

doi: 10.7690/bgzd.2023.05.016

# 基于增强现实技术的武器装备车控培训系统设计

孔超<sup>1</sup>, 殷翔<sup>1</sup>, 马张健<sup>1</sup>, 周珊<sup>2</sup>, 韩锐<sup>1</sup>

(1. 上海机电工程研究所, 上海 201109; 2. 上海宇航系统工程研究所, 上海 201109)

**摘要:** 针对武器装备培训存在教学时间短、教学人员不足、学员无法全覆盖等问题, 设计一套武器装备车控增强现实 (augmented reality, AR) 培训系统。基于增强现实技术, 以车控控制组合为研究对象, 采用 Creo、Unity3D、Vuforia 等开发软件、工具, 给出开发实现方法。测试结果表明: 利用增强现实培训系统, 用户能够快速、熟练掌握车控组合的基本原理、使用操作、维修保养等相关知识, 提高学习效率。

**关键词:** 增强现实; 车控; 培训系统; 武器装备

**中图分类号:** TJ06 **文献标志码:** A

## Design of Vehicle Control Training System for Weapon Equipment Based on Augmented Reality Technology

Kong Chao<sup>1</sup>, Yin Xiang<sup>1</sup>, Ma Zhangjian<sup>1</sup>, Zhou Shan<sup>2</sup>, Han Rui<sup>1</sup>

(1. Shanghai Electro-Mechanical Engineering Institute, Shanghai 201109, China;

2. Shanghai Aerospace System Engineering Institute, Shanghai 201109, China)

**Abstract:** In view of the problems of short teaching time, insufficient teaching staff, and students cannot be fully covered in weapon equipment training, a set of augmented reality (AR) training system for weapon equipment vehicle control is designed. Based on augmented reality technology, taking vehicle control combination as the research object, using Creo, Unity3D, Vuforia and other development software and tools, the development and implementation method is given. The test results show that by using the augmented reality training system, users can quickly and skillfully master the basic principles, operation, maintenance and other related knowledge of the vehicle control combination, and improve the learning efficiency.

**Keywords:** augmented reality; vehicle control; training system; weapon equipment

### 0 引言

随着科技的发展, 越来越多的先进武器装备列装部队, 其中大部分装备具有零部件多、结构复杂、原理抽象等特点。目前, 武器装备的培训教学多以“理论+实装”的模式, 存在教学时间短、教学人员不足、学员无法全覆盖等短板。有些部队的部分装备配备了模拟训练系统, 但对硬件要求较高、成本较大, 且不能完全模拟整个装备的操作维修过程。武器装备说明书一般是以文本和图片的形式编制, 不方便部队技术人员使用。同时, 各部队分布地域广泛, 工业方维修保障人员不能保证及时到场维修, 致使装备故障后长时间得不到修理, 影响装备的正常使用; 因此, 现有的武器装备培训教学模式很难达到理想的教学效果。

增强现实 (AR) 技术具有良好的交互性、沉浸感和体验感等优势, 已逐渐应用于工业维修、影视娱乐、教学培训等领域<sup>[1-9]</sup>。

笔者旨在突破现有武器装备培训方式的不足, 开发出一套逼真度高、训练效果好、效费比高、使用性强的增强现实培训系统, 将虚拟图像与实际装备进行虚实结合, 使学员可以立体、直观、形象地接受培训, 极大地提高武器装备教学效果和综合保障水平<sup>[10]</sup>。

### 1 系统结构组成

基于增强现实技术的武器装备车控培训系统结构组成如图 1 所示, 系统各模块的功能如下:

- 1) 图像采集模块: 通过 AR 设备的摄像头拍摄真实场景图像, 并获取真实场景的数据信息;
- 2) 3 维注册模块: 处理和分析所获取的真实场景图像等数据信息, 得到真实场景和场景位置的注册信息;
- 3) 图像渲染模块: 根据 3 维注册的结果和人机交互的操作, 在相应的位置上生成虚拟图像;
- 4) 人机交互模块: 通过屏幕触摸的交互手段,

