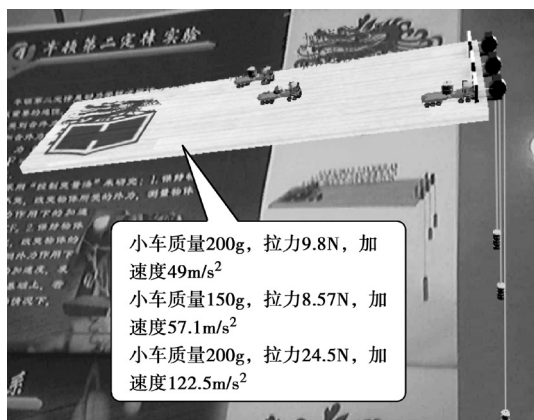


图3 书上浮现的牛顿第二定律三维模拟

### (三) AR理科教学

有大量学者把AR运用在理科教学中,以此增强学习者对现实情境的视觉感知能力<sup>[19]</sup>。克拉瓦拉等人<sup>[20]</sup>演示过一个天文学教学的例子,在AR环境中老师和学生可通过旋转虚拟地球探究太阳和地球、白天和黑夜的关系。蔡苏等人<sup>[21]</sup>将AR和Kinect体感设备相结合能使磁场可视化。学生在学习有关磁场的知识时,通过手势能与设备进行实时交互,从而了解磁场的分布和变化。维也纳理工大学研究人员就曾做过专门的力学教学展示<sup>[22]</sup>,通过AR物理引擎模拟力学领域的物理实验,分析物体质量、受力、运动路径等参数。但利用该系统教学需要配置较昂贵的头盔、立体眼镜等设备。

北京师范大学蔡苏团队研发的基于AR的凸透镜

成像实验通过实证探索了AR技术对八年级学生物理学习效果以及深层次认知方面的影响<sup>[23]</sup>。基于AR的凸透镜成像教具通过使用三个不同的标记卡片来模拟蜡烛、凸透镜和荧光屏。当摄像机捕获到标记卡片时,凸透镜的3D模型与用于标记焦距和两倍焦距数据的平行数轴等参数都将显示在屏幕上。将蜡烛标记卡片和屏幕标记卡片分别放置于凸透镜标记卡片的两边,屏幕将基于蜡烛和凸透镜之间的距离自动呈现相关的图像,如果调节蜡烛和凸透镜之间的距离,屏幕上的图像将根据凸透镜成像规则实时变化。假设物距为 $u$ ,像距为 $v$ ,焦距为 $f$ 。根据凸透镜成像的公式 $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ ,当 $u < f$ 时,成虚像;当 $u = f$ 时,光屏不呈现像;当 $u > f$ 时,光屏会呈现实像。实验结果表明AR对成绩较落后的学生具有更大的影响。



图4 AR模拟凸透镜成像实验

北京师范大学蔡苏团队研发的微观粒子交互式实验主要是对中学化学课程中基于增强现实的学习工具的补救性学习效果的研究<sup>[24]</sup>。实验设计包含如表2所示的四个部分。

表2 实验设计

实验内容和操作方法	测量工具来源
前测: 每名學生发一份试卷, 要求独立完成	该试卷由深圳市某中学万姓老师编制
将全班學生随机分成三组。要求每组學生使用AR工具来完成学习活动表上的全部内容, 并在没有老师指导的情况下合作完成此学习活动表(工具包括基于AR的软件、标签和活动表格)	学习活动表由研究者设计, 其内容符合软件特点和学习目标
后测: 重复与前测相同的测试	试卷与前测相同
所有學生独立完成问卷调查	问卷内容由学习态度 <sup>[25]</sup> 、对软件的满意度 <sup>[26]</sup> 、认知有用性和认知易用性 <sup>[27]</sup> 四部分构成

