

三维船舶轮机虚拟实验室的设计和实现

张勇亮 张均东* 张志政
(大连海事大学 辽宁 大连 116026)

摘要 传统的船舶轮机实验室存在教学设备成本高、维护不便以及学生使用时存在空间和时间限制等问题。为此提出一种基于 unity3D 的方法,采用第一人称漫游,利用 3Dmax 进行三维场景的搭建。通过 C# 脚本语言实现交互控制过程。该轮机虚拟实验室具有良好的可操作性、漫游性、实时渲染性、场景逼真性以及和二维轮机软件实时通信的功能特点。轮机虚拟实验室的开发在很大程度上节省了教学资源,提高了教学质量和学习效率,改变了学习方式。它在船舶教育教学和航海培训考核中具有很强的研究价值和应用前景。

关键词 船舶轮机 unity3D 3Dmax C# 轮机虚拟实验室

中图分类号 TP311.1 **文献标识码** A **DOI**:10.3969/j.issn.1000-386x.2019.01.031

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF 3D MARINE ENGINE VIRTUAL LABORATORY

Zhang Yongliang Zhang Jundong* Zhang Zhizheng
(Dalian Maritime University, Dalian 116026, Liaoning, China)

Abstract There are some problems in traditional marine engine laboratory, such as high cost of teaching equipment, inconvenient maintenance and space and time limitation when students use it. To solve these problems, we proposed an approach based on unity3D. First person roaming and 3Dmax was adopted to build 3D scenes. The process of interactive control was implemented by C# script. The marine virtual laboratory had features such as good operability, roaming, real-time rendering, scene verisimilitude and real-time communication capabilities with 2-dimensional marine software. The development of the marine engine virtual laboratory has greatly saved the school's teaching resources, improved the teaching quality and the learning efficiency, and changed the learning method. It has strong research value and application prospect in ship education teaching and navigation training assessment.

Keywords Marine engine unity3D 3Dmax C# Marine engine virtual laboratory

0 引言

虚拟现实技术是计算机在视觉、听觉、触觉等方面给人虚拟的创建一种近似等同于真实环境的高逼真度的虚拟三维立体环境,并且用户可在虚拟的环境中与环境中的对象实现交互,达到一种真实的身临其境的感觉。它是结合软硬件、多学科集成的高新技术。目前虚拟现实技术已经应用在多个领域当中,包括军事领域、工业领域、艺术与娱乐领域、教育领域、医疗领域等。轮机虚拟实验是船舶教学中十分重要的一部分,但传统的实验室受制于空间、时间、经费、安全以及

教学质量不佳等诸多方面的影响。随着船舶技术发展的日新月异,船舶正向着新型化、自动化、无人化的方向发展,船舶设备更新速度快。为此开发出的轮机虚拟实验室,一方面能够提高教学质量,另一方面方便设备更新换代,减少学校经费开支,优化教学资源。本文通过 3Dmax 建模,利用 unity3D 引擎采用 Visual Studio 编写脚本语言进行开发,为学生搭建真实感、沉浸感、操作性强、开发成本低的轮机虚拟实验室。

1 设计方案

轮机虚拟实验室的主要设计步骤如下:首先根据

实验室拍摄的照片及已知产品资料加上现场测绘等资料采用 3Dmax 进行设备建模和场景搭建,采用 photoshop 制作贴图在 3Dmax 中进行烘焙渲染生成高精度模型。然后从 3Dmax 中导出为 FBX 文件,用来导入 unity3D 当中。在 unity3D 中进行第一人称漫游设计和添加相关物体的碰撞检测,利用 Visual Studio 进行 C# 脚本语言的编制完成设备交互过程。最后利用 LOD 等技术进行场景功能优化后进行最终发布。开发具体流程图如图 1 所示。

