

基于增强现实的移动学习实证研究*

李青, 张辽东

(北京邮电大学 网络教育学院, 北京 100088)

摘要:移动学习是e-Learning发展的一个新阶段, 增强现实技术和移动学习相结合可以构造高度真实的学习情境, 有助于学生获得较好的学习体验和学习效果。该文调查了增强现实技术在教育中的研究和应用情况, 设计和开发了一个基于增强现实技术的移动学习工具。并且以此为核心, 结合通信专业“微波技术与天线”课程的教学内容进行实证研究, 设计和实施了移动探究学习实验, 考察了该技术的应用效果和学生对移动学习的基础和态度。文章同时还分析了影响移动学习推广的若干因素、学习者对移动学习课程的需求, 以及实施基于增强现实的移动学习在技术方面和教学设计方面需要考虑的诸多问题。

关键词:增强现实; 移动学习; 实证研究; 教学案例

中图分类号: G434 **文献标识码:** A

一、引言

增强现实技术 (Augmented Reality, 简称AR) 是在虚拟现实基础上发展起来的一项新技术, 它将计算机生成的场景融合到真实世界中, 扩张和补充真实世界而不是完全替代真实世界, 从而强化用户对现实的感官和认知。增强现实技术具有真实性、交互性和实用性的特点, 目前已被应用于医学、军事、旅游等领域。增强现实技术和移动学习是一个很好的结合点, 技术条件已经成熟。其在教育行业内的应用也正在逐渐开展, 国内外已经有一些学者正在探索将这种技术应用到教学中。学习者使用的智能手机和平板电脑一般都具有摄像头和GPS, 具备上网功能以及较为强大的运算能力, 这就为增强现实技术的应用提供了基础硬件平台。另一方面, 增强现实具有真实性、交互性、实时性, 应用于移动学习能够更好地呈现学习内容, 营造真实的学习情境, 提供优质的学习体验, 这些将会大大提高学习效率 and 效果。

二、文献研究

在国外, 增强现实技术是最近两年才开始出现在教育应用领域的。Billingshurs利用增强现实技术设计了一套儿童图书*Magic Book*, 将书本中的内容制作成动画, 并且以AR的形式迭加在书的不同

章节^[1]。Shelton和Hedley将AR技术运用到课堂教学中, 进行九大行星课程的教学实验^[2]。Dü nser与Horneker以寓言故事作为素材开发了幼儿学习材料, 并且加入3D角色、声音及互动道具, 观察5-7岁儿童如何利用增强现实系统进行互动与合作学习^[3]。随着增强现实技术应用于手机和平板电脑之上, OriInbar开发了一款基于iPhone的AR游戏, 支持4-7岁儿童随时随地学习拼写。这款游戏在开发过程中邀请了儿童文学家参与内容创作, 以确保教学内容和该年龄阶段的儿童相适合^[4]。此外, El Sayed等人还设计了一款增强现实的手机学习卡片 (ARSC), 将卡片和立体模型相结合, 提供丰富的体验。该工具支持在线和离线两种不同方式学习, 并可检验卡片学习的效果^[5]。

增强现实技术在国内的关注度也在逐渐提高, 教育领域中也有学者开始研究把这项技术应用到教学中, 但是成果和案例较少。在理论研究方面, 徐媛总结了增强现实技术在教育领域的主要应用领域, 包括立体书籍、操作技能培训、AR教育游戏、残障人群学习等几类^[6]。董子龙、章国锋等人提出了可识别汉字的增强现实系统, 通过摄像头捕获文字信息识别对象, 按照预设内容在视频界面上添加不同的三维模型, 完成实物与虚拟信息的叠加^[7]。此外, 北京师范大学现代教育技术研究所的科研团队

*本文系2010年教育部人文社会科学基金资助项目“泛在学习视域下的本科实践教学创新模式研究”(项目编号: 10YJC880069)阶段研究成果, 并受中央高校基本科研业务费专项资金项目“基于云计算的移动多媒体系统关键技术研究”资助。

开发了应用增强现实的“未来之书”，将传统书本和三维场景相结合，丰富了图书的表现形式^[8]。

综合国内外研究现状，我们不难看出：目前增强现实技术在教育领域的应用主要集中在立体书籍、幼儿教育 and 技能培训等几个方向。基于增强现实的教育应用初步开展，理论研究较少，关于其效果的研究也不多。余胜泉教授按照学习理论和教学模式将移动学习划分为“知识传递”“认知建构”和“情境认知”三代^[9]，我们也可以此将移动学习分为这三种类型，构建真实学习环境正是增强现实技术的强项，因此它在促进情境认知方面大有可为。但到目前为止，这个方面的研究和教学实验尚不充分。

