

面向智慧家庭的虚拟体验系统的研究与开发

柯 健, 刘 畅, 周德富, 王 敏, 夏振新, 黄冬林

(苏州市职业大学计算机工程学院, 江苏 苏州 215104)

摘 要: 针对传统室内设计在用户体验方面缺少沉浸感、交互性等问题, 提出了一种基于虚拟现实技术的家居互动设计虚拟体验系统的实现方法, 本方法围绕虚拟现实的基本特征, 使用三维软件制作虚拟场景, 使用Unity游戏引擎和基于物理渲染技术提高虚拟场景的逼真度, 使用虚拟现实设备HTC Vive为用户提供交互体验操作。通过虚拟体验系统的开发, 提出了一种新的室内家居设计体验方法。

关键词: 虚拟现实; 家居互动设计; 虚拟体验系统; 沉浸感; 交互性

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

Research and Development of the Virtual Experience System for Intelligent Family

KE Jian, LIU Chang, ZHOU Defu, WANG Min, XIA Zhenxin, HUANG Donglin

(School of Computer Engineering, Suzhou Vocational University, Suzhou 215104, China)

Abstract: For traditional interior design, user experience is lack of immersion and interaction. A virtual experience system for home interaction design based on virtual reality technology is proposed. Focusing on the basic characteristics of virtual reality, this method uses three-dimensional software to create virtual scene, uses the Unity game engine and PBR technology to improve the fidelity of virtual scene, and uses virtual reality device HTC Vive to provide users with interactive experience operation. Through the development of virtual experience system, a new indoor home design experience method is proposed.

Keywords: virtual reality; home interaction design; virtual experience system; immersion; interaction

1 引言(Introduction)

虚拟现实(Virtual Reality, 简称VR)技术是以计算机技术为核心的现代高新技术, 融视觉、听觉、触觉为一体, 生成逼真的三维虚拟环境的信息集成系统, 用户借助虚拟现实设备与虚拟世界中的对象进行交互作用、相互影响, 可以使用户产生身临其境的感受和体验^[1]。

虚拟现实技术的三大基本特征是: 沉浸感、交互性和想象力, 强调了人在虚拟现实技术中的主导作用。沉浸感是通过计算机的超逼真模拟, 使用户产生融入虚拟世界的幻觉, 成为虚拟世界中主动的参与者, 甚至可以通过操控改变虚拟世界中的虚拟物体。交互性指用户操作虚拟物体和从虚拟环境中得到反馈的程度。虚拟现实技术强调人机交互的自然性, 但是交互的实现需要强大的硬件系统提供支持。想象力是由虚拟现实基于现实而又高于现实的性质决定的, 虚拟现实具有十分开放的构想性, 用户沉浸在虚拟的环境中, 除了体验真实的自然感觉, 甚至可以模拟某些不可能发生的体验。

虚拟现实的实现需要相关虚拟现实硬件设备的支撑, 目前市面上能见到的虚拟现实设备主要分为三类, 第一类是移

动端头显设备, 这类设备利用了VR成像技术的物理原理, 将内容分屏, 通过镜片实现叠加成像, 特点就是没有显示屏幕, 需要插入手机等设备配合使用, 代表产品是三星GEAR VR, 其他还有Google Cardboard、暴风魔镜等。第二类是一体式头显设备, 特点是可以独立运算, 不必借助其他设备, 此类产品目前尚处于研究发展阶段。第三类是外接式头显设备, 这类设备的特点就是自带显示屏幕并具备一定的计算能力, 而且配备具有跟踪定位和交互系统的外设, 更加适合沉浸式体验。但这类产品携带的芯片性能不够强大, 需要配合电脑主机等才能完成视频的输输出, 代表产品是Oculus Rift、HTC Vive、Sony PS VR等^[2,3]。本文所用的虚拟现实设备是第三类外接式头显设备HTC Vive。

2 相关工作(Related work)

虚拟现实技术主要应用于游戏、医疗、教育、旅游、房地产、军事等领域, 但目前的一些将虚拟现实技术应用于古建筑^[4]、游戏^[5]、园林景观^[6]、博物馆^[7]、历史街景^[8]等的研究工作在用户体验^[9]方面不够友好, 对虚拟现实技术的基本特征的支持不够理想。

在室内设计方面,随着现代化进程的加快,室内装修受到越来越多人的重视,室内各种不同风格的装饰,不仅能给人在视觉带来享受,而且还能体现生活的品质。目前现代室内装饰设计中,除了墙面、地面、天花板等硬装饰之外,还非常注重大件家具、电器等软装饰的搭配设计,但是由于室内装饰设计者和客户在文化和理念等方面的不同,往往造成设计出来的装饰作品很难满足客户需求,客户很难在装饰完成之前就能体验到最终的效果,传统设计方法一般通过效果图在设计者和客户之间进行交流,很难达到客户对于装饰的高标准需求,目前一些将虚拟现实技术应用用于室内设计领域的研究工作^[10-12]在用户互动体验上也不够友好,或者在用户体验上关注于某一技术的实现^[13]。