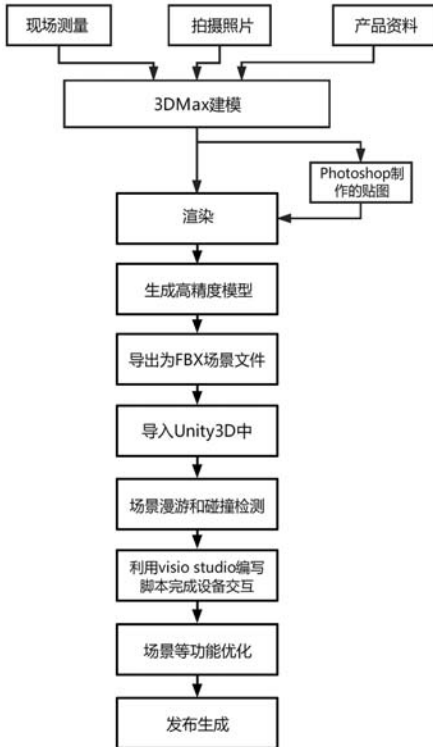


图 1 轮机虚拟实验室开发流程图

轮机虚拟实验室设备内容涵盖丰富具体,能够充分满足学生的教学、培训和考核之用,其虚拟实验室系统具体组成如图 2 所示。

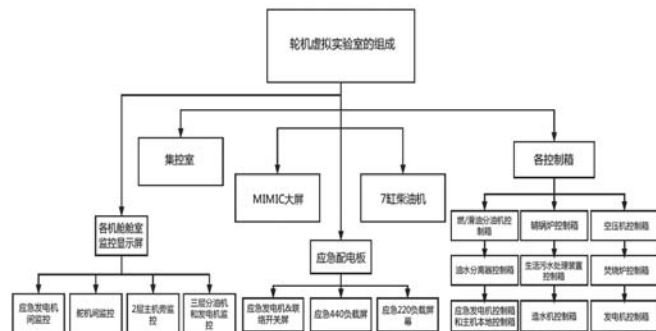


图 2 轮机虚拟实验室的组成

图 2 中 MIMIC 大屏幕涵盖二维船舶软件中所有系统。当在虚拟实验中进行操作时,能够非常直观地在 MIMIC 屏幕中通过指示灯、温度、压力和液位等变化观察到任何船舶子系统正在操作运行,效果良好逼真。MIMIC 屏如图 3 所示。

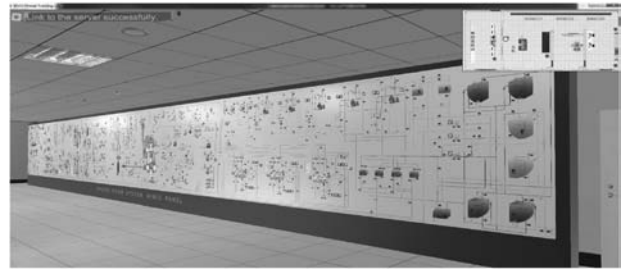


图 3 MIMIC 屏

2 设备和场景搭建

船舶轮机虚拟实验室利用 3Dmax 进行场景搭建和设备建模。采用的建模技术主要有基础建模、修改器建模、复合对象建模、多边形建模、面片建模等。根据不同模型的特点,综合使用这些建模技术,对轮机虚拟实验室进行搭建。为使得模型的品质达到真实、丰富、生动、逼真的效果,采用纹理映射、烘焙、贴图等方式对建立的三维模型进行材质设置和渲染输出。最后得到高逼真度的虚拟三维实验室,从而为下一步三维模型导入虚拟现实引擎进行后续工作打下了坚实的基础。轮机虚拟实验室的部分场景模型如图 4 所示。



图 4 虚拟实验室主要场景模型

3 功能实现

3.1 第一人称的场景漫游

轮机虚拟实验室以第一视角在整个场景中进行漫游,从而增强使用者的体验感。对实验室内设备采用鼠标进行操作,通过鼠标右键进行第一人称的转向,利用键盘上的按键进行前后左右的移动,从而达到在虚拟实验室中进行正常第一人称操作的真实感。其具体操作如下:

在 GameObject 下点击 Create Empty 创建空物体,命名为 Player,把 Tag 改为 Player,在 Component 下点击 Physics,选择其下的 Character Controller。添加 Rigi-

body 组件使其能够模拟真实的物理运动情况,并将 is Kinematic 勾选,开启此项,游戏对象将不再受到物理引擎的影响,从而只能通过 Transform 属性来对其操作。部分核心代码如下:

```
VoidControl()
{
float rh = Input.GetAxis("Mouse X");
//获取鼠标水平方向上的滑动距离
float rv = Input.GetAxis("Mouse Y");
//获取鼠标垂直方向上的滑动距离
//旋转摄像机
m_camRot.x -= rv;
m_camRot.y += rh;
m_camTransform.eulerAngles = m_camRot;
//使主角的面向方向和摄像机一致
Vector3 camRot = m_camTransform.eulerAngles;
camRot.x = 0; camRot.z = 0;
m_transform.eulerAngles = camRot;
//使摄像机位置和主角位置保持一致
Vector3 pos = m_transform.position;
pos.y += m_camHeight;
m_camTransform.position = pos;
float xm = 0, ym = 0, zm = 0; //定义三个方向的向量
//重力运动
ym -= m_gravity = Time.deltaTime;
//上下左右运动
if (Input.GetKey(KeyCode.W)) {
zm += m_movSpeed × Time.deltaTime;
}
else if (Input.GetKey(KeyCode.S)) {
zm -= m_movSpeed × Time.deltaTime;
}
if (Input.GetKey(KeyCode.A)) {
xm -= m_movSpeed × Time.deltaTime;
}
else if (Input.GetKey(KeyCode.D)) {
xm += m_movSpeed × Time.deltaTime;
}
```

3.2 碰撞检测技术与三维拾取交互

为了防止在轮机虚拟实验室中漫游时和模型等发生摩擦、碰撞、接触等导致的人物穿透、掉落等不真实的情景发生,因此要给模型加上碰撞器。由于层次包围盒法的构造简单、碰撞检测速度快,虚拟实验室采用此种方法。根据轮机虚拟实验室的实际设备布置情况,在轮机虚拟实验室中主要添加包围球和轴向包围盒的碰撞组件即可。另外在虚拟实验室中采用 unity3D 射

线的方法进行三维拾取和交互的实现。轮机虚拟实验室中部分主要模型的具体交互动作和实现方法如图 5 所示。

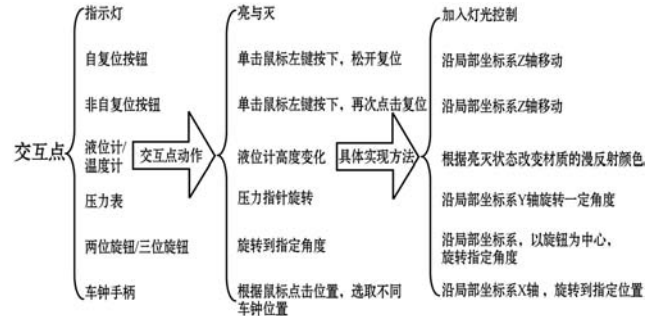


图 5 交互动作和具体实现

下面以按钮为例,说明三维拾取交互功能的实现。由摄像机发射一条到鼠标点击位置的射线,若发生碰撞,则摄像机停止发射,并将返回的碰撞体的信息存储到 RaycastHit 当中去。当射线检测到碰撞体时,将其标签和状态进行判断,其部分核心代码如下:

```
If (input.GetMouseButtonDown(0)) { //鼠标左键单击
Ray ray = Camera.main.ScreenPointToRay(input.mousePosition);
//从摄像机到鼠标点击位置的射线
RaycastHit hit; //接收射线投射碰撞信息
If (Physics.Raycast(ray, out hit, 5f)) { //从摄像机发射的
//一条射线,射线的范围是 5 米,碰撞后得到碰撞体的信息,
//并返回一个布尔值
If (hit.transform.gameObject.tag == "按钮") { //当射
//线碰撞到目标标签为按钮类型的物体时,执行拾取操作
Vector3 offset = new Vector3(0,0,1)/18;
//设置按钮要移动的距离
hit.transform.position = hit.transform.position + offset;
//按钮动作
```