该软件使用 Java 语言开发, 使用了 NyArToolkit、Java3D 以及 JMF(Java Media Framework, Java 媒体框架) 的软件包。通过捕获标签的位置来呈现不同的结构层次以及原子的各种组合。图 5 和图 6 展示了水和钻石两个实例的操作。如图 5(a) 所示, 屏幕中放入了两个氢原子和一个氧原子。当慢慢将两个氢原子向氧原子靠近时, 一个水分子便形成了, 如图 5(b) 所示。学生可以拿起水分子靠近摄像头来观察它的结构, 若将标签向上抬高, 即可看到屏幕出现一滴水滴, 如图 5(c) 和图 5(d) 所示。

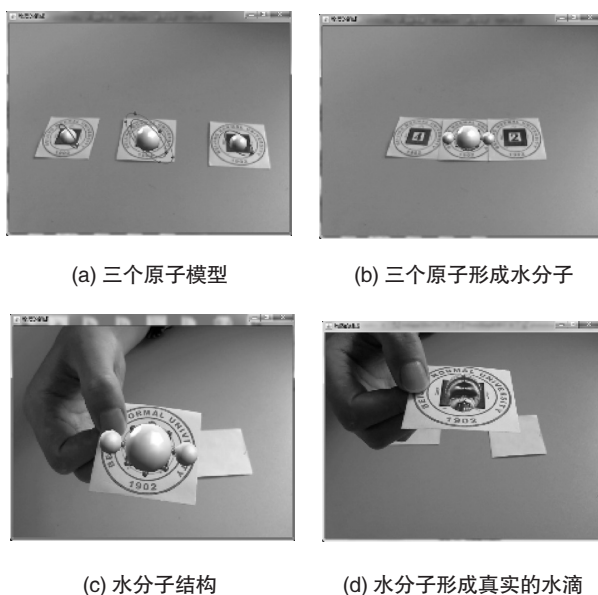


图 5 水分子的形成

在认识和学习金刚石的内部结构时, 探究活动要求学生使用碳原子构造金刚石晶体。首先, 使用碳原子和化学键搭建金刚石的正四面体单元, 如图 6(a) 所示。此外, 研究者将使用学生搭建的正四面体单元组建一个完整的金刚石结构, 如图 6(b) 所示。学生可以从桌子上的另一个标签所呈现的物体得到提示, 他们搭建的金刚石结构就是钻石的内部结构, 这将化学和日常生活联系到了一起。



(a) 金刚石基本单元



(b) 完整的金刚石结构

图 6 金刚石的内部结构

研究表明 AR 工具可以较好地帮助学生记忆原子的结构。在传统课堂上, 仅通过老师的简单指导, 学生对于知识的理解程度和记忆持久性较低。但基于 AR 的软件教学可调动学生积极性, 促使其注意力更加集中。在直观地看到仿真模型并与其交互后, 学生对所学知识的印象也更加深刻。AR 工具能提高学生在实验探究中的操作能力。相比于键盘、鼠标与计算机的操作, 直接通过 AR 技术提高活动参与感的这种方式对程序性知识的识记效果更好。同时, 学生也对这个工具提出了一些建议, 例如他们希望物质的模拟现象能更加逼真, 另外还可以加入一些卡通或者动画元素使软件变得更有意思。

李淑惠等人<sup>[28]</sup>实施了中学数学概率知识点中的经典抛硬币实验。实验工具为研究者开发的基于 AR 的 Android 平台上的应用程序——抛硬币。在游戏开始前, 学生可以设定两个参数: 间隔时间与识别时间。其中, 间隔时间是指摄像头两次识别硬币之间的最短间隔时间, 识别时间为摄像头成功识别一次硬币的最短停留时间。游戏启动后, 移动设备的摄像头能够捕捉并识别画面中硬币的正、反面状态, 并在屏幕中显示相应的 3D 模型以提示用户该硬币已被成功识别。一旦识别成功, 系统会为硬币的当前状态自动计数, 同时更新已识别的正、反面次数和频率。如图 7 所示, 系统左上角记录硬币的正、反面次数, 右下角折线图可实时更新正面频率。将实验对象分为两人一组, 分别负责硬币的抛掷和识别, 进行多次数据统计。当学生退出游戏后, 此次游戏的历史数据将被保存在数据库中。硬币抛的次数越多, 其正、反面出现的概率就均越接近

