

■ AR与教育应用 ■

交互式AR单缝衍射实验

——增强现实(AR)在K-12教育的实证案例之九

□ 蔡苏^{1,2,3} 牛晓杰^{1,3} 徐雪迎^{1,3} 程露^{1,3} 柳昌灏^{1,3}

【摘要】增强现实技术,作为在虚拟现实技术的基础上飞速发展并走向成熟应用的新技术,在教学领域尤其是物理实验教学中极具发展潜力。本文以高中物理单缝衍射实验为例,介绍了北京师范大学“VR/AR+教育”实验室基于增强现实技术开发的一款交互式高中物理光学衍射应用程序,同时介绍了实验室基于此AR教学案例进行的实证研究;最后,对AR技术在课堂教学中的应用进行了讨论与展望。

【关键词】增强现实;高中物理;单缝衍射;仿真实验

【中图分类号】G434 **【文献标识码】**A

【论文编号】1671-7384 (2018) 09-068-03

增强现实技术与物理

物理是一门实验学科,而当前物理实验教学则存在一些困难。以单缝衍射实验为例,其中的抽象概念、微观知识、复杂规律易造成初学者的学习困难;另外,实验要求学生通过科学探究过程掌握基本科学探究能力,而全国各地实验设备缺失、实验操作危险、实验效果差也成为学生自主探究的一大阻碍。

增强现实(AR)技术能够提供实时的、逼真的、高解像度的3D场景,便于学习者进行细致观察,探索事物的本质和规律^[1]。此特点为有效解决上述问题提供了可能,使得学生无论在课堂上还是课后复习中都可以通过AR交互操作,强化复杂、微观知识的理解与记忆。

AR在物理光学实验中应用的研究案例

在物理学科中,光学现象难以观察,光学知识较为抽象,光学实验通常操作复杂、器材昂贵易损毁、实验结果难以观测,因此虚拟现实仿真软件在光学实验教学中的辅助作用较为显著。然而,目前国内外用于物理教学尤其是光学实验的仿真软件多以演示为主,交互也多使用鼠标、键盘等设备,自然交互性差。北京理工大学的陈泽婵、陈靖、严雷等人(2015)开发了基于Unity3D的移动增强现实光学实验平台,内容包括凸透镜成像规律探究、杨氏双缝干涉实验和光的平面反射实验。然而,该增强现实应用在功能上并未超越虚拟现实系统,且对实验器材的控制必须通过触摸屏控制,自然交互性不够理想,且未对该应用的使用效果即“激发学习兴趣、提高学习效果”^[2]进行实证研究。

北京师范大学“VR/AR+教育”实验室在物理AR教学领域做了大量实证案例。2013年,蔡苏等人通过AR凸透镜成像实验课程,研究发现使用AR可对分数较低学生产生更大影响^[3]。2017年,蔡苏等人的研究证明基于AR的体感教学软件有助于学生理解磁场、磁感线等抽象知识,并改善学生对物理学习的情感态度^[4]。2018年,王涛等人对AR双缝干涉实验教学研究也证实了AR在辅助教学、激发学生学习动机等方面有着显著作用^[5]。

“VR/AR+教育”实验室开发的单缝衍射AR案例

北京师范大学“VR/AR+教育”实验室实现了一个基于增强现实的交互式物理光学单缝衍射案例。它针对目前高中课程标准对于单缝衍射知识点的规定,建立光源、单缝和光屏模型,通过设置自然交互的虚拟按钮再现单缝衍射实验的过程。该教学软件在帮助高中生提升物理实验水平和逐步培养自主探究能力的同时,进一步激发高中生的学习动机。

在物理中波长体现为不同颜色的光,红色为可见光范围内波长最大的光。本软件选用红色、蓝色、紫色和白色作为光的颜色选项,当点击对应颜色的按钮时,条纹变换为相应的颜色,并且中央亮纹的宽度也随之变化。

当波长一定时,单缝窄的中央条纹宽,各条纹间距大。此实验可以对单缝的宽度进行调节。单缝变窄,衍射现象明显,条纹间距变大;反之亦然。值得注意的是,当单缝距离大到一定程度,衍射现象不发生,此时光沿直线传播,光屏上只有一条亮纹。

由于受到衍射角 θ 的影响,光屏到单缝之间距离越小,条纹间距越大。因此在此软件中通过移动两张识别图之间的距离,导致衍射条纹的变化。二者距离越近,衍射现象越明显,条纹间距越大;反之亦然。