收稿日期: 2023-01-30; 修回日期: 2023-02-28

作者简介: 孔超 (1990—), 男, 山东人, 硕士, 工程师, 从事武器装备设计及仿真技术研究。E-mail: kongchao\_casc@163.com。

实现人与 AR 设备之间的信息交互；

5) 音频控制模块：控制培训系统的音频输出。

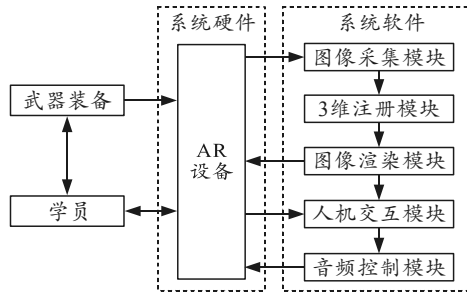


图 1 系统结构组成

## 2 系统实现的关键技术

### 2.1 3 维注册技术

虚拟场景在真实场景中的准确定位取决于 3 维注册技术。利用 3 维注册技术可将真实场景图像与虚拟场景图像在相应位置进行拼接与校对。3 维注册可采用相机标定方法，得到内外参数矩阵。摄像机获得的参数信息可表述为：

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{T} \\ \mathbf{0} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_m \\ y_m \\ z_m \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t_1 \\ r_4 & r_5 & r_6 & t_2 \\ r_7 & r_8 & r_9 & t_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_m \\ y_m \\ z_m \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中： $\mathbf{0}$  为无数值； $\mathbf{R}$  为循环矩阵； $\mathbf{T}$  为平移变量。

虚拟图像数据变换到真实图像中的变换矩阵，如下：

$$w \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_x & s & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中： $k$  为图像采集设备内参数； $f_x$  与  $f_y$  分别为图像采集设备在 2 个坐标轴上的权重系数； $(u_0, v_0)$  为起始坐标点； $s$  为随机变化因子<sup>[3]</sup>。

笔者选择基于标识的识别方法，通过识别移动设备输出的视频流标识，得到标识与摄像机之间的相对位置，将虚拟场景信息与真实场景信息进行叠加。利用 Vuforia 增强现实工具进行跟踪注册，生成图片标识物，将 Vuforia 的 FrameMarker 和 ARCamera 组件导入 Unity3D 中，调整标识图和摄像头模块等的参数实现虚拟场景实时跟踪显示。

### 2.2 人机交互技术

人机交互是人与计算机之间的信息交互，主要是声音、图形、触觉等形式的符号信息交换。借助移动设备，通过设计不同的交互指令，可以实现人与虚拟场景之间的交互操作。

笔者使用移动设备屏幕触摸的交互方式，设计符合车控培训要求的 UI 界面，制作操作模型动画，利用 Animator 动画状态机进行动画管理和控制，应用 C# 语言编写人机交互脚本并与相关条件进行绑定，实现各种培训功能的选择和调用。

## 3 系统开发与实现

### 3.1 系统开发流程

笔者以某武器装备车控控制组合为对象进行开发，系统开发流程如图 2 所示，车控控制组合的功能是实现武器装备的整车调平。首先，利用 Creo 软件创建系统 3 维模型，利用 Vuforia SDK 对车控控制组合面板进行跟踪注册，生成图片标识物。然后，将 3 维模型和图片标志物导入 Unity3D 引擎，进行虚拟空间构建、UI 界面创建、系统动画制作。接着，进行人机交互脚本的编写，生成系统应用并安装于移动终端进行测试，如测试不通过则进行系统优化，直至测试通过后完成系统开发。