3.3 制作导航小地图

在轮机虚拟实验室窗口右上角添加一个小地图,用来标识使用者在实验中的位置,以方便定位。具体实现方法如下:

在 Hierarchy 下点击 Create 下的 UI 选择 RawImage,并且在 Inspector 中先将它的位置 Reset。然后点击 Inspector 下的 Anchor presets,其次按住 Alt 键选择右上角图标,将其吸附于场景右上角处,则小地图位置设置完毕。改变 RawImage 的大小,将其长设为 450,宽设为 200,则小地图大小设置完毕。

点击 Create 再创建一个 Camera 重新命名为 minimapCamera,并将其拖拽到 First Person Controller,作为其子对象。这样主角动起来的时候,新建的相机也会跟着一起动起来。然后,将 minimapCamera 的位置 Reset 使其和主摄像机位置重合,手动调整 minimapCamera 的位置、方向、高度,使其方向垂直地图并且摄像范

围包括整个场景。在 Project 中的 Assets 下建立文件夹_Texture 在其中建立 RenderTexture, 并将建好的 RenderTexture 拖拽到 minimapCamera 下的 Target Texture。通过此指令, 小地图捕捉到的图像会渲染到刚刚建立的 RenderTexture 这个中间对象上。接着拖拽 RenderTexture 将它赋给 RawImage, 至此小地图便可以显示实时场景了。最后点击 Create 创建一个 Sphere, 将其添加到 First Person Controller 中, 在导入预先存放到 Icons 中的方向标, 将其拖拽到 Sphere 上, 至此小地图制作完毕。

4 与二维船舶软件的通信交互

利用基于 UDP 协议的 Socket 通信协议进行二维软件和三维虚拟实验室之间的实时交互。UDP 协议是一种不需要建立连接的即时通信协议。采用 UDP 协议实现的通信由客户端和服务器端两部分组成。服务器端的进程如下: 1) 通过调用 Socket() 方法建立套接字; 2) 通过调用 bind() 方法将服务器端的 IP 地址和端口号与套接字进行绑定; 3) 通过调用 recvfrom() 方法接收客户端发来的数据; 4) 使用 sendto() 方法发送数据给客户端; 5) 调用 close() 方法, 释放套接字所有资源。

客户端的进程如下: 1) 通过调用 Socket() 方法建立套接字; 2) 通过调用 sendto() 方法向服务器端发送数据; 3) 通过调用 recvfrom() 方法接受服务器端返回的数据; 4) 通过调用 close() 方法关闭套接字。具体流程图如图 6 所示。

