

■ AR与教育应用 ■

操作看得见的“场”

——增强现实（AR）在K-12教育的实证案例之七

□ 蔡 苏^{1,2,3} 刘恩睿^{1,3} 张 鹏^{1,3}

【摘要】场是物理学中的重要概念，在生活中难以直接观察。增强现实（AR）技术和体感自然交互技术可以将这一类的内容可视化，促进学生的概念理解和学习兴趣。

【关键词】增强现实；物理教学；磁场；场的可视化

【中图分类号】G434 **【文献标识码】**A

【论文编号】1671-7384 (2018) 06-072-03

AR 技术更强大和方便的交互性，学生在学习中可以
通过AR技术更直接、自然地探索知识。^[1]

AR技术可以将虚拟对象和真实环境结合，让学生
仿佛“置身”于磁场当中，并且充分发挥计算机仿
真技术的优势。事实上，将增强现实技术用于电磁场
的可视化，在国内外确实有相关的案例。

物理学科中“场”的概念与教学问题

中学物理中，“场”是电磁学部分一个极为重要的
概念，相对于其他概念，“场”更加抽象，也难以通
过实验观察。以磁场为例，磁场是我们日常生活中十
分普遍的现象，也是教学当中的重点和难点。

将看不见、摸不着的磁场通过具体可感的形式
展示给学生，传统的实验方法是通过铁屑来模拟磁
场的分布情况，但是这种实验操作起来成本较高且
容易带来各种问题（比如铁屑被磁铁吸附、实验后残
留物难以打扫等）。在实际的教学过程当中，多以教
师演示学生观看为主，甚至是直接使用视频或者软件
模拟演示，学生少有参与和机会。

增强现实技术与磁场的可视化

增强现实技术在教学中的作用主要体现在可将
抽象内容可视化、使用自然方式进行交互等。得益于

1.使用AR手段展示静态可视化电磁场

在此方面较早的尝试是Buchau等人^[2]将AR用于
电动力学的教学，计算三维空间内的电磁场，并展示
给学生。结果证明，通过AR技术展示的可视化电磁场
能够帮助学生把磁场的特征同物理对象联系起来，
理解电磁理论。

但这一类的模拟电磁场，还停留在静态展示的层
面，只是将AR技术作为媒体使用，展示不易观察的事
物，属于AR技术的教学应用中最为基础的一种用法。

2.基于AR技术的实时可视化电磁场

Matsutomo等人^[3]更进一步实现了在AR技术下的
实时磁感线图像展示。在这种系统中，学习者可以随
时观察到磁感线的实际分布、变化情况，理解不同类
型磁场的特点，他们还设计了模拟的磁铁、铁块等实
验器具用于学生的交互。^[4]系统通过摄像头捕捉到现
实中的模拟条形磁铁后，实时生成其周围的磁感线
分布情况。学生可以在真实空间中移动模拟的磁铁，
软件将相应的磁感线分布变化情况实时描绘出来。

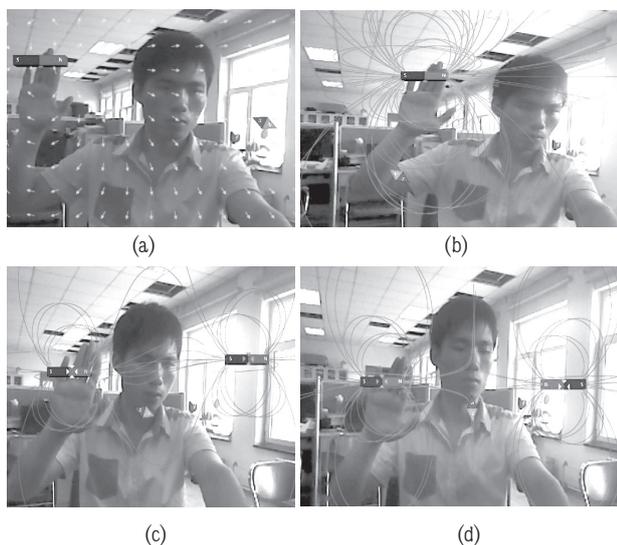


图1 磁感线模型

这种实时生成和带有自然交互(学生操作真实空间中的“磁铁”,实时观察虚拟的磁感线变化)的可视化电磁场模拟案例,可以让学生直接使用双手进行操作,能够促进学生对于物理概念和规律的掌握。

3. 基于AR技术的电磁学实验的教学效果

从几个实际的案例可以看出,应用AR技术进行的模拟仿真已不再局限于使用鼠标控制这种较为传统的形式。这样设计的优势在于,用户可以在没有专门知识指导的情况下进行自主使用,而其使用的效果也得到了一定的证实,Ibáñez等人^[5]认为,AR可以有效促进学生对电磁场相关概念和现象的理解。使用AR技术进行电磁学习的学生,在学习成绩方面要显著好于不使用AR技术的学生。同时,使用AR技术学生的心流(心流是一种高度投入某项活动时全神贯注的积极情绪体验)等级要更高,也就是说,学生在学习活动中的投入和专注度都要更好。

