

一种武器装备虚拟训练平台开发方法及其应用

胡松伟¹, 雷波²

(1. 中国人民解放军91550部队, 辽宁 大连 116023; 2. 海军潜艇学院 训练部, 山东 青岛 266044)

摘要:在“对象-行为-条件-响应-状态”虚拟训练原型基础上,采用轻量化的三维引擎,外观与机理相结合对武器装备的操作使用进行建模仿真,建立了“任务-动作”双层任务管理机构 and 基于 AHP 权重累加的虚拟操作分析评估模型,对复杂模型分层规划控制与优化,形成一整套虚拟训练平台开发解决方案,既可单人也可多人协同训练、既可自主学习也可引导训练、既可配置科目也可量化考核评估,满足装备操作训练需求,在新武器装备的操作培训中成功应用。

关键词:虚拟训练平台;开发方法;解决方案

本文引用格式:胡松伟,雷波.一种武器装备虚拟训练平台开发方法及其应用[J].四川兵工学报,2015(1):35-37.

Citation format:HU Song-wei, LEI Bo. Developing Method and Application of Virtual Reality Training Apparatus for Weapon Equipment[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2015(1):35-37.

中图分类号:TJ301

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2015)01-0035-03

Developing Method and Application of Virtual Reality Training Apparatus for Weapon Equipment

HU Song-wei¹, LEI Bo²

(1. The 91550th Troop of PLA, Dalian 116023, China;

2. Training Department, Navy Submarine College, Qingdao 266044, China)

Abstract: A method of weapon equipment VR training apparatus based on the “Object-Behavior-Condition-Respond-Status” prototype was provided, in which the lightweight 3D engine was adopted, and the operational use modeling and simulation by the combination of appearance and mechanism of weapon equipment were proceeded, a “task-action” double task management mechanism and a Virtual operating analysis evaluation model based on AHP weight accumulation were established to have a hierarchical planning control and optimization of complex model in order to form a set of virtual training platform development solutions with which a single or multi person cooperative training can be proceeded. People can use it to do self-regulated learning or as a training guide, and the subjects also can be quantified assessment or can be configured. It can meet the demand of equipment operation training and can be successfully applied in the new weapons and equipment operation training.

Key words: VR training apparatus; developing method; solution

虚拟现实及仿真技术已经进入网络化、体系化发展阶段,分布式交互仿真系统在虚拟训练方面得到了广泛应用,其训练效果远远超过传统多媒体电化教材^[1-3]。本文构建了一种装备虚拟训练平台系统的通用开发方法,成功应用于武器装备的实时交互仿真训练的网络平台,其开发方法可以在装备培训过程中予以借鉴和应用。

1 装备虚拟训练平台

1.1 虚拟训练平台的通用要求

虚拟训练平台是基于虚拟现实技术的实时交互仿真网络应用平台,用于装备的操作培训,使得不同的岗位操作手

能在同一场景中操控虚拟装备对象,通过虚拟环境获得装备的操作使用技能^[2]。

虚拟训练平台应能提供与实装功能一致的虚拟训练装备和软件,对操作人员在操作过程中做出的一系列决策和动作进行实时仿真,提供逼真的显示效果和操作感受;虚拟装备、虚拟场景、模型精细程度达到操作训练的需求,用户既可以使用平台系统提供的虚拟场景、装备、软件模型,也可以开发自定义的虚拟场景/装备/软件;支持装备操作使用人员自主学习、单人交互操训和多人协同训练,协同对象可以是受训人员也可是系统虚拟的对象;能够提供自由浏览和引导模式下的虚拟交互式学习,也可限定操作步骤进行训练考核;根据需要配置各种难度的训练科目,量化训练标准,对操作人员进行全面培训;具有监控管理训练功能,实时记录训练即时信息库,利用训练考评系统对操作手的操作质量进行综合评估^[3]。

1.2 图形学上的技术难点与关键

进行装备虚拟训练平台开发,必须要做到仿的“像”、机理模型“真”、评估效果“可信”。为复杂的装备系统设计轻量化的多用户共享虚拟场景框架,难点在于三维空间数据组织^[4]。需要采用“低模高贴”、烘焙预渲染、控制模型面数、基于包围盒的碰撞检测、层次细节、场景几何剖分、复杂模型优化等技术进行三维空间数据组织,通过建立包括虚拟场景模型、虚拟装备模型和嵌入式模拟软件三类模型,实现场景、装备、软流程的数字化完美集成。

2 虚拟训练解决方案

2.1 诸训练要素的向量表述

为了描述诸训练要素之间的关系,便于图形美工和程序员之间的沟通和开发项目的工程化管理,引入包含“对象-行为-条件-响应-状态”扩展语义的向量表述,进行系统状态图描述,可以称之为虚拟训练原型向量,如图1所示。

