

文章编号:1671-6833(2006)04-0106-05

VR 技术在联合站仿真演练系统中的应用研究

李从信, 李荣辉

(大庆石油学院计算机与信息技术学院, 黑龙江 大庆 163318)

摘要:介绍了应用虚拟现实技术的联合站仿真演练系统的优越性, 阐述了三维建模技术、实例化技术、纹理映射技术、LOD 技术、碰撞检测技术、数据库技术等关键技术系统中的具体应用. 从场景建模、场景表现艺术性和三维物体运动模拟三个方面, 以游离水脱除器场景为例详细说明了 VR 技术在系统中的应用实现. 此系统在实际过程中, 物体表现形象、逼真, 操作实时、有效, 能够让用户身临其境地感受实际环境和真实操作, 在实际的操作演练中切实发挥作用.

关键词:虚拟现实; 实例化; 层次细节; 碰撞检测

中图分类号: TP 391.9

文献标识码: A

0 引言

当今世界, 石油工业正发生着巨大的变化, 随着世界石油资源的减少, 对石油从开采、加工到输出整个过程的要求越来越严格, 因此石油企业对职工队伍素质的要求也越来越高, 这给石油企业职工培训提出了更高的要求.

联合站是油田系统一个重要的环节, 它接收来在各个中转站的来油, 然后在联合站内经过脱水、加热、沉降、缓冲和外输等操作, 将原油直接外输给指定单位进行存储和销售. 因此联合站的操作相当重要, 它将直接影响原油的产量.

尽管近年来以网络培训为代表的现代培训技术已经取得了很大成就, 但这仍然是不够的, 因为它不能提供给石油员工实战的机会. 基于虚拟现实技术的联合站仿真操作演练系统能够真实模拟联合站的场景和实际操作, 让石油员工切身体会并可以真实模拟实际操作的过程, 在系统中辅以整个操作流程及各个操作间的全面介绍, 从而极大地提高了石油员工对联合站的重要性、功能和操作的整体认识及爱岗、敬岗的工作意识.

作为一种新型的培训方式, 基于虚拟现实技术的联合站仿真操作演练系统具有其他培训方式无法比拟的优越性. 虚拟现实技术是用计算机生成的、逼真的三维视觉、听觉和触觉等真实感觉形

成的虚拟世界, 集多种媒体的表现技术于一体, 使用户可以在这样一种虚拟环境中通过与计算机的交互感受真实的世界和活动过程^[1]. 由于虚拟现实技术具有沉浸感、交互性、想象力的特征, 基于虚拟现实技术的联合站仿真操作演练系统相应会具有信息容量大、多向演示、模拟生动和身临其境等显著特征^[2], 这是在有限空间和有限时间的条件下其他传统培训方式无法比拟的. 联合站仿真操作演练系统是将虚拟现实技术应用到石油工业的一种新的尝试.

1 系统关键技术

1.1 三维建模技术

三维建模是整个联合站仿真操作演练系统建立的基础, 主要包括几何建模和物理建模. 为了能够真实模拟实际场景, 不仅要求模型的几何形状和尺寸要符合实际, 而且要包含实际物体的物理特性和运动特征, 这样建立起来的模型在实际操作过程中才能给人以身临其境的感觉^[3]. 建模过程充分运用现代三维建模技术原理, 在现有技术条件下, 将联合站实际三维物体的几何实际形状、尺寸和纹理视拍图片等作为原始数据, 用三维建模软件 3dsmax 建立模型.

1.2 实例化技术

联合站仿真操作演练系统中含有多个几何形

收稿日期: 2006-06-11; 修订日期: 2006-08-29

基金项目: 国家火炬计划资助项目 (2004EB550007)

作者简介: 李从信 (1945-), 男, 山东省胶南人, 大庆石油学院教授, 主要研究方向为计算机网络、虚拟现实等.

状相同、属性相同但是位置不同的多个物体,如果采用正常的拷贝方式,每增加一个物体,多边形的数量就增加一倍,这样会极大地占用计算机的运行开销和影响其运行速度.实例化技术是图形学里为节省计算机的运行开销而采用的一种算法.采用实例化技术,可以在增加同类物体数量的同时不增加运行开销,不增加多边形数量.需要注意的是,只要改变同类物体中的任何一个的属性,如尺寸、姿态、材质、纹理等,其它同类物体也随之改变,因此,需要有不同属性的物体时,不能用这种方法.