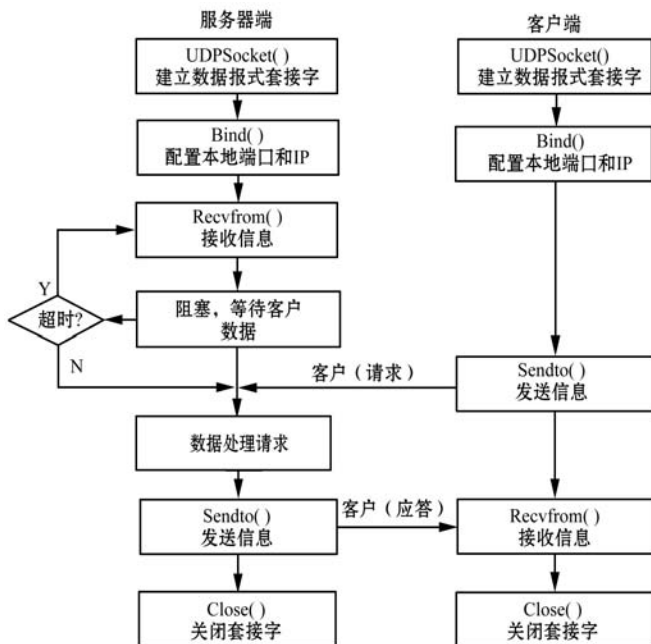


图6 基于 UDP 协议的 Socket 通信流程图

其中轮机二维软件和三维软件的通信连接成功如图 7 所示。

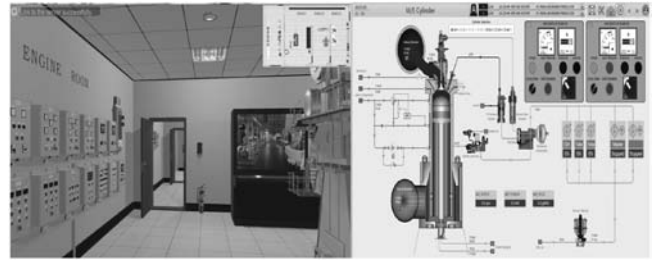


图7 二维软件和三维轮机实验室的通信连接

5 网络云平台的部署

用户在安装有三维/二维客户端的电脑上, 通过以太网访问系统的服务器, 参与到多人协同训练中或者进行在线学习。将系统部署在防火墙后, 以保障系统的安全性。同时以分布式部署的方式部署多人协同服务端、在线学习系统, 保证它们都能独立运行, 互不影响, 保障提供稳定的服务。服务器的部署, 可根据场地、培训需求灵活布置。当用户规模较大, 分布区域较广的情况下, 可以布置在广域网, 也可租用云服务器, 服务器的规模可以根据实际情况动态扩展。当用户规模较小, 用于局域网内的训练与考核时, 可部署在局域网内, 这样减少了网络带宽对评估效果的影响, 对服务器和数据的维护也较方便。服务器的选择灵活度较高, 从普通 PC 机到专业服务器再到服务器集群, 可根据用户数量进行选择, 能够较好地节约成本。部署架构如图 8 所示。

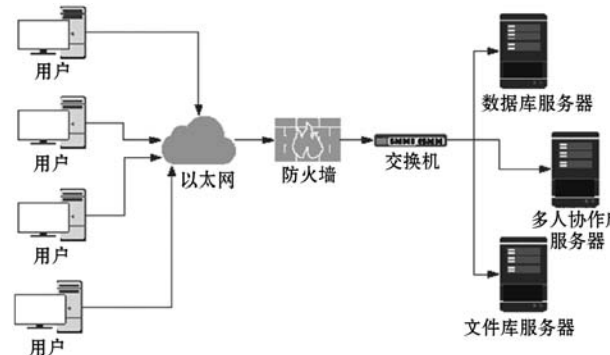


图8 网络系统部署架构

将三维虚拟实验室加入到大型数字计算仿真支撑平台当中去。该平台利用最新的虚拟现实理论、协同交互算法、人工智能理论、云服务技术等, 融合交通运输部海事局船员智能评估题库建设、大型开放式网络课程(MOOC)、电子交互案例、船舶操纵及轮机模拟器等的航海教育最新发展与前沿, 以母型船(如超大型集装箱船、超大型油轮)为蓝本开发的一套具有国际领先水平的、基于广域网的综合演练虚拟船平台。

其网络平台登录界面如图 9 所示。



图 9 平台登录界面

6 结 语

本文采用 unity3D 的虚拟现实技术设计的轮机虚拟实验室解决了以往传统轮机实验室教学资源有限等问题,增加了学生的参与性,提高了视觉感,为学校集体教学工作提供了新的方法。虚拟实验室具有造价成本低、画面沉浸感强、用户体验良好、教学效率质量高等特点。目前开发的虚拟实验室版本也会应用到网络版本当中,有利于促进在线教育教学、扩展学习过程、消除时间和空间的限制,为学生提供全面的船舶实践经验。

参 考 文 献

[1] 王开宇,李安琪,马驰,等. 基于仿真技术的数字电路 3D 虚拟实验室的设计[J]. 实验技术与管理,2017, 34(2): 11-15.

[2] 时代印象. 3ds MAX 2012 基础培训教程[M]. 2 版. 北京: 人民邮电出版社,2017.

[3] 常金光,顾若阳,孟丽丽,等. 基于 Unity3D 的机械设计基础虚拟实验平台设计[J]. 机械工程师,2017(2):95-97.

