

AR移动科学游戏沉浸感特征及影响因素分析*

□杨文阳 胡卫平

摘要：随着增强现实技术（AR）在教育领域的逐步应用，AR支持下的移动游戏因能支持学习者进行自主协作的情境式学习，得到学习者的青睐。此类游戏设计以沉浸理论为基础，充分考虑科学学习兴趣、游戏态度、性别等影响因素，以叙事为驱动，采用二维码技术营造移动学习环境，激励学习者不断挑战任务。为提升参与游戏学习者的学习成效，游戏中学习者的沉浸感是其关键。综合观察法和访谈法所搜集的相关数据发现，学习者对游戏的瞬时关注度、探索意识以及期望获得更高的游戏学习成绩是沉浸感的三个显著经验性特征。通过分层回归分析发现，沉浸感受学习者科学学习兴趣及游戏态度的影响较大，学习者的性别并不影响其沉浸感。在以故事驱动的科学探究游戏中，学习者的科学学习兴趣有所增加，愿意阅读各类游戏相关的信息，乐于挑战，由此获得强烈的沉浸感。在此自主探究的学习空间中，学习者在扮演好自身角色的同时，通过小组协作解决问题，齐心协力完成任务，从而在探究过程中发展思维，提升自身的知识和技能。

关键词：沉浸理论；增强现实技术（AR）；科学游戏；沉浸感；移动学习

中图分类号：G434 文献标识码：A 文章编号：1009-5195(2017)03-0105-08 doi10.3969/j.issn.1009-5195.2017.03.013

*基金项目：全国教育科学“十二五”规划2014年度教育部青年课题“移动学习在中学科学课程学习中的应用模式研究”（ECA140367）。

作者简介：杨文阳，讲师，西安石油大学计算机学院（陕西西安 710065），博士研究生，陕西师范大学现代教育技术教育部重点实验室（陕西西安 710062）；胡卫平，博士，教授，博士生导师，陕西师范大学现代教育技术教育部重点实验室（陕西西安 710062），中国基础教育质量监测协同创新中心（北京 100875）。

一、研究背景与理论基础

美国国家研究委员会（The National Research Council, NRC）在《基于计算机游戏及仿真的科学学习》研究报告中指出：计算机游戏是未来提升科学学习的一种极具投资价值的学习方式（NRC, 2011）。然而当前利用已有的游戏很难准确了解学习者的学习，因此有必要在研究中设计与应用更多的技术工具来帮助我们清晰认识计算机游戏在科学学习中的作用。游戏对促进学习最大的作用和潜能在于它们能提高学生的合作、问题解决和程序性思维的能力（程云等，2012）。增强现实（Augmented Reality, AR）是对人的视觉系统进行延伸和扩充的一种技术（程志等，2013）。AR技术支持的游戏为

学习者的移动学习提供全新的学习平台（ARIS, 2012）。它可以支持基于网络的开源编程学习环境，兼容目前主流的IOS及Android移动操作系统，并向学习者免费提供相关应用程序，允许任何学习者自由设计、开发及体验游戏。AR技术应用在课程学习中可以培养学生的创新能力，让学生经历游戏教学设计过程，学会与技术有关的各种实现途径和方法（魏小东等，2014）。AR技术移植到小型移动设备中，在人机交互性、便携性、移动性、易操作性等方面具有较强的优势（程志等，2012）。因此，将移动技术和AR技术结合起来进行教育游戏设计与开展具有巨大的应用前景。

沉浸理论是Csikszentmihalyi于1975年提出的。该理论认为人在从事一项任务或活动时完全

沉浸其中；沉浸是一种积极并具有挑战性的心理状态，其本质上是有益且使人感到愉悦的状态（Csik-szentmihalyi, 1975）。不同人群在不同的活动中都能保持一种持续的沉浸状态，比如攀岩者、艺术家和科学家等。尽管工作不同，但其参与活动中体现出的沉浸特质是相同的。在沉浸状态中，参与者会感觉自己的行为非常有意义，能始终自如地控制自己的意识，并使自己的意识集中于活动目标。沉浸理论可以评估玩家或学习者的参与程度。当前已有越来越多的研究开始关注技术支持的学习环境中学习者的沉浸感。相关研究表明，学习者在AR支持的学习游戏中表现出极大的参与热情（Dunleavy et al., 2009），但学习者的沉浸感与移动学习成绩及移动游戏学习过程相关（Admiraal et al., 2011）。