1.3 纹理映射技术

对于复杂物体的建模,多边形的面数会增多,而面数的增多在显卡的性能约束下会影响计算机的运行速度.这时候需要对物体的各个部位进行技术上的处理,这里采用的是纹理映射技术.纹理映射技术是将二维纹理图像映射到三维物体表面的处理过程,直观地说,就是将二维数字化图像设法“贴”在三维物体表面,产生表面细节.具体到本系统,就是将数字化的二维采样图像映射到地平面或物体表面,经过纹理映射技术处理后的物体的面数会因为纹理的使用而减少.纹理映射技术基于计算机图形学的纹理映射生成方法,即把纹理空间通过一个映射函数映射到物体表面.这种映射可以是二维的,也可以是三维的.二维映射是一种面与面之间的映射,假定纹理空间为一正交坐标系 (u, v) ,物体曲面空间为另一正交系 (θ, φ) ,纹理描绘就是 (u, v) 到 (θ, φ) 的映射过程,即:设映射函数为 f 和 g ,则 $\theta=f(u, v)$, $\varphi=g(u, v)$ ^[4].

1.4 LOD(Level Of Detail, 细节层次)技术

LOD 技术是交互仿真中常用的法,LOD 技术的主导思想是:在距离视点较近时,对物体用较多的多边形来描述;较远时,用较少的多边形来描述,这样可以大大平衡图形负载,使仿真的实时交互成为可能.

系统中,当视点由远及近接近物体时,该物体的模型也由简单变为复杂,以满足真实性要求,为了减少细节层次之间的突变,加入了平滑技术.同时对纹理也建立了层次细节,对视点较远的物体,可用分辨率较低的纹理,甚至不用纹理,以与纹理相近颜色的材质来代替^[5];对视点较近的物体换以高分辨率的纹理,让物体真实可信.

1.5 碰撞检测技术

在一个真实模拟实际操作演示的系统中,碰

撞检测技术是不可缺少的一个重要部分,它可以使用户以更自然的方式与可视化系统中的场景对象进行交互.但是一个虚拟场景是由若干个静止或运动着的物体组成,而每一个物体都有很多基本几何元素组成,这样虚拟场景的几何复杂度使得碰撞检测的计算复杂度大大提高.精确的碰撞检测对提高虚拟场景的真实性有着相当重要的作用,但又与人们对系统的实时要求发生冲突.

解决此问题的一种比较有效的方法是采用包围盒方法.它最大的好处是可以实现快速碰撞检测,特别是在证明两个物体并不相交时是非常有效的^[6].包围盒方法的基本思想是用体积略大而形状简单的包围盒代替复杂的几何物体,通过建立对象的包围盒层次来逐渐逼近物体的几何模型,再通过包围盒间的相交测试快速地排除不相交的基本几何元素对,而只对包围盒重叠的部分元素进行进一步的相交测试,这样不但可以减少相交测试的次数,而且可以提高碰撞检测的速度.

1.6 数据库技术

通常情况下,一个系统的数据库是在 Access、SQL Server 和 Oracle 等常用的数据库中建立,然后在系统中用相关的语句或命令来实现对数据库的连接.本系统的特殊之处是:系统所使用的数据库是在三维游戏开发工具 Virtools 中通过数组(Array)来创建的,数据库与系统的连接是通过调用模块 Get Row 来实现的.系统中所创建的游离水脱除器部分的笔记本数据库和调用此笔记本数据库中数据的模块如图 1 和图 2:

	0: 记录参数	1: 记录内容	2: 初始值	3: 调整值
0	模拟上脱除器液位报警位置		1.8~2.2m	50
1	模拟上脱除器液位报警压力		0.27~0.33MPa	
2	模拟上脱除器液位报警度			
3	模拟上脱除器液位报警度			
4	模拟脱除器液位报警度		1.8~2.2m	
5	脱水器液位报警度			
6	脱水器液位报警度		38~40℃	
7	脱水器出口压力报警度		0.27~0.33MPa	
8	脱水器出口压力报警度			
9	脱水器出口压力报警度		0.15MPa	
10	脱水器出口压力报警度			

图 1 建立笔记本数据库脚本

Fig.1 Script of building notebook database

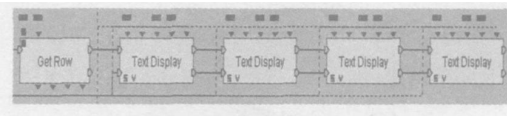


图 2 调用笔记本数据库中数据的脚本

Fig.2 Script of transferring data in notebook database

为了能够达到实时的交互式模拟,使石油员工能够具有身临其境的真实感,在系统中创建的笔记本数据库(如:游离水脱除器部分的笔记本数据库)所记录的数据都是从现场实时采集来的,数据真实可靠.在系统的仿真操作演练环节,当用户在实时操作的时候看到这些数据时,会自然而然地产生一种亲切感,同时也会有一种身临其境的感觉.