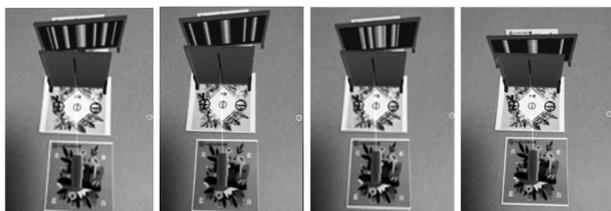


图 1 (a) 和 (b):选择不同波长的光对衍射条纹的影响; (a) 和 (c):调节单缝距离对衍射条纹的影响; (a) 和 (d):调节光屏与单缝距离对衍射条纹的影响

Android用户扫码关注后回复“AR单缝衍射”,可观看该AR教学实验视频



开展AR单缝衍射教学的实证案例

本研究采用对比实证研究,设置对照班和实验班,从知识、过程与方法、情感三个维度建立模型,结合对师生的访谈,研究AR仿真实验程序的使用对于教学目标达成的影响。

1. 教学过程

选取河北省沧州市吴桥县第二初级中学作为实验学校,设置实验班(A班)和对照班(B班),每班35人。A班和B班的授课教师均为具备授课经验的课题组成员。两个班级同时开展课程,时间均为100分钟。授课教师创设情境、引导学生进行思考、设计实验、动手探究并思考交流。实验班在探究环节采用本课题组自主研发的AR程序,对照班则由教师演示在虚拟仿真实验室中的实验探究来完成教学。为控制变量,除探究环节所用工具不同外,其余条件(例如教师使用图片、教学媒体、教学环节等)均保持一致。



图2 实验班学生使用AR软件在Android端进行探究

2. 结果讨论

本次实验共下发问卷70份,回收70份,有效问卷68份。

在知识方面,实验班成绩优于对照班,选择和填空题成绩明显高于对照班,且组内差距较小。表明AR交互程序能够提升学生的知识掌握程度;在过程与方法方面,对实验探究题的前后测成绩进行了配对样本T检验,统计结果表明交互式AR程序的使用能够在一定程度上有益于学生科学探究方法的掌握与应用;在情感态度方面,实验前后,三个维度的平均值都有一定程度上升,然而在认知和情感两个维度,前后测无显著差异,而在行为倾向上则有显著差异。

总体来说,AR技术在物理实验课堂中的应用在整体上可以提升教学目标达成度,对课堂教学具备促进作用。需要强调的是,若要在真实教学情境中合理应用AR程序,需要重视与AR程序相对应的教学资源、教学活动以及教学评价等环节的设计。

总 结

AR的物理应用在学段与范围上完成了全方位覆

盖。从基础教育到高等教育,在物理学科的不同分支上,都可见AR融入课堂、辅助教学、实现教学效率最大化的案例。AR与物理学科的深度融合不仅体现在教学过程中对物理现象和规律的具体、形象的展示,还通过自然交互在物理学科要求的探究式学习、实验操作中得到了充分彰显。随着技术的不断发展与进步,AR内容制作的成本和门槛会继续降低,这也为AR走进物理课堂提供了更多机遇。

即便如此,AR的物理应用也多处于研究与试验阶段。大部分应用案例是以展示内容为主,存在着学习者与教学材料交互不够丰富、学习活动设计不够深入等问题。未来的物理AR应用,应该更加重视技术与学习内容的深度结合、学习活动设计。要生成一套完整的教学模式和AR环境设计原则,使其充分服务于教和学,也需要相关的技术人员、教学设计人员、学科专家和更多一线教师共同参与,为新型虚实融合学习环境中所涉及的问题提供指导。@

参考文献

- [1] 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(08):114-119+33.
- [2] 陈泽焯,陈靖,严雷,et al.基于Unity3D的移动增强现实光学实验平台[J].计算机应用,2015,35(S2):194-199.
- [3] 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 Engineering Education, 2013, 29(4): 856-865.
- [4] 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, 2017, 25(6): 778-791.
- [5] WANG T, ZHANG H, XUE X, et al. Augmented Reality-Based Interactive Simulation Application in Double-Slit Experiment [M]. Online Engineering & Internet of Things. Springer. 2018: 701-707.

作者单位:1.北京师范大学教育学部教育技术学院 2.北京师范大学“移动学习”教育部-中国移动联合实验室 3.北京师范大学“VR/AR+教育”实验室