

Application of Virtual Reality Technology in Atmospheric Science, a Case Study of the Long Radiation Observation

Chao Wang, Tiangui Xiao, Weiguo Xiang, Zhijun Jia, Xiaohang Wen

Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan
Email: tony45@foxmail.com

Received: Aug. 5th, 2020; accepted: Aug. 20th, 2020; published: Aug. 27th, 2020

Abstract

Introducing virtual reality technology into the teaching of Atmospheric Science, it not only makes the complex atmospheric process more vivid and concrete, improves the students' learning initiative, but also reduces the experiment cost and eliminates the limitation of time and space. In this paper, the experiment of long radiation observation method in atmospheric physics is taken as an example, the design purpose, principle and operation process of virtual simulation experiment are introduced to promote the application of virtual reality experiment in other courses and majors, and improve students' comprehensive practical ability.

Keywords

Virtual Reality, Atmospheric Science, The Long Radiation Observation

虚拟仿真技术在大气科学课程中的应用——以大气长法为例

王超, 肖天贵, 向卫国, 贾志军, 文小航

成都信息工程大学大气科学学院, 高原大气与环境四川省重点实验室, 四川 成都
Email: tony45@foxmail.com

收稿日期: 2020年8月5日; 录用日期: 2020年8月20日; 发布日期: 2020年8月27日

摘要

在大气科学专业课教学中引入虚拟仿真技术, 不仅使得复杂的大气过程变得更为生动具体, 提高了学生

学习的主动性, 并且可以降低实验成本, 消除了实验的时间和空间局限。本文以大气物理学中大气长法观测实验为例, 介绍了虚拟仿真实验的设计目的、原理和操作过程, 以期推进虚拟仿真实验在其他课程和专业中应用, 提高学生综合实践能力。

关键词

虚拟仿真, 大气科学, 大气长法观测

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

大气科学是研究大气中各种现象及其演变规律, 最终进行天气气候预测预报与评估、开展气象服务技术的一门学科[1]。由于大气运动复杂, 天气状况难以重现, 真实实验室不能展示出大气运动的过去、现在和未来, 也不能对大气环流的各个环节进行模拟和独立研究, 并且实际外场观测所花费的时间周期长, 实验观测设备价格昂贵, 维护成本高等一系列原因, 造成相关实验的教学开展困难。因而, 虚拟仿真实验课程的开展就显得尤为迫切。

随着《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》(教高<2018>2号)的提出, 国家高等本科教育要重塑教育教学形态, 因此虚拟仿真技术在教学中得到广泛的应用。虚拟仿真技术(Virtual Reality)于20世纪40年代逐步发展起来[2], 美国约翰逊航天中心设计了一套用来训练航天员熟悉太空环境的仿真系统, 事实证明此项技术的应用极大提高了操作水平, 使修复工作取得了圆满成功[3]。美国航空航天局(NASA)还计划进一步将虚拟现实系统应用在国际空间站的组装及训练等工作[4]。随后在教育与培训领域, 虚拟现实技术的应用也越来越多, 在我国众多高校的相关学科取得不错的效果[5][6][7][8][9]。

虚拟仿真实验教学是信息化时代数据共享、信息共享的必然要求。由于大气运动变化快、范围广, 为了掌握实时的大气运动, 全球不同区域每天产生大量的气象数据, 随着互联网、云计算技术的发展, 这些数据快速、准确地交换必将大大推动大气科学网络技术的发展。随着校园网络软硬件环境的不断完善和虚拟仿真技术的发展, 基于互联网的虚拟仿真实验教学已成为一种重要的教学方式, 虚拟实验结合了计算机技术和网络技术, 突破了实验操作对仪器、环境和地点的限制, 是传统实验变革过程中研究的重点。本文以大气科学核心必修课《大气物理学》中, 大气长法观测实验为例, 介绍虚拟仿真技术在大气科学专业课程教学中的应用。

2. 虚拟仿真实验设计

采用虚拟仿真实验进行教学是教育信息化所发展的方向, 它能更好地推动实验教学和信息技术的融合。本文虚拟仿真系统平台采用B/S架构[10], 基于SOA服务装配的模式[11]开发系统, 采用Unity3D引擎[12]进行大气长法观测虚拟仿真实验的开发, 建立大气长法观测实验模型, 利用虚拟技术的沉浸性、交互性和想象性的特点, 将传统的实验搬到电脑以及移动终端上, 基于网络实现教育资源的共享化。在网页端的设计当中, 结合气象实际观测数据作为实验数据库, 通过网络技术再现的实验观测场景; 同时配合相应课后实验报告和试题, 任课老师可以轻松的通过网络来批改学生作业, 并给出相应指导, 考察