三、基于增强现实的移动学习工具

为研究基于增强现实的移动学习技术和验证其教学效果，笔者所在的团队设计和开发了一套基于Android平台的增强现实移动学习工具“AR-Tool”。借助智能手机的强大功能，以该工具为核心，设计和配套了相应学习资源，开发出基于情境的探究性学习活动方案，并进行实证研究。ARTool具有如下几个功能：

(1) 虚拟信息与现实景物叠加。信息点是数据的基本单元，包括方位信息和所在地点的说明材料。ARTool可在移动设备的摄像头界面显示实时影像，并叠加信息点图标和方位信息（参见图1）。学习者可以根据屏幕的指示判断信息点的位置，进而沿着该方向去寻找信息点。



图1 ARTool的摄像头界面

(2) 信息点的多视图展示。除摄像头界面外，还提供列表界面和地图界面两种视图，学习者都可以通过任一视图查看信息点或学习内容。AR-

Tool还为学习者提供了关于信息点的相关知识，可包括文本、图片、视频片段等多媒体资料。

(3) 记录学习轨迹。学习者在完成一个信息点的学习之后，可使用签到功能，程序会记录学习者的学习轨迹和进度。ARTool的下一个版本还会提供轨迹绘制报表功能。

(4) 创建新内容。学习者可以用手机创建新的信息点，拍摄相关图片、添加文字描述，并自动记录地理坐标，提交到服务器，这些新资源可以开放给整个平台的其他使用者共享。

该软件支持两类学习活动：一是户外探究性学习，通过GPS定位获取位置信息并在屏幕上的实物对象叠加相关信息（包括文字、图标、网页信息等），引导学习者完成学习体验；二是学习者创建学习内容的活动，即将学习者自行标记新的信息点作为学习内容，并提交到服务器，其他学习者可共享或评价。整个软件的基本业务流程如图2所示。

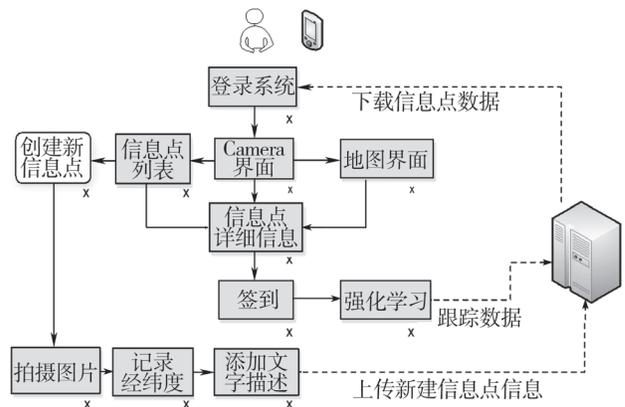


图2 ARTool基本业务流程

ARTool软件基于Android平台开发，目前支持AndroidSDK 1.6以上版本，并需要手机或平板电脑具有摄像头和GPS模块。该软件是一种运行于手机或平板电脑之上的移动应用，依据Android应用的开发惯例，在软件结构上主要分为UI层、调度层和应用服务层，各层分别承担以下功能：

(1) UI层主要由一些Activities和Views组成。其中，主要的显示界面有CameraView、MapView、ListView、WebView以及SignView，实现了增强现实技术的叠加现实效果，以及列表、地图、签到界面等。

(2) 调度层由服务管理模块、服务绑定模块、消息转发模块和异常通知模块组成，主要完成UI层与后台服务的交互，包括信息传递、异常处理等。

(3) 应用服务层由Service、Receiver和Content-

Provider组成,负责与系统进行通信、监控系统行为并处理以及与调度层进行消息通信,主要包括数据的读写、获取信息点的内容以及更新定位信息。

上文介绍了ARTool安装在手机上的客户端软件,它所对应的服务器端应用包括Web Service接口、数据库和一个简单的后台管理界面。ARTool的服务器端软件应用Ruby on Rails Web框架开发,运行于CentOS Linux服务器上,主要用于发布和维护信息点信息、记录用户行为信息和汇总分析报告。客户端会在以下几个事件触发时和服务器通信:

