

基于VR的运动人体科学虚拟实验系统研究

徐英卓 (西安石油学院计算机系 710065)

Research on Virtual Experimental System for Athletic Human Science Based on Virtual Reality Technology

1 引言

虚拟现实 (Virtual Reality 简称 VR) 是一项以计算机技术为核心, 综合视、听、触觉为一体, 模仿现实三维空间的再现技术。VR 技术的目标就是利用计算机生成一种模拟环境, 该环境能高度逼真地模拟使用者在自然环境中的多种特性 (包括: 多感知性、沉浸特性、交互性和自主性), 以实现用户与该环境直接进行自然交互。随着 VR 技术、计算机图形学和网络技术的不断发展, 三维空间被引入因特网, 把 Web 从以页面为中心的模式转变为交互、三维、动态、逼真的世界, 形成第二代 Web (多媒体+虚拟现实+Internet) 技术。随着 Web 技术的发展, 学生可在网上虚拟大学学习的新型教育模式已成为当前教育改革的发展趋势和方向。基于虚拟环境的远程教学越来越普遍。近年来包括我国在内的许多国家都在开展这方面的研究和普及工作, 主要集中于如何在虚拟条件下达到逼真的效果, 以便为学生提供更为广泛的学习体验。如对于因非常复杂、昂贵或有害等而无法引进教室的实物或实验进行相当逼真的仿真等。教育专家预测, 在 21 世纪, 虚拟实验将成为 VR 技术最重要和最热门的应用领域之一。

运动人体科学涵盖着体育科学中的运动生理学、运动解剖学、体育保健学、运动生物力学要研究人体形态结构、功能、运动对形态功能的影响及其变化规律等, 其重要特点是它的科学性和复杂性。因此, 实验是该学科非常重要的教学内容。鉴于目前因物理资源 (包括实验设备和教职员工) 的缺乏, 限制了学生的实验需求, 为适应新型的

教育模式, 提高教学水平, 受陕西师范大学体育学院委托, 利用 VR 技术开发了运动人体科学虚拟实验系统 VESAHS (Virtual Experiment System for Athletic Human Science)。

2 基于 VR 技术的虚拟实验系统特点

虚拟实验是指在计算机系统中采用虚拟现实技术实现的各种虚拟实验环境, 实验者可像在真实环境中一样完成各种预定的实验项目, 所取得的学习效果等价于甚至优于在真实环境中所取得的效果。传统的实验是基于物理原型的实验, 其特点是实验室建设成本高、周期长、使用寿命短、效率低。与此相比较, 虚拟实验系统的特点在于:

(1) 成本低: 虚拟实验系统实现了“软件即仪器”、“软件即元部件”, 仪器与部件具有无限可复制性和不用担心人为损坏的两大特点, 尤其是通过联网后能实现大型科学仪器的资源共享, 避免了大型仪器设备的重复购置和浪费, 因此元部件不全、高档仪器奇缺和管理困难, 一直困扰实验室的三大问题可得到解决;

(2) 功能强: 可仿真客观物理世界的过程, 模拟在实际中无法进行或重复实验的自然现象或社会现象, 并且通过网上虚拟实验可突破传统实验受时间、地点的限制;

(3) 效率高: 虚拟实验系统省去了大量基于物理原型实验的简单劳动, 使用者可以集中精力实验, 还可充分利用计算机优势, 使虚拟实验系统具有良好的在线帮助, 从而使使用者迅速掌握实验, 大大提高学习效率。

摘要: 针对运动人体科学课程的抽象性、复杂性以及传统实验室的不足, 运用虚拟现实、Internet 等技术开发了一个运动人体科学虚拟实验系统, 可将真实环境下难以观察和实验验证的现象或复杂结构用其特有的交互、三维、动态、直观的虚拟世界表示出来, 供学生学习和探索, 并提供了多人合作实验的途径。文章详细讨论了系统的设计与实现技术。