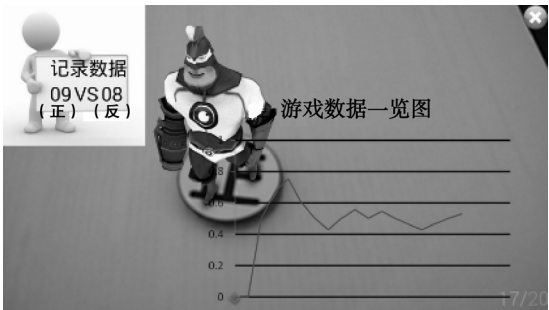


图 7 抛硬币游戏界面图

近 50%。这个实验既能快速统计大样本实验的数据，又能让学生真正体验到游戏动作“抛”的感觉。研究表明，当使用 AR 工具进行数学教学时，学生的学习积极性均有显著的提高。

(四) AR 语言教学

北京邮电大学的李铁萌等针对幼儿园儿童汉字和英语学习开发了 AR 识字系统，旨在探究学龄前儿童的识字能力和对生字学习的记忆效果<sup>[29]</sup>。该系统信息架构设计如图 8 所示。

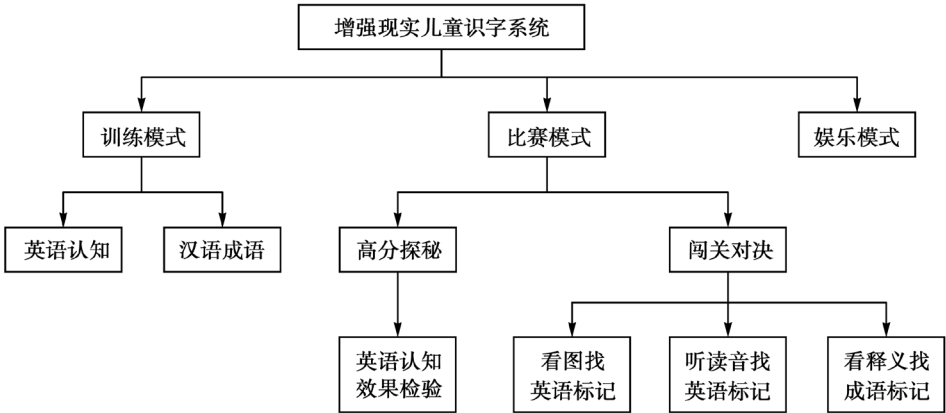


图 8 增强现实儿童识字系统的功能信息架构

该实验有两项任务：①从操作方式、学习应用和效果三方面测试不同年龄儿童对识字系统的态度。②使用 AR 识字系统的学习效果测试。实验表明，AR 识字系统能够提高学前儿童的生字认知能力、提升记忆效果，而且教学效果对较大年龄学前儿童更好。

北京师范大学蔡苏团队研发了“快乐记单词”软件<sup>[30]</sup>，如图 9 所示。该系统基于 Java 1.7、Android SDK 和 Wikitude SDK 设计开发。

