

虚拟现实技术在特装底盘故障诊断中的应用

王放,张杰,王新军

(第二炮兵工程大学 五系,西安 710025)

摘要:针对传统故障诊断训练方式受场地、时间、装备限制,损耗大,成本高的问题,以 WS2400A2 特装底盘为研究对象,提出将虚拟现实技术应用到训练中,在 3DS Max 软件建模的基础上,用 Virtools 和 Visual Studio 2005 软件平台联合开发的方式实现特装底盘的故障机理研究及故障诊断;使用户更加直观,更加投入的研究故障的发生机理、发展过程以及有可能导致的后果;实际应用表明:该方法不仅弥补了某些故障不方便在实况中模拟的缺陷,还可以减少设备损耗,使训练更加安全高效,值得推广应用。

关键词:特装底盘;故障诊断;虚拟现实;Virtools

本文引用格式:王放,张杰,王新军.虚拟现实技术在特装底盘故障诊断中的应用[J].四川兵工学报,2015(1):13-16.

Citation format:WANG Fang, ZHANG Jie, WANG Xin-jun. Application of Virtual Reality Technology in Failure Diagnosis of Chassis for Special Equipment[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2015(1):13-16.

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2015)01-0013-04

Application of Virtual Reality Technology in Failure Diagnosis of Chassis for Special Equipment

WANG Fang, ZHANG Jie, WANG Xin-jun

(The 5th Department, the Second Artillery Engineering University, Xi'an 710025, China)

Abstract: In order to solve the traditional training problems of being limited by place, time and equipment and the large loss and high costs of it, the application of virtual reality technology to the training was put forward by taking WS2400A2 special assembly chassis as the research object. To study the occurrence, the development process and the possible consequences of failure, the Virtools and Visual Studio 2005 software platform were applied together based on 3DS Max software modeling, which makes the users' research into the failure mechanism, the development process and the possible consequences more intuitively and more devotedly. This application decreases the loss, makes the training more safe and efficiency and makes up the defects that some failures are not able to simulate in the real environment, so that this system is deserved to be popularized.

Key words: chassis for special equipment; failure diagnosis; virtual reality; Virtools

WS2400A2 特装底盘是部队的重要装备之一,它集机、电、液于一体,是一个结构复杂的系统。面对部队日渐复杂的训练环境,车辆故障发生的频率很高,导致车辆故障排除成为影响部队训练的重要因素。但是,特装底盘的结构与通装底盘有所不同,所以培养部队维修人员快速诊断特装底盘故障并加以排除的能力成为当务之急。针对此情况,本文采用 3DS Max 对特装底盘进行三维建模,用三维模型代替

实装,通过 Virtools 实现模型交互式操作、特装底盘各分系统工作原理演示和各部件故障机理演示及常见故障诊断^[1]。

1 系统功能需求分析

在虚拟故障诊断系统开发之前,必须要对想要实现的功能进行分析,统筹全局,可以提高开发的效率,也保证系统的

实用性^[2]。针对特装底盘故障快速诊断能力培养的要求,系统需实现以下功能:

1) 正常工作过程学习。要排除故障,首先必须掌握正常工作与故障时的不同之处,系统应提供一个工作过程仿真的平台。可以以三维仿真模式学习特装底盘各部分的安装位置、装配连接关系、空间结构布局和工作原理。

2) 故障机理学习。要实现故障的快速诊断,必须深入了解掌握故障发生的机理、发展过程以及可能导致的后果,系统必须提供一个交互式的虚拟操作环境,让用户通过选择植入故障,观察植入故障后系统整体的变化进行学习。

3) 故障诊断。特装底盘常见故障现象的诊断过程,诊断过程中考虑到一个故障现象对应多个可能原因,各个可能的原因之间在诊断过程中的逻辑关系。

4) 技术数据查询。系统应具备特装底盘维护保养要求,检查调整规范以及预防故障发生的注意事项。用以指导故障诊断。例如制动蹄鼓间隙的要求值、制动踏板的自由行程值。

5) 开放的数据库构架。特装底盘设备非常复杂,其设备故障库需要不断的更新,因此构建一个开放的数据库以实现系统内容的不断更新,确保系统内容的准确性和完整性非常必要。

2 系统总体设计思想

根据以上对系统需求的分析,确定系统的开发流程如图1所示,一共分为7层:建模环境层、系统支撑层、模型层、模型转换层、交互层、模块层及用户界面层^[3]。

1) 建模环境层。主要任务是依据特装底盘的实物、二维图纸、机构运动以及零部件设计参数,使用3DS Max进行建模,并输出为交互平台能够导入的中间格式(.nmo)文件。