(1)在程序载入的时候从服务器下载全部信息点数据;(2)查看信息点时通过内嵌的浏览器服务器下载信息点的多媒体信息;(3)提交用户的签到信息到服务器以跟踪用户活动;(4)添加新的信息点信息到服务器。

四、研究方法 with 实验设计

为验证基于增强现实的移动学习的实用性和教学效果,我们选择“微波技术与天线”课程,设计了相应的探究性实践学习活动。该课程是电子信息工程专业的专业选修课,要求学生通过学习掌握微波技术与天线的基本概念、原理,掌握分析方法,并能应用于实际工程。以往的教学设计中,学生完全在课堂上学习,对于天线的知识采用文字和图片的形式介绍,比较抽象。学生对学习内容无切身体验,不容易理解,印象不深刻,动手能力差。课题组基于ARTool的功能设计了相应的实践活动,将移动学习技术应用于教学中,整合课堂学习和户外探究,加深了学生对相关知识的理解,并提高了学生操作能力。课题组使用实验研究、问卷调查和深度访谈三种方法开展研究。

(一) 实验研究

实验对象为北京邮电大学通信与信息系统专业学生,共40人(实验组、对照组各20人)。实验组配备Android智能手机20部,对照组无设备要求。实验组的学习流程分为三个阶段,共120分钟:

(1)第一阶段40分钟,由教师在教室中讲解微波天线的基础知识;(2)第二阶段60分钟,学生走出教室,在户外利用手机上的ARTool完成探究性学习,找到该程序中预先标定的天线,到现场观察天线的特点并完成简单练习以强化学习(见图3),然后在校园中寻找1-2个未标记的天线,提交到ARTool中;第三阶段20分钟,学生重新回到教室,完成课题组发放的习题和问卷。对照组实验时间为60分钟,不包含的第二阶段的活动。



图3 实验组学生探究活动现场

(二) 问卷调查

课题组以问卷的形式调查了学生对实验的反馈情况。实验组的问卷包含了概念认知、感知有用性、使用态度、限制因素、感知易用性、行为意图共6个维度13个问题(见下表),用于调查参加活动的学生对增强现实和移动学习的认识、知识的掌握程度、以及对增强现实技术应用于移动学习的态度。对照组问卷比较简单,仅设计了4个问题,分别考察了学习效果、对增强现实学习活动的兴趣、移动学习发展可能存在的阻碍因素,以及对移动学习的建议。在正式调查前,课题组对问卷进行试用,并根据反馈对问卷中测量指标作了修正。

实验组调查问卷设计

变量	问题
概念认知	1. 你对于“增强现实”技术的熟悉程度属于以下哪个层次?
	2. 你是否拥有智能手机或平板电脑?
	3. 你之前是否有过移动学习的经历,频繁程度属于以下哪种?
	4. 有人认为将“增强现实”技术应用于移动学习之中,能更加形象地展示学习内容,激发学生的学习积极性,提高教学效率,你是否赞成以上说法?
感知有用性	5. 在本次课程实验前,仅通过面授学习,你对天线的定义、分类、参数等学习内容的掌握程度如何?
	6. 通过本次课程的实践(实验),你是否比课堂学习加深了对知识的理解?
使用态度	7. 你觉得本次实践课最吸引你的地方是什么?
限制因素	10. 作为一名学生,你觉得阻碍移动学习推广的主要因素是什么?
感知易用性	11. 用于本次实验手机应用程序的交互效果如何?
	12. 用于本次实验手机应用程序操作起来是否有困难?
行为意图	8. 如果再开展同类的实践课,你是否有兴趣参加?
	13. 谈谈你对利用移动终端进行学习的建议?

(三) 深度访谈

除了问卷调查以外,课题组还访谈了参与实验的部分同学,了解他们对于本次实验的看法和建议,并挖掘其背后的原因。例如,某同学对问卷第9题“借助移动终端开展的实践课程相比较于传统的课堂教学,学习者对知识的掌握更为高效”表示强烈反对,通过访谈了解到,他认为移动终端的主要用途是娱乐而非学习,真正能提高学习的方法还是靠传统的学习如看书、读文档等。我们还访谈了对照组中的数名同学,同学们普遍认为课堂学习是有效的,但是同时觉得比较单调。课题组了解到:移动学习对大部分学习者来说是有一定的吸引力的,但并非必需品,学习者虽然能够适应移动学习模式,但还未形成习惯。他们对此类学习方式抱有新鲜感,对这项技术的巨大潜力认识不高,也没有太大的期望。移动学习应用推广速度缓慢,一方面是技术门槛的限制,另一方面则是缺乏既精通移动应用又有教学资源设计开发能力的多面手。