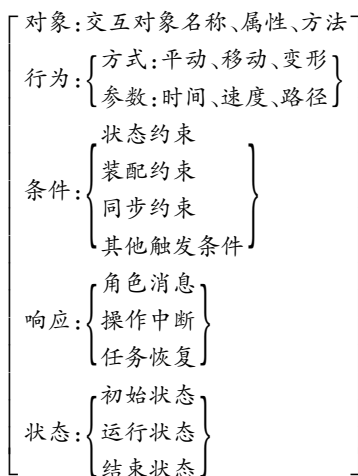


图1 虚拟训练原型向量

其中,交互对象可以是虚拟装备整机或零部件,即交互对象的名称、属性和方法、交互类型、交互方式、交互提示、合法性判定以及操作记录、操作反馈;行为则主要是用户参与

操作动作的图形学表示,如角色的动作、工具移动旋转、训练流程转换、更换使用求助类型等;条件即是对象和行为的约束、装配约束、同步约束以及操作响应触发条件,在条件判断后,满足条件则启动交互对象行为动作,动作结束则改变其状态标记,否则进行相应的误操作处理;响应即根据对角色消息队列播控角色动画,执行或者恢复操作中断,即时更新帮助提示信息以及即时操作信息入库。

对于用户,角色 Character 可以简单理解为在虚拟场景中的化身,无论它是用户的替身 Avatar 还是 NPC;对于服务器,角色可以理解为所有用户对象的代理 Role,除了 Avatar 和 NPC 之外,还包括系统内所有 3D 模型以及数据库对象,因为有的用户可能按一下按钮、一个简单的键盘操作或者使用一个工具。在具体虚拟场景环境下,虚拟角色指的不一定是人物,也可以是三维实体对象或软件界面中的控件。

2.2 “任务-动作”双层任务管理机构

本文结合实装操作流程,将训练分解为简单的“任务-动作(Task-Action)”双层机构进行管理。即将某科目的操作训练进行双层分解:首先将科目分解为 Task₁, Task₂... Task_M 等 M 个“任务”,构建 Task 流程表,每一个 Task 对应一个场景,再根据实装的操作步骤将每一个 Task_i 分解为 Action₁, Action₂... Action_N 等 N 个“动作”;其次,根据虚拟任务 Task 流程表(图2),规划好 Task 对应的虚拟训练场景;再次,针对每一个规划好的虚拟训练场景,构建虚拟操作步 Action,预设同步机制;最后,采用多线程渲染帧同步机制实现场景内关联对象的变化及训练同步。

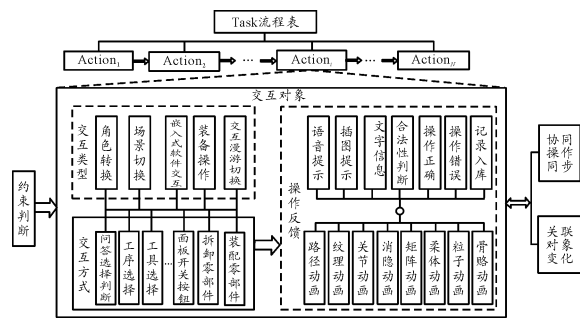


图2 虚拟交互任务 Task 流程

2.2.1 交互类型

虚拟交互可以划分为以下 5 类:角色间交互、与虚拟场景的交互、与虚拟装备的交互、软流程交互、交互/漫游模式切换。角色间交互就是指各岗位的用户间通过网络语音组内同步完成实时对话和操作信息的同步提示等;与虚拟场景的交互就是指服务器与注册用户所登录的场景加载、切换、同步,多用户共享虚拟场景和虚拟装备的同步与交互由网络引擎来实现;与虚拟装备的交互就是指本文以模型动画对装备的物理运动进行描述,提供操作的多媒体体验,角色动画支持矩阵动画、纹理动画、关节动画、骨骼动画、路径动画、柔体动画、粒子动画、消隐动画等动画类型;软流程交互就是指虚拟训练系统可以通过各种动画以及特效等模拟完成直观的物理操作,比如对于自动化测试系统以嵌入式软件模式进行软流程训练。一般经授权的注册用户登录系统后,缺省的

场景模式为漫游模式,用户使用自由相机,架设在用户的头部眼睛位置,用户可以利用自由相机漫游至操作岗位,也可以由快捷键一键抵达操作岗位,即切换为目标点相机。

2.2.2 外观和机理建模

虚拟装备建模包括虚拟装备外观建模和机理建模。外观模型可以划分为感官模型和几何结构建模两部分。感官模型要做到看起颜色材质纹理贴图跟实装一致;几何结构全尺寸建模;采用“树型控件”描述法对复杂装备模型进行分层规划;采用“层次结构”描述机理模型^[3];建模起始阶段即对面数进行控制,否则会造成三维引擎性能低下。平台系统提供三类虚拟场景:第一类是真实海空山地为背景的虚拟场景;第二类是技术准备工房内景;第三类是方舱结构场景,用户也可根据需要开发自定义场景。