2) 系统支撑层。主要任务是计算机各个硬件能够支撑建模需求,具体来说就是可以保证3DS Max软件流畅运行。

3) 模型层。模型层包括部件的基本信息、三维几何模型、交互模型、状态模型四部分。其中部件的基本信息包括部件的名称、序号、隶属关系等信息;三维几何模型指特装底盘的几何外形;交互模型指需要完成故障诊断交互式操作的模型;状态模型描述特装底盘所处的工作状态。

4) 模型转换层。在模型转换层实现模型导入交互设计软件,并进行模型处理,处理包括模型优化、模型减面等。

5) 交互层。交互层完成模型的交互设计,虚拟故障诊断交互是整个系统的核心,系统采用Virtools作为三维交互引擎。3DS Max输出的模型可以导入到Virtools中。虚拟故障诊断交互包含两部分:一是故障机理演示,二是故障诊断流程交互式操作。故障机理演示部分实际上是通过用户对不同的底盘部件植入故障,观察故障的发生、发展过程以及导致的结果,其本质是单个部件状态变化对其他部件以及整个系统工作状态的影响。故障诊断流程交互式操作主要是为了指导用户按照最优化的路径进行故障诊断。

6) 模块层。模块层是指系统包含的功能模块,根据需求分析,包括工作过程仿真、故障机理学习、故障诊断、技术

数据查询四部分。

7) 用户界面层。用户界面层主要工作是将已制作完成的各个模块层功能进行组织处理,并直观地反映出来。用户界面层为用户提供直观的图形交互接口,方便用户访问系统的各个功能模块。

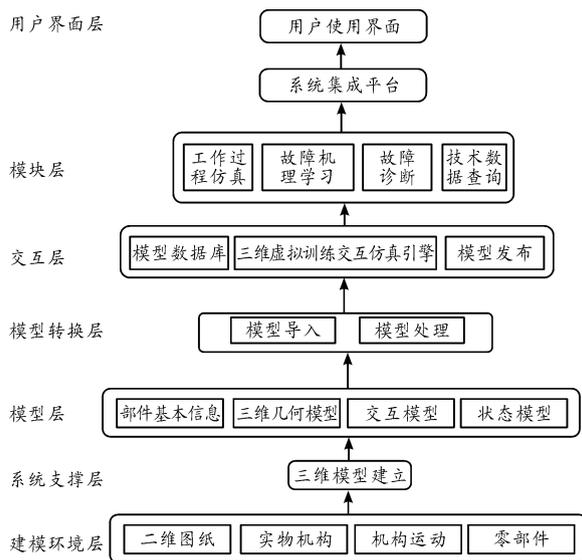


图1 系统总体设计思想

3 系统设计的实施

Virtools是一套具备丰富的互动行为模块的实时3D环境虚拟实景编辑软件。可以将现有的档案格式整合在一起,如3D模型、2D图形或者音频文件等。可以制作出不同用途的3D产品,如交互式电视、仿真与产品展示、多媒体等。在Virtools环境下对3DS Max输出的模型进行期望的行为编程,就能达到想要的交互或是展示。Virtools为开发者提供了大量的行为功能模块,即Behavior Blocks(简称BB),每个BB中都封装了行为功能函数,开发者只需要通过阅读帮助文档中的模块功能介绍,掌握各个模块的使用方法,即可按照自己的需要进行开发。开发者也可以通过VSL自己编制BB,并保存到Virtools的模块库中,这些自己编制的BB模块就像软件自带的模块一样可以在脚本编程时调用。VSL是类似于C语言的编程语言,功能强大且易学^[4]。

3.1 建立系统所需模型

建模技术是将现实中的物体及其属性转化为计算机内部数据并呈现的途径^[5]。三维建模技术是该系统中的关键技术^[6]。建模在整个系统建立中占的比重也相当大。整个建模过程包括:数据收集整理,绘制CAD图,建立模型和模型美化^[7]。

1) 数据收集整理。为了使模型尺寸精确,使模型看上去更加接近实际情况,必须要测量模型的实际尺寸,然后根据测得的实际尺寸按照一定的比例进行缩小。系统中使用的是3DS Max中的网格来标识建模尺寸。

2) 建立模型和模型美化。根据部件的尺寸数据,及部

件的外形构造绘制 CAD 图。建立三维模型的过程在 3DS Max 中完成,模型建立的过程遵循由大到小、由粗略到细致的原则,最后进行模型的美化,以达到实际想要的视觉效果。

以发动机为例,其三维实体模型如图 2 所示。



图 2 发动机三维实体模型

3.2 虚拟交互操作的实现

虚拟故障机理演示以及虚拟故障诊断是整个系统的核心,用户也是通过虚拟交互式操作来达到学习熟练掌握故障诊断流程的目的。在三维交互引擎 Virtools 环境下完成虚拟交互操作,首先是模型的导入,然后利用 BB 模块进行模型的行为编程,最后在 Virtools 中的发布模块完成模型的发布。模型发布文件格式为(.vmo)。

