

# 基于三维仿真技术的显微镜生物实验教学系统

马 瑞<sup>1</sup>,董玲燕<sup>2</sup>,陈向东<sup>3</sup>,王竞之<sup>4</sup>

(1. 武汉市规划编制研究和展示中心,湖北 武汉 430014;

2. 长江水利委员会 长江科学院,湖北 武汉 430010;

3. 武汉大学 生命科学学院,湖北 武汉 430072;

4. 香港理工大学 土地测量及地理咨询学系,香港)

**摘 要:**三维仿真系统是一个将现实场景转换成计算机虚拟现实的实时系统,以传统显微镜生物实验为例,构建了显微镜生物实验三维仿真系统。首先利用建模工具3ds MAX 软件将真实显微镜转换成计算机模型数据,然后通过三维引擎绘制渲染,同时,三维引擎通过接受各种操作信息来改变显微镜模型的状态,实现人机交互,并进行显微镜生物实验的模拟。让学生既能了解显微镜的构造和功能,又可以不断反复地练习与操作实验,有利于对实验过程的认知与熟悉。

**关键词:**三维仿真;显微镜;虚拟现实;三维渲染引擎;节点组织

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)06-0208-04

## Microscopic Control System for Biological Experiment Teaching Based on 3D Simulation Technology

MA Rui<sup>1</sup>, DONG Ling-yan<sup>2</sup>, CHEN Xiang-dong<sup>3</sup>, WANG Jing-zhi<sup>4</sup>

(1. Wuhan Planning & Design Institute, Wuhan 430014, China;

2. Changjiang River Scientific Research Institute, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China;

3. College of Life Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

4. Department of Land Surveying and Geo-Informatics, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China)

**Abstract:** Three-dimensional simulation system is a real-time computer system that converts the existing objects of real world into virtual reality. Taking the traditional microscopy of biological experiments as an example, built a three-dimensional simulation system of microscope for biological experiments. Firstly, the real microscopy is converted into computer models through the modeling tools of 3ds MAX software, and then draw the models by 3D rendering engine, meanwhile, by accepting a variety of operating information, 3D rendering engine can change the status of microscopic model, thus achieving human-computer interaction and simulation of microscopic biological experiments. The system help students not only understand the microscopic structure and function, but also continuously and repeatedly practice and operate experiments, which helps students to be familiar with experiment in the cognitive process.

**Key words:** three-dimensional simulation; microscope; virtual reality; 3D rendering engine; node tissue

## 0 引言

显微镜的操作以及实验在生物基础中起着举足轻重的作用。传统的显微镜实验操作通常都是通过教师借助于图片在课堂上介绍显微镜的构成以及在实验室中通过一步一步操作来讲解整个实验操作流程,而学生熟悉整个流程则需花费大量时间,并且显微镜器械

的磨损或损坏在操作过程中是不可避免的。

随着信息技术日新月异的发展,计算机虚拟技术逐渐走进教育领域<sup>[1-5]</sup>,尤其是三维虚拟技术在教学中的应用,深受学生欢迎。通过三维仿真,学生能很好地感知复杂的三维渲染引擎技术<sup>[6]</sup>,构建了三维仿真的显微镜生物虚拟试验系统,使学生更生动形象地认识显微镜的构成,并通过模拟显微镜生物实验,对实验过程尽快认知与上手,有助于对显微镜的理解与操作。

## 1 虚拟现实和 OSG 渲染技术

虚拟现实<sup>[7,8]</sup>(Virtual Reality, VR)是指采用计算机技术生成一个逼真的视觉、听觉、触觉、嗅觉及味觉

收稿日期:2010-10-27;修回日期:2011-02-27

基金项目:教育部系统课程国家级教学团队建设项目

作者简介:马 瑞(1984-),男,湖北天门人,助理规划师,研究方向为数字规划研究、三维仿真系统研究开发与3S应用等;陈向东,教授,博士,研究方向为微生物学科、微生物遗传学及应用微生物学研究等。

等虚拟的感官世界,用户可以直接用人的技能和智慧对这个生成的虚拟实体进行考察和操作。

虚拟现实系统通常分为以下三类<sup>[9]</sup>:

1) 桌面虚拟现实系统(Desktop VR 简称 PCVR):是一套基于普通 PC 平台的小型虚拟现实系统。利用中低端图形工作站及立体显示器,产生虚拟场景,参与者使用位置跟踪器、数据手套、力反馈器、三维鼠标或其它手控输入设备,主要特点为全面、小型、经济、适用,非常适合于 VR 工作者的教学、研发和实际应用。

2) 沉浸式虚拟现实系统(Immersive VR):利用头盔显示器把用户的视觉、听觉和其他感觉封闭起来,产生一种身在虚拟环境中的错觉。主要特点:虚拟环境可以是任意虚构的、实际上不存在的世界;任何操作不对外界产生直接作用;一般用于娱乐或验证某一猜想假设、训练、模拟、预演、检验、体验等。

3) 分布式虚拟现实系统(Distributed VR):分布式虚拟现实系统是一个基于网络的可供异地多用户同时参与的分布式虚拟环境。在这个环境中,位于不同物理环境位置的多个用户或多个虚拟环境通过网络相连接,或者多个用户同时参加一个虚拟现实环境,通过计算机与其他用户进行交互,并共享信息。分布式虚拟现实系统的特点:共享的虚拟工作空间;伪实体的行为真实感;支持实时交互,共享时钟;多个用户以多种方式相互通信;资源信息共享以及允许用户自然操作环境中对象。

桌面虚拟现实系统虽然缺乏完全沉浸式效果,但是成本相对要低得多,而且它也具备了投入型虚拟现实系统的技术要求<sup>[10]</sup>。相对于其他两类虚拟现实系统,PCVR 具有自己独特的优势。故而在本系统主要采用桌面型虚拟现实系统的开发方法,以 PC 机为硬件平台,计算机的屏幕作为培训者观察虚拟环境的窗口,以鼠标、键盘等外设为主来驾驭虚拟环境,系统根据渲染引擎的要求,将三维数据组织成其识别的数据结构,然后传递给渲染引擎,渲染引擎根据需要调用设备管理模块,最后由虚拟设备将三维图形绘制在屏幕上。在系统开发过程中,三维渲染引擎占据重要位置,本系统采用的是 Open Scene Graph<sup>[11]</sup>技术—基于工业图形标准 OpenGL 的高层次图形开发 API 接口,其包含了一系列的开源图形库,主要为图形图像应用程序的开发提供场景管理和图形渲染优化的功能。它采用

自顶向下树状结构的场景图来管理和组织空间数据集。场景图大量定义的节点类型及其内部的空间组织结构能力,使传统的底层渲染 API 无法实现的数据存储特性得到了实现,提高了渲染的效率。

## 2 系统的体系结构

显微镜生物实验教学系统主要是模拟现实生活中用显微镜观察细胞或微生物的场景,用户通过鼠标、键盘操作显微镜的相应部件,并显示相应的微生物观察景象。故而整个仿真系统是由三部分构成:显微镜的三维模块、微生物二维模块、功能控制模块,如图 1 所示。