通过整理国内外相关文献发现，游戏化移动学习中与学习者的沉浸感关系最为密切的影响因素包括三个方面：第一，科学兴趣。学习者对科学的兴趣会直接影响其自身的行为及参与热情（Singh et al., 2005）。第二，游戏态度。游戏爱好者对游戏始终持有积极的态度，而非游戏爱好者对游戏持中立态度或没有好感（Bonanno et al., 2008）。第三，性别。有研究表明男性在科学学习兴趣方面比女性表现更明显，同时男性在游戏态度方面比女性表现更为积极（Bonanno et al., 2008）。本研究旨在设计开发AR支持的游戏化科学探究学习环境，验证在该环境下相关影响因素与学习者沉浸感的关系，具体包括两个问题：（1）学习者在AR支持下的移动游戏学习中的沉浸感表现出哪些特征？（2）学习者在AR支持下的移动游戏学习中的沉浸感与性别、科学学习兴趣以及游戏态度之间存在什么关系？

二、游戏设计与实施

将真实情境和游戏有效地整合在一起，有助于情境学习和协作问题解决（Fotouhi-Ghazvini et al., 2009）。当前常用的移动技术主要包括位置定位与感知、在线通讯、信息及软件平台移植、个性化定制与服务等（Dieterle et al., 2007）。借助于AR技术和移动技术搭建学习环境，学生、教师、团队以及整个校园组成了一个“活动着的实验室”（齐立森等，2014）。这些功能可以使移动学习者在真实情境中体

验科学学习内容，比如基于叙事驱动的科学探究游戏允许学习者在科学探究学习中扮演不同的社会角色，培养他们的科学论证能力（Squire et al., 2007）。协作教学策略是开展移动学习活动一种有效的学习模式，如拼图游戏。在移动学习游戏中学习者相互协作、不同的角色扮演可以有效支持协作问题解决（Dunleavy et al., 2009）。当学习者在游戏中扮演独特的角色时，他们会收到该角色相关的详细的个性化信息，同时还可以在游戏中的与小组协作解决问题，共享学习成果。

1. 游戏介绍

中小学科学教育可以结合当今类似密室类游戏的主题流行元素，以适度激发人们的紧张感，在强大的压力及动力下解题。本研究基于AR技术开发的“脑力孤岛”游戏是一款有利于中小学科学教育的叙事类益智游戏，可以充分开发中学生的大脑。该游戏主要分为置身孤岛、发现线索、探索海鸟之谜、过五关等模块，场景如下图所示。在孤岛中，学习者需运用数学及各种科学知识来解谜闯出生路。游戏置入了各种原创设计的动漫人物，探险路途中学习者会碰到各种破碎的画布人物，这些都是未逃离孤岛而被封印的灵魂，长时间的等待让他们支离破碎，他们需要学习者解救。每一个灵魂都有生前的执念，他会要求学习者回答他未曾回答上来的问题，当回答正确后他们会微笑给予线索提示。这些会成为学习者逃出孤岛的動力。



图 “脑力孤岛” 游戏界面

该游戏是以叙事为驱动的科学探究游戏，将数学、物理及化学等基础知识进行融合，可以充分开发学习者大脑；再加上人物设计新颖、模型建立生动，具有很高的趣味性；与二维码技术结合，可以拓展学习者的信息内容，真正做到让学生在玩中学，在学中玩。学习者可以通过手机客户端自由下载APP安装，还可在校园里用手机扫描设置在