学生掌握情况。最终通过线下教学为主，线上虚拟仿真实验操作为辅，有利于学生更快速、更有效、更准确地掌握实验知识。如图 1，虚拟仿真平台上的各菜单可非常方便的对实验进行操作、指导和批改。



Figure 1. The system home page of the virtual simulation experiment
图 1. 虚拟仿真系统首页

3. 虚拟仿真实验教学案例

3.1. 实验目的

让学生从实验计算中深入了解太阳辐射在大气中的削弱过程，包括大气对辐射的吸收、散射作用；掌握辐射在大气中的传播规律，掌握利用统计、绘图软件对气象观测数据的处理与分析方法，为其后续从事相关工作打下基础。

3.2. 实验原理

对于大气上界太阳光谱值最初并非由大气外直接观测而来，主要是由地面观测推算得到，即使目前能够从大气外界直接观测得到，但由地面观测太阳光谱估算仍然是重要的方法。如果在一段时间内大气光学特性不变，则地面所测太阳直接辐射光谱仅随大气质量数变化，利用地面观测资料，采取最小二乘法可估算出大气上界太阳光谱数值，同时也可得到整层大气垂直厚度，这两个物理量在大气辐射学中相当重要。该实验让学生在大气辐射学习中，动手计算大气上界太阳光谱的数值和大气光学厚度，结合课堂理论教学，让学生充分理解这两个辐射名词的物理含义；同时该项目利用常用统计、绘图软件，让学生掌握对气象观测数据的基本处理和分析能力。

3.3. 实验步骤

- 1) 计算大气质量数，利用 Kasten 公式[13]，带入太阳天顶角 θ ,

$$m = \frac{1}{\cos \theta + 0.1500(93.885 - \theta)^{-1.253}}$$

从而计算出相对大气质量数 m 。

- 2) 对辐射观测资料($S_{i,m}$)求取对数值，对地面观测辐射值进行质量控制，剔除小于 0 或过高的虚假辐射观测值，对其原始数据经行对数计算 $\ln(S_{i,m})$ 。

3) 最小二乘拟合, 选取长法公式对大气上界太阳光谱进行估算。长法公式:

$$\ln(S_{\lambda,m}) = \ln S_{\lambda,0} - \delta_{\lambda}(0)m$$

其中 $\ln(S_{\lambda,m})$ 为大气上界太阳辐射光谱值, $\ln(S_{\lambda,0})$ 为地面地面观测值, $\delta_{\lambda}(0)$ 为大气光学厚度, m 为相对光学质量。

令 $y = \ln(S_{\lambda,m})$, $A = \ln(S_{\lambda,0})$, $B = -\delta_{\lambda}(0)$, $x = m$ 。

上述公式变为线性公式 $y = A + Bx$ 的形式, 其中 (x,y) 为步骤 1 和 2 的计算量, 利用最小二乘法, 带入多组观测的 (x,y) 数值, 最终求得线性方程系数 A , B , 即为实验所求大气上界太阳光谱的数值和大气光学厚度。如图 2, 在系统的提示下, 学生通过仪器的安装、调试和数据的读取, 全面的参与该实验过程, 可以更好的掌握该实验步骤和原理。