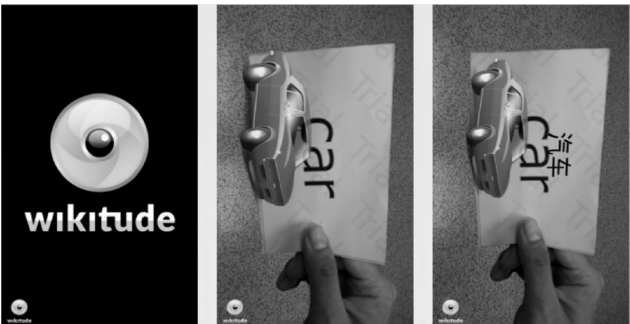


图 9 “快乐记单词”软件界面

使用平板电脑或手机扫描卡片识别单词，然后浮现对应的图片或三维模型，并发出读音，能很好地帮助儿童进行词汇的拼写和发音学习。研究表明，这种学习将

触觉、听觉和视觉结合在一起，较传统教学方式更容易激发孩子 的热情，对非英语母语学习者的单词学习效果显著。使用手机扫描单词，呈现匹配 的图片和发音也符合儿童的认知规则，但是手机可能会分散儿童的注意力。这种类型的教学可能更适合一对一的情况。

(五) 基于地理位置的 AR 学习

江蕙桢等人<sup>[31]</sup>完成了一个中学科学教育探究活动。活动中不同组的学生分别使用 GPS 位置获取不同区域的信息，信息就会以增强现实的方式呈现并上传至服务器。其他组成员来到同一地点时，可以查看已有的分享内容。这个实验提升了学生学习体验，也促进了知识共享。

萧显胜等人<sup>[32]</sup>开发了一个增强现实的系统天气观察员（Weather Observers），辅助学生进行大气系统等地理知识的学习。比如，在博物馆的教学环节中，学生可扫描识别卡片，进而获得相应天气元素的模型。研究发现，该增强现实系统对学习 者地理学科的学习兴趣和 学习效果的提升都有较大的帮助。



王晓玲等人<sup>[33]</sup>开发了一款在户外调查的增强现实定位工具，实践表明该应用可协助学生实时定位和信息共享，深受他们欢迎。

华东师范大学开发了一款叫做“快乐寻宝”的教育游戏<sup>[34]</sup>。这是一款基于移动增强现实技术的教育游戏，参与者可通过任务驱动、在线答题进行闯关。游戏的相关设置更为灵活自由，如学科知识、任务地点都可由老师进行学情分析后自主设定。游戏主要设计思路如图 10 所示。

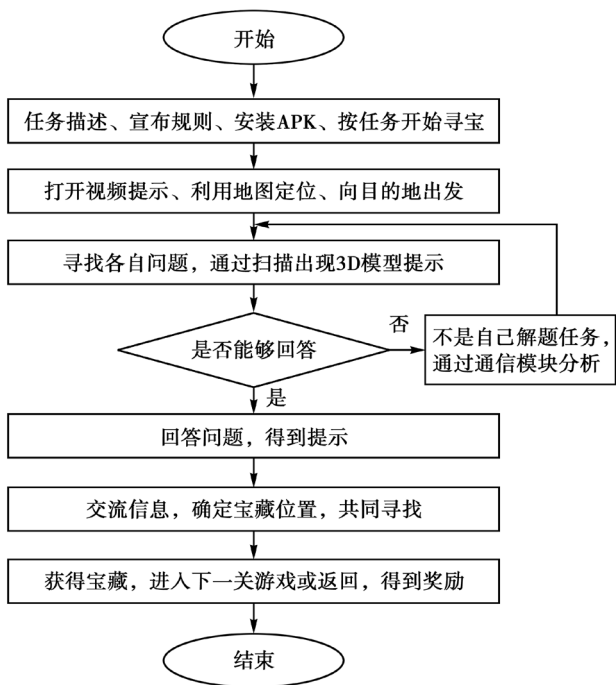


图 10 “快乐寻宝”游戏主要设计思路

实践表明，学生能更好地沉浸于游戏中，实时交互，快速反馈。当然，游戏依然有待进一步完善与开发，存在的问题有模型真实感不强，交互有延迟，学习内容不完善，等等。

北京师范大学王沛文等人基于移动增强现实和位置服务技术，设计并实现了地理导航与文化导览一体化的服务系统，并在大学校园部署应用。研究选取了小样本实验设计，请实验对象对系统平台进行试用和评价，旨在探索移动增强现实技术应用于校园导览的效果<sup>[35]</sup>。使用者试用系统平台 2—3 个小时。使用过程中用户可以根据摄像头中捕获到的真实场景去寻找校园相关建筑物，如图 11 所示。在到达目标建筑物后，摄像头通过捕获图像自动识别出该建筑物信息，并作