同地方的二维码获取游戏相关信息或探究学习中的关键证据,也可以同游戏中的虚拟人物进行对话获取相关信息。学习者在游戏中探究相关问题并完成学习任务,也可以通过协作确定游戏策略并完成探险任务。该游戏利用移动技术搭建应用平台,具有以下四方面特点:(1)整个游戏在室内进行,可以最大程度降低环境因素的影响,比如室外的恶劣天气环境。(2)游戏主要使用的二维码技术是一种可视化的增强现实技术,可以在一定程度上降低以往游戏设计中所采用的GPS所带来的技术故障,减少玩家在游戏中所产生的挫败感。(3)该游戏设置了阶段性徽章奖励机制,学习者可根据阶段性任务明晰自己是否成功完成阶段性游戏并获取徽章奖励。以往的游戏为玩家预先设置好结局,而且须自始至终连贯完成,这样的游戏不是玩家所喜欢的(Folta, 2010)。(4)该游戏充分利用了学校现有空间,如图书馆、体育馆和办公室等区域,具有较强的扩展性。所有的教师均可通过设置并推送二维码信息参与游戏,游戏需Wifi全覆盖,以确保游戏过程网络畅通。

游戏中3~4位学习者组成一个小组,每人需要配备一台移动设备。为了营造真实的情境,学习者在游戏中可选择并扮演:社会学家、环保专家、技术专家及摄像师等角色。在游戏的开始界面描述了各个角色的详细信息,比如活动要求、角色关系、注意事项等。进入游戏界面后,学习者可根据自身学习任务选择相应的按钮,系统数据库会自动解码并推送相应的服务。学习者通过游戏导航系统自主探究,导航系统可以清晰引导学习者将要去哪里并做什么事情。该游戏还提供相应的背景声音和警告提示系统。学习者在游戏过程中通过扫描相应信息的二维码自动触发不同的学习节点并深入探究学习。当学习者完成当前的学习任务后,学习者可以根据需要搜索并扫描新二维码信息触发新的学习任务进入新的学习场景。该游戏具有较强的探索性,学习者可以通过访谈法及调查法获取与学习任务相关的数据,进而验证相关问题。在该游戏中,不同角色的玩家探索路径和方法存在差别,但小组任务必须通过小组协作完成游戏学习任务。每个小组有不同的游戏场景和角色扮演,但是总的学习任务是

相同的。

2. 研究设计与实施

(1) 研究对象

本研究对象来自省会城市内一所普通类型的标准化中学。该校重视在科学教育教学中培养学习者的科学兴趣并鼓励学习者建立对科学探究的自信心。研究选取该校两个班共60位学生作为被试,其中58.3%为男生(35人),41.7%为女生(25人),另外有两名科学教师参加该实验活动。参与被试的年龄在11~16岁之间,其中六年级的占21.8%,七年级的占28.3%,八年级的占49.9%。被试分为15个组,每个小组4名成员由各班教师根据学习者以往的成绩搭配,大部分小组由男女学生混合组成。其中有13个小组主要在学校正常上课时间里完成实验学习,有2个小组在放学后进行试验学习,实验学习持续时间为2周。

(2) 研究设计

本研究采用观察法和问卷调查法对参与实验的两个班级进行准实验研究,控制班为传统学习环境中的班级,实验班为参与移动科学游戏的班级。自变量为学习者的性别、科学学习兴趣与游戏态度,因变量为沉浸感。收集的数据主要包括前测数据、后测数据和观察数据等三个部分,调查数据均通过手机在线调查获取,每个学生可通过下载和安装手机在线调查APP填写问卷。在游戏开始之前十分钟进行前测,前测主要包括人数统计、科学兴趣及游戏态度三个部分。科学兴趣的测量主要使用10项李克特式五级量表测试,选取的这些测试题来源于Fraser科学态度测试量表(Fraser, 1981)。本研究采用了该量表中科学课堂的兴趣及科学课堂之外的兴趣两个部分的测试内容。这10项测试项目均设置5个分值选项(“完全同意”为5,“同意”为4,“中立”为3,“不同意”为2,“完全不同意”为1)。经过数据分析,该10项测试题Cronbach's α 的系数值为0.88,说明该测试题在该校同年级学生中内部一致性较高,其信度和效度在合理范围内。游戏态度的测量采用12项李克特式五级量表测试,选取的测试题目来源于Bonanno开发的游戏科学态度测试量表(Bonanno, 2008),这些测试题目是根据游戏内容和