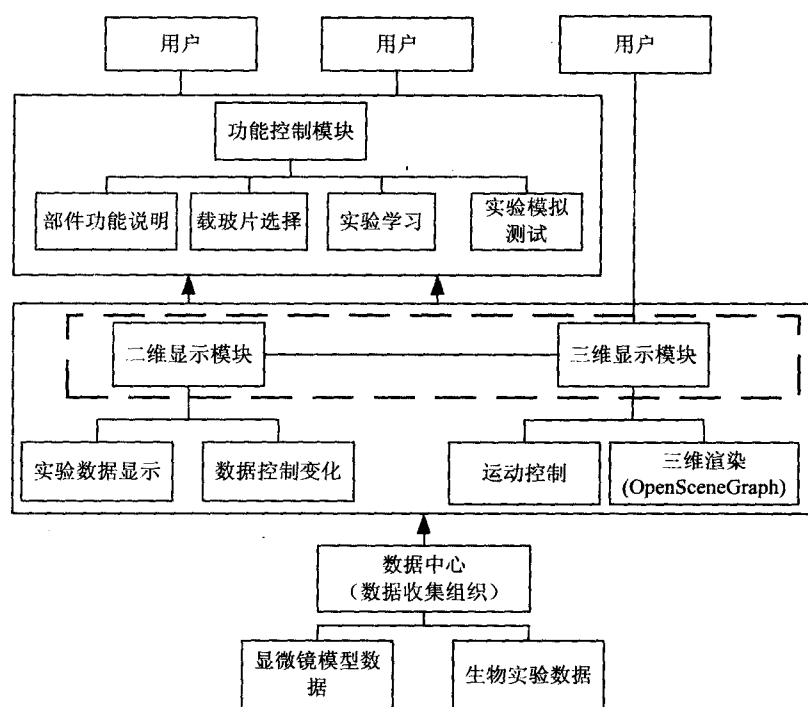


图1 系统组织结构

### 2.1 三维显示模块

利用 OpenSceneGraph 三维渲染引擎实现显微镜场景的绘制和渲染,在三维场景中,用户可对显微镜进行放大、漫游、多视角地观察显微镜,并能进行显微镜各个部件的选取、移动、旋转。

### 2.2 二维显示模块

主要负责二维实验数据的显示以及文字说明,当进行虚拟实验时,用户通过显微镜观察到载玻片上的微生物所显示的实验现象在此平台上显示,而当用户操作功能平台时,又可显示功能部件的说明介绍。

### 2.3 功能操作模块

功能操作平台负责的是具体功能的操作,包括以下四个部分:

1) 部件功能说明,用户可通过这一部分来了解功能部件在显微镜中所处的位置以及其功能。当用户在



显微镜部件,并通过键盘来模拟用户操作显微镜部件的运动,显微镜的状态变化也将相应地改变实验数据的状态变化。为了便于用户操作与使用,在系统中只设定了两个按键的操作,负责显微镜部件的旋转或平移运动,流程图如图4所示,开始虚拟实验时,假设用户

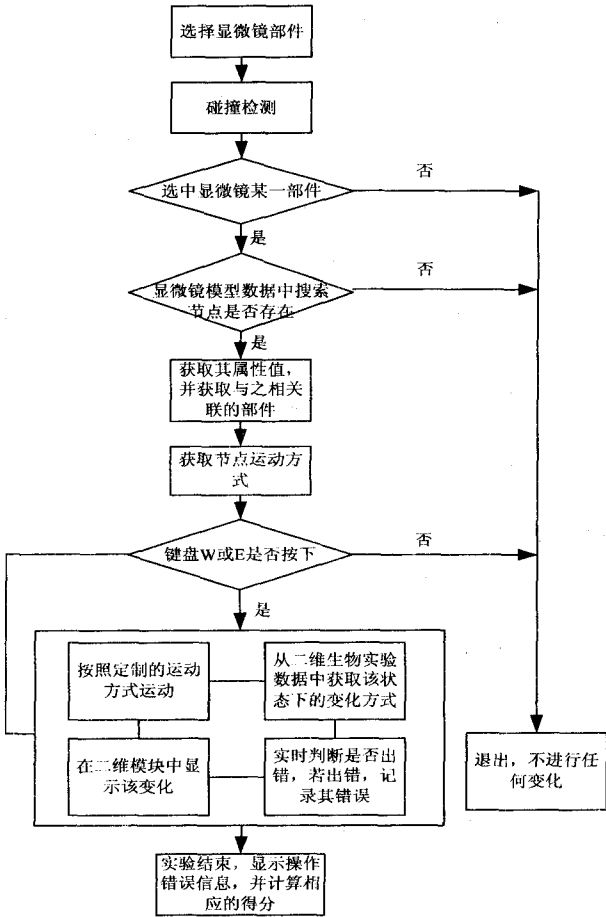


图4 人机交互流程图

选择了粗调焦螺旋,当按下“W”键时,粗调焦螺旋就会绕轴逆时针旋转,而相应的,载物台也将向下运动,反之,用户按下“E”键时,粗调焦螺旋就会绕轴顺时针旋转,载物台即向上运动,并且二维显示模块会显示虚拟实验在此状态下的实验现象。若用户操作错误时,系统会记录用户的操作信息,当实验结束时,根据操作错误信息进行打分,并显示相应的操作错误信息。同样,当用户平移目镜平板时,按下“W”键,两块平板同时向两侧移动,反之,按下“E”键时,则同时向内移动。

