

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.11.001

军用 UUV 保障训练考核系统

李婧¹, 陈浩²

(1. 海军工程大学管理工程系, 武汉 430033; 2. 海军工程大学兵器工程系, 武汉 430033)

摘要: 为促进部队无人水下运载器装备 (unmanned underwater vehicle, UUV) 保障能力的提升, 加快该型装备战斗力生成, 设计 UUV 的保障训练考核系统。以仿真技术为基础, 采用虚拟仿真训练与实装训练相结合的方式对 UUV 装备的技术准备过程实现模拟训练和考核, 从系统的功能和特点出发, 研究军用 UUV 保障训练考核系统的硬件和网络结构, 并进行实体建模。分析结果表明: 该系统最大程度地提高了 UUV 保障训练考核活动的质量和效率, 同时实现了对训练考核过程的信息化管理, 为保障流程的优化研究奠定了基础, 也为其他装备的保障训练和考核提供了良好的借鉴。

关键词: 军用 UUV; 无人水下航行器; 训练考核系统; 虚拟现实; 仿真

中图分类号: TJ06 **文献标志码:** A

Training and Examining System About Military UUV Support

Li Jing¹, Chen Hao²

(1. Dept. of Management Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China;

2. Dept. of Weaponry Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Abstract: To improve the support power for unmanned underwater vehicle (UUV) and to accelerate the forming of UUV combat effectiveness, design training and examining system about military UUV support. Based on simulation technology and carrying out training and examining about the process of technical preparation for UUV support in the way of combining the benefits of virtual environment and real-equipment training. Analyze the function and characteristics of the system, study its hardware and network structure and the method of solid modeling. The results show that the system can greatly improve the efficiency and quality of the train and examination for UUV support, implement the information management of the whole process at the same time, lay a foundation for optimizing support procedures, and provide reference for other equipments support training and examining.

Key words: military UUV; UUV; training and examining system; virtual reality; simulation

0 引言

虚拟现实技术即“灵境技术”^[1], 由计算机产生虚拟环境, 通过视、听、触觉等作用作用于用户, 使之产生身临其境感觉的交互式仿真^[2-3]。仿真技术则是以相似原理、信息技术、系统理论及其应用领域有关的专业知识为基础^[4], 以计算机和各种物理效应设备为工具, 利用系统模型对实际的或假想的系统进行试验研究的一种综合性技术^[5]。当前军事训练和考核活动中, 以虚拟现实和仿真技术为基础的模拟训练和考核系统具有安全、经济、可控、可多次重复、无风险、不受气候条件和场地空间限制等优点^[6], 既能常规操作训练, 又能培训和考核处理各种事故的应变能力, 其应用的高效率、高效益越来越受到世界各军事强国的高度重视^[7]。

无人水下运载器 (unmanned underwater vehicle, UUV) 又称无人潜航器、无人水下航行器和等^[8-9]。军用 UUV 保障, 是指为保持、恢复 UUV

装备完好状态和改善、优化 UUV 装备性能^[10], 以便遂行作战、训练和其他任务而采取的技术、管理、指挥等措施及组织实施的相应活动统称。军用 UUV 作为新型作战装备, 其保障模式和过程与以往的军械装备有较大差异, 且目前该型装备缺乏先进的保障训练考核手段。因其安全、简便、经济的特点, 借助虚拟环境进行军事训练越来越成为军事专家的共识, 而实装训练却有着其他任何模拟训练所无法比拟的真实性和实践价值; 因此, 笔者充分利用 2 种训练环境的优势, 研制虚实结合的 UUV 保障的训练考核系统, 科学高效地对 UUV 的保障流程、方法、操作进行训练考核。

1 军用 UUV 保障训练考核系统功能与特点

1.1 系统目标

军用 UUV 保障训练考核系统采用虚拟仿真训练与实装训练相结合的方式对 UUV 装备的技术准备过程实现模拟训练和考核, 以提高该型装备保障

收稿日期: 2012-07-11; 修回日期: 2012-08-20

基金项目: 总装预研基金项目 (5131020203)

作者简介: 李婧 (1981—), 女, 山东人, 硕士, 讲师, 从事装备信息管理、信息安全、知识管理研究。

的训练与考核活动的质量和效率，同时通过对训练考核过程的信息化管理，实现训练数据、资料 and 经验的积累，为训练活动的评估以及训练流程的优化提供客观数据支持。

1.2 系统功能

系统以 UUV 装备保障训练及考核为应用对象，具体包括：UUV 装备保障操作训练、操作考核、知识考试，以及相关活动过程的信息化管理，包括：训练考核计划编制、过程监控、结果评估。系统的主要功能如图 1 所示。