学生年龄特征进行选取的。这 12 项基于学习者游戏态度的测试题目也有 5 个分值选项（“完全同意”为 5，“同意”为 4，“中立”为 3，“不同意”为 2，“完全不同意”为 1）。经过数据分析，有 11 项测试题的 Cronbach's α 系数值为 0.71，1 项测试题的 Cronbach's α 系数值为 0.49，应删除。整体来说，科学态度测试题在该校同年级学生中内部一致性较高，其信度和效度在合理范围内。

在游戏结束之后立即对学习者的调查与测试，后测主要测试学习者对游戏的基本反馈和沉浸感的评价。首先，学习者要说明他们在游戏中扮演的角色，以及他们是否对角色任务感到好奇。其次，沉浸感的测验通过 10 项李克特式五分量表测试题进行测验，这些测试题是基于 Jackson 等的短时沉浸状态量表 (Jackson et al., 2010) 开发，可以用于测量学习者在游戏时的沉浸感。研究采用了原量表中的所有原始测试题目，但在每个测试题目的用词方面做了修改，以便让学习者更清楚测试题目的意图。这 10 项对学习者的沉浸感调查的测试题目有 5 个分值选项（“完全同意”为 5，“同意”为 4，“中立”为 3，“不同意”为 2，“完全不同意”为 1）。经过数据分析，这 10 项测试题的 Cronbach's α 系数值为 0.83，说明沉浸感测试题在该学校同年级学生中内部一致性较高，其信度和效度在合理范围内。

在游戏学习进行过程中，研究者对所有参与者进行跟踪观察，及时记录学习者的学习任务、位置变化、技术应用以及协作学习等相关情况。研究者也会根据情况适时记录学习者之间的对话内容、个人行为、小组群体行为以及典型的交互行为。在后测结束之后，学习者立即参与小组访谈。该游戏支持学习者小组协作解决问题，访谈可以深入了解参与者在协作过程中的心理感受。访谈问题主要围绕游戏学习行为，尤其是对后测相关问题的答案进行。整个访谈过程被录音并用于后期的分析和总结。

3. 分析工具与方法

本研究采用 SPSS 软件分析调查数据，通过线性回归分析来检验并说明在游戏学习中学习者的沉浸感与性别、科学学习兴趣与游戏态度之间的关系，通过定性分析法分析学习者游戏沉浸感的特

征。研究者对参与游戏的学习者的成绩单统一编码后进行分析，同时基于概念性解释对核心研究问题、观察主题和小组访谈内容进行编码。在编码过程中对各个变量之间的关系进行分层分级编码，以便于通过软件检验假设。对样本进行编码后，根据假设问题组合编码数据，然后利用统计软件处理编码数据，最后对统计结果进行解释，以验证假设是否成立。

三、数据分析与结果

1. 学习者对科学学习兴趣、游戏态度及沉浸感的认知分析

本研究运用定性和定量数据统计结果分析学习者在游戏学习中沉浸感变量的可靠性，通过综合分析得出研究结果。研究先分析得出学习者的科学学习兴趣、游戏态度和沉浸感的得分，再经统计分析得出结果，如表 1 所示。需要特别说明的是，因为性别在此影响不大，所以不同性别的学习者并未单独划分。