为学习内容呈现给用户。



图 11 周边相关建筑物信息

该实验分别从可获取性、宣传效果、可用性、美观性、环保性、可交互性、可推广性以及功能性八个方面对软件进行调查。调查表明 AR 导览软件方便美观。绝大多数被试者都提到使用手机可以随时随地获取信息，而且定位技术与增强现实技术的结合使得搜索过程和呈现方式变得更加自然，不仅省去了手动输入的过程，而且所见即所得；绝大多数被试者都提到目前使用纸质地图时的资源浪费问题，并认为该软件是替代纸质媒介的比较好的手段之一；绝大多数被试者都提到使用手机摄像头与真实物理环境进行交互的方式非常新颖有趣，之前并没有接触过，信息的快速即时呈现的特点也让校园文化随手可及。使用者对软件也提出了很多建设性意见，有些意见限于目前硬件技术能力还不能解决，比如校园无线网网速慢导致加载信息过慢，手机 GPS 定位所需时间过长且有时定位不准确等。

四、VR/AR 教育应用的前景及挑战

在我国，近年来“互联网+”、大数据、人工智能、虚拟现实等纷纷在相关领域崭露头角。而在被称为“VR 元年”的 2016 年里关于 VR 的报道也接连不断，引起了政府的足够重视。政府的大力支持推动了 VR 的进一步发展，国务院、发改委、工信部、文化部及各级地方政府均制定了相关的配套文件，对 VR 创业团队、VR 技术进行政策鼓励，如产业标准、产业联盟方面的支持，可以说 VR 受到了来自政府方面前所未有的支持。2016 年 12 月 27 日“国务院关于印发《‘十三五’国家信息化规划》的通知”里“强化战略性前沿技术超前布局”一章提到要“超前布局前沿技术、颠覆性

技术”，要“加强全息显示、虚拟现实等新技术基础研发和前沿布局，构筑新赛场先发主导优势”。<sup>[36]</sup>2017年1月15日中共中央和国务院办公厅发布的《关于促进移动互联网健康有序发展的意见》里提到“加紧人工智能、虚拟现实、增强现实等新兴移动互联网关键技术布局，尽快实现部分前沿技术、颠覆性技术在全球率先取得突破”。<sup>[37]</sup>最值得提出的是2017年1月19日“国务院关于印发《国家教育事业发展规划‘十三五’规划》的通知”<sup>[38]</sup>里提到“要全力推动信息技术与教育教学深度融合。……综合利用互联网、大数据、人工智能和虚拟现实技术探索未来教育教学新模式”。从以上政策可以看出，现在正是VR/AR产业的萌芽时期，在前期行业技术和资本市场的带动下，政府也通过政策利好扶持虚拟现实产业，并推动行业规范化发展。2016年VR在国内市场的火爆程度超乎预期，在教育领域也不例外。2016年大学英语六级、浙江高考、北京中考等大型考试都以虚拟现实为主题做过命题，很多学校也开始建立虚拟现实教学实验室，这些都表明虚拟现实教育已经从“概念”开始走向“落地”。

不过，“VR+教育”是有技术门槛的，人们对VR的认知普遍不多，在市场上VR容易被冒名及误导使用，从而让大家对VR的期待值一降再降，导致最后VR还未真正问世，就已经沦为了供过于求的“垃圾”科技，这让正牌VR的损失难以估量。产品内容方面，硬件配置与学科教育契合度偏低，VR教育课程的开发缺乏学科教育专家和老师的参与。而相对于使用Oculus、