开展磁场可视化教学的实证案例

作为国内最早开展课堂AR教学并持续探索的团

队,北京师范大学教育技术学院“VR/AR+教育”实验室(<http://ar.bnu.edu.cn>)设计和开发了基于AR技术和体感自然交互技术的磁场可视化应用。该应用不仅体现了AR技术的演示性优势,还结合了体感和自然交互技术的特性,为课堂教学带来了很好的效果。^[6]

1. 基于AR和体感自然交互技术的磁场可视化应用

此案例使用AR技术来显示可视化的磁场,并采用微软公司的Kinect作为交互设备。Kinect是一种可以使用身体动作来控制的体感交互设备。它可以捕捉人的肢体动作,用于计算机程序的交互,被广泛应用于娱乐、教育等领域。在本案例中,学生通过Kinect设备可以实现用自己的双手移动对应磁铁的移动。该应用主要包括四个部分:如图1-(a)所示,带有一个磁铁和一个小磁针的磁场模型1;如图1-(b)所示,带有一个磁铁和小磁针的磁感线模型2;如图1-(c)所示,带有两个磁铁和小磁针的S-N模型;如图1-(d)所示,带有两个磁铁和小磁针的N-N模型。

程序运用毕奥-萨伐尔定律,计算出每个点的磁场强度和方向。使用该应用时,需要将Kinect体感设备连接到电脑,借助Kinect上的摄像头,学生即可在程序的实验界面中通过手的移动来操作磁铁的移动,并实时观察磁场分布的变化情况及磁场中小磁针的偏向,探究不同情况下磁感线的分布情况,总结规律。

2. 研究过程

本应用在首都师范大学附属中学进行了实证研究,实验对象为八年级的40名学生,随机分为A(控制组,不使用AR技术)和B(实验组,使用AR技术)两组。在学习过程中,每4位学生进行合作探究学习。

课程的整体设置包括教师引导、探究式学习活动和教师总结环节,两组仅在探究式学习活动方面存在差别:控制组学生完全依靠磁铁和小磁针进行探

究,实验组学生借助基于AR和体感自然交互的磁场可视化应用进行探究。

在研究过程中,进行了前、中、后三次关于磁场相关知识的测验,分别安排在上课前、课堂探究活动结束后以及实验结束半个月之后,并对实验组学生进行了关于AR程序的态度问卷调查。同时,也对实验学校的一线物理教师进行了访谈,征求教师的相关意见。

3. 研究结果

从三次测试的结果看,在前测中两组学生的平均分数基本相同,没有体现出差异。在探究活动后进行的测验以及半个月之后进行的后测当中,实验组学生的成绩都要高过控制组的学生。这个结果表明,基于AR和体感自然交互的磁场可视化应用可以帮助学生在课堂上掌握磁场和磁感线的相关知识,对其当场的学习效果有积极影响,也能够帮助学生在课后进行学习效果的保持。对测试卷中的不同题型(画图题、判断题)进行分别统计,也得到了相同的结论。通过对部分重点概念性题目(例如,磁场是否真实存在、

磁感线是否真实存在)的单独分析发现,使用了AR技术的学生对磁场概念的理解更加准确。

调查问卷的结果显示,学生对于新接触的技术和软件程序保持了积极和乐观的态度。同时,一线物理教师的访谈结果表明,基于AR和自然交互技术的探究式学习活动提升了学生的学习兴趣,能够取得良好的教学效果。这样的结论与国际上的相关研究较一致,在电磁场的可视化这个知识内容上,AR和体感自然交互的应用是有效的。

总 结

中学理科教学中还存在大量和磁场类似的,难以在现实中观察的重要概念、现象,这就使AR技术在具体学科应用中有了用武之地。当然,任何一种技术在教育中的应用,都需要相关的研究人员、设计开发人员、教学设计人员、学科专家和一线教师的共同参与,把握真实的课堂教学和学习需求,才能更好推进信息技术与教育教学的深度融合。☞

参考文献

- [1] 蔡苏,薛晓茹,张晗.增强现实(AR)在K-12教育的应用实践[J].中小学信息技术教育,2017(11):71-75.
- [2] Buchau A, Rucker W M, Wössner U, et al. Augmented reality in teaching of electrodynamics[J]. COMPEL-The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering, 2009, 28(4): 948-963.
- [3] Matsutomo S, Miyauchi T, Noguchi S, et al. Real-time visualization system of magnetic field utilizing augmented reality technology for education[J]. IEEE transactions on Magnetics, 2012, 48(2): 531-534.
- [4] Matsutomo S, Mitsufuji K, Hiasa Y, et al. Real time simulation method of magnetic field for visualization system with augmented reality technology[J]. IEEE Transactions on Magnetics, 2013, 49(5): 1665-1668.
- [5] Ibáñez M B, Di Serio Á, Villarín D, et al. Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness[J]. Computers & Education, 2014, 71: 1-13.
- [6] 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.

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