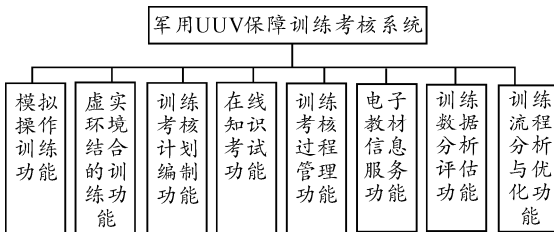


图 1 军用 UUV 保障训练考核系统功能结构

1) 模拟操作训练功能。

利用训练操作台的人机交互，实现装备保障的模拟操作训练。在模拟真实拆装流程的同时，通过声音、文字、教员参与控制等手段，对拆解步骤提供讲解和提示，确保学员在系统指导下按正确步骤进行操作。

2) 虚实环境结合的训练功能。

训练操作台模拟操作与实装操作结合训练，在指定需要实装操作的步骤采用实装操作方式进行训练，适合模拟操作的步骤进行模拟操作训练，并同样同步提供步骤讲解和提示。

3) 训练考核计划编制功能。

教官可在训练管理服务器上预先编制训练计划或考核计划(存储到数据库)，也可在训练考核过程中临时制订训练计划，系统将通过联网控制功能在训练操作台上执行指定的计划流程。

4) 在线知识考试功能。

教官可在训练管理服务器上编制和积累知识试题库，可人工或自动生成试卷，学员可在训练操作台或其它与服务器联网的终端进行在线考试，并实现自动评分、统计考试结果等辅助管理功能。

5) 训练考核过程管理功能。

训练及考核过程中教官可在训练管理服务器上实时监控训练操作台终端的活动，教官也可在操作台终端通过现场操作管理相应终端的训练考核过

程，同时系统具备自动记录训练考核过程的功能(包括训练考核操作数据的记录及视频记录)，训练考核活动历史记录均保存至数据库供随时调阅。

6) 电子教材信息服务功能。

配备电子教材信息服务器(可以是训练管理服务器或位于同一局域网的独立服务器)统一管理相关的电子教材及文件，联网的终端可在线查阅有关电子教材，具备管理权限的用户可以对电子教材进行管理维护。

7) 训练数据分析评估功能。

通过对训练和考核的数据进行全面的记录、统计和分析，可从训练流程、训练效果、考核成绩等各方面进行数据比对、分析，经过长期的数据及评估经验的积累，可逐步建设有关 UUV 装备保障训练的专家数据库系统，对该型装备保障训练流程的优化及改进提供数据支持。

8) 训练流程分析与优化功能。

系统包括一套基于六西格玛思想的流程优化编辑工具，支持持续的训练考核流程内容编制、优化和升级，使系统功能更加完善、合理，形成一套可持续发展的应用系统。

1.3 系统的特点

笔者利用系统仿真、虚拟现实、多媒体网络等技术，尽可能使系统达到模拟训练与实装训练有机结合的效果，具体包括如下特点：

1) 虚实结合。

采用训练操作台模拟操作与实装操作相结合的方式，既弥补了实装操作对某些内容(如巨大难以拆卸的部分、破坏性的操作、危险操作、特殊环境等)难以进行训练的缺憾，也克服了纯粹模拟操作体验性不足的问题，通过虚实操作的合理搭配，使有关训练内容和流程更加完整、训练效果更加良好。

2) 可定制的灵活应用。

训练及考核内容和流程可灵活定制，既可采用预置计划的方式存贮到数据库，便于重复使用及随时修改，也可现场临时定制。通过训练流程分析与优化功能，使系统功能更加完善、合理，形成一套可持续发展的应用系统。

3) 数据的积累与分析。

采用网络数据库对训练考核数据进行记录，不仅达到了经验和素材的积累，而且可以对历史记录进行回溯，便于数据分析，保证了统计和评估结果

的客观性和科学性。

4) 虚拟现实的 3I 特性。

模拟训练中对有关场景、装备结构采用以 3D 虚拟仿真为核心的应用方式, 实现了虚拟现实技术的 3I 特性: 沉浸性(Immersion), 使用户产生融合到虚拟现实环境的感受; 交互性(Interaction), 用户不仅能感受到信息, 同时能通过自己对系统的操作或接受系统的引导, 达到与系统互动的效果; 想象(Imagination), 用户通过与虚拟现实的交互, 获取多种信息, 从理性和感性结合思考获得有关训练内容的系统性认识。

