

# 装备维修训练虚拟建模与仿真算法研究综述

李晓静<sup>1</sup>, 李文明<sup>2</sup>, 陈彬茹<sup>1</sup>

(1. 空军航空大学 计算机教研室, 吉林 长春 130022; 2. 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

**摘要:** 装备维修训练是旨在利用虚拟现实技术创建装备维修训练的虚拟环境, 使受训人员能够沉浸到计算机生成的环境中, 并通过对虚拟装备进行的作业训练, 了解和掌握新装备的维修技术和技能, 从而达到在实装上进行维修训练的效果。

**关键词:** 虚拟现实; 装备维修; 建模; 仿真

中图分类号: TP751 文献标识码: A 文章编号: 1009-3044(2010)09-2263-01

## Research on Arithmetic of Virtual Modeling and Emulation about Equip Servicing Training

LI Xiao-jing<sup>1</sup>, LI Wen-ming<sup>2</sup>, CHEN Bin-ru<sup>1</sup>

(1. Computer Office, Aviation University of Air Force, Changchun 130022, China; 2. Changchun Institute of Optics Fine Mechanics and Physics, Changchun 130033, China)

**Abstract:** Equip servicing training means to create virtual environment by using the technology of virtual reality. It makes receive training personnel immerse the environment that is created by computers. By exercise training of virtual equips they can understand and master the servicing technology and skill of new quips that helps to realize the purpose of servicing training on fact equips.

**Key words:** virtual reality; equip servicing; modeling; emulation

## 1 虚拟装备几何建模

### 1.1 层次结构模型

虚拟环境中的装备建模是构造装备维修训练虚拟现实系统的基础和前提。虚拟装备建模既涉及虚拟对象建模的一般理论、方法和技术, 又由于其自身的特点而具有特殊性。武器装备大多可以按系统、分系统、零部件的方式分解为树状结构, 因此可以采用层次建模方法, 利用树状结构表示武器装备的各个组成部分。层次结构提供了一种简便、自然的装备分解方法, 模型的几何变换方便, 显示操作可以采用树的深度优先遍历算法。

### 1.2 仿真场景图

在虚拟装备中, 场景图(scene graph)的基本单元为节点(node), 每一幅场景图都是若干节点的有序集合, 并组织成一种自上而下的层次结构。构成场景图的节点包括: geometry node(几何节点)、attribute node(属性节点)、light node(灯光节点)、fog node(雾节点)、transform node(位置、方向节点)、procedural node(处理节点)和 group node(分组节点)等。依据场景图的树状结构图所描述的节点之间的关系, 从 scene graph 结构图的根节点开始, 对场景结构树中的节点以深度遍历的方式进行搜索。这种绘制方式有利于物体的空间结合和分解, 能够有效地创建和维护包含大量移动物体的三维仿真场景图, 并可以大大提高仿真场景中物体的拾取和碰撞检测效率。

## 2 仿真算法

### 2.1 立体显示仿真算法

虚拟场景实现立体显示的关键是将场景有效地显示在操作人员面前, 使操作人员具有沉浸感和临场感觉, 便于维修训练。采用基于桌面的窗口投影技术实现仿真场景的立体显示。其算法流程如图 1 所示。

### 2.2 虚拟手抓取物体算法

人抓取物体时, 五个手指同时弯曲, 但由于 5DT 使用的数据手套精度偏低, 所以取拇指、食指、中指同时弯曲作为抓取姿势。虚拟手抓取物体的基本原理是: 当虚拟手和虚拟物体碰撞时, 如果用户将手指弯曲, 则将该物体变为手的层次模型中手掌的子节点, 即将该物体作为手的组成部分(子物体)来处理。这样, 当手提起来的时候, 物体也被抓起来。并且, 虚拟手的任何运动都将使物体同时运动。如果用户要放下物体, 只要将五指伸开, 就解除了物体与手掌之间的父、子关系, 物体就脱离手而被释放。虚拟手抓取过程中可能发生两种碰撞: 一是手掌与物体接触; 二是手背与物体接触, 后者不可能产生抓取动作。系统中, 如果虚拟手的法线与物体相交, 则可确认手掌碰撞, 从而产生抓取动作; 否则, 确认手背碰撞, 不能抓取物体。(下转第 2265 页)



图 1 立体显示仿真算法

收稿日期: 2010-03-17

基金资助: 吉林省教育厅“十一五”科学研究项目——基于虚拟现实的领域模型构建和应用(吉教科合字[2009]611)

作者简介: 李晓静, 女(回族), 博士研究生, 讲师, 主要研究方向为信息量化和计算机基础教育。

### 3 故障诊断测试

首先进入故障诊断系统的操作主界面,选择板级电路故障检测,使诊断系统处于正常工作状态,然后分别对5个电路板的工作是否正常进行诊断。

1) 将相机的主控板与相机诊断系统正确连接,检测到控制间隙机构电磁铁的工作、停止、信号均正常,控制胶片电磁铁的工作、停止、信号正常,控制卷片电磁铁的工作、停止、信号正常,与429板通讯正常,与曝光板通讯正常,与补偿板通讯正常。

2) 将相机的曝光量自动控制板与相机诊断系统正确连接,检测到曝光量自动控制板对曝光的量级变换正常,与主控板通讯正常,光棒电机控制电路工作正常。

3) 将相机的补偿控制板与相机检测系统正确连接,检测到驱动调焦点路工作正常,检测板中驱动前像移补偿电机控制回路工作正常,和主控板通讯正常,卷片电机控制电路工作正常。

4) 将相机的429通讯板与相机检测系统正确连接,检测到429通讯板与机载设备管理系统通讯正常,429通讯板和相机主控板通讯正常。

5) 将相机的电源板与相机检测系统正确连接,检测+5V电源正常,±15V电源正常。

### 4 结论

采用虚拟仪器技术设计的由工控机进行统一管理,并配以故障诊断软件构成的故障诊断系统,通过板级故障诊断证明该系统能完成对航空相机的板级故障诊断。

#### 参考文献:

- [1] 姚刚. 故障树分析法在半导体设备故障诊断中的应用[J]. 半导体技术, 2007, 32(3): 205-207.
- [2] 王俭. 故障树分析法在电气控制回路故障诊断中的应用[J]. 苏州丝绸工学院学报, 2000, 20(3): 68-71.
- [3] 谢涛, 何怡刚, 侯玉宝, 朱彦卿. 模拟数字电路故障诊断新方法[J]. 半导体技术, 2007, 32(7): 558-569.

---

(上接第2263页)

### 3 结论

传统的结合实装的训练方法受到新装备数量和复杂程度的限制,已不能满足训练需要,而且结合实装进行训练容易造成新装备的人为故障,影响新装备的完好性。装备维修训练虚拟现实系统的建立,使装备维修训练可以在虚拟装备上进行,既节约了大量的训练经费,又大大提高了训练效益,为新装备的维修训练提供了全新的训练手段。

#### 参考文献:

- [1] 王涛. 虚拟装备建模理论与应用研究[R]. 石家庄: 军械工程学院, 1998.
- [2] 吴晓, 丁国富, 王金诺. 基于 WTK 虚拟环境建模方法与应用研究[J]. 计算机应用研究, 2001(2): 23-25.
- [3] 陈维义, 冯传收, 王树宗. 装备维修教学训练系统的设计[J]. 系统仿真学报, 2001(13): 374-376.
- [4] 李琪, 白英彩, 曾芬芳. 一个虚拟手原型的实现[J]. 上海交通大学学报, 1999, 33(11): 1377-1380.