

AR 技术在高校实训教学中的应用实践

——以火箭加注系统为例

王治亚¹ 彭孔阳¹ 王朝晖¹ 许兴顺² 杨金星¹

(1. 航天工程大学士官学校 北京昌平 102200 ; 2. 酒泉市金塔县巴丹吉林 甘肃酒泉 735303)

摘要: 推进剂加注系统是航天发射系统重要的组成部分,操作手在正式上岗之前,需要进行良好的理论学习和实操训练。但传统式训练存在教学手段单一、受训体验差、实装匮乏等问题。鉴于此,提出一种增强现实技术开发火箭加注演训系统。该系统基于 Unity3D 平台,采用 SolidWorks、3d Max 等建模工具,以 C# 为脚本语言进行开发设计。试验结果表明:该系统利用 AR 技术呈现的“虚实结合”场景效果逼真,真实作业环境还原度高,且操控训练不受空间、场地、时间等限制,能够有效弥补传统教学的不足。

关键词: 增强现实、火箭加注、Unity3D

1. 引言

增强现实 (Augmented Reality, 简称 AR) 是广义上虚拟现实的扩展,是一种利用计算机生成逼真的视、听、力、触和动等感觉的虚拟场景,并通过各种传感器设备实现用户和环境直接进行自然交互的技术。随着 AR 技术的发展和成熟,AR 技术逐步应用于医学、培训、工业仿真、军事、航空航天、游戏、房地产、应急演练等专业领域。如采用 AR 技术为新手外科医生提供手术预演、指引医学生临床实践技能操作、指导患者进行康复训练等。Kerawalla 等基于 3D 增强现实技术进行天文教学,通过旋转虚拟 3D 地球来探究地球和太阳、白天和黑夜的关系,这些增强现实的元素所产生的可视化效果,能够加强学生对抽象概念和不可见现象的感知。通过佩戴 AR 眼镜,驾驶员可在眼前的屏幕上看到导航、限速、岔口等各种车辆和路面信息,使驾驶员摆脱汽车传统仪表盘的信息展示方式达到辅助驾驶的目的。此外,AR 技术还多应用于设备的装配、维修,商品的展示和销售等。

推进剂加注系统是航天发射系统重要的组成部分,操作手在正式上岗之前,需要进行良好的理论学习和实操训练。目前加注系统的训练多采用传统说教式和实装训练式,传统说教式存在训练方式落后、训练手段单一、受训人员体验差等问题。实装训练受限于使用成本、装备数量、场地天气等方面因素影响,尤其设备损坏不足情况下,训练效果大打折扣。为使士官教学与时俱进,提高训练质量和受训人员积极性,弥补传统培训、半实物训练、实训装备缺乏等诸多不足,需应用前沿技术创新更多教学方式。基于 AR 技术开发的火箭加注演训系统将实物模型以全息立体投影的方式呈现,受训人员可以像观摩沙盘模型一样进行绕物环形观察,更加直观地认识到系统的设备组成及加注流程;其次,通过手势或语音受训人员可与系统进行交互,如放大、旋转、移动、拆解设备等,加深了对设备结构的理解,提高训练过程的趣味性。

2. “基于 AR 技术的火箭加注演训系统”的开发设计

为保证演训系统质量及实施过程的可行性,在正式开

发前进行了大量的准备工作,并对过程中各个环节进行了规划设计,包括教学分析、需求分析、开发平台选择、硬件选型、架构设计、交互设计、操作界面设计等。

2.1 教学分析

加注是指为运载火箭、航天器加入液体推进剂或其它工作介质的操作。在发射场,低温加注系统包括液氢加注分系统、液氧加注分系统、液氮加注分系统。在授课培训中,要求受训人员掌握推进剂的加注、补加和泄回等流程,熟悉系统内各设备,从而能进行应急故障的处理和日常保养维护。由于三个分系统在设备组成、加注流程上较为相似,本系统仅以液氢分系统为例进行演示。

2.2 需求分析

作为一款实操类的演示训练系统,根据教学目标及技能要求,该演训系统需具备如下功能:

- (1) 支持加注全场景三维视图展示,使受训人员了解加注系统的设备组成和整体全貌;
- (2) 支持场景 / 设备旋转和缩放,使受训人员随心地观察系统各处细节;
- (3) 支持场景 / 设备移动和拆分,使受训人员方便地了解设备的内部结构;
- (4) 支持场景 / 设备 360° 绕行环视,使受训人员从任一角度对系统进行观察;
- (5) 支持视频讲解,使受训人员根据个人情况进行选择性学习。

2.3 开发平台选择

AR 的开发主要用到开发 SDK 和引擎两个工具。开发 SDK 有 Vuforia、Wikitude、ARToolKit 等,利用 Vuforia 软件平台开发人员可以轻松地地为任何应用程序添加先进的计算机视觉功能,使其能够识别图像和对象,或重建现实世界中的环境。Unity3D 是一个多平台的集成游戏开发引擎,界面简洁、操作灵活,能轻松地创建交互式内容。Vuforia 作为开发者最青睐的 AR SDK,具有众多的功能以及高质量的识别技术,与 Unity 引擎结合让 AR 开发变得十分容易上手。因此本演

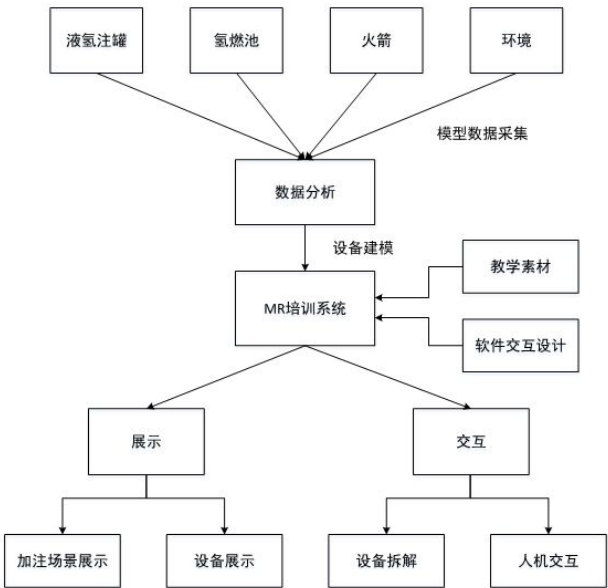
示系统选择 Vuforia + Unity 作为开发平台。

2.4 硬件选型

2019年微软公司发布了第二代MR设备——HoloLens 2, 新一代 HoloLens 包含四个灰度头部追踪摄像头, 以及一个深度摄像头来感知环境并执行手部追踪, 它同时搭载了两个用于眼动追踪和虹膜识别的额外红外摄像头及配套 LED, 因而用户可使用特定手势、凝视和语音来操纵虚拟世界。基于 HoloLens 的 MR 技术已应用于培训、设计、医疗、游戏和娱乐等多个领域, 日本航空公司为培训维修飞机发动机的机械师和机组人员, 使用 HoloLens 设备开发了新的培训应用程序。将 MR 技术结合 BIM 技术运用到建筑行业, 可以为建筑行业带来许多机遇, 如: 可视化建筑方案、协同化模型设计、信息化施工过程的以及高效运营维护。考虑到 HoloLens 2 具有高度的沉浸感、眼动追踪功能、多种手势操作、先进的 AI 技术等, 本实训系统选择 HoloLens 2 作为硬件支撑平台。

2.5 架构设计

系统的架构设计主要根据培训目标、功能需求、交互方式、现有素材等方面进行。本系统选定的液氢加注分系统主要过程是按一定程序向火箭液氢贮箱进行液氢的加注、补充或泄回, 以及液氢的转注和短期贮存, 贮箱或管路中的气氢进行燃烧处理等, 经简化处理选择液氢储罐、氢燃池、火箭及相应液路管路和阀门作为主要建模对象和数据采集源。为充分利用现有教学素材, 将音、视频讲解材料、文档等录入, 作为操控练习的补充学习。功能方面主要能向操作者展示加注系统各个场景和主要设备。交互方面主要设计了 UI 界面、手势操控和语音指令, 多维度方便受训人员进行交互练习。



2.6 交互设计

人机交互是人与机器进行沟通交流的桥梁, 决定了系统操控的便捷性。本系统交互界面主要以场景和菜单的方式进行, 辅以语音指令。场景是容纳环境、物体的容器, 在本实训系统中, 系统由主场景和多个子场景构成, 通过调取手