关键词: 虚拟现实 虚拟实验系统 运动人体科学 VRML 协同工作

(4) 分布式: 在协同虚拟环境技术下, 可实现合作实验、远程实验等。

3 VESAHS 的研究目标与体系结构

本系统的研究目标是建立一个共享的运动人体科学虚拟实验系统, 让实验者可以通过人机界面对虚拟环境中的实验器材进行操作, 并可实现多个实验者协同工作, 共同完成实验项目全过程。

按照此目标设计的系统体系结构如图 1 所示, 整体上采用客户/服务器结构, 应用服务器存放各实验的虚拟场景及应用控制模块, 数据库

服务器存放系统所需的数据库及其管理软件。教师和学生都在客户端通过浏览器进行操作。教师负责对实验签到学生的任务及权限进行划分,并做在线实验指导,同时更新与维护服务器的内容,学生可在浏览器与教师实时交互以及学生之间协同工作,进行各课程的实验。

4 VESAHS 的功能设计与实现

4.1 服务器端

4.1.1 应用服务器

应用服务器负责实时接受教师控制台和学生端发送的各种信息流,并转发数据,存储文件,进行各种操作控制。主要包括:实验模式控制、协同机制和虚拟环境产生器。

(1) 实验模式控制。运动人体科学课程涉及的知识面广,内容复杂,很多实验需多人合作,协同完成。为此,在设计该学科的课程实验时,根据其复杂程度对实验项目进行分类,并提供了“群体合作”和“个别辅导”两种实验模式。当学生请求做某实验时,此模块根据实验项目信息库中的实验类别设置其实验模式,并链接相应的虚拟实验环境。

① 群体合作:指由教师分配任务,不同学生获取权限后协同工作,共同完成实验的全部工作。

② 个别辅导:指由学生向教师发出请求,建

立教师与学生之间一对一的交流指导,个别独立完成实验。

(2) 协同机制。群体合作实验环境的关键是协同机制,它是促进多人合作实验正常运作的基础。其功能包括以下几部分:

① 签到分组:主要维护学生签到请求,保证签到学生标识的唯一性,同时负责签到学生的分组工作。

② 任务分配:负责对签到学生的任务及权限进行划分,允许学生选择实验工具,并显示在自己的VR场景中,同时完成此图像向其他学生的VR场景中传送。

③ 会话:实现教师与学生、组内学生与学生之间的实时交互对话。当某事件发生时,自动而及时地通知相关对象,当一个对象被相关用户更新时,所有依赖该对象的需求者可借此机制获得适时的通知或更新。

④ 信息转发:一方面负责接收教师机的各种信息流,并按一定的格式进行存储,同时按要求将其传送到学生端,另一方面负责接收学生端的请求,经信息解释而转发到目的地。该模块主要实现在WWW上进行多点通信,并由教师控制台控制多人协同工作。

(3) 虚拟环境产生器。这是虚拟实验系统的最基础部分,它通过各种感应器的信号来分析实验者在虚拟环境中的位置及动作,并根据已建立

的虚拟实验场景模型快速产生图像。虚拟环境的实现目前有采用典型的虚拟现实技术的,但需要头盔显示器、数据手套等昂贵的虚拟现实设备的支持。本系统利用多用户VRML技术来实现。VRML是一种在Internet上构筑3D多媒体和共享虚拟世界的虚拟现实建模语言,利用它可在网上建立交互式三维多媒体虚拟世界,不需要虚拟现实设备的支持,且实现起来简单有效。

在VRML中,虚拟环境的产生是由VRML文件描述的虚拟场景经过带有VRML插件的浏览器解释后展现给操作者。本虚拟环境产生器中存放着运动人体科学课程主要实验项目的VRML文件,文件中包含的主要内容如下:

① 虚拟实验场景模型。场景是虚拟环境的表现形式及用户虚拟化身活动和交互的空间。一个虚拟实验项目可包含若干场景,实验者可在其间控制各种实验操作。要模拟某实验,首先需建立其三维场景,如“人体解剖实验”,采用真实人体数据建立了虚拟3D人体解剖场景,以便逼真地显示解剖结构。虚拟场景模型中存放各种实验场景,场景中参与的对象是3D替身,它是真实世界中人在虚拟环境中的代表。本虚拟实验环境中,用一个带有用户名的替身来代表一个实验者,并提供了多种形态的替身供实验者选择,还可利用其编辑功能构造自己喜欢的替身。

② 范围感应器。用于创建一立方体区域,该

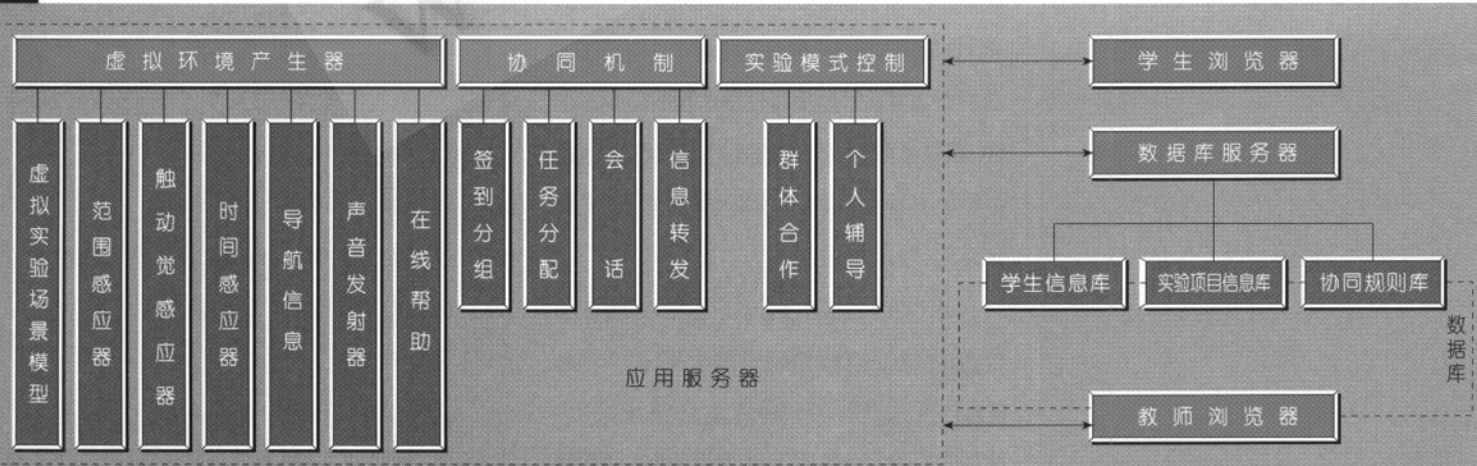


图1 VESAHS的体系结构

区域可感知参与实验者的进入、离开等,实验者在该区域移动时,感应器触发Position-changed和Orientation-changed事件以输出其视点的位置和方向值,这值用于改变其他实验者虚拟协同空间中该实验者替身的位置和方向,这样任一实验者能感知到其合作者正移向某个区域的某个对象,正关注什么,当实验者加入或退出时,虚拟场景中的替身会随之增加或消失。

③ 触觉感应器,用于检测参与实验者正操作什么对象,操作类型及结果是什么。可用一个带用户名光标指向一个对象来表明该实验者正对该对象进行操作,通过改变光标的形状和颜色来表明操作的类型。

④ 时间感应器,用来创建一个控制虚拟场景中动画进行的时钟,以控制动画循环播放。

⑤ 导航信息,用来描述替身的导航特性,可指定替身外部轮廓的大小、行动方式、移动速度及特性。

⑥ 声音发射器,用以设置虚拟场景中的音频特性,可将一个WAV或MIDI格式的声音文件指定为声源,在每个替身上绑定一个声音发射器以播放该实验者的声音,且声音的位置和方向随替身的位置和方向的变化而变化。