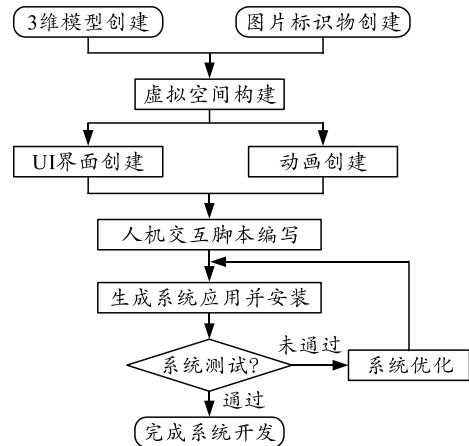


图 2 系统开发流程

### 3.2 系统功能的实现

该系统能够实现车控组合的产品介绍、操作培训和维修培训功能，具体内容如下：

1) 产品介绍。

在车控控制组合面板上，通过虚拟叠加相应控制按钮的提示信息，逐个介绍控制按钮功能，方便用户学习，如图 3 所示。



图 3 产品介绍功能

### 2) 操作培训。

在车控控制组合面板上，通过虚拟叠加的操作提示信息，引导用户快速熟练操作步骤，避免错误操作，如图4所示。



图4 操作培训功能

### 3) 维修培训。

在车控控制组合面板上，通过模拟面板真实拆装过程，引导用户进行维修拆装，有效提高维修效率，如图5所示。



图5 维修培训功能

完成系统开发后，对该系统进行应用测试，检测系统的功能性能，测试结果如表1所示。经过反复测试，系统运行流畅，功能性能符合设计要求，可以有效提高培训效率。

表1 系统应用测试结果

序号	测试项目	测试结果
1	检测是否可以正常进入应用程序，无闪退	符合
2	检测能否进行图片识别	符合
3	检测点击触屏按钮能否正常触发相应交互功能	符合

## 4 结束语

针对武器装备培训存在的教学时间短、教学人员不足、学员无法全覆盖等问题，以车控控制组合为研究对象，利用增强现实技术，设计一套武器装备车控增强现实培训系统，给出开发实现平台和开发方法。测试结果表明：该系统能使用户快速、熟练掌握车控组合的基本原理、使用操作、维修保养等相关知识，可独立解决一般性的故障问题，有效提高了培训学习效率，为武器装备的增强现实培训系统开发提供了一定参考。

### 参考文献：

- [1] 毛立平, 孙刘杰, 王文举, 等. 基于增强现实的钢铁生产线可视化仿真系统[J]. 计算机技术与发展, 2021, 31(5): 157-161.
- [2] 刘继忠, 旷有涛, 金颖, 等. 一种VR/AR液压拆装实验教学系统的开发和实现[J]. 南昌大学学报(工科版), 2021, 43(1): 157-161.
- [3] 卞佳音, 徐研, 张珏, 等. 基于增强现实技术的电力电缆故障定位[J]. 电子设计工程, 2021, 29(11): 26-29, 34.
- [4] 谢伙生, 杨铮, 林晶. 一种实用的移动AR实验解决方案[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(7): 47-52.
- [5] 罗一丹, 王南松. 装备虚拟维修培训系统设计及实现[J]. 计算机测量与控制, 2019, 27(7): 155-158, 168.
- [6] 王海涌, 张津栋, 王阳萍, 等. 基于增强现实的铁路设备可视化研究与应用[J]. 铁道科学与工程学报, 2018, 15(8): 2092-2098.
- [7] 吴庆云, 杜江, 乔虎, 等. 基于Unity3D的机械产品拆装系统在手机终端的实现[J]. 机械与电子, 2018, 36(1): 44-47, 57.
- [8] 刘喜作, 蔡畅, 邹文萌. 增强现实技术在海军标图中的应用[J]. 兵工自动化, 2012, 31(5): 19-22.
- [9] 刘江省, 姚英学, 赵焕菊. 数字化装配技术[J]. 兵工自动化, 2004, 23(5): 33-34, 36.
- [10] 郭璐, 毛勇, 姚会举. 面向装备综合保障设计的大数据系统研究[J]. 空天防御, 2019, 2(1): 70-75.