3 虚拟现实技术基本特征在家居虚拟体验方面的体现(The basic characteristics of virtual reality technology embodied in the virtual home experience)

本文把虚拟现实技术应用到室内设计体验,基于虚拟现实的室内家居设计体验应该是720度沉浸感的体验,体验者能在虚拟世界中进行交互操作,虚拟现实体验也离不开虚拟现实设备,而这些也是传统室内设计,以及目前某些虚拟现实产品所欠缺的地方。

下面结合虚拟现实技术的基本特征介绍基于虚拟现实技术的家居体验系统的研究和开发。

3.1 沉浸感的体现

沉浸感在于虚拟世界的逼真度,而虚拟世界的真实感需要由模型、材质贴图、光照和游戏引擎等多个因素共同打造。室内场景的模型可以使用3dsmax等传统三维软件创建,场景中的模型越精细,视觉上效果看起来越真实,有利于提高虚拟现实体验的沉浸感,但是也带来一个问题,就是场景中模型的面数会很多,高达几百万面甚至上千万面,严重影响虚拟现实场景的渲染速度,不能实时渲染。解决这个问题的一个方法是删除模型中隐藏看不见的部分,可以减少模型面数,但是这种方法在减少模型面数方面还是有限的,通常情况下是使用精度相对较低的模型来代替高精度模型,这种方法可以有效减少虚拟场景中模型的面数,但是以牺牲模型的细节为代价。模型的细节可以通过材质贴图来补救,利用高精度模型烘焙的法线贴图回帖到低精度模型上,让低精度模型在游戏引擎里可以实时显示高精度模型的视觉效果,采用法线贴图来表现物体表面细节的凸凹变化,采用颜色贴图来表现物体的颜色和纹理,采用高光贴图来表现物体在光线照射条件下体现出的质感。下面为虚拟场景中椅子的模型贴图如图1—图4所示。

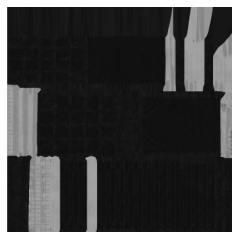


图1 椅子的颜色贴图

Fig.1 Color map of chairs

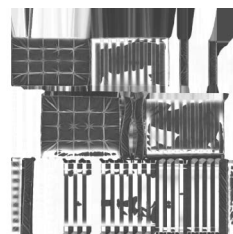


图2 椅子的高光贴图

Fig.2 Metallic map of chairs

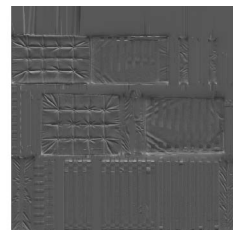


图3 椅子的法线贴图

Fig.3 Normal map of chairs



图4 椅子的环境光遮蔽贴图

Fig.4 Ambient occlusion map of chairs

光照效果也是影响体验者沉浸感的一个因素。在Unity游戏引擎中通常采用天空盒生成反射信息,但是室内物体由于被遮挡,难于从天空盒搜集反射信息,为了要准确反射室内物体,一般采用反射探头对这些物体取样,Reflection Probe反射探头对周围环境取样并把结果写到立方体贴图中,这样可以让室内的物体得到环境的反射信息。Unity的预计算实时全局照明或者烘焙照明只对静态的物体起作用,对于可移动的物体,需要采用Light Probe光照探头解决光照问题,为了让可移动物体能够获得静态物体反射的光线,需要先将这些光照信息记录下来,然后在运行时能够快速读取和使用,通过在场景中放置光照探头捕捉各个方向的光线来实现可移动物体接收间接光的功能。在虚拟场景中未添加光照探头和反射探头的效果如图5所示,只添加了光照探头的效果如图6所示,添加了光照探头和反射探头的效果如图7所示,从对比中可以看出,添加了光照探头和反射探头的场景更加自然更加真实。