2 联合站仿真演练系统实现

系统所涉及的内容包括联合站的场景漫游和介绍、工艺流程图及整站工作原理的详细讲解、关键部件的功能介绍、关键部件工作原理的正确操作演示和虚拟操作演练等几个组成部分,系统组成模块图如图 3 所示.

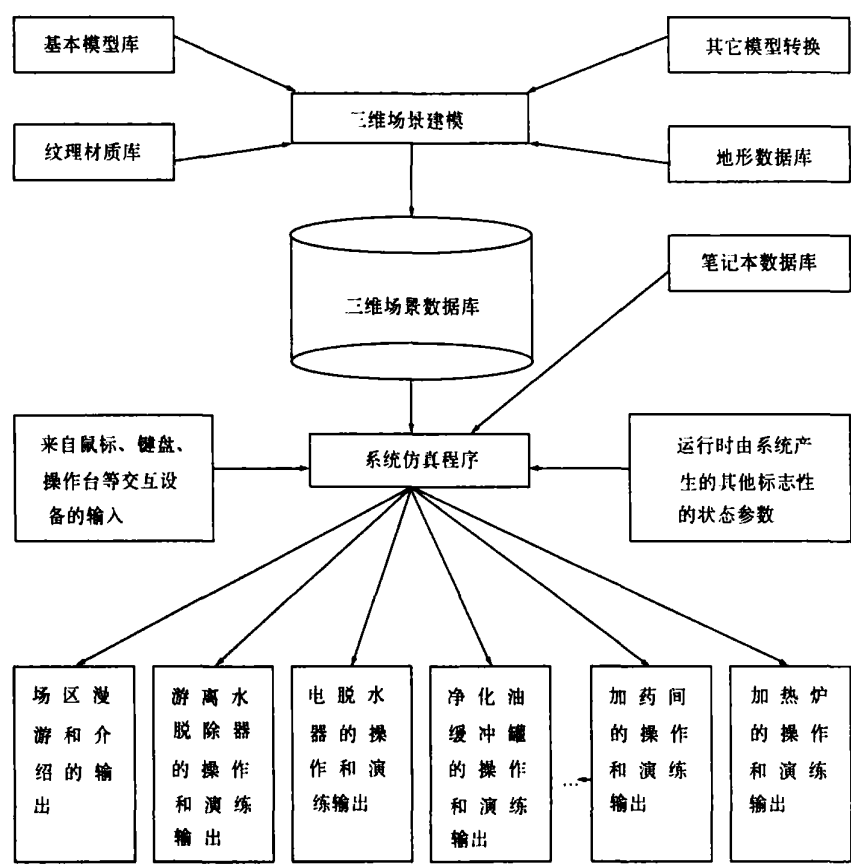


图 3 联合站仿真演练系统的组成模块图

Fig.3 Composing model picture of simulation drilling system of combination station

2.1 场景建模

根据从联合站采集来的大量资料(包括电子文档、打印文档、录像、用数码相机拍的数字化照片、工作原理图等),利用 3dsmax 软件提供的几何体创建和修改面板,来实现整个场景三维模型的创建.复杂物体的几何模型包含了太多的多边形,相应的会有着复杂的材质、表面和光照效果,虽然真实但却大大加重了系统的负担.为满足实时建模的限制,必须大量手工对多边形数据进行清除,尽可能使模型包含的面数减少.由于模型精细程度的限制,场景的真实感很大程度上是用纹理来体现的,主要用到的是纹理映射技术和 LOD 技术.纹理包括透明纹理和不透明纹理,用图像处理

软件 Photoshop 对数字化相片进行处理,以 Jpg、Bmp 和 Png 等格式存储,作为模型纹理库,在不影响场景真实感的条件下,压缩纹理的大小.其中联合站的关键部件如图 4 所示,图中按从上到下,从左到右的顺序分别为游离水脱除器、电脱水器、净化油缓冲罐、加药间、加热炉、离心泵和值班室.