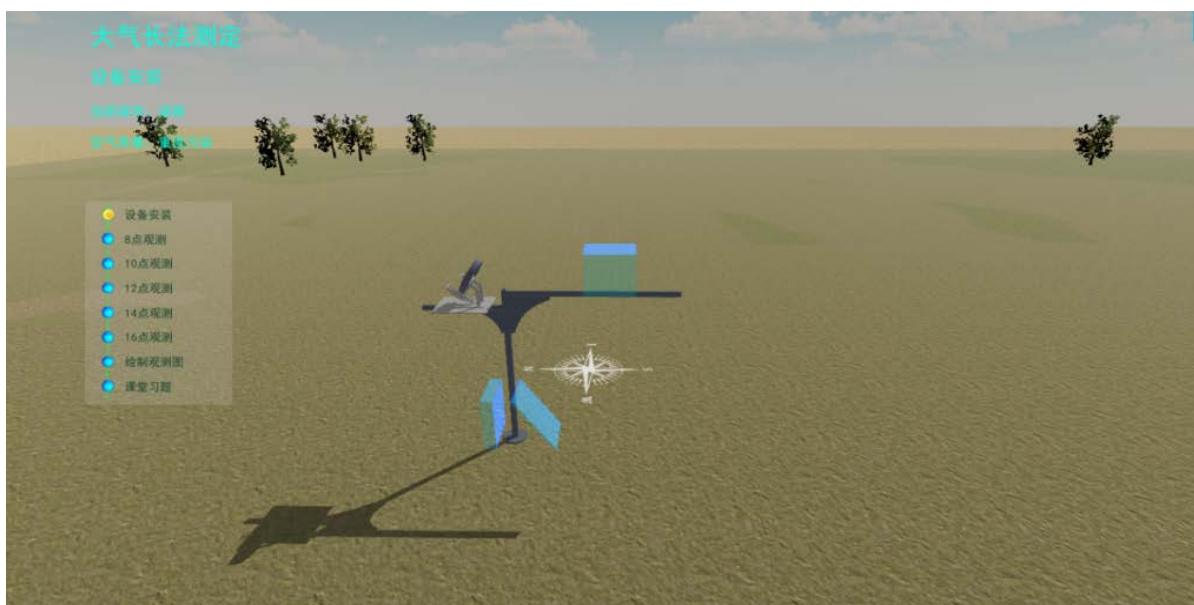


Figure 2. The virtual simulation experiment of the radiation observation

图 2. 大气长法虚拟仿真实验

4. 实施效果

在仿真实验设计的时候, 对每个步骤和仪器均带有文字说明和动画效果, 学生在实际操作当中更为生动的参与在实验当中, 相比较以往老师上面讲, 学生下面听的传统教育方式, 有了很大的改进, 学生也更有兴趣参与在教学过程中, 取得较好的学习效果。学生通过软件进行虚拟操作时, 系统会根据实验步骤的正确与否给予反馈, 如果操作错误, 系统给出相应提示, 学生能够及时发现自己不懂的地方, 并且在实验过程中解决自己不懂的问题。完成实验后, 系统会从设计的课后题库中生成课后习题测验, 学生回答题目的同时, 系统会根据答案给出相应成绩, 加权后作为学生期末总成绩的一部分, 更客观的反应学生在这门课程的学习情况。由于仿真系统基于网络平台, 学生可不受地域和时间的限制, 不断的重复该实验过程, 从而更好地掌握实验的重点和操作过程。除此之外, 也可利用该平台, 对于民众所关心的问题, 设计通俗易懂实验, 推广大气科学的科学普及工作。

5. 结语

虚拟仿真实验教学是提高大学生实践创新能力的重要途径, 并且在 2020 年的新冠疫情影响下, 不受

空间和时间限制的网上虚拟仿真实验是疫情中学习的一个非常有用的手段。随着虚拟仿真实验的推广，更多的实验或者其他专业课程的虚拟仿真实验将被设计出来，从而促进教学模式多元化发展和高水平人才培养。

基金项目

成都信息工程大学教改项目(BKJX2019120、BKJX2019042)，教育部产学合作协同育人项目(201901275001)。

参考文献

- [1] 陈广仁. 大气科学的发展趋势及研究热点[J]. 科技导报, 2010, 28(11): 118-119.
- [2] 韩月强. 虚拟仿真实验教学的数据分析与教学评价研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2016.
- [3] 栾飞. 基于 Unity3D 的液压传动虚拟仿真教学系统开发[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东建筑大学, 2015.
- [4] Mintz, R., Litvak, S. and Yair, Y. (2001) 3D-Virtual Reality in Science Education: An Implication for Astronomy Teaching. *Journal of Computers in Mathematics & Science Education*, **20**, 293-305.
- [5] Luo, T. (2010) Application of Virtual Reality in Teaching Interventional Therapy. *Researches in Medical Education*.
- [6] 张静, 肖明. 开放式虚实结合的实验教学模式的研究与探索[J]. 中国电力教育, 2014(36): 176-177.
- [7] 吴宏春. 培养核工程人才实践能力的虚拟仿真实验探索[J]. 高等工程教育研究, 2019(S1): 211-214.
- [8] 耿冰茹. 虚拟仿真技术在网络教育教学中的应用价值探究——以测绘工程专业为例[J]. 智库时代, 2019(29): 271-272.
- [9] 陈容容. 多媒体虚拟仿真教学法在微生物学实验中应用[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(11): 194-196.
- [10] 赵铁松. 基于 B/S 架构和开源 WebGIS 平台的气象观测站网可视化系统[J]. 气象科技, 2013(1): 57-61.
- [11] 徐青翠. 基于 SDO 的服务数据模型研究及实现[D]: [硕士学位论文]. 赣州: 江西理工大学, 2009.
- [12] 邱建松. 基于 Unity3d 的实时虚拟仿真系统的研究与实现[J]. 电子制作, 2012(12): 18-19.
- [13] 盛裴轩. 大气物理学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2003: 189-190.