4 系统实现

4.1 数据准备

数据包含三维显微镜模型和二维细胞形态特征数据两部分。其中3D显微镜模型通过3DMAX软件构建,首先对显微镜的各项功能部件,如镜座、镜柱、镜臂、镜筒、物镜转换器、调节器等分别构建模型,建立起显微镜的基本骨架,然后对需要的部件模型进行纹理贴图,表现出显微镜模型的精细结构和材质特征,最后将生成的3ds Max模型数据导换成OSG所支持的ive文件;而细胞形态和特征则是在真实实验中所拍摄的图片或录制的视频,对于虚拟实验具有一定的真实感。

4.2 系统实现效果

图5显示的是虚拟实验的操作界面,左边是三维显示模块,右上部分是功能操作模块,右下是二维实验数据显示模块,状态为用户放入载玻片之后,粗调焦螺旋调至最高处发生的现象,从图中可以看出,聚光器处灯源已开启,二维实验数据显示在此状态下的实验现象,实验助手提示相关的信息,帮助用户进行实验操作。

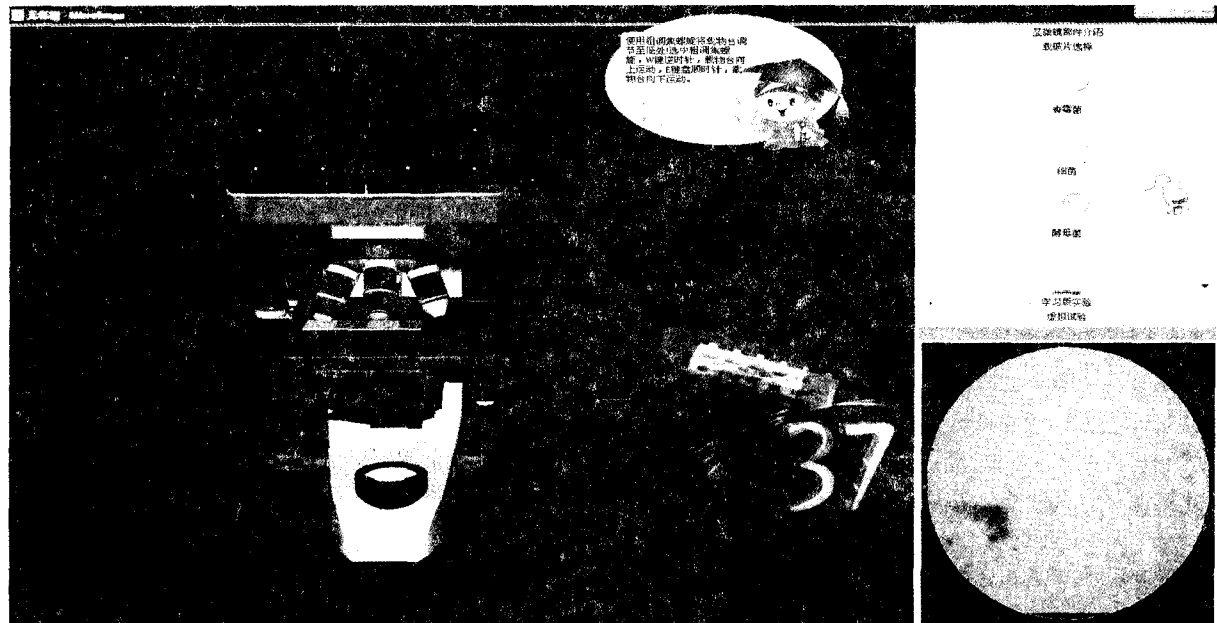


图5 虚拟实验操作界面

(下转第215页)

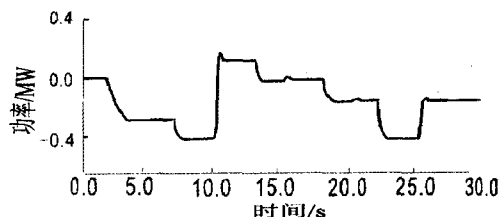


图5 功率曲线

## 6 结束语

利用模糊控制能较好地克服风向的随机性等不良因素,准确跟踪风向变化;功率控制实行简单,只需要测量发电机的电压和电流,能够通过功率变化情况来看控制偏航电机旋转情况。两者相互结合使用,更能体现其优越性。

本方法的使用,有着重要的现实意义,为风电场的运行提够了很好的思路。

### 参考文献:

- [1] 高文元,褚金,井明波,等.大型风电机组偏航和变桨距控制系统研究[J].中国制造业信息化,2008(37):59-61.
- [2] 李晓燕,王志新.风力机偏航控制策略及系统设计[J].微计算机信息,2007(25):1-3.
- [3] 陈实.MW级风力发电系统单机电气控制技术研究——

无功补偿和偏航控制系统[D].南京:南京航空航天大学,2004:46-47.