表 1 学习者对科学学习兴趣、游戏态度及沉浸感的描述性统计结果

研究变量	M	SD	参照范围	可行性范围
科学学习兴趣	38.15	8.3	10.00~50.00	10.00~50.00
游戏态度	43.92	5.37	36.00~55.00	10.00~55.00
沉浸感	40.16	5.19	30.00~50.00	10.00~50.00

从单因素方差分析 (ANOVA) 沉浸感得分来看，玩家角色与游戏者的沉浸感之间并没有明显差异。此外，利用单因素方差分析可验证非直接

表 2 与学习者沉浸感相关要素的统计结果

沉浸感要素(调查问题: Q=10)	平均值 (Ave.)	标准偏差 (Std. dev.)
挑战-技能平衡(我觉得我能适应挑战)	4.26	0.61
行为-意识融合(我很自然地做事情不用考虑太多)	3.31	0.95
清晰的目标(我对我想要做的事情非常清楚)	3.78	0.84
控制意识(我能控制我所做的事情)	3.95	1.25
明确的反馈(我觉得我正逐步接近我的目标)	4.22	0.68
精力全部集中于学习任务(我完全专注于我做的事情)	4.31	0.92
失去自我意识(我觉得其他事情与我无关)	2.53	0.79
时间转换(我失去正常的时间意识)	3.36	0.83
收获宝贵经验(我很享受我正在做的事情)	4.85	0.88
沉浸经验(我正处于游戏环境中)	3.97	1.02

参与者（拍摄者与记录者）是否与社会网络者、科学顾问及技术人员一样有效支持学习。表1中学习者游戏沉浸感的平均得分为40.16（总分为50），这表明每个游戏玩家在游戏过程中基本上经历过较高水平的沉浸感。同时数据显示少数游戏玩家的沉浸感得分在30以下，这表明少数游戏玩家对当前的游戏没有多大兴趣，其沉浸感水平较低。研究者深入观察学习者的游戏享受程度和注意力发现，与游戏沉浸感密切相关的三个要素分别是关注水平、挑战技能水平和游戏奖励。与学习者沉浸感相关要素的问卷调查也显示：学习者对上述三个要素认知度较高。

2. 沉浸特征

从小组访谈的定性数据分析中可以发现，游戏参与者的沉浸感主要体现出以下三方面经验性特征：（1）参与者对游戏的瞬时关注度；（2）探索意识；（3）期望获得更高的学习成绩。

游戏之所以成为一种沉浸活动是由于游戏可以为玩家提供体验超越其日常生活经验的机会。这与单调乏味的日常生活之间的对比可以在实验小组的成绩单反馈结果中看到。大多数学习者认为游戏与传统的课堂学习相比可以提供给他们不同寻常或独特的东西。一般来说，沉浸活动通常会具备探索意识这一关键性要素。当学习者描述他们的整体经验和最喜欢的游戏时经常使用“冒险”或“取消跟踪”等术语来反映他们的发现性观点。学习者之间会主动提及他们的探究过程及成果，并用“寻找线索”或“搞清楚了”等术语分享其探究经验。探究会使学习者获取较高的学习成绩，这是由于学习者在做同样学习活动时他们的学业水平是相同的，因此也就没有经历沉浸感。在游戏学习过程中为了保

持学习者的沉浸感，参与者需要持续探索新的挑战。小组自由讨论也可以使游戏更具挑战性。这不会导致以往相关研究曾经提到的认知负荷超载现象（Dunleavy et al., 2009）。这些游戏参与者看起来经历了正确的挑战-技能平衡，并渴望在下次游戏中利用“更多线索”或“更长时间的经验”挑战和超越自己目前的水平。

3. 学习者在游戏中的沉浸感与性别、科学学习兴趣和游戏态度的关系分析

研究采用多元线性分析得出相关变量之间的关系如表3所示。由表3可以看出，各个变量间的Pearson相关系数都比较低，所有的预测均保持在常态模型范围内。该表格中的数据没有偏离群值和标准值，这说明各个变量之间的关系呈连续的正态分布。