在建立该系统所需的交互模型时常用的 BB 模块及其功能见表 1。在 Virtools 的作品中,场景包括三维场景和二维场景。三维场景用来放置三维环境和三维对象,二维场景主要用来放置控制按钮,显示信息等^[8]。

在故障机理演示模块,用户要完成的是对故障的植入,同过系统菜单选择相应的故障,进入虚拟环境后,通过鼠标点击故障部件开始故障机理的演示。整个过程重要的是完成通过鼠标点击对部件的选择,然后发送信号到相应的动作部件进行动作。其流程如图 3 所示。

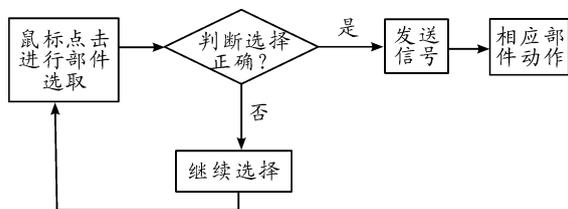


图 3 故障机理模块交互式操作流程

在故障诊断流程交互式操作模块,需要在三维场景中展示出不同的故障现象。根据已有故障库中常见的故障现象进行总结,得到需要完成的展示效果包括:冒白烟、冒黑烟、爆裂、断开、灯亮、灯灭等。图 4 是 Virtools 中白烟效果的脚本,其他不一一列举。同时,需要在二维场景中添加文字作为故障诊断的指导。

需要指出的是在工作过程仿真等模块有些动作需要演示,但不需要完成交互的,在 3DS Max 中完成该动作的设计相对简单。当 Virtools 需要这些动作时,只需使用“Play Global Animation”脚本即可。比如制动系统工作过程仿真,油路、气路的流动都是在 3DS Max 中完成的。其整体脚本如图 5 所示。

表 1 交互设计常用的 BB 模块及其功能

类型	行为模块名称	行为模块功能
鼠标	Mouse	根据不同的鼠标动作激活不同的脚本
	Waiter	
消息生成	Send Message	发送一个指定名称的信息
	Broadcast Message	向特定群组群发一个消息
消息接收	Wait Message	等待一个指定的消息激活后面的脚本
	Switch On Message	等待不同的消息以激活不同脚本
	Check For Message	检查是否收到消息,分别激活两个分支的脚本

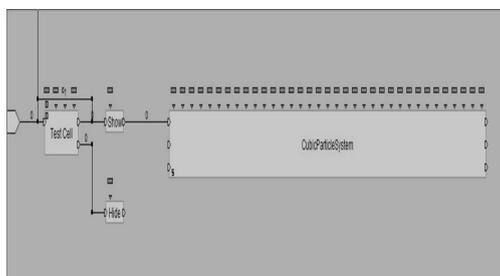


图 4 白烟效果脚本

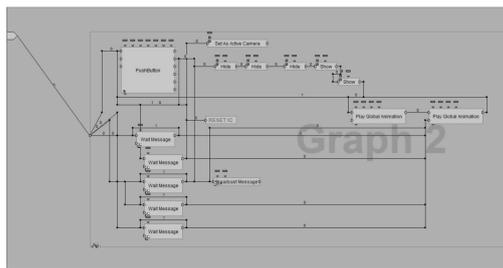


图 5 制动系统工作过程仿真脚本

3.3 建模及交互关键问题

1) 模型的面数问题。必须在保证模型与实际中相像的前提下,尽量减少面的使用,以使模型的线面数不至于过大^[9]。这样可以使模型文件不至于过大,在 Virtools 载入模型时,保证模型的真实度及载入速度^[10]。在 3DS Max 中首先使用 Optimize 优化减面,对于模型面数太多而上述优化无法减面的情况使用 Multires 减面^[11]。

2) 模型的比例的问题。协调所有模型的比例,缩小比例必须一致,才能保证模型整体具有真实感。

3) 模型的命名问题。3DS Max 所输出的模型命名时用全英文,不能出现汉字,这样可以保证载入模型时不发生错误。在下文提到的 Virtools 输出的交互文件存储名称也必须是英文。

4) 碰撞检测。系统使用的三维实体运动模型,任何时

刻、任何物体所占据的有限空间之间,不能发生彼此重叠现象,这就需要采用碰撞检测技术。快速准确的碰撞检测是提高系统真实感和沉浸感的重要因素。在 Virtools 中碰撞检测主要是通过球形包围盒法实现的。球形包围盒法碰撞检测的流程如图 6 所示。