HTC Vive等纯虚拟现实环境来说，增强现实环境不需要佩戴沉重的头盔，不需要放置捕获用户空间位置的专用定位器和特定的活动范围空间。它仅需要一台电脑配合一个普通摄像头，或者仅需要平板电脑或手机（本身自带摄像头），即可做到真实环境和虚拟对象的融合互动。因此，这种对硬件条件要求不高的学习技术更容易在学校落地，并拥有更多的受众用户。更重要的是，增强现实环境将虚拟的学习内容与现实环境进行了有意义的关联。所以，AR技术作为当前研究热点之一的VR技术的分支，更能为学生创设出一个科学探究的环境<sup>[39]</sup>。著名刊物《经济学家》在2017年初就撰文预测AR比VR更有发展前景<sup>[40]</sup>。

AR应用于教育还处于呈现简单、交互不成熟的初级阶段，对于AR实证研究主题的研究设计也依然有很多亟待开发的部分。值得提出的是北京师范大学现代教育研究所团队对于增强现实教育应用中的3D建模、虚拟行为交互等关键技术难题进行了长期的实证研究，且目前已取得了突破性的成果。通过其实证研究可以看出，绝大部分学生对于VR/AR教学工具或环境表现出正面的态度，这也符合努涅斯等人<sup>[41]</sup>的研究结果。因此，在未来教育中，我们应深掘教育规律，借助VR/AR学习环境，构建技术平台支撑下的新型教学模式，探求VR/AR学习环境如何支持学与教，以提升学生在课堂教学中的学习效果，通过重塑学习方式回归教育本质，对培育创新型人才和教育提供支持。5

## 参考文献

- [1]BURDEA G,COIFFET P.Virtual Reality Technology [M].Hoboken:John Wiley & Sons,2003.
- [2]AZUMA R T.A Survey of Augmented Reality [J].Presence:Teleoperators and Virtual Environments(S1054-7460),1997,6(4): 355-385.
- [3]GOLDMAN SACHS.Virtual & Augmented Reality Understanding the Race for the Next Computing Platform[DB/OL].(2016-03-09)[2017-02-20].http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/virtual-and-augmented-reality-report.html.
- [4]WATSON J B.Psychology as the Behaviorist Views It[J].Psychological Review(S0033-295X),1913,20(2): 158.
- [5]PIAGET J.The Stages of the Intellectual Development of the Child.Educational Psychology in Context:Readings for Future Teachers[M].1965.
- [6]JONASSEN D H.Thinking Technology:Toward a Constructivist Design Model[J].Educational Technology(S0013-1962),1994,34(4): 34-37.
- [7]蔡苏,王沛文,杨阳,等.增强现实(AR)技术的教育应用综述 [J].远程教育杂志,2016,(5): 27-40.
- [8]DELUCIA A,FRANCESE R,PASSERO I,et al.Development and Evaluation of a Virtual Campus on Second Life:The Case of SecondDMI[J].Computers & Education (S0360-1315),2009,52(1): 220-233.
- [9]LUO L,KEMP J.Second Life:Exploring the Immersive Instruct-