表3 学习者的沉浸感与性别、科学学习兴趣及游戏态度之间的关系

变量	科学学习兴趣	游戏态度	沉浸感
性别	-0.326	-0.024	0.027
科学学习兴趣		0.089	0.173
游戏态度			0.532

本研究中的性别是一个混合变量，因此需要对性别变量进行分层回归分析。表4中模型1显示，性别变量分层回归分析结果偏相关系数为0.028，显著性值 $P=0.067>0.05$ ，这说明性别与沉浸感变量之间不存在显著关系。通过对小组深入观察分析发现，男生小组和女生小组在游戏中的学习行为有比较明显的差异。通过访谈得知，男生更喜欢讨论游戏技术，女生则更喜欢叙述。总体而言，女生小组在游戏中显得比较有条理，具体表现在安静互动、仔细阅读并在定位点来回走动；男生小组则对

表4 对学习者在游戏中沉浸感的分层回归分析结果

变量	模型1				模型2			
	非标准回归系数(B)	标准差(SD.)	偏相关系数(R)	Sig.	非标准回归系数(B)	标准差(SD.)	偏相关系数(R)	Sig.
性别	0.338	1.452	0.028	0.067	1.106	1.217	0.089	0.071
科学兴趣					0.092	0.083	-0.352	0.000***
游戏态度					0.475***	0.114	-0.486	0.000***
R ²			0.001				0.259	
ΔR ²							0.563	

(注：*** $p < 0.001$)

游戏技术和游戏规则使用比较娴熟，会在各个定位点之间走动并不时跑动。尽管在游戏过程中可以观察到性别之间存在差异，但性别并不影响学习者的沉浸感。

学习者的沉浸感与科学学习兴趣及游戏态度之间的关系通过表4中的模型2回归分析结果进行分析，可见，性别仍然不是一个显著影响要素（偏相关系数为0.089，显著性值 $P=0.071>0.05$ ），但科学学习兴趣与学习者的沉浸感之间有显著的关系（偏相关系数为-0.352，显著性值 $P=0.000<0.001$ ），游戏态度与学习者的沉浸感之间存在显著关系（偏相关系数为-0.486，显著性值 $P=0.000<0.001$ ）。模型中的 ΔR^2 值为0.563，表明科学学习兴趣与游戏态度可以在56.3%的程度上解释与沉浸感变量之间的存在关系。访谈发现，不同的学习者表达出不同层次的科学学习兴趣，89%的学习者对科学游戏非常感兴趣，其他学习者则反映较淡。访谈还发现，学习者在游戏过程中逐渐改变了他们最初对科学学习的看法，学习者在游戏中逐步增加了对科学的兴趣。也有个别学习者因为觉得科学学习非常枯燥想放弃玩游戏。在小组协作解决问题的过程中，有些小组在学习过程中为他们的成功交流而感到自豪，并反思他们的学习经验。个别小组在刚开始组合时因为意见不一致而出现矛盾，但在游戏互动中加深了理解和信任，小组互动效果不断提升，最后的学习成绩比其他小组更好。有的学习者觉得传统课堂上的科学学习很枯燥，但游戏学习让他们感觉很快乐。学习者在传统教室环境中充足的时间进行科学学习，但这种环境更多是以教师为权威灌输的科学知识(Lyons, 2006)。因此游戏教学法值得我们在科学课程中进一步推广。

四、讨论与结论

研究发现，AR移动科学游戏的设计与开发中须正确处理挑战-技能平衡，以便让玩家在游戏学习中有真实的沉浸感。参与游戏时许多小组都是齐心协力运用集体智慧主动迎接挑战，很少抱怨游戏的难度。此外，学习者在游戏学习过程中为了解游戏流程及规则需要频繁读取游戏相关信息，尽管在平时的课堂学习中读取信息让人厌烦，但在游戏过