2 军用 UUV 保障训练考核系统的基本组成

军用 UUV 保障训练考核系统主要由虚拟设备操作训练系统和实装训练考核系统组成, 如图 2。

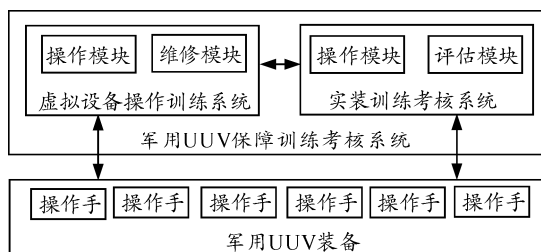


图 2 军用 UUV 装备保障训练考核系统的组成

2.1 虚拟设备操作系统

虚拟设备操作系统为学员提供一个高度仿真的、友好的交互环境, 实现用户对设备进行操作和维修训练考核, 主要包括 2 大功能模块: 操作模块和维修模块。

1) 操作模块: 为使用者提供正常情况下设备的操作训练和考核。用户对设备上任意部件的操作, 系统都能按照实际设备操作逻辑给出正确的设备状态显示。

2) 维修模块: 提供在给定的故障现象下对故障进行定位、排查的训练和考核功能。使用者通过模拟检查和测量各部件工作状态, 并根据结果进行综合判断, 找出故障点位置并进行相应的排除操作。

2.2 实装训练考核系统

实装训练考核系统以实际训练装备为基础, 将训练条件具备的实装操作单独列出, 对保障人员的实装操作进行综合训练并给出评价。主要包括 2 大模块: 实装操作模块和软件评价模块。

1) 操作模块: 将实装训练考核科目的内容、过程、要求、评分等内容按要求记录。此模块的生成

要建立在保障操作流程的研究优化的基础上。

2) 评价模块: 可对操作模块上记录的数据进行整体分析, 给出对保障操作的综合评价, 并结合专家系统给出改进意见。

3 军用 UUV 保障训练考核系统的网络结构

系统从网络结构划分主要包括训练管理服务器、训练操作台、其他协同设备, 如图 3 所示。

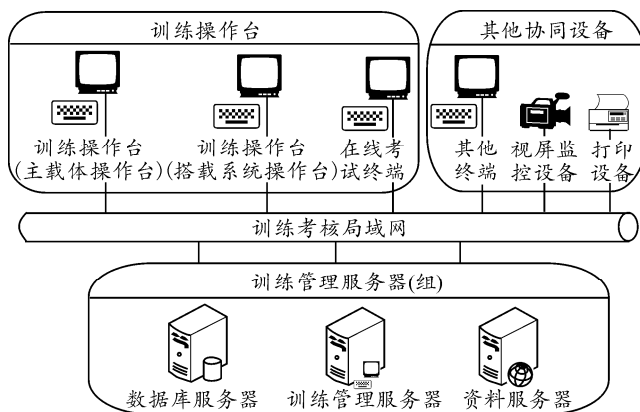


图 3 军用 UUV 保障训练考核系统的网络结构

3.1 训练管理服务器(组)

训练管理服务器(组)主要用于对训练考核活动进行管理和控制以及保存训练资料和数据。训练管理服务器(主机)用于对训练考核活动进行实时控制; 数据库服务器用于存储管理训练计划、训练数据、考核数据等; 资料服务器用于保存电子书、文件资料等。这几类服务器可以是相互独立的主机, 通过网络联接保证数据调用和优化性能, 也可以将功能集中到一台性能较高的主机中。

3.2 训练操作台(分机)

训练操作台(分机)包括 UUV 主载体操作台及搭载系统操作台, 可置于实装附近, 与实装操作结合使用。

3.3 其他协同设备

其他协同设备包括其它联网终端, 如在线考试终端(可与训练操作台合并)、投影终端设备、视频监控设备、打印终端设备等。

4 训练现场系统结构

基于系统虚实环境有机结合的操作方式, 以太网联接的各训练操作台、训练考核台、监控摄像头按适当的方位分布在实装附近, 便于随时切换操作方式及实时监控和记录训练数据(如图 4)。