在这个部分中,需要特别说明的是地形数据库中的纹理生成方法,它是一种基于位图的过程纹理创建方法,它完全依靠地面的高程值来调整地表的纹理分布状况,表现不同的地表特征.因此需要结合地表特征纹理图和地形高程分布图在程序运行时创建.过程纹理的实现步骤总结如下:

- (1)对每一幅地表特征纹理图,分别读其在某一坐标 (x,y) 处的像素.
- (2)读出高程图在坐标 (x,y) 处的像素,计算出其对应的高程值.
- (3)计算各纹理在地表纹理中所占的比重,据此将多个纹理进行融合,生成最终的地表纹理^[7].

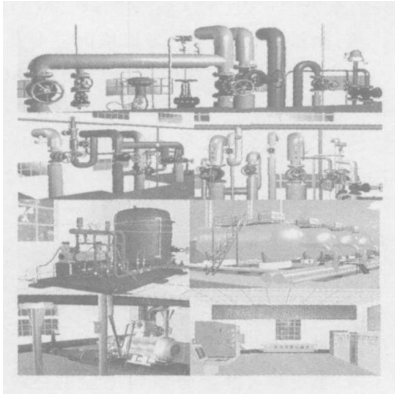


图 4 联合站关键部件

Fig.4 Key parts of combination station

2.2 场景表现的艺术性

场景的表现是建立在真实性上的,但仅有真实性往往还不够,还要有艺术性,这样才能增强表现力和感染力,让员工切实地感受到操作演练时的氛围.

(1)灯光的合理使用.在场景的照明中,建立一盏灯光一般是不够的,通常需要建立多盏灯光.一盏作为主光源,其他的用作环境和气氛照明.每一盏灯的参数,如色彩、强度、阴影、照明的距离等都要根据场景表现的主题来合理设置.例如,对于游离水脱除器场景,可以在进出口操作平台位置放置主光源,在其他位置放置次光源,这样既能凸显主要部分,又不失整体效果.

(2)合理选择视角.对同一个物体的表现,视角不一样,给人的感受也会不一样.例如,为了表现联合站的壮观可以采取俯视的视角.这些视角可以在 3dsmax 或 Virtools 里通过正确设置摄像机的位置并合理地调整其参数来实现.

(3)合理构建场景的层次感.所谓层次感,就是指场景画面中景物的远、中、近之间的关系.在构建场景和设置摄像机时,除了突出主体外,还要注意画面的层次感,就像一位优秀的摄影师一样,进行合理的构图,注意画面中均衡稳定、节奏韵律的关系,让画面更加完美.通过相机的合理设置所表现的联合站室外场景的一部分如图 5 所示.

(4)选择合适的渲染输出模式.可以通过设置渲染输出的画面比例来达到加强某种效果的目的.通常 3dsmax 默认的渲染输出比例是 1.33:1 (即 4:3)的长宽比模式,为了加强视觉震撼力,可以采用变形宽银幕,即 1.85:1 (即现在广泛使用的 16:9)模式输出,以产生一种电影般的感受,这个参数可以在 Render Scene \rightarrow Common Parameters \rightarrow Image Aspect 中进行设置.

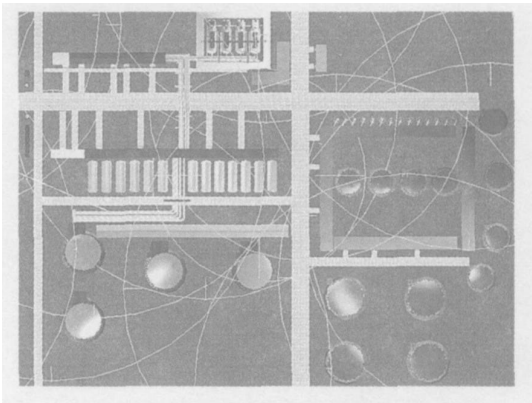


图 5 联合站脱水部分俯视图

Fig.5 Planform in dehydration part of combination station

2.3 三维物体的运动模拟

要想达到模拟系统的真实可用,就必须让系统的整个执行过程看起来真实、听起来真实、动起来也真实.这里系统是通过使用三维游戏开发工具 Virtools 来实现的. Virtools 是一套整合软件,可以将现有常用的档案格式整合在一起,如 3D 模型、2D 图形或声音等. Virtools 是一套具有丰富互动行为模组 (Building Blocks, 简称 BB) 的即时 3D 环境虚拟实现与多媒体互动编辑软件. Virtools 最大的特点就是 BB, 通过把 BB 赋予在适当的 Object (对象)或是 Character (虚拟角色)上,以流程图的方式,决定 BB 行为交互模块的前后处理顺序,从而实现可视化的交互脚本设计,逐渐编辑成一个完整的交互虚拟世界^[8].