程中很少有玩家抱怨。这种现象与Admiral的研究结果不同，该结果认为学习者在游戏中不情愿阅读相关文本信息(Admiral, 2011)。这可能与游戏中信息的呈现方式和时机有密切关系。在游戏设计中还应该尽可能减少学习者的认知负荷，比如尽可能减少游戏中的阅读信息，设计更加清晰和智能化的菜单导航等。除了阅读和应对挑战，学习者在游戏学习过程中还通过解决问题训练思维。游戏中，学习者为了取得较好的学习成绩会主动要求挑战更高级别的游戏，从而产生更强烈的沉浸感。学习者享受挑战游戏的过程，并在挑战中提升其知识和技能。

研究成果表明，在AR移动科学游戏中利用二维码技术可增强沉浸感；在以故事驱动的科学探究游戏中，不同性别学习者的科学学习兴趣有所增加。增强现实技术能够在最贴近自然的交互形式下为学习者搭建一个自主探索的空间，这对于抽象内容的教学是很有启发意义的(蔡苏等, 2011)。

该研究存在的局限性主要有以下三方面：第一，样本选择在条件较好的城市中学，不同地区和条件学校的学习者会对游戏态度存在差异。第二，小组成员的不同组合也会对游戏认知及科学学习产生不同的影响，比如性别混合小组的影响。第三，该游戏浓缩了生活中的一个小的叙事性活动，游戏学习体验时间短暂，并不是一个真实需求的活动，学习者对科学学习的兴趣可能是由于对游戏本身的好奇而导致的，不同的游戏叙事情节及学习周期可能也会对学习者的科学学习兴趣及沉浸感产生不同的影响。AR教育游戏具有提供情境、支持协作、促进自主学习等作用(陈向东等, 2012)。今后可在AR移动科学游戏叙事情节及情境方面进行深入研究。未来，学校可以在充分利用校园环境的基础上建立专门的科学游戏实验室，促进学习者长期进行科学学习，这可能会对学习者的科学学习兴趣及效果产生实质性影响。

参考文献：

- [1]蔡苏,宋倩,唐瑶(2011).增强现实学习环境的架构与实践[J].中国电化教育,(8):114-119.
- [2]陈向东,蒋中望(2012).增强现实教育游戏的应用[J].远程教育杂志,(10):68-73.

- [3]程云,王艳丽,童三红(2012).新技术创新促进教育与学习:地平线项目研究启示[J].现代教育技术,(3):22-26.
- [4]程志,金义富(2012).智能手机增强现实系统的架构及教育应用研究[J].中国电化教育,(8):134-138.
- [5]程志,金义富(2013).基于手机的增强现实及其移动学习应用[J].电化教育研究,(2):66-70.
- [6]齐立森,皮宗辉(2014).增强现实的技术类型与教育应用[J].现代教育技术,(11):18-22.
- [7]魏小东,王涌天,黄业桃等(2014).悦趣多:基于增强现实技术的高中通用技术创新教育平台[J].电化教育研究,(3):65-71.
- [8]NRC(2011).Learning Science Through Computer Games and Simulations[M]. Washington,DC: The National Academies Press:2.
- [9]Admiral, W., Huizenga, J., & Akkerman, S. et al.(2011). The Concept of Flow in Collaborative Game-Based Learning[J]. Computers in Human Behavior, (27):1185-1194.
- [10]ARIS(2012).Mobile Learning Experiences-Creating Educational Games on the iPhone[EB/OL]. [2016-05-12].http://arisgames.org/.
- [11]Bonanno, P., & Kommers, P. A. M. (2008). Exploring the Influence of Gender and Gaming Competence on Attitudes Towards Using Instructional Games[J]. British Journal of Educational Technology,39(1): 97-109.
- [12]Csikszentmihalyi, M. (1975). Play and Intrinsic Rewards[J]. Journal of Humanistic Psychology, 15(3):135-153.
- [13]Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: The Psychology of Optimal Experience[M]. New York: Harper and Row:128-136.
- [14]Dieterle, E., Dede, C., & Schrier, K.(2007). "Neomillennial" Learning Styles Propagated by Wireless Handheld Devices[A]. Lytras, M., & Naeve, A. (Eds.)(2007).Ubiquitous and Pervasive Knowledge and Learning Management: Semantics, Social Networking and New Media to Their Full Potential[M]. Hershey, PA: Idea Group:35-66.
- [15]Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R.(2009).Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning[J]. Journal of Science Education and Technology,18(1):7-22.
- [16]Folta, E.(2010).Investigating the Impact on Student Learning and Outdoor Science Interest Through Modular Serious Educational Games: A Design-Based Research Study[D]. NC State: North Carolina State University.
- [17]Fotouhi-Ghazvini, F., Earnshaw, R. A., & Robison, D. et al.(2009). Designing Augmented Reality Games for Mobile Learning Using an Instructional-Motivational Paradigm[A]. Proceedings of the International Conference on CyberWorlds[C]. Bradford, UK: IEEE-CS:261-265.
- [18]Fraser, B. (1981).TOSRA: Test of Science-Related Attitudes Handbook[M]. Melbourne, Australia: Australian Council for Educational Research:192-197.
- [19]Jackson, S., Eklund, R., & Martin, A.(2010).The FLOW Manual[M]. Queensland, Australia: Mind Garden, Inc.: 375-382.
- [20]Lyons, T.(2006).Different Countries, Same Science Classes: Students' Experiences of School Science in Their Own Words[J]. International Journal of Science Education,28(6): 591-613.
- [21]Singh, K., Mido, C., & Dika, S.(2005).Affective and Motivational Factors in Engagement and Achievement in Science[J]. International Journal of Learning,12(6):207-218.
- [22]Squire, K., & Klopfer, E.(2007).Augmented Reality Simulations on Handheld Computers[J]. Journal of the Learning Sciences,16(3):371-413.