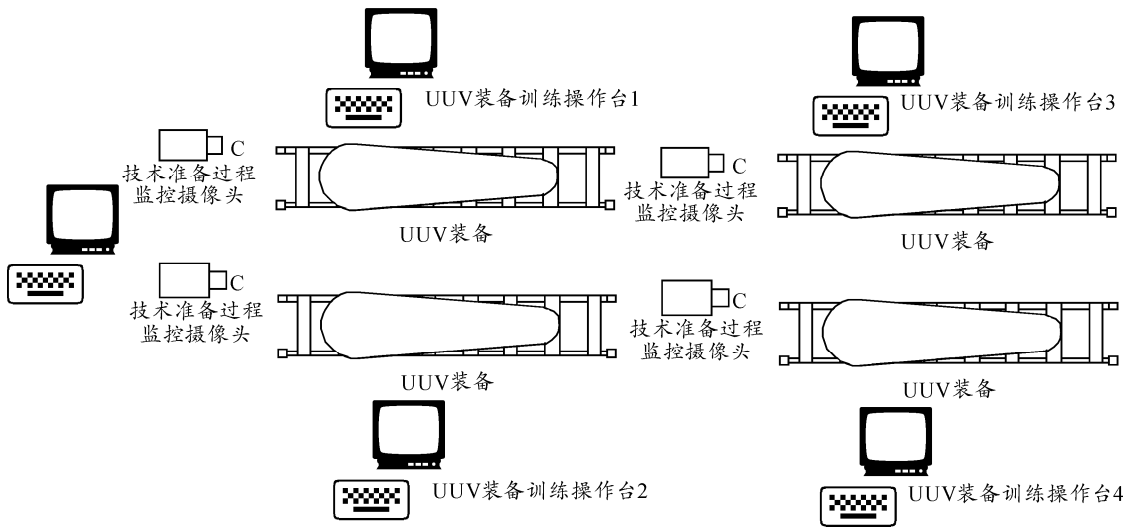


图 4 军用 UUV 保障训练考核系统的现场布局

4.1 训练考核台

教官使用训练考核台对训练考核活动进行实时监控并记录考核过程评价和数据等,从软件功能看,训练考核台为安装有训练管理服务器功能的主机系统,如果采用性能较高的主机,数据库服务器和资料服务器系统也可合并安装于训练考核台主机上。

4.2 训练操作台

训练操作台(多个)布置于实装附近,供学员进行操作训练考核以及教官现场操作指导。从软件功能看,训练操作台主要安装训练操作台终端(分机)系统,受训练考核台(主机)系统监控。

4.3 监控摄像头

监控摄像头用以记录训练考核活动的现场视频,采用联网数字化视频监控技术,视频记录通过网络记录到训练考核台主机或独立的资料服务器。

5 主要技术手段

5.1 实体建模

系统采用 SolidWorks 输出 3D 实体模型,并动态仿真装备的运行原理,提供精确的虚拟仿真依据;同时使用 3D Studio MAX 作为造型修改、贴图、渲染工具,以达到视觉优化的效果。

5.2 VR 开发工具及引擎

1) 3D 图形接口。

目前的计算机系统主要采用 2 种 3D 图形接口(3D API),一种是适用于各种平台的 OpenGL,一

种是用于 Windows 系统的 Direct3D。系统利用这 2 种接口之上的 3D 引擎及开发工具进行开发,尽量避免直接调用这 2 种底层的图形接口,有利于取得更好的图形效果。

2) 声音引擎。

为了得到更加生动的音效,系统采用微软提供的 DirectX SDK,它包括专用于多媒体和交互的 DirectSound 及 Direct3DSound 开发工具,允许在一个三维空间中同时运行多个声音文件和移动声音源,产生身临其境的立体音效。

5.3 开发语言及平台

1) C++、C#与 Cg 语言。

基于 Visual Studio 集成开发平台,笔者提出一种 C#、C++与 Cg 联合编程的开发方案。即笔者采用 C++语言完成较为底层的应用开发功能(如硬件接口、通讯等),采用 C#语言完成标准 Windows 窗口系统及主要流程逻辑的编程开发。Cg 派生于 C 语言是专用于图形领域的语言,可获得在中央处理器上不可能达到的渲染速度和效果。由于虚拟仿真系统对图形方面的高要求,笔者使用 Cg(C for graphics)语言将 Cg 运行库嵌入到系统中,以获得更好的图形处理效果。