- [4] Ekelund T. Yaw control for reduction of structural dynamic [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2000, 85: 241-262.
- [5] 徐德,诸静.风力发电机风向随动控制系统[J].太阳能学报,2000,21(2):186-191.
- [6] 刘曙光,魏俊民,竺志超.模糊控制技术[M].北京:中国纺织出版社,2001:1-16.
- [7] 刘向杰,夏靖波,柴天佑.一类基于正态分布隶属函数的模糊控制策略研究[J].控制与决策,1998,14(4):365-368.
- [8] 章卫国,杨向忠.模糊控制理论与应用[M].西安:西北工业大学出版社,2001:57-63.
- [9] 陈在平,杜太行.控制系统计算机仿真与CAD[M].天津:天津大学出版社,2001:180-200.
- [10] 吴晓莉,林哲辉.MATLAB辅助模糊系统设计[M].西安:西安电子科技大学,2002:6-100.
- [11] Jacobson Sheldon H, Yucasan Enver. Analyzing the performance of generalized hill climbing algorithms [J]. Journal of Heuristics, 2004, 10(4):387-405.
- [12] Farret F A, Pfitscher L L, Bernardon D P. Sensorless active yaw control for wind turbines[C]//27th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. Denver, USA: [s. n.], 2001.

(上接第211页)

## 5 结束语

随着计算机技术和虚拟现实技术的迅速发展,其也越来越多地应用于教育、培训和娱乐等行业中,由于其可视化程度高、交互性好,三维仿真技术能够提高用户对复杂三维对象和空间操作任务的认知。

文中通过构建显微镜生物实验教学系统,让学生既能了解显微镜的构造和功能,又可以让学主不断地练习与反复操作显微镜实验,有利于学生对于实验过程尽快认知与上手。但必须指出,虚拟实验不能完全替代真实实验,虚拟实验在某种程度上使学生认知与熟悉实验过程,对于真实实验的操作起到一定的指导作用。

### 参考文献:

- [1] 卞锋,江漫清,桑永英.虚拟现实及其应用进展[J].计算机仿真,2007,24(6):1-4.
- [2] 撒凤杰,蔡建乐,张飞刚.基于虚拟现实技术的牛顿环实验设计[J].实验室研究与探索,2009,28(4):46-48.
- [3] 张飞刚,蔡建乐.三维虚拟仪器的制作及其应用研究[J].实验技术与管理,2007(7):48-50.

- [4] 卢宇,陈宏敏,赖恒,等.虚拟现实技术在光学实验教学中的应用[J].福建师范大学学报(自然科学版),2004,20(3):106-108.
- [5] Vora J, Nair S, Gramopadhye A K, et al. Using virtual reality technology for aircraft visual inspection training presence and comparison studies[J]. Applied Ergonomics, 2002, 33: 559-570.
- [6] 王锐,钱学雷. OpenSceneGraph 三维渲染引擎设计与实践[M].北京:清华大学出版社,2009.
- [7] 汪成为,高文,王行仁.灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用[M].北京:清华大学出版社,1996.
- [8] 庄春华,王普.虚拟现实技术及其应用[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [9] Brooks Jr, Frederick P. What's Real About Virtual Reality [J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 1999, 19(6):16-27.
- [10] 李锦涛.虚拟现实技术概论[N].中国计算机报,2001-01(20).
- [11] Martz P. OpenSceneGraph Quick Start Guide[M]. Pmartz, USA: Skew Matrix Software LLC, 2007.
- [12] 郭晓华,周发升,王文伟,等.扫描探针显微镜教学演示软件[J].电子显微学报,1999,18(1):145-147.