五、结果分析与讨论

为比较移动学习的效果,我们对实验组和对照组均发放习题进行考核。两组的成绩分布情况如图4所示,对照组的成绩基本趋于正态分布,实验组的成绩明显优于对照组。在成绩分布上,实验组的高分较多,90分的有7人,对照组1人;不及格人数对照组为4人,而实验组为0。由于实验组的学生不仅完成了课堂学习,还进行了教学实践活动,对学习内容有强化过程,而对照组则缺少该强化环节,由常识可推断探究活动的强化作用对成绩造成了影响。但是我们认为,从实验组成绩集中于高分段还是可以看出移动学习实践活动对学习强化作用较优。在以后的实验中,我们也可以改进对比实验的设计,选择其他的强化方式加以对比。

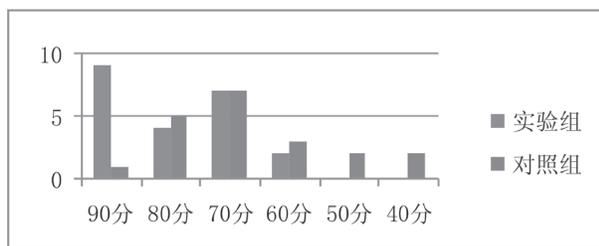


图4 实验组和对照组所有学生成绩分布

实验组和对照组各发放问卷20份,全部回收,均为有效问卷。通过对问卷结果的分析,我们可以得出以下结论:

1. 学生对于增强现实技术的了解程度较低,很

少有人体验过

通过对实验组同学的问卷调查,约40%的同学听说过这个术语,但仅20%的同学了解增强现实技术的概念,并对其原理和实现技术比较了解。由此可见,大部分被试对增强现实尚不了解,理工科背景的学生尚且如此,文科和艺术背景的学生可能更无所知。这个现象说明学习者平时少有机会应用增强现实,和文献调查结果一致,目前该技术并未得到广泛应用,尤其是教育领域的产品几乎没有。

2. 基于增强现实的移动学习能够较好地提高学习者的学习效果

在实验组的问卷中,我们设计了两个问题比较学生在探究活动前后对知识的了解程度。由问卷结果可知,约四分之三的同学认为移动探究学习活动促进了其对知识的理解。其中,40%的同学表示,通过实践活动能将理论知识同实际生活联系起来加以应用,35%的同学确认他们加深了对知识的了解,前文我们对于两组学生的成绩比较也能说明这一点。

3. “借助手机开展学习”的学习形式受学习者青睐

问卷对该移动探究学习活动的认可程度进行了调查,95%的学生对此有兴趣。问卷的另一个问题则考察了本次实践课程受欢迎的原因,认为“借助手机学习形式新颖”的同学占60%,认可这种“实践课程的组织形式”的占20%,偏好移动学习便利性的占15%。以上结果显示实验组的学生对这种基于增强现实的移动探究学习表现出强烈兴趣。

4. 学习者参与移动学习不多,上网费用昂贵或是一个主要原因

经调查,10%的学习者每天都用移动设备学习,但40%的学习者从未参与过移动学习。问卷的另一条题目调查了学习者认为影响他们参与移动学习的首要原因:45%的同学认为上网不方便或费用昂贵,35%的同学表示缺少合适的设备,25%的人表示缺少移动学习的内容或是教师未设计移动学习活动。

5. 大多数学习者支持移动学习方式,并希望在学习中多开展此类的教学活动

问卷第9题考察了借助移动终端开展的实践性学习活动的效果。对于“移动学习效果更好”的判断,55%的同学非常赞同,35%赞同,5%表示中立,5%表示反对,共有90%的学习者持肯定态度。问卷第8题调查了学生继续进行移动学习的意愿,所获结果也是非常肯定的。

6. 应用于本次实验的ARTool软件交互效果良

好、用户体验较好

问卷结果显示,85%的学生觉得软件的交互效果比较好或非常好,仅1人认为操作有困难。由此可认为ARTool软件的交互效果和用户体验基本达到可用水平。

六、总结和思考

本项研究中,课题组开发了基于增强现实的移动学习应用程序ARTool,以“微波技术与天线”课程教学内容组织了移动探究学习活动,并完成了对比实验。实验基本达到了预设目标:实验组和对照组的成绩差距明显,大部分同学对基于增强现实技术的移动学习充满兴趣,对这种学习方式持认可态度。实验验证了基于增强现实技术的移动学习对教学效果的正向促进作用,收集了移动学习参与者的学习特征。这些成果为今后进一步的研究奠定了基础,无论在技术层面还是在理论层面都取得了一定的收获。

