

■ AR与教育应用 ■

# 透过虚拟看成像

## ——增强现实（AR）在K-12教育的实证案例之五

□ 蔡 苏 杨 阳 何思凝

**【摘要】**增强现实（AR）在物理学科中可以发挥出其形象化抽象内容、构建学习情境、支持自然交互的优势，为学生打造更为丰富真实的实验环境。本文以凸透镜成像为例，讲述了计算机辅助学习技术的发展，介绍了北京师范大学“VR/AR+教育”实验室的基于AR的凸透镜成像教具的实证研究，体现了AR对Flash和体感设备支持的实验环境不足的改善、提升教学的效果和学生的学习动机的作用。最后，对未来AR在物理实验教学中的应用前景进行了展望。

**【关键词】**增强现实；物理实验；凸透镜成像

**【中图分类号】**G434 **【文献标识码】**A

**【论文编号】**1671-7384 (2018) 04-0074-04

### 增强现实技术与物理实验

增强现实（AR）技术可以将虚拟信息和真实世界叠加、融合，从而创造出一个虚实结合的环境，为学生打造丰富而又真实自然的学习空间，支持学习者进行探索学习。

物理是K-12教育的重要学科之一，担负着帮助学生认识世界的重要使命。物理实验是物理教学的重要组成部分之一，学生在物理实验中通过观察、操作、体验

等方式经历科学探究过程，学习物理规律、构建物理概念，学习科学方法，发展科学探究及认识世界的能力，树立科学的世界观。<sup>[1]</sup>

增强现实具有以下特点，包括：（1）将抽象学习内容可视化、形象化；（2）支持泛在环境下的情景式学习；（3）提升学习者存在感、直觉和专注度；（4）使用自然方式交互；（5）传统学习与新型学习相结合等。<sup>[2]</sup>运用增强现实技术搭建物理实验环境，构建信息丰富、交互自然的物理实验空间，能够为学习者提供更灵活方便的实验环境，促进学生对物理实验的掌握，提高学生物理探究的积极性。

### 计算机辅助的凸透镜成像教学

“凸透镜成像”是中学物理教学的重要实验之一。学生需要通过实验认识凸透镜的会聚作用，探究并知道凸透镜成像的规律以及了解凸透镜成像的应用。该实验具有一定的操作难度，涉及基座、刻度尺、蜡烛、凸透镜和屏幕等众多实验器材，以及物距、像距、实像、虚像、倒立、正立、放大、缩小等多个易混淆的概念。实物装置需要占据较大的空间，而且蜡烛是明火，有安全隐患。另外，学生往往只能在实验教室（真实空间）体验一次，某些学生如果在一节课中没有完全掌握相关知识，就再没有机会重做了。随着技术的不断进步，一些新的信息技术被用于辅助这一实验的开展，为学生提供更为理想的实验环境。

### 1. Flash模拟凸透镜成像

Flash被广泛用于教学演示动画的制作。使用Flash制作的凸透镜成像教学课件,支持学生使用鼠标随意拖动蜡烛以及改变凸透镜的焦距,而像的移动方向、移动快慢、虚实随之连续动态变化并未显示。<sup>[3, 4]</sup>这类课件呈现的是完全虚拟的场景,与现实无关联,且使用鼠标、键盘交互,交互体验不太理想。

### 2. 基于体感控制的凸透镜成像

Microsoft Kinect是微软开发的体感周边外设。使用Kinect作为交互设备,可以通过其中的多种传感器感知获取人体的动作,实现使用真实的实验操作控制Flash课件中的实验器材,获得更为真实的科学探究经历。教师和学生使用课件的时候,采用生活中抓取移动的手势控制蜡烛、光屏的位置,像随之进行相应的动态变化。经试验,该课件的使用可以提升学生的学习兴趣,促进学生对教学重难点的掌握。由于Kinect是在识别人的肢体大动作,且需要较大的活动空间,主要用在体感游戏领域,对于操作凸透镜这样的精细动作其实不太适用,所以在一定程度上影响了学生的学习体验。<sup>[5]</sup>

### 3. AR模拟凸透镜成像

近年来,AR技术的发展为使用信息技术模拟凸透镜成像等物理实验提供了更真实自然、交互性强的技术选择。在AR模拟凸透镜成像的课件中,教师和学生可以改变或移动真实世界中的标记,虚拟世界中的器材和实验现象就可以出现相应的变化。

AR开发环境支持使用3D仿真模型,可以调节程序的灯光效果和模型的材质效果,呈现出逼真的实验环境。更重要的是,AR技术将虚拟模型与真实环境相结合,让学生在自己的课桌上直接使用双手进行实验操作,提高了对科学探究过程的还原度,提升了使用者的沉浸感和专注度。AR课件还可以将实验中像距、物距等数据显示并记录,为学生发现凸透镜成像的规律提供支持,促进学生对物理概念和规律的掌握。

### 开展AR凸透镜成像教学的实证案例

北京师范大学教育技术学院“VR/AR+教育”实验室(<http://ar.bnu.edu.cn>)在2012年就开发了AR凸透镜成像教具,并将其运用于实际教学中,促进AR与K-12教育实现融合,提升教学成效。<sup>[6]</sup>

#### 1. 基于AR的凸透镜成像教具

将对应的识别图放入视野中,即可看到凸透镜成像实验所需的实验元件,三张识别图分别对应的是蜡烛、光屏和凸透镜(包含光轴线)。蜡烛提供光源,光屏用于显示蜡烛发出的光通过凸透镜的折射所形成的实像,凸透镜部分包含光轴线,其上标有显示焦距和二倍焦距的点,分别用 $f$ 和 $2f$ 表示。

