

# 基于虚拟现实技术的油田仿真培训系统的设计

林琳,刘贤梅

(东北石油大学 计算机与信息技术学院,黑龙江 大庆 163318)

**摘要:**油田作业培训的安全问题一直备受关注,为了保证油田作业培训的安全性,将虚拟现实技术应用于油田仿真培训工作中,建立油田仿真培训系统。该系统基于虚拟现实技术,设计了油田仿真培训系统的总体结构,提出了演示、操作演练和考评三种培训模式,阐述了交互式菜单和对三维实体的交互式操作两种人机交互方式,引入了虚拟人和虚拟手的模型及控制技术。该系统虚拟场景逼真,培训功能齐全,用户可以进行多视点、多场景的浏览,让用户有身临其境的感觉,目前已经应用到实际培训中,效果良好。

**关键词:**虚拟现实;仿真培训系统;人机交互控制;虚拟人建模;虚拟手

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)10-0205-04

## Design of Training System of Oil Field Simulation Based on Virtual Reality Technology

LIN Lin, LIU Xian-mei

(College of Computer & Information Technology, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China)

**Abstract:** Security problem in oil field operations training has aroused a lot of concerns. In order to ensure the safety of oil field operations training, virtual reality is applied into oil field training task to set up a training system of oil field simulation. The main structure of oil field simulating training system has been designed and three training modes (demonstrating, drilling and assessing) are included in the system. In this paper, two ways of human-machine communication-alternant menus and interactive control of three-dimension entity are discussed. The virtual scene of the system is very realistic, and the training function is very complete. Users can make the browsing from different perspectives and multiple scenes. The system allows the users the feeling of being personally on the scene. At present it has been applied to practical training, and has made good results.

**Key words:** virtual reality; simulating training system; interactive control; virtual human modeling; virtual hand

## 0 引言

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术是近年来计算机领域的研究热点之一,在社会生活的诸多方面均有着非常美好的发展前景,更是城市规划、建筑等各个仿真概念提出的主要依据和技术基础。虚拟现实是一项正在发展中的技术,它的作用是使信息系统尽可能地满足人们的需要,使用户更直接地与数据交互,使人机的交互更加人性化<sup>[1~3]</sup>。

油田作业操作工艺复杂,安全生产问题突出<sup>[4]</sup>。目前,油田作业安全操作培训的方法一般是采用观看录像、从书本上学习或上井跟班操作训练等集中培训

方式,这样的培训方式有很多不便之处,如:培训成本高、周期长、培训效果受限、抽象难于理解、工学矛盾突出等。在此情况下,油田需要新的培训方式来有针对性的解决以上问题(尤其对于应急事件处理的培训),使工人易学、教师易教。因此,如何采用先进的计算机技术提高这项工作的水平,取得更好的效果,是需要考虑的问题。

## 1 油田仿真培训系统设计

油田仿真培训系统面向现场操作人员的培训,集演示、操作演练、考评功能于一体。该系统综合运用三维模型、视频、文字、图片和声音解说等实现方式,把油田作业工具、操作流程、安全注意事项、重要参数指标等准确地、直观地展现给受训员工,使作业操作培训更加生动、逼真、易于接受,达到寓教于乐的效果,从而有效地提高了油田培训的效果,降低了培训成本和安全隐患。

收稿日期:2012-02-20;修回日期:2012-05-24

基金项目:黑龙江省高等教育科学研究“十二五”规划项目(HGJXH B1110131)

作者简介:林琳(1982-),女,黑龙江大庆人,讲师,硕士,研究方向为教育信息技术;刘贤梅,教授,研究方向为虚拟现实与可视化技术。



拖拽则自动实现图标跟随。操作演练及考评功能菜单如图 3 所示。



图 3 操作演练及考评功能菜单

2.2 交互式操作

系统为用户提供了方便、准确的交互操作,而这些均是通过交互式控制实现的。交互式是虚拟现实的一大特点,有了交互式控制才能够进行互动性的操作演练和操作考评。在本系统中交互式控制主要体现在自由视角漫游、屏幕拾取物体、操作物体以及控制物体的运动。首先在自由视角的漫游中,用户可以直接通过键盘操作,观察、浏览整个系统场景的每个细节以及部分,实现摄像机的前进、后退、平移、左右上下旋转,编程实现如图 4 所示。利用“Switch On Key”添加用户操作时所对应的键盘按键,“Set As Active Camera”设定需要操纵的摄像机,最后通过“Per Second”与“Translate”以及“Rotate”之间的配合,来完成摄像机的平移与旋转<sup>[8]</sup>。

在本系统的具体实现中,共提供了八个按键来对应摄像机的平移与旋转,以供用户对场景进行自由漫游的操作。其各个按键对应的功能如下:

- ↑:逼近场景
- ↓:远离场景
- ←:场景逆时针转动
- :场景顺时针转动
- Page Up:场景向上移动
- Page Down:场景向下移动
- Home: 场景向上旋转
- End:场景向下旋转

自由漫游功能不但可以使用户有种身临其境的感觉,而且体现了三维场景的强大表现力。

系统同时提供了一种半自由漫游方式的摄像机运动方式。适用于刚刚使用系统学习,并且还不熟悉具体三维操作方式的用户。通常情况下,刚进入系统学习的用户只了解场景中设备名称,但不清楚设备的具体位置。此时系统可以为用户提供几个备选路线,供

用户选择。当用户完成路线选择后,摄像机按照由系统预先编辑好的某一条路径进行运动,进行合理的演示。这是一种折中的方法,它既没有为用户观察场景设计固定的路线,也没有让相机毫无目的的自由运动。

屏幕拾取物体是指操作者对视景范围内的所有操作部件的点击拾取操作。操作者用鼠标在二维屏幕上进行滑动,当鼠标滑动到三维物体上时,如果是场景中的设备,则会在该设备上同时出现绿色圆圈和设备的名称提示。在程序实现过程中首先获取鼠标的二维位置  $x$  和  $y$ ,然后在屏幕的这个位置上进行三维物体存在的判断,当拾取到这个物体之后,对这个物体所在的组别进行判断,在屏幕上显示对应的组别名称,和绿色圆圈的提示。绿色圆圈和设备名称文字的显示位置要通过对鼠标的二维位置  $x$  和  $y$  进行一定的偏差校核,在学习者的视觉上找到一个最佳的显示位置,这是一个反复调试的过程。这种技术应用在操作演练中,是比较人性化的体现。实际效果如图 4 所示。

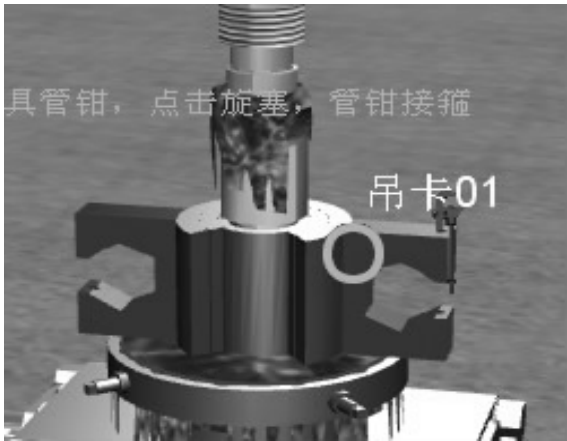


图 4 屏幕拾取物体

操作物体是指用户在拾取到操作工具之后,使用操作工具,通过改变操作工具的运动状态,进而改变部件状态。对于部件状态的改变,通常有三种情况,分别为位移、旋转和缩放。这三种状态的改变对应三种几何矩阵变换。也就是说,场景当中部件的简单几何运动都可以通过这三种变换来实现,这三种变换也就构成油田仿真培训系统的运动动画的主体。但是这三种变换只是针对工业机械部件,对于较为复杂的运动状态改变,例如虚拟人和虚拟手的运动,就会涉及到更为复杂的运动算法。对于物体的操作运动的触发是由用户通过鼠标点击选取实现的。为了使系统更加逼真,本系统引入了虚拟手,由虚拟手来操作工具使操作流程更加逼真。

控制物体运动是在虚拟环境中不同部件之间建立约束关系,当一个部件的某些属性改变后,相关部件的运动状态就会发生改变<sup>[9]</sup>。运动约束包括父子约束,注视约束。父子约束即当父物体的状态改变后,该父



物体对应子物体的状态也会发生相应变化,例如场景当中的角色运动,如果角色身上背有防毒呼吸装置,此时就可以把防毒呼吸装置设置为角色的子物体,当角色的运动发生变化时,防毒呼吸装置的运动就不需要再进行设置,可以自动产生运动状态变化。注视约束是指一个物体在运动过程中的法线始终朝向一个物体,一个方向,这种约束通常用在摄像机运动过程中,使摄像机在运动过程中始终朝向一个物体,即把该物体设置为摄像机的目标朝向点,这样就可以使该物体始终出现在视觉范围的中心,方便形成摄像机动画。交互式控制不仅体现在人机控制方面,而且体现在整个系统流程的约束上面。

### 3 虚拟人骨骼动作建模和虚拟手控制

#### 3.1 虚拟人骨骼动作建模

在系统中实现了虚拟人动作,如:人物跑动,人物原地挥手等<sup>[10]</sup>。虚拟人的三维模型和动作运用 3DSMAX 及其自带的 BIP 骨骼动画工具来制作。通过参数的调节确定骨骼的基本状态。动作实现运用“关键帧”方法。打开骨骼的时间轴,调整每一帧骨骼的动作。为了使骨骼的动作看起来更加的稳定和准确,利用 3DSMAX 中提供的复制工具对相同的和对称的动作进行复制<sup>[11]</sup>。这种方式也在一定程度上减少了制作骨骼动画程序的工作量。