下面就以基于 Virtools 的游离水脱除器的交互式脚本来说明看起来真实、听起来真实、动起来也真实的联合站仿真演练系统. 图 6 自上而下显示的分别是“看”游离水脱除器全景的脚本,这是“看”起来真实的部分;游离水脱除器场景中激活及控制背景音乐的脚本,这是“听”起来真实的部分;游离水脱除器放水看窗在运行时不断以喷泉方式自顶向下滚“动”的脚本,这是“动”起来真实的部分.

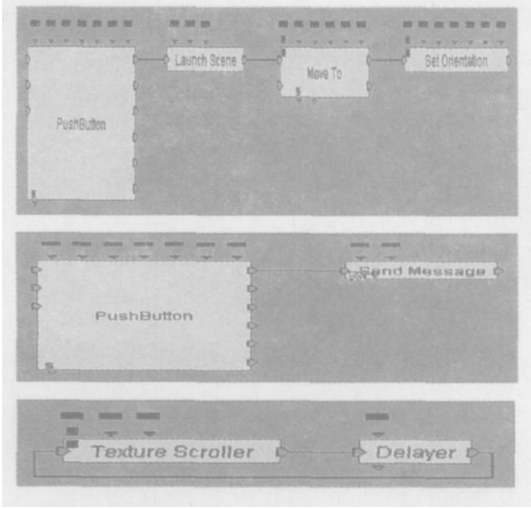


图 6 真实模拟联合站仿真演练系统的部分
Fig.6 Parts of factually simulating simulation
drilling system of combination station

3 结束语

联合站仿真演练系统是为虚拟培训设计开发的,系统中采用 3dsmax 软件构建三维模型,用 Photoshop 进行纹理图片的处理,最后用 Virtools 对物体的行为进行控制.通过几种关键技术的使用,

在运行过程中力求使联合站仿真演练系统的场景逼真,操作实时、有效,并能够在实际的演练中切实发挥作用.

参考文献:

[1] 范波涛,贾 雁.虚拟现实 中虚拟场景的建模技术[J].山东大学学报(工学版),2004,34(2):18~21.
[2] 崔 蔚,徐铁钢,韩卫华.虚拟培训技术及其系统开发[J].成都信息工程学院学报,2003,18(4):361~362.
[3] 王汝传,张登银,辛晨昀.虚拟现实 中 3D 图形建模方法的研究[J].计算机辅助工程,2000,12(4):25~30.
[4] 王新成.高级图形处理技术[M].北京:中国科学技术出版社,2001.
[5] 夏志向.虚拟现实建模的研究与实现[J].光电技术应用,2005,20(1):54~57.
[6] 泥宗涛,余英林.基于分层包围盒的连续碰撞检测加速算法[J].计算机工程与应用,2000(10):24~26.
[7] 涂 超.基于位图的大规模地形景观生成技术研究[J].郑州大学学报(工学版),2003,24(1):70~72.
[8] 刘明昆.三维游戏设计师宝典 Virtools 开发工具篇[M].成都:四川电子音像出版中心,2005.

Application Research of Simulation Drilling System of
Combination Station Base on VR Technology

LI Cong-xin, LI Rong-hui

(Computer and Information Technology College, Daqing Petroleum Institute, Daqing 163318, China)

Abstract: The superiority that apply virtual reality technology to simulation drilling system of combination station is introduced. Idiographic application of some key technologies, such as three-dimensional modeling technology, instance technology, texture mapping technology, LOD technology, collision detection technology, data-base technology and so on, are expatiated in the system. From scene modeling, scene representation art and three-dimensional object movement simulation three aspects, the application implement of VR technology in the system is explained, take dissociative water prolapsus implement scene for example. In the process of application, the representation of objects in the system is visual and vivid, operations are real-time and effective, user can be personally on the scene take practical environment and actual operation and verily bring into play function in the practical operation drilling.

Key words: virtual reality; instance; detail of level; collision detection