2.2.3 嵌入式模拟训练软件

平台系统采用嵌入式模拟训练软件,开发了基于 Lab-WindowsCVI 或者 LabView 虚拟仪器的接口,提供“浸入式操作”和“孤立软操作”两种工作方式。“浸入式操作”就是利用虚拟装备显示屏动画演示软件运行界面,用于熟悉设备操作过程的演示;“孤立软操作”就是利用子窗口技术单独运行模拟训练软件,用于技术准备流程中与场景中模型的交互,软件界面以及数字表头同步显示,与场景中相关仪器设备动画交互。单击场景中设备的电脑屏幕,即弹出该设备内嵌入的软件界面窗口,能够模拟各设备软件的主要界面以及流程。

2.3 虚拟训练评估

平台系统采用基于角色的分布式系统管理策略 RBAC,完成虚拟场景生成、系统运行控制、Task 任务管理、Action 交互协同、训练评估等功能。平台系统主要综合运用 AHP 层次分析法和模糊数学方法,确定各“任务-动作”的指标权重值,综合有效操作信息、操作用时、求助次数、误操作等信息,采用“权重累加法”给出训练考评成绩。该方法将人的主观判断用数量形式表达和处理,尽量减少人主观臆断所带来的弊端,评价结果可信。

3 方法的应用

3.1 系统架构与组成

平台系统软件基于 C/S 架构开发,由配置管理、虚拟装备管理、虚拟场景管理、嵌入式模拟训练软件、单员交互训练、岗位协同操训、教学演示、参训人员数据库管理、训练考评管理、训练信息查询、训练监控等分系统组成。底层支撑数据库包括虚拟装备数据库、训练人员数据库、训练考评数据库、训练即时信息数据库等组成^[1]。

3.2 核心组件设计

平台系统核心组件主要若干动态链接模块组成^[1],对软件系统的三维引擎、网络引擎、数据库引擎进行独立封装,使得系统能够根据用户的需要,对训练的科目、内容、流程等级进行灵活配置。在用户端既可以动态注册/注销、登陆和退出,也可以自定义虚拟场景以及虚拟装备模型。平台服务器可以对虚拟训练流程进行设计,提供用户间角色对话解析、

行为录制、回放支持;提供虚拟交互协同管理提供多线程渲染帧同步机制,对虚拟装备装配集实时解析,训练即时信息入库,支持训练过程监控、流程重启和系统回放功能,随时可以暂停训练,对训练效果进行定量评价^[5]。提供三维音效,沉浸效果好,符合人体认知习惯。

3.3 系统性能测试结果

以技术准备工房内的虚拟场景,如图 3 所示为例,给出一组 16 人同时在线的性能测试结果:平台系统容量:服务器和用户端数量主要受网络带宽限制,单用户流量约 1.3~1.5 Mbps,100 Mbps 网络环境下,最多允许 50 个用户端。系统准备时间:外围设备准备好后,服务器和各用户端计算机启电,操作系统加载、完成系统登陆、开始训练的总计时长 ≤ 1 min。操作使用性能:系统平均网络响应时间 0.042 s,网络延迟为 0.021 s;虚拟操作响应时间 ≤ 0.2 s。图形性能:单个场景面数 50 万面以下,帧速率 ≥ 28 帧/s,画面更新无闪烁。



图3 一例技术准备工房内的虚拟场景

4 结论

作为虚实结合理念开展训练的一种探索和实践,基于本文所述方法开发了武器系统虚拟训练平台,是一种实时交互视景仿真应用的网络平台,其系统容量、系统准备时间、操作使用性能、图形性能等性能指标达到国内同类解决方案的领先水平。但是由于时间和工作经验的限制,还有很多相关问题有待继续研究。

参考文献:

- [1] 胡松伟. 一种装备虚拟训练平台开发方法[P]. 中国: 201310145285.3, 2013.
- [2] 卢康宁. 虚拟装备仿真训练系统的研制[J]. 兵工自动化, 2007(4): 26-27.
- [3] 马立元. 大型复杂装备虚拟操作训练系统设计方法研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2005.
- [4] 李会杰. 基于虚拟现实技术的某型导弹仿真训练系统研究[J]. 系统仿真学报, 2008(9): 2323-2324.
- [5] 熊会祥. 基于 AHP-模糊综合评估方法的虚拟装备训练评估模型[J]. 兵工自动化, 2008(12): 37-40.