2) 其他软件、工具及技术。

软件系统设计过程借助于 IBM Rational Rose(用于 UML 设计)、Microsoft Visio 等工具进行。在实现 3D 模型转换时,可使用 Okino PolyTrans 和各种转换插件。配备各种标准立体显示设备,并使

用 VR Pack 技术来满足立体成像的要求。虚拟操作时,系统采用电阻式触摸屏以保证触摸精度的要求。

3) 各种技术及工具的结合应用。

根据技术分析以及虚拟仿真软件的功能需求,采用上述多种技术手段,发挥各技术所长。各种技术手段在开发应用中所起到的作用以及应用流程如图 5 所示。

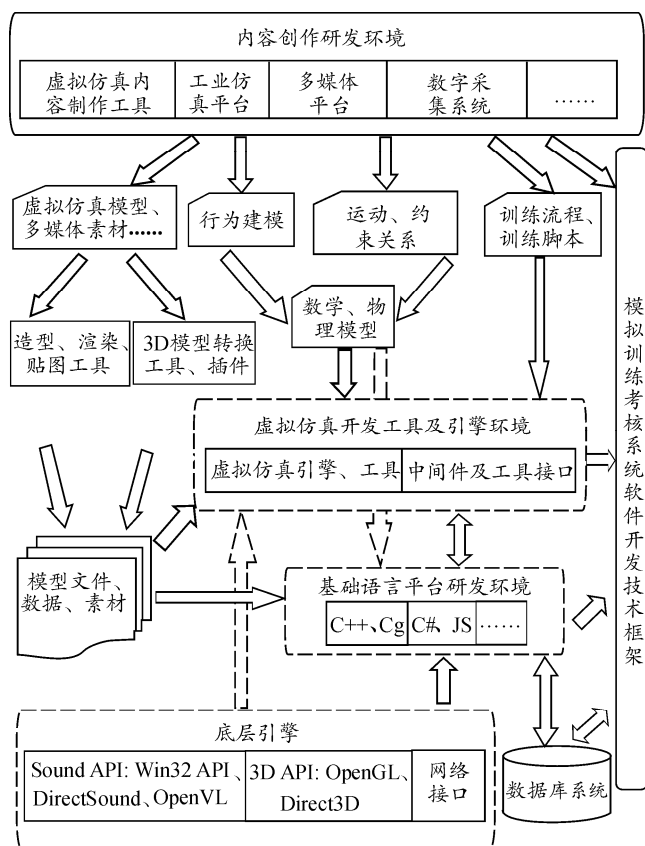


图 5 模拟训练考核系统软件开发技术框架

6 结束语

笔者采用虚拟仿真训练与实装训练相结合的方式设计军用 UUV 保障的训练考核系统,最大程度地提高了 UUV 保障训练考核活动的质量和效率,同时实现了对训练考核过程的信息化管理,实现训练数据、资料 and 经验的积累,为保障流程的优化研究奠定了基础,也为其他装备的保障训练和考核提供了良好的借鉴。

参考文献:

- [1] 汪伟, 范秀敏, 武殿梁. 虚拟现实应用中的并行渲染技术[J]. 计算机工程, 2009, 35(3): 282.
- [2] 陈炉云, 易宏, 张裕芳. 基于虚拟现实的船舶装配仿真分析[J]. 武汉理工大学学报, 2004(2): 62-65.
- [3] Gomes A, Zachmann G. Virtual Reality as a tool for verification of assembly and maintenance processes[J]. Computers&Graphics, 1999, 13: 389-403.
- [4] 何江华, 郭果敢. 计算机仿真与军事应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [5] 刘玉海, 俞康伦, 张锡恩. 基于虚拟现实的装备维修仿真训练系统研究[J]. 计算机仿真, 2003, 19(3): 49-51.
- [6] 贺少华, 吴新跃. 桌面式虚拟现实维修训练系统的研究与应用[J]. 计算机工程, 2008, 34(17): 276-278.
- [7] 徐利明, 潘怀强, 杨海波. 基于仿真技术的潜艇作战训练模拟系统[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(17): 5411-5413.
- [8] 王建斌, 王志敏. UUV 发展、应用与关键技术[J]. 信息与电子工程, 2007, 5(6): 477-479.
- [9] 陈强, 张林根. 美国军用 UUV 现状及发展趋势分析[J]. 舰船科学技术, 2010, 32(7): 129-134.
- [10] 王蓬. 军用 UUV 的发展与应用前景展望[J]. 鱼雷技术, 2009, 17(1): 5-9.