

基于虚拟现实的智能实验仿真系统*

Intelligent Experiment Simulation System Based on Virtual Reality

张 锐

(浙江理工大学启新学院,浙江 杭州 310018)

张鑫宇 孙树森

(浙江理工大学信息学院,浙江 杭州 310018)

摘要:针对日常实验教学中的实际需求,在需求分析和系统架构设计的基础上,实现了一套基于虚拟现实技术的科普实验仿真系统。系统具有精准示教、实时纠错并判分、基于手势交互的自由操作和多角度观看等特点。仿真效果表明,虚拟现实技术在教学实验智能仿真中具有广阔的应用前景和现实意义。

关键词:虚拟现实,手势交互,实验仿真,智能

Abstract:According to actual demand of classroom experiments,a virtual reality based experiment simulation system is designed and implemented in this paper.The system lets the learner observe the demonstration of the experiment process from all different views and make experiments with virtual equipment interactively.The learner can operate the equipment with gesture and the operation can be judged and graded real-timely.The trial feedback shows that this experiment simulation system is promising.

Keywords:virtual reality,gesture interaction,experiment simulation,Intelligence

目前,国内教学软件或课件多以采用图解、视频和二维动画等形式进行顺序演示,本系统利用手势识别交互等虚拟现实技术,除了提供精准的示教功能外,还具有实时纠错判分功能,并支持手势交互和全方位操作观察。另外,基于虚拟现实技术的实验仿真,有助于解决实验原材料短缺、设备折旧、实验条件苛刻等问题,降低实验成本,同时提高教学质量^[1]。

1 系统分析

为了方便教师演示实验过程和学生观察实验效果,通过良好的交互更好地理解实验原理,系统要做到示教精准、观察方便,且交互灵活。精准示教体现在系统能够实时响应用户的输入(如更改参数、重置等),并保证场景中显示的实验结果符合实验逻辑

和自然规则;观察方便体现在全视角、可缩放的场景展示上;灵活交互就要求系统支持手势和鼠标交互,手势交互自然顺畅,鼠标交互传统精确。

2 系统设计

2.1 功能模块设计

如图1所示,本系统由示教、判分、观察三个核心功能模块和引导、系统设置两个服务模块组成。各模块逻辑上相互独立,但在功能上相辅相成。

首先,示教模块的核心案例为伏安法测小灯泡电阻仿真实验,该案例支持手势识别交互。在示教模块中,任意元件在任意时刻均可产生操作正误反馈,进而使用户进行较高自由度的操作,体验非流水线实验操作;其次,手势识别则基于 Leap Motion 设备,该硬件使用高级的动作感应专利技术进行人机互动^[2],根据手势定义来操作角色与视角,同时与场景中的三维 UI 进行交互,完成菜单选择;再次,判分模块中系统可实时反馈用户操作,根据检测结果显示操作错误清单;最后,由于该系统基于拥有强大的图形绘制功能的虚幻 4(Unreal Engine 4,UE4)游戏引擎开发^[3]。该引擎使用的中央凹点渲染技术使其能够达到低延迟、高仿真的模拟效果^[4]。故用户在观察模块中能够流畅地观察实验过程。

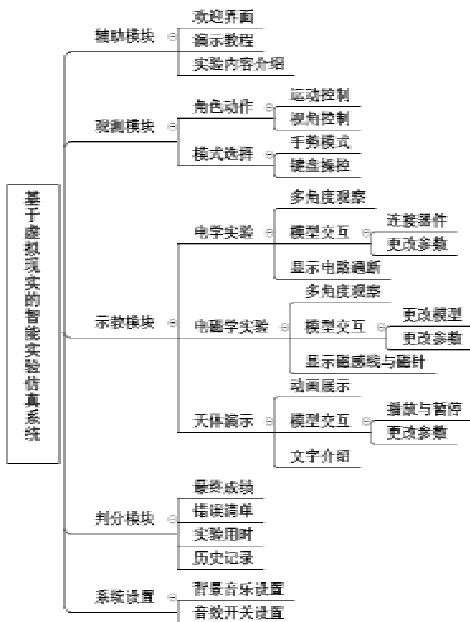


图1 系统功能结构图

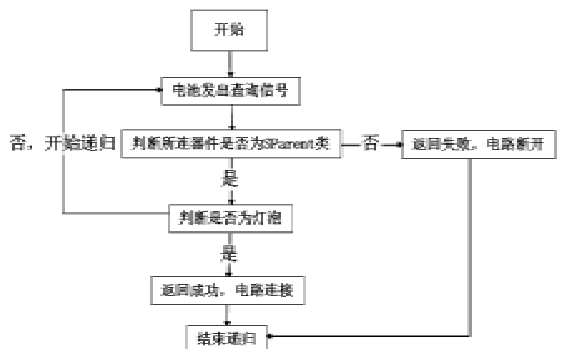


图2 寻路算法流程图

* 得到 Google 支持教育部国家大学生创新创业训练计划联合基金项目“基于安卓和 AR 技术的探索型智慧景区应用(201601005099)”、教育部国家级大学生创新创业训练计划“基于 AR 技术的探索型智慧景区应用(201610338012)”资助