但是,本次实验在设计和实施过程中尚存在一些不足之处。首先从手机应用开发的角度来看,ARTool软件的功能在设计和实现上还有诸多问题。例如,程序的界面还比较粗糙,用户体验还需优化。其二,信息点定位在实际应用中有时会存在误差,主要原因是谷歌地图的定位算法需要纠正偏差,将来可能需要更换更优的算法或是采用其他的地图服务。其三,校园网的无线连接不够稳定,而通过运营商的手机上网访问服务器速度较慢,会对学习者的学习活动造成一些影响,下个版本的程序将考虑将常用内容缓存在手机上。

在本次利用增强现实技术进行实践性教学的实验方面也有一些局限性。受学校课程教学计划安排和课程修习人数的限制,笔者的团队未能组织大规模实验,两组各20人的样本较少,普遍性受到影响。在环节设计上,对实验组和对照组的变量的控制还不够,对于实验本身造成的强化效果也未能排除,一些环节在实施过程中出现走样,例如个别学生之间互相告知天线定位点,而不是依靠设备指示去发现。不过本次实验目的主要在于验证该项技术用于教学的可能性和可行性,并初步形成教学模式,这个预设目标已经基本达到。

从目前来看,增强现实技术还是一类比较新的技术,大规模推广的条件尚未成熟。对于普通的课件制作人员,技术门槛是影响其推广的主要原因。从零起点开发ARTool这样的应用需要手机应用程序开发、视频应用开发等专业技术。ARTool应用由本项目组在开源框架基础上花费3人月的工作量开发

完成,而且在实验中投入10多部智能手机。本次实验得到了社科基金的资助,共花费人民币数万元。对于希望在课程中应用此技术的普通教师来说,经费投入也是一个现实问题。此外,本次实验涉及软件开发人员、教学设计师和课程教师多个角色的合作,协调和组织工作也必不可少。不过随着智能手机在学生中的普及,可采用自带设备的方式让学生参与。而在软件方面,Layar之类通用平台推广让业余人士也可以制作简单的增强现实应用,技术难度和开发成本会迅速下降。相信最快一到两年内,此类移动学习应用就会发生井喷。

本次实验是对基于增强现实的移动探究学习的一次尝试。随着移动学习技术的普及,越来越多的人会选择这种方式学习,而增强现实技术的实用性和交互性使其在构建真实情境方面具有独到的优势,它将会成为移动学习的重要组成部分。

参考文献:

- [1] Billingham, M., Kato, H. Collaborative Augmented Reality[J]. Communications of the ACM, 2002, 45(7):64-70.
- [2] W. Liu, A.D. Cheok, C.L. Mei-Ling, & Y. Theng, Mixed Reality Classroom: Learning from Entertainment[DB/OL]. <http://www.arnetminer.com/viewpub.do?pid=712888>, 2012-07-16.
- [3] Dü nser, A., Hornecker, E. An Observational Study of Children Interacting with an Augmented Story Book[A]. K. Huietal. Proceeding of Edutainment[C]. Berlin :Springer-Verlag, 2007.305-315.
- [4] Put A Spell: Augmented Reality Game from Ogmento[DB/OL]. <http://thomaskarpenter.com/2009/08/26/put-a-spell-argame-ogmento/>, 2012-07-16.
- [5] El Sayed, N.A.M., Zayed, H.H., Sharawy, M.I. ARSC: Augmented Reality Student Card[J]. Computers & Education, 2011,56(4):1045-1061.
- [6] 徐媛. 增强现实技术的教学应用研究[J]. 中国远程教育, 2007,(10):68-70.
- [7] 董子龙, 章国锋, 邵元龙, 华炜. 基于汉字标志的增强现实系统[J]. 中国图像图形学报, 2009,(7):1463-1468.
- [8] 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.
- [9] 余胜泉. 从知识传递到认知建构、再到情境认知——三代移动学习的发展与展望[J]. 中国电化教育, 2007,(6):7-18.

作者简介:

李青:博士,副教授,硕士生导师,研究方向为远程教育、数字化学习环境、移动学习等(zjliqing@126.com)。

收稿日期:2012年7月28日

责任编辑:马小强