势进行场景切换。菜单设有一级菜单和二级菜单, 可实现各个场景切换和功能触发, 本实训系统中, 为不遮盖场景, 菜单自动隐藏需要时通过手势调取。

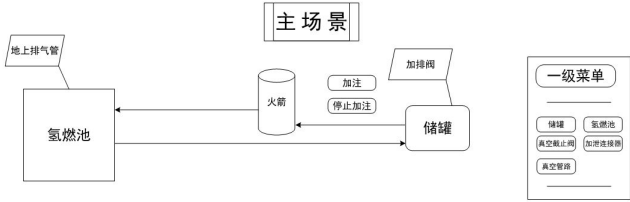


图2 主场景交互设计图

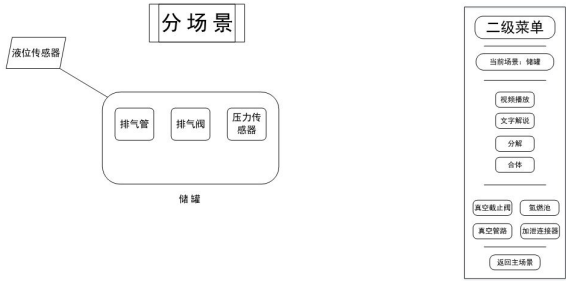


图3 分场景交互设计图

3. “基于 AR 技术的火箭加注实训系统”的开发制作

基于 AR 的火箭加注实训系统主要用于实现实体设备与虚拟信息的智能交互, 从而提供增强现实的推进剂加注实训体验。在实际开发制作过程中, 主要包括实体模型的构建和软件开发两部分, 具体包括创建三维数字模型、3D 打印模型实体、软件开发设计、构建系统虚拟场景、执行程序并调试等几个环节。

3.1 创建三维数字模型

实训系统既要在现实环境中展现装备实体又要在虚拟场景中呈现立体模型。由于实际装备过于昂贵且庞大, 系统所展现的装备非实际装备, 而是开发人员通过专业软件仿照实体装备简化设计出数字模型, 再利用 3D 打印机打印出来; 虚拟场景中呈现的立体模型也需要导入三维数字模型。因此, 需要创建出系统中所有设备的三维数字模型, 也就是建模。本次选用 SolidWorks 进行建模, 所建模型既能用于 3D 打印又能作为后续虚拟场景构建的素材。所建三维数字模型如图 4 所示。

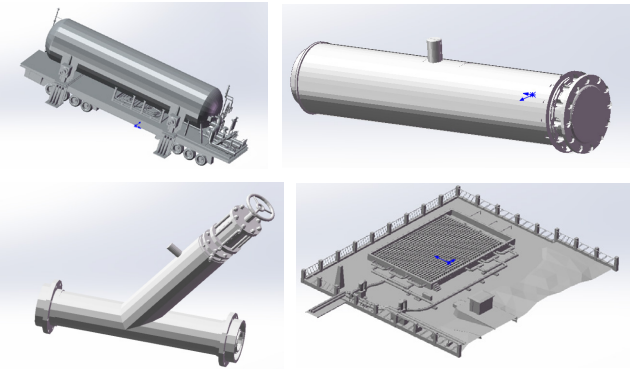


图4 设备三维数字模型

3.2 3D 打印模型实体

通过 SolidWorks 软件创建的三维数字模型为 STL 格式, 无法直接载入 3D 打印机打印, 需对数字模型先行切片处理。切片是指用切片软件把 STL 格式的模型文件转换成 3D 打印机动作数据, 也就是打印机的运动轨迹, 一般为 Gcode 格式。之后上位机把每一层运动轨迹指令发送到 3D 打印机, 经过逐层打印得到我们设计的三维实体。从 3D 打印机直接得到的三维实体一般为半成品, 需经过去除支撑、打磨、抛光、上色等处理后才能使用。因此, 模型实体的获得一般经过切片、打印、成型、后处理等操作, 之后再分散的模型进行拼装、连接, 构成整套的火箭加注系统实体模型。3D 打印的模型实体如图 5 所示。