⑦ 在线帮助,为实验者提供操作方法、注意事项等帮助。

4.1.2 数据库服务器

数据库服务器负责对系统的数据进行管理,存放的数据主要包括:

(1) 学生信息库:用于记录学生个人信息,包括学生的姓名、班级、主机名等。

(2) 实验项目信息库:用于记录系统中各实验的信息,包括实验名称、实验类别(分合作实验和个别实验)。

(3) 协同规则库:存放协同机制所规定的规则和限制。当参与实验者触发协同机制时,推理引擎依照协同规则库中的规则进行推理,以协调各合作实验者。

4.2 客户端

教师和学生通过客户端浏览器访问服务器,完成实验控制、消息发送与接收,以实现教师与学生的交互及学生之间的协同工作。客户端的功能分为学生签到、实验场景控制和填写实验报告,采用Java语言实现。

(1) 学生签到:负责对参与实验的学生在客户端进行登录签到,其信息包括:学生姓名、班级、主机名、实验项目名,并经服务器传送到教师机签到。

(2) 实验场景控制:其主要功能是完成实验物品的选择,并控制实验正常进行。为了能从客户端对服务器端的VRML虚拟实验场景进行外部控制,例如在人体解剖实验中,需演示当实验者选择到实验物品“心脏”时,在本地机虚拟场景中应出现该形体,这必需建立VRML虚拟实验场景与客户端的相互通信,这里借助VRML的外部程序接口EAI,通过定义一套对VRML浏览器的Java类,即可访问VRML虚拟实验场景。

(3) 填写实验报告:供实验者撰写实验报告,并可打印输出。

5 运行环境配置

浏览器采用微软的Internet Explore浏览器,为了浏览VRML虚拟环境,还需附加VRML浏览器插件,本系统采用最常用的浏览器插件—Windows98自带的VRML2.0 Viewer。应用服务器平台采用微软的IIS(Internet Information Server)3.0,数据库服务器采用SQL Server 7.0大型数据库系统。

6 VESAHS在教学中的应用特点

6.1 提供了丰富的实验资源

本系统为运动人体科学类课程提供了大量必要的虚拟实验项目,可供师生们学习研究使用,并且可以让学生学习一些实际中具有时间性、可变性、抽象性且用别的方法很难或无法观察和实

验证的问题,如“体育锻炼对心血管形态结构和机能的影响”问题,主要表现为:

① 心脏增大;

② 心腔的容量和每搏输出量增加;

③ 使动脉管壁的中膜增厚,弹性纤维增多,血管的运血功能增强;

④ 改善毛细血管的分布和数量。这些结论需经过长期观察和实验才能得到,传统的教学只能利用挂图、实物模型或录象等方法给学生展示,而利用虚拟实验系统可使学生在一堂课的时间里利用鼠标即可非常逼真地进行实验和观察到这些变化。

6.2 提供了可视化的远程实验环境

本虚拟实验系统可直观地模拟显示一些在真实环境下不可见,实验有危险性或需花费很大代价才能实现的事物,供学生学习和探索,使学生不再受学习时间、实验设备及场地设施的限制,大大提高了学习质量和效率,如:人体某一个器官或系统的功能一般是不可见或难以表现的,因它所表现的往往是生命现象的机理,例如心脏的跳动、人的步态、手部的运动等,利用该系统提供的结构化人体动力学模型,可使重建的器官任意移动和变形,同时保持彼此间的力学关系,从而真实地反映人体的动态行为。 ■

1 冯玉才等,协同虚拟环境技术[J],计算机科学,1998,25。

2 汪诗林等,开展虚拟实验系统的研究和应用[J],计算机工程与科学,2000,2。

3 孙济洲等,VRML虚拟现实建模语言[M],天津大学出版社,1998,10。

4 全国体育学院教材委员会,运动解剖学[M],人民体育出版社,1998,5。