#### 2. 基于AR的凸透镜成像实验操作过程

当摄像机捕获到凸透镜识别图时,凸透镜的三维模型与用于标记焦距和二倍焦距的光轴线都将显示在屏幕上,此时将蜡烛的识别图和光屏识别图分别置于凸透镜识别图两侧,软件将通过识别蜡烛与

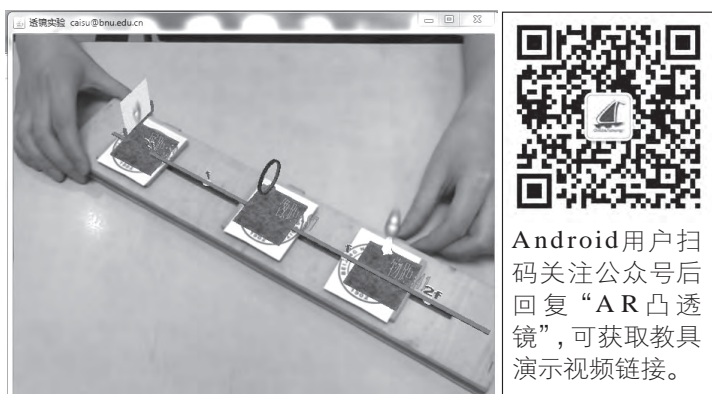


图1 基于AR的凸透镜成像教具演示图



图2 AR凸透镜成像教具进课堂

凸透镜之间的距离在光屏上呈现相关的图像，如图1所示。其具体原理如下：

假设像距为 $v$ ，物距为 $u$ ，焦距为 $f$ ，根据凸透镜成像的公式： $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ ，当 $u > 2f$ 时，光屏会呈现缩小倒立的实像；当 $u = 2f$ 时，光屏会呈现等大倒立的实像；当 $f < u < 2f$ 时，光屏会呈现放大倒立的实像；当 $u = f$ 时，光屏不呈像；当 $u < f$ 时，在蜡烛一侧呈放大正立的虚像。

该基于AR的凸透镜成像教具还能在实验中显示焦距点和二倍焦距点，并实时计算呈现虚拟实验环境中的像距、物距和屏距。不仅为使用者移动凸透镜和光屏提供位置参照，而且帮助使用者直接获得像距、物距和屏距变化的实验数据，为使用者发现凸透镜成像的规律提供了更为理想的环境。

使用该教具时进行凸透镜成像实验时，只需打开电脑，启动程序出现实验界面后，依次摆放三张识别图的位置，根据电脑屏幕中呈现的像、距离等信息，移动相应的识别图，就可以获得实验数据，从中总结凸透镜成像的规律。

### 3. 研究结果

在天津南开外国语中学的初中课堂上，使用基于AR的凸透镜成像实验案例进行了实证研究，实验对象为八年级两个班的学生，分别采用传统教学（对照组）与使用AR作为补充手段的教学（实验组），AR课堂如图2所示。

通过分析和研究数据，主要包括学生的学习成绩和学习态度两方面，就增强现实教具的教学得出以下结论。

在学习成绩方面，进行测试后实验组的平均分数高于对照组，但二者并无显著差异。此方面有待进一步大样本测试验证。

在学习态度方面，大多数学生对于使用AR学习物理持积极态度。根据学习态度问卷的结果，他们相信AR工具的应用可以吸引他们的注意，并提高他们物理学习的积极性。此外，数据分析的结果表明，AR工具可能对成绩差的学生具有更加积极的教学效果。

总体来说，AR为学生提供了不同的机会进行科

学化的学习, AR实验支持学生对具体和可观测的物理概念的理解, 并且通过实际体验促进实验技能的发展。

在这个实验中, 研究者还发现虽然中学学生普遍认为物理是一个较难的学科, 但他们对物理学习中的实验充满兴趣。学生们认为AR在实验中起到了吸引注意力和刺激好奇心的作用, 他们对于使用基于AR的教具学习凸透镜成像的经验影响深刻且态度积极。

其他研究者使用AR模拟凸透镜成像的教学实验也均发现AR凸透镜成像的使用可以提升教学效果。

此外, AR凸透镜成像课件与反思支架策略联合使用, 可以显著地提升学生对相关知识的理解 and 应用水平, 也可以显著地提高学生对物理学科的学习动机。

## 总 结

基于AR的凸透镜成像教具集中体现了AR在物理学科教学中所能发挥的潜力。AR形象化抽象内容、构建学习情境、支持自然交互的优势得到充分的体现和发挥, 其提升学习动机、优化学习效果的作用也展现得淋漓尽致。使用AR构建丰富、真实的物理实验情境, 优化学生在物理实验中观察、操作、体验的条件, 为其构建物理概念、学习科学方法、发展科学探究及认识世界的能力提供更好的环境。

物理学科需要进行大量的实验, 这意味着AR技术在物理教学中具有巨大的发展空间。将AR作为构建实验环境的一种策略融入物理教学, 需要相关的技术开发人员、教学设计人员和更多教学一线教师和学科专家共同参与, 打造更多适合使用AR的教学和学习情境。@

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部制定, 中国. 义务教育物理课程标准 [M]. 北京师范大学出版社, 2012.
- [2] 蔡苏, 王沛文, 杨阳, et al. 增强现实(AR)技术的教育应用综述 [J]. 远程教育杂志, 2016, 34(5).
- [3] 黎昌庆. 用Flash模拟凸透镜成像[J]. 中小学信息技术教育, 2003 (3).
- [4] 王建平, 常玉如. 用FLASH5.0制作《凸透镜动态成像》[J]. 中国电化教育, 2003 (4).
- [5] 陈亮. 基于Kinect体感控制的三维 Flash 教学课件的开发研究——以“凸透镜成像”探究性实验为例 [D]. 北京师范大学, 2014.
- [6] CAIS, 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): 856-65.

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