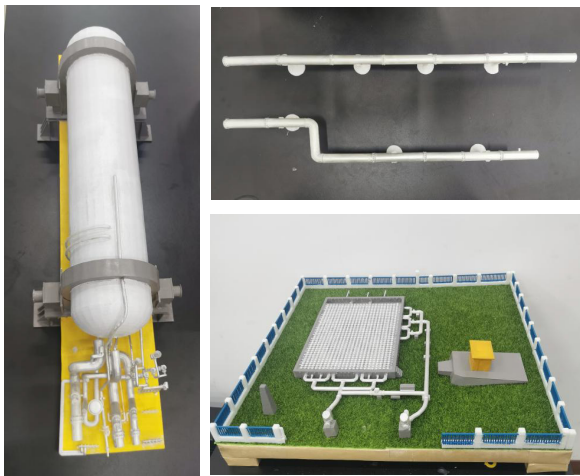


图 5 3D 打印实体模型

3.3 构建系统虚拟场景

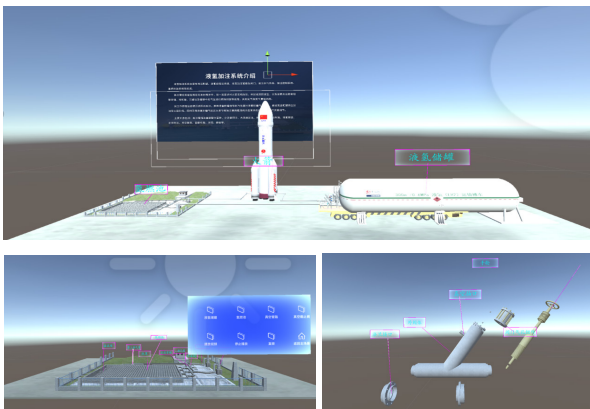


图 6 火箭加注演训系统虚拟场景

利用 SolidWorks 创建的数字三维模型为 STL 格式, 无法直接载入到 Unity 中, 通过 3Dmax 三维处理软件导出为 FBX 格式三维模型, 即可导入 Unity3D 渲染引擎进行统一调配。其次场景中的三维模型加以纹理映射, 设置漫反射、透

明度等多种参数, 使模型具有材质感; 采用凹凸映射技术, 对模型制作法线贴图, 实现原本需要大量多边形才能达到的凹凸质感与光照效果, 使模型具有物理与光学上的真实感。然后在编辑器中调整材质的各项参数, 如自发光、透明度、曝光度等, 使场景、模型等更加逼真。

3.4 执行程序并调试

在 Unity 引擎界面将开发好的演训系统内容生成可执行文件, 安装到微软 HoloLens 2 全息眼镜中, 启动应用并进行场景切换、设备缩放旋转、视频播停、设备拆解等功能操作。对软件功能缺失、性能不良处, 返回软件开发阶段重新开发, 直至达到满意效果。操作员佩戴 AR 眼镜看到的混合场景如图 8 所示。



图 7 火箭加注演训系统增强现实场景

4. 结论

针对传统说教式训练手段单一、受训人员体验差、实际装备匮乏等问题, 结合最新 AR 技术, 开发了一套“基于 AR 技术的火箭加注演训系统”, 给出了开发平台和具体实现开发过程。该系统在教学训练中允许学生缩放、旋转、拆分等操作, 提高了学生对系统设备的结构认知和原理解, 同时利用 AR 技术在虚拟环境中进行认知教学恰好可弥补传统实训教学受场地空间、教学成本等的限制。AR 技术手段为教育教学提供了新思路、新方法, 有效提高学生学习和拓展学生新型技术应用视野, 并为高等学校创新训练教学模式提供支撑和借鉴参考。

参考文献:

- [1] 牟芬, 陈红等. AR 技术在医学教学及临床中的应用价值 [J]. 高校医学教学研究 (电子版), 2019 年 10 月, 9 (5): 31-35;
- [2] Kerawalla L., Luckin R., Seljeflot S., etal. "Making it real": Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science[J]. Virtual Reality, 2006, 10 (3-4): 163-174.
- [3] 刘思源, 曾传华等. AR 技术在汽车工业领域的应用 [J]. 科技创新导报, 2017 (19): 110-111.