[4] 闫汉生,曾峰,龙宇辉,等. 基于 Unity3D 的产品结构认知虚拟实验室的构建[J]. 实验室研究与探索,2017, 36(8):117-121.

[5] 相茂英,马纯永,韩勇,等. 基于 Unity3D 的化工设备虚拟培训系统研究[J]. 计算机技术与发展,2014, 24(7):196-200.

[6] 张晓曦,尹勇. 基于 Unity3D 的工程船克令吊交互仿真设计[J]. 船海工程,2018, 7(1):168-171.

[7] 李静蓉,倪建龙,陈锐奇,等. 基于虚拟现实交互的虚拟锻造工艺实习系统设计[J]. 实验室研究与探索,2017,36(4):87-90.

[8] Hocking J. Unity5 实战:使用 C#和 Unity 开发多平台游戏[M]. 蔡俊鸿,译. 北京:清华大学出版社,2017.

[9] 席朝飞. 万箱船舶轮机模拟器的虚拟设计及通信实现[D]. 大连:大连海事大学,2018:48-53.

[10] 李治军. 基于 Unity3D 的船舶舵机舱虚拟现实设计与研究[D]. 大连:大连海事大学,2014:41-47.

[11] 张可超. 船舶压缩空气系统虚拟现实的设计与研究[D]. 大连:大连海事大学,2014:65-68.

[12] 张元玮. 基于 VLCC 船舶电站的虚拟现实设计与研究[D]. 大连:大连海事大学,2012:50-52.

[13] 王伟,蓝雯飞,高伟华. 用 Socket 实现 UDP 协议下的网络通信[J]. 软件导刊,2009, 8(9):115-117.

[14] 王娜,徐鲁雄. 基于 Unity3D 的计算机网络虚拟实验室建设研究[J]. 实验技术与管理,2016,33(9):242-246.

[15] Valdez M, Ferreira C M, Barbosa F P M. 3D Virtual Laboratory for Teaching Circuit Theory—A Virtual Learning Environment (VLE) [C]//UPEC 2016 - 51st International Universities' Power Engineering Conference. 2016.

[16] Kugurakova V, Abramov V, Abramskiy M, et al. Visual Editor of Scenarios for Virtual Laboratories[C]//2017 10th International Conference on Developments in eSystems Engineering. IEEE, 2017:242-247.

(上接第 136 页)

[5] Fan Ying, Zhang Li. Sensorless SVPWM-FADTC of a new flux-modulated permanent magnet wheel motor based on a wide-speed sliding mode observer[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2015, 62(5):3143-3151.

[6] 李冉,赵光宙. 基于扩展滑模观测器的永磁同步电动机无传感器控制[J]. 电工技术学报,2012,27(3):79-85.

[7] 侯利民,赵金鹏,孙斌,等. 非奇异终端滑模观测器的 IPMSM 无源控制[J]. 控制工程,2015,22(6):1131-1136.

[8] 张晓光,赵克,孙力. 永磁同步电动机混合非奇异终端滑模变结构控制[J]. 中国电机工程学报,2011,31(27):116-122.

[9] Yang J, Li S, Yu X. Sliding-mode control for systems with mismatched uncertainties via a disturbance observer [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2013, 60(1): 160-169.

[10] 侯利民,王龙洋,王怀震. 基于 NDOB 的匹配/非匹配不确定性系统滑模控制(英文)[J]. 自动化学报,2017,43(7):1257-1264.

[11] 李政,胡广大,崔佳瑞,等. 永磁同步电机调速系统的积分型滑模变结构控制[J]. 中国电机工程学报,2014,34(3):431-437.

[12] 王庆龙,张兴,张崇巍. 永磁同步电机矢量控制双滑模模型参考自适应系统转速辨识[J]. 中国电机工程学报,2014,34(6):897-902.

[13] 高为炳. 变结构控制理论基础[M]. 北京:中国科学技术出版社,1990:28-30.

[14] 吴洋洋,方一鸣,刘乐,等. 基于 ESO 的永磁同步电机转速伺服系统全局动态滑模控制[C]//中国控制会议,西安,2013:4432-4437.