制作的骨骼动画一定要是骨骼运动的一个周期,并将时间轴上剩余的帧数去掉,否则当导入 Virtools 时会有动作不连贯的情况发生。并且,需要通过 3DSMAX 提供的运动混合器对一个或多个动作进行裁切与调整。动作建立好后具有一定的独立性,可以将其运用到任何一个基础骨骼模型上。

#### 3.2 虚拟手控制

在场景中引入虚拟人后,为了避免出现虚拟人操作中对场景中某些物体造成遮挡,在系统设计中引入了虚拟手的模型,用虚拟手操作工具更加灵活,效果逼真。对虚拟手的控制要充分考虑手形<sup>[12]</sup>。同一种类型工具的操作动作基本相似,其使用的手形也相似,因此需要对系统中所使用的工具进行分类,如分为阀门类、锤类、螺丝刀类、钳类等。

### 4 结束语

文中将虚拟现实技术应用于油田仿真培训中,利用 3DSMAX 和 Virtools 软件开发平台设计并实现了油田仿真培训系统。该系统虚拟场景逼真,培训功能齐全,用户可以进行多视点、多场景的浏览,让用户有身临其境的感觉。系统提供了演示、操作演练和考评三种培训模式,以及交互式菜单和三维实体的交互式操作两种人机交互方式,引入了虚拟人和虚拟手的模型及控制技术。

本系统在实际应用中得到了用户的好评,其开发模式和实现方法为今后此类系统的开发提供了有益的参考,具有较强的推广和应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 吴向东. 论虚拟现实技术在博物馆的应用[J]. 中小企业管理与科技, 2008(7): 11-11.
- [2] 廖 聪. 基于 X3DVRML 实时交互虚拟现实展馆定制系统的研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2009.
- [3] Ottosson S. Virtual reality in the product development process [J]. Journal of Engineering Design, 2002, 13(2): 159-172.
- [4] 李从信, 吴秀芹, 刘铁良. 视景仿真技术在油田井下作业中的应用研究[J]. 系统仿真学报, 2005, 17(2): 195-206.
- [5] 贺越生, 卢晓军, 李 焱. 一个面向维修工程的虚拟人素分析系统软件框架[J]. 计算机仿真, 2006, 23(4): 265-268.
- [6] 王武礼, 王延江, 李瑞民. 基于虚拟现实技术的钻井仿真系统设计[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(9): 171-178.
- [7] Sayers H M, Wilson S. Navigational tools for desktop virtual environment interfaces [J]. Virtual Reality, 2004 (7): 131-139.
- [8] 刘明昆. 三维游戏设计师宝典-Virtools 开发工具篇[M]. 成都: 四川电子音像出版社, 2005.
- [9] 张占军, 程行甫, 柳 平, 等. 电台三维虚拟维修仿真系统的研究[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(2): 250-253.
- [10] 王松山. 虚拟维修仿真中人的行为表示[J]. 系统仿真学报, 2005, 17(2): 507-512.
- [11] 董朝云. 大众健美操虚拟教学系统的设计与实现[D]. 成都: 四川师范大学, 2010.
- [12] Tu Xiaoyuan. Artificial Animals for Computer Animation: Biomechanics, Locomotion, Perception and Behavior [D]. Toronto: University of Toronto, 1996.

(上接第 204 页)

- 计[J]. 计算机测量与控制, 2012, 20(1): 91-94.
- [10] Datta A, Bhunia S, Choi J, et al. Speed binning aware design methodology to improve profit under paravariations [C]// IEEE Proc. of Annu. on Design Autom. . [s. l.]: [s. n. ], 2006: 712-717.
  - [11] Agarwal A, Chopra K, Blnauw D, et al. Circuit optimization u-

- sing statistical timing analysis [C]//IEEE Proc. of Annu. Conf. on Design Autom. (DAC). [s. l.]: [s. n. ], 2005: 321-324.
- [12] Lin Y, Hutton M, He L. Placement and timing for FPGAs considering variations [C]//IEEE Proc. Int. Conf. on Field Program. Logic Appl. . [s. l.]: [s. n. ], 2006: 1-7.

# 基于虚拟现实技术的油田仿真培训系统的设计

作者: [林琳, 刘贤梅](#)  
作者单位: [东北石油大学 计算机与信息技术学院, 黑龙江 大庆163318](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)  
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)  
年, 卷(期): 2012(10)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjtz201210054.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201210054.aspx)