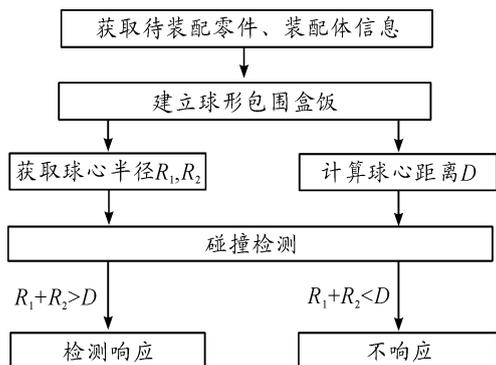


图 6 球形包围盒碰撞检测流程

5) 视点运动控制。视点运动控制是指用户在使用系统进行交互时,在交互环境中改变视点的位置、方向、运动速度等的功能。视点运动控制主要依靠键盘、鼠标、窗体来实现。系统采用键盘控制三维空间 6 个自由度的移动,用鼠标滚轮控制视点旋转和俯仰角度变化,借助窗体实现运动参数的设置。在 Virtools 中实现视点运动控制的脚本如图 7 所示。

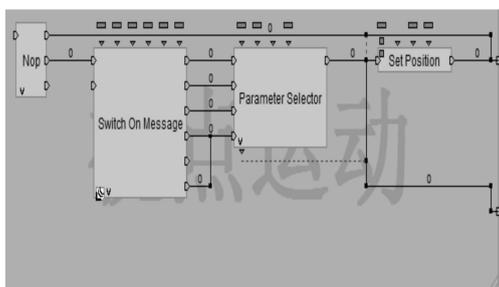


图 7 视点运动控制脚本

4 系统的实现

系统涉及到的文件类型较多,单个 vmo 文件只能完成一个功能,为方便用户在界面层完成整个系统的各项功能操作,需要在 Visual Studio 2005 中的 VB. Net 平台上利用各个软件提供的接口进行系统的集成。在集成的过程中需要考虑交互文件需要在 VB. Net 调用 Virtools Web Player 控件才能显示 vmo 文件。图 8 是系统集成后工作过程仿真模块中的制动系统工作过程仿真。

5 结论

系统针对部队训练需要,利用虚拟现实技术,解决了传统故障诊断教学对装备大量需求的问题,满足了训练任务,

节约了经费。虚拟现实技术在特装底盘故障诊断中的使用,为特装领域的故障诊断注入了活力,突破了以往教学在空间、设备方面的限制。对特装故障诊断训练发展具有重要意义。

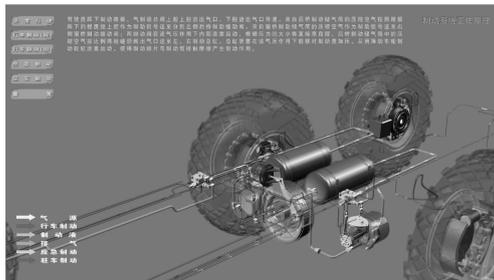


图 8 制动系统工作过程仿真

参考文献:

- [1] 鲍健. 汽车故障诊断技术的现状与发展趋势[J]. 工业技术, 2012, 56(5): 110 - 111.
- [2] 谢阳, 张燕, 李改红. 基于 virtools 的虚拟现实系统建模与优化[J]. 微处理机, 2013, 2(1): 92 - 95.
- [3] 刘金林, 曾凡明. 基于 CATIA/VIRTOOLS 的舰船主动力装置虚拟维修训练技术研究[J]. 舰船科学技术, 2008, 30(6): 140 - 142.
- [4] 傅招国, 王天威, 倪小鹏, 等. 基于 Virtools 的虚拟现实技术及在特种设备教学中的应用[J]. 计算机工程与科学, 2012, 34(6): 97 - 100.
- [5] 降世婧. 基于 virtools 的发动机虚拟装配仿真软件的研究与开发[D]. 长春: 吉林大学, 2013.
- [6] 胡荣宝. 基于 virtools 的桥式起重机仿真训练系统研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2012.
- [7] Wang Q H, Li J R. Interactive visualization of complex dynamic virtual environments for industrial assemblies[J]. Computers in Industry, 2006, 57(4): 366 - 377.
- [8] Li J R, Khoo P, Tor B. Desktop virtual reality for maintenance training: an object oriented prototype system(V - REALISM) [J]. Computer in Industry, 2003, 52(2): 109 - 125.
- [9] Min Zeng. Application of virtools in virtual campus roaming [J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 384(4): 2732 - 2735.
- [10] 方利伟. 基于 virtools 的三维虚拟实验室研究与实现[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(5): 83 - 86.
- [11] Hui Li, Fang Liu. Research in virtual home roaming system based on virtools [J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 347(5): 2905 - 2909.