- ional Venue for Library and Information Science Education [J]. *Journal of Education for Library and Information Science* (S0748-5786), 2008, (49): 147-166.
- [10] 赵晶晶. 虚拟现实在对外汉语教学中的应用——以“第二人生”为例 [D]. 济南: 山东大学, 2015.
- [11] SKIBA D J. *Nursing Education 2.0: Second Life* [J]. *Nursing Education Perspectives* (S1536-5026), 2007, 28(3): 156.
- [12] 蔡苏, 余胜泉. 从 Sloodle 看三维虚拟学习环境的发展趋势 [J]. *开放教育研究*, 2010, (2): 98-104.
- [13] CAI S, YAO Y. I3DVLE: A Case for 3D Interactive Virtual Learning Environment [C]. 2nd Annual Conference on Electrical and Control Engineering, Yichang, Elsevier, 2011: 1-8.
- [14] BILLINGHURST M, KATO H. Collaborative Augmented Reality [J]. *Communications of the ACM* (S0001-0782), 2002, 45(7): 64-70.
- [15] DUNSER A, HORNECKER E. An Observational Study of Children Interacting with an Augmented Story Book [M]// HUI K C, PAN Z, CHUNG R K, *et al.* *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*. Springer Berlin Heidelberg, 2007: 305-315.
- [16] HORNECKER E, DUNSER A. Of Pages and Paddles: Children's Expectations and Mistaken Interactions with Physical-digital Tools [J]. *Interacting with Computers* (S0953-5438), 2009, 21(1): 95-107.
- [17] RYFFEL M, MAGNENAT S. Augmented Creativity: Bridging the Real and Virtual Worlds to Enhance Creative Play [C]. *Proceedings of the SIGGRAPH Asia 2015 Mobile Graphics and Interactive Applications*, Kobe: ACM, 2015: 1-12.
- [18] 蔡苏, 宋倩, 唐瑶. 增强现实学习环境的架构与实践 [J]. *中国电化教育*, 2011, (8): 114-119, 33.
- [19] ARVANITIS T N, PETROU A, KNIGHT J F, *et al.* Human Factors and Qualitative Pedagogical Evaluation of a Mobile Augmented Reality System for Science Education Used by Learners with Physical Disabilities [J]. *Personal and Ubiquitous Computing* (S1617-4909), 2009, 13(3): 243-250.
- [20] KERAWALLA L, LUCKIN R, SELJEFLOR S, *et al.* "Making It Real": Exploring the Potential of Augmented Reality for Teaching Primary School Science [J]. *Virtual Reality* (S1434-9957), 2006, 10(3-4): 163-174.
- [21] CAI S, CHIANG F K, SUN Y, *et al.* Applications of Augmented Reality-based Natural Interactive Learning in Magnetic Field Instruction [J]. *Interactive Learning Environments* (S1049-4820), 2016(5): 1-14.
- [22] KAUFMANN H, MEYER B. Simulating Educational Physical Experiments in Augmented Reality [C]. *ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Educators Programme*, Singapore: ACM, 2008: 1-8.
- [23] CAI S, CHIANG F-K, WANG X. Using the Augmented Reality 3D Technique for a Convex Imaging Experiment in a Physics Course [J]. *International Journal of Electrical Engineering Education* (S0020-7209), 2013, 29(4): 856-865.
- [24] CAI S, WANG X. A Case Study of Augmented Reality Simulation System Application in a Chemistry Course [J]. *Computers in Human Behavior* (S0747-5632), 2014, (37): 31-40.
- [25] HWANG G J, CHANG H F. A Formative Assessment-based Mobile Learning Approach to Improving the Learning Attitudes and Achievements of Students [J]. *Computers & Education* (S0360-1315), 2011, 56(4): 1023-1031.
- [26] CHU H C, HWANG G J, TSAI C C. A Knowledge Engineering Approach to Developing Mindtools for Context-aware Ubiquitous Learning [J]. *Computers & Education* (S0360-1315), 2010, 54(1): 289-297.
- [27] CHU H C, HWANG G J, TSAI C C, *et al.* A Two-tier Test Approach to Developing Location-aware Mobile Learning Systems for Natural Science Courses [J]. *Computers & Education* (S0360-1315), 2010, 55(4): 1618-1627.
- [28] LI S, SHEN Y, WANG P, *et al.* A Case Study of Teaching Probability Using Augmented Reality in Secondary School [C]. *Proceedings of the 24th International Conference on Computers in Education, India: Asia-Pacific Society for Computers in Education*, 2016: 340-344.
- [29] 李铁萌, 苏力博, 吕菲, 等. 基于增强现实的学前儿童识字教育系统及实验研究 [J]. *软件*, 2015, (4): 44-49.
- [30] HE J, REN J, ZHU G, *et al.* Mobile-Based AR Application Helps to Promote EFL Children's Vocabulary Study [C]. *Proceedings of the 2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies*, Athens: IEEE, 2014.
- [31] CHIANG T H, YANG S J. Students' Online Interactive Patterns in Augmented Reality-based Inquiry Activities [J]. *Computers & Education* (S0360-1315), 2014, (78): 97-108.
- [32] HSIAO H S, CHANG C S. Weather Observers: A Manipulative Augmented Reality System for Weather Simulations at Home, in the Classroom, and at a Museum [J]. *Interactive Learning Environments* (S1049-4820), 2016, 24(1): 1-19.
- [33] WANG X, KRAAK M J. Progress in Cartography: User Requirements Analysis for a Mobile Augmented Reality Tool Supporting Geography Fieldwork [M]. Berlin: Springer International Publishing, 2016: 30-68.
- [34] 陈向东, 曹杨璐. 移动增强现实教育游戏的开发——以“快乐寻宝”为例 [J]. *现代教育技术*, 2015, 25(4): 101-107.
- [35] WANG P, OUYANG S, ZHANG X, *et al.* A Study on Campus Cultural Learning and Navigation System Using Mobile Augmented Reality and Location Based Services [C]. *Association for the Advancement of Computing in Education*, New Orleans:

AACE,2014.

[36] 国务院. 国务院关于印发“十三五”国家信息化规划的通知[DB/OL]. (2016-12-27) [2017-02-20]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/27/content\\_5153411.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/27/content_5153411.htm).

[37] 国务院. 关于促进移动互联网健康有序发展的意见[DB/OL]. (2017-01-15) [2017-02-23]. [http://www.gov.cn/zhengce/2017-01/15/content\\_5160060.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2017-01/15/content_5160060.htm).

[38] 国务院. 国务院关于印发国家教育事业发展规划“十三五”规划的通知[DB/OL].(2017-01-19)[2017-02-23]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/19/content\\_5161341.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/19/content_5161341.htm).

[39] WU H K, LEE S W Y, CHANG H Y, *et al.* Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in

Education[J]. *Computers & Education*(S0360-1315), 2013, 62(3): 41-49.

[40] The Economics. The Promise of Augmented Reality[DB/OL]. (2017-02-04)[2017-02-28]. <http://www.economist.com/news/science-and-technology/21716013-replacing-real-world-virtual-one-neat-trick-combining-two>.

[41] NUNEZ M, QUIROS R, NUNEZ I, *et al.* Collaborative Augmented Reality for Inorganic Chemistry Education In 5th WSEAS/IASME International Conference on Engineering Education, Heraklion, Greece, July 22-24, 2008.

(责任编辑 孙志莉)

## The Educational Application Cases and Development Trend of VR/AR

CAI Su<sup>1,2</sup>, ZHANG Han<sup>1</sup>

(1. Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing, China 100875;

2. Joint Laboratory for Mobile Learning, Ministry of Education-China Mobile Communications Corporation, Beijing Normal University, Beijing, China 100875)

**Abstract:** With the diversification of educational forms and the deep application of cutting-edge information technology in the field of education, the VR/AR learning environment has promoted more and more educators to return to the nature of education through reshaping the way of learning. It has a profound influence on innovative talents cultivation and education universalization. Based on the introduction of the concept of VR/AR, this paper expounds the current situation of international VR/AR educational application, introduces the development and empirical results of some classic VR/AR education cases, and helps us have a further understanding of the general law of constructing information-based teaching model. Apparently, the application of VR/AR in the field of education is still in its early stages. It not only has development opportunities, but also faces some challenges. In the future, in-depth studies on the VR/AR learning environment should be conducted to support learning and teaching with the aim to enhance students' learning effect in the classroom teaching, and to provide experience and inspiration for the reform and practice of educational teaching mode.

**Key words:** Augmented Reality; Virtual Reality; educational application