2.2 寻路算法设计

为了实现实时检测电路连通性的功能,我们设计了一套算法,其基本思路如图2所示。

电路中所有的元器件均继承自 SParent 类。当两个元器件互相相连时,二者会分别将连接对象的信息载入到内部的 SideStruct 中,以实现可双向遍历性。二者断开时,则将 SideStruct 清空。电池元器件每隔 0.1s,从正负两级发出两个查询信号,返回并刷新电路连通状态。

2.3 判分系统设计

为了方便自学和检验学习效果,系统设计了判分系统。判分机制主要通过公共控制中心 BP_Control 蓝图和多个嵌入在各个元器件中的检测节点实现。元器件接收到使用者的输入信号后,将激活对应检测节点上的检测程序。若节点检测出错误,会向控制中心发送对应的错误信息编号。控制中心根据该编号从错误库中查找出对应的错误明细和减分量,再将以上信息封装成可被统计 UI 直接读取的格式,并存储到临时数组中。实验结束后,显示中心读取并显示数组信息。判分模块原理如图3所示。

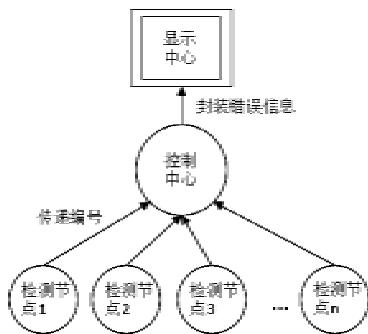


图3 判分模块示意图

3 系统实现

3.1 系统环境

本系统开发环境为 Windows10 64 位、Unreal Engine 4.13、Maya2014、Leap Motion Plugin V2.0.0;运行环境为 Windows 64 位系统;运行最低硬件要求为 CPU Intel Pentium G4400、内存 4G、显卡 Nvidia GT740(备选硬件:Leap Motion 2.3.1)。

开发者需在官网下载引擎启动器 Epic launch,并在启动器上下载 UE4 对应版本。打开已下载至本地的引擎后新建基于蓝图的空白工程,在默认关卡中完成系统主场景的搭建。

3.2 运行效果

本系统实现了伏安法测小灯泡电阻的电学实验、磁场方向强度影响因素探究实验和天体月相模拟,以电学实验为例,实现了判分功能。系统的主界面图如图4所示。



图4 系统运行主界面图

电学试验中,用户可以自由操作元器件的连接和状态,如开关的闭合与断开。主界面包括运行实验数据表,点击记录按钮便可保存数据。当用户点击完成时,界面会显示操作过程中曾出现的错误清单和实验用时与成绩。运行截图如图5所示。

电磁学仿真包含两类实验,即电磁场强度和方向的影响因素。实验过程中,用户可多角度观察磁感线分布和场强变化,并

万方数据



图5 电学实验运行图

动手与模型交互进行自变量参数的更改,如通电螺线管匝数,电源电压等,实验现象遵循客观规律,界面美观且便于理解;天体月相模拟中,用户可观动画多角度观察天体的运动与月球表面阴影变化,直观阐释不同月相产生原理,运行截图如图6、图7所示。

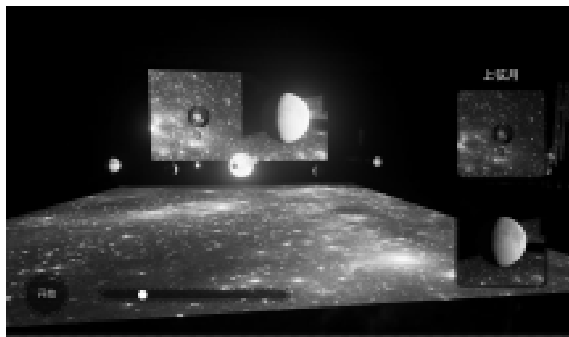


图6 天体月相演示运行图

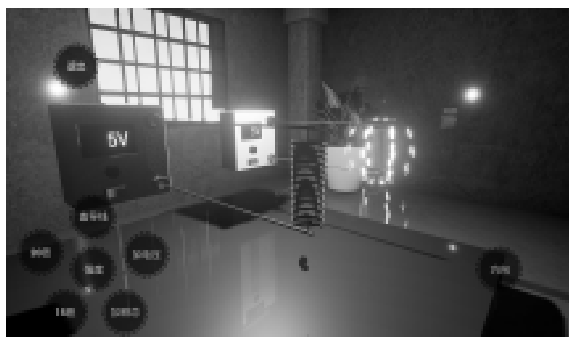


图7 电磁学实验运行图

4 结束语

该系统在降低实验代价的同时,提高实验的可操作性和易读性。另外,该系统具有可扩展性,例如对电学实验模拟的数据结构与算法基础进行轻量修改,即可实现多个不同电学实验的模拟。但本系统依旧处于试验阶段,成为一个具有后台和管理功能的可扩展实验仿真平台才是其发展方向。因此,对此类系统的研究和开发有着广阔的前景和发展空间。

参考文献

- [1] 张林誉.初中物理虚拟实验系统的设计与实现[D].武汉:华中师范大学,2013:1-12
- [2] 王巍.Leap Motion 人机交互应用开发[M].西安:西安电子科技大学出版社,2015:36
- [3] 刁师言.虚幻引擎4:启动引擎和未来[J].数码设计 CG WORLD, 2014(2): 122-129
- [4] Swafford, N.T, D.Cosker, K.Mitchell. Latency Aware Foveated Rendering in Unreal Engine 4 [C]//European Conference on Visual Media Production,2015:17

[收稿日期:2017.5.10]