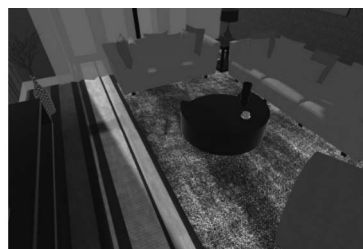


图5 未添加光照探头和反射探头的场景

Fig.5 Scene without light probes and reflection probes



图6 只添加光照探头的场景

Fig.6 Scene with only light probes

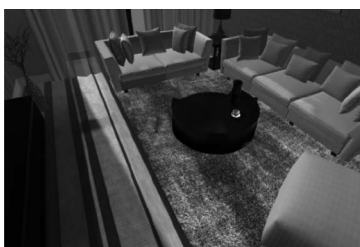


图7 添加光照探头和反射探头的场景

Fig.7 Scene with light probes and reflection probes

3.2 交互性的体现

在自然界中,人类通过视觉、听觉、嗅觉、触觉等方式感知周围的世界,人与自然界的交互方式也是多种多样的,在虚拟世界中,由于受当前硬件设备的制约,人与虚拟世界之间的交互一般通过VR头盔、手柄等方式进行。本文使用的虚拟现实设备是HTC Vive, HTC Vive头盔前方的凹点为追踪感应器,可以跟踪体验者在虚拟场景中的位置。HTC Vive手柄是主要的交互设备,如图8所示。



图8 HTC Vive手柄按钮

Fig.8 HTC Vive handle buttons

系统按钮:这个按钮是不可以编程的,用来打开手柄,调出系统默认的菜单。**菜单按钮:**默认用来打开应用菜单。**握持按钮:**一般用来抓取虚拟场景中的物品。**扳机按钮:**用的最多,可以获取扣动扳机的力度。**触摸板:**可以触摸也可以点击。

在虚拟现实家居互动设计体验中,主要通过对HTC Vive手柄按钮进行编程,设置了漫游、开关门窗、摆放物品、开关灯、改变室内设计风格等几种用户体验方式。

漫游是虚拟现实家居互动设计中最常用的体验方式,最自然的交互方式是HTC Vive的跟踪定位器根据体验者的走动来实时跟踪定位在虚拟场景中的位置,但是这种方式有一个缺陷,HTC Vive有线头盔限制了体验者的活动范围,一般情况下漫游还需要结合瞬移一起使用,可以先在Unity场景中

创建一个Empty游戏对象,添加VRTK_BasicTeleport脚本,在手柄上添加VRTK_ControllerEvents、VRTK_Pointer、VRTK_StraightPointerRenderer脚本,漫游过程中可能会出现穿插到物体中的问题,为了避免这种问题出现,需要创建一个Tag,其值为ExcludeTeleport,把漫游过程中需要排除的物体的Tag属性设置为该值,同时为前面的Empty游戏对象添加VRTK_PolicyList脚本,把Tag值ExcludeTeleport加入到排除列表即可。

在虚拟现实家居互动设计中体验者可以根据自己的意愿随意摆放物品,例如摆放装饰物品等,为可抓取的装饰物品添加VRTK_InteractiveObject脚本,手柄上添加VRTK_InteractTouch、VRTK_InteractGrab脚本。

在虚拟现实家居互动设计中可以体验开关门窗的模拟效果,门窗的开启比较常见的是推拉式和平开式,为门窗添加VRTK_InteractiveObject脚本,对于推拉式门窗,编写代码实现门窗的左右移动动画,对于平开式门窗,编写代码实现门窗沿固定轴旋转动画。手柄上添加VRTK_InteractUse脚本。

开关灯交互操作可以让体验者在家居互动体验只有环境光和开启灯光后的不同效果,为灯光添加VRTK_InteractiveObject脚本,编写代码控制灯光的开关。

室内设计风格的变化可以通过改变室内地板、墙面等的材质贴图来实现,左手柄添加VRTK_RadialMenu脚本,控制材质列表的弹出,右手柄控制材质的选取,实现风格的变化。

4 家居虚拟体验系统的开发(Development of the virtual home experience system)

综合上面虚拟现实的几个特征,为基于虚拟现实的家居互动设计虚拟体验系统制订了开发流程,首先根据户型图在3ds Max里创建模型,墙体为了方便后期贴图,可以用平面制作,室内的家具、家电、装饰物等物品,制作模型时一般面数5千到2万左右,根据模型的大小和重要程度可以适当增减,模型只能是三边面或者四边面,如果出现五边以上的面要做处理,转换成三边面或四边面。模型制作完成后需要展UV,如果要提高工作效率,可以导出OBJ文件到Unfold3D或者UVLayout展UV,然后再导入到3ds Max。

现在的模型是没有材质贴图的,为了表现模型的真实感,需要在3ds Max把模型导出为FBX格式,在Substance Designer和Substance Painter中制作PBR贴图,PBR是基于物理的渲染技术,Unity的Standard材质支持PBR贴图,能给虚拟场景带来更逼真的视觉效果。一般来说,模型都需要Color颜色贴图,如果模型表面凹凸不平,还需要Normal法线贴图、Height高度贴图,如果模型表面有高光反射效果,还需要Metallic高光贴图、Roughness粗糙度贴图。

把3ds Max导出的FBX模型和制作完成的贴图文件导入到Unity中,使用导入的模型创建虚拟场景,使用导入的贴图为模型添加材质。

虚拟场景的逼真度离不开光照系统,使用Skybox天空盒

(下转第7页)