收稿日期 2017-03-21 责任编辑 曾艳

The Characteristics and Influential Factors of Immersion in Mobile Game of Science with AR

YANG Wenyang, HU Weiping

Abstract: After the augmented reality (AR) technology is applied gradually into the field of education, AR supported mobile games can support learners to carry out self-collaboration learning in situational learning, and therefore, it is highly appreciated by learners. Fully considering the influence factors including the scientific learning interest, game attitude, gender and so on based on the flow theory, with the narrative as the driving force,

the game design makes use of the 2D code technology to create the mobile learning environment, to encourage the learners to challenge the task constantly. In order to improve the learning effect of learners participating in the game learning, the immersion of learners in the game is the key factor. After the comprehensive analysis of the relevant data collected from observation and interviews, the results shows that the game's instant attention and the inquiry awareness of learners, the expectation to get a higher game achievement is the three significant empirical characteristics of immersion. It is found that the interest in science learning and the game attitude of learners are more influential, and learners' gender does not affect their immersion through the analysis of hierarchical regression. In the story-driven scientific inquiry game, learners' interest in science learning has increased. Learners are willing to read all kinds of information related to the game, and willing to challenge, thus can get a strong sense of immersion. In the learning space of self-exploration, when learners play their role excellently, they can solve the problem and work together to complete the task through group collaboration, thus learner can develop their thinking, and improve their knowledge and skill in the process of inquiry.

Keywords: Flow Theory; Augmented Reality Technology; Science Game; Immersion; Mobile Learning

中国信息技术教育专业委员会第十三届学术年会 将在河南大学召开

本刊讯 根据中国教育技术协会信息技术教育专业委员会章程关于学术会议的相关规定, 中国教育技术协会信息技术教育专业委员会第十三届学术年会将于2017年7月19-21日在八朝古都河南开封召开, 由河南大学承办, 主题为“信息技术与深度学习”。会议涉及专题包括: 信息技术课程与教学改革、智慧学习环境与新型学习方式、信息技术与教育均衡发展、信息技术与教师专业发展、信息技术与幼儿教育。会议有关事宜请浏览会议官网 (<http://ite2017.henu.edu.cn>)。

(颜荆京)