

轮机仿真系统教学生态结构设计

钱之博 宋睿领 杨肇哲 马向阳

中国船舶集团有限公司系统工程研究院, 中国·北京 100094

【摘要】针对传统轮机仿真系统耦合性高、机舱三维建模简单、多人协作训练部署不灵活的缺点, 基于云技术、数学建模仿真、三维建模、虚拟现实技术、网络通信等理论技术设计轮机仿真系统教学生态结构。该生态机构在高校教学、船员培训中得到应用。应用结果表明, 该生态结构结合理论教学与实操训练, 具备系统组织灵活、仿真数据丰富、扩展性强的优点。为船员培训提供了高效便捷的教学生态。

【关键词】船舶; 轮机仿真系统; 教学生态结构

Design of Teaching Ecological Structure of Marine Engine Room Simulation System

Qian Zhibo, Song Ruiling, Yang Zhaozhe, Ma Xiangyang

China Shipbuilding Corporation System Engineering Research Institute, Beijing 100094, China

[Abstract] Aiming at the shortcomings of traditional marine engine room simulation system, such as high coupling, simple three-dimensional modeling of engine room, and inflexible deployment of multi person collaborative training, the teaching ecological structure of marine engine simulation system is designed based on cloud technology, mathematical modeling and simulation, three-dimensional modeling, virtual reality technology, network communication and other theoretical technologies. The ecological organization has been applied in college teaching and crew training. The application results show that the ecological structure, combined with theoretical teaching and practical training, has the advantages of flexible system organization, rich simulation data and strong scalability. Provide efficient and convenient teaching ecology for crew training.

[Keywords] Vessel; Marine Engine Room simulation system; Teaching ecological struc

随着计算机技术的发展, 轮机模拟仿真系统逐渐从单微机仿真系统发展成如今的多种结构形式、多种交互再现、多种体验、多角色协作的大型专业模拟系统^[1]。目前国际上广泛使用的轮机仿真系统教学生态由轮机模拟仿真软件、机舱综合监控机舱监测报警系统、半实物模拟仿真系统组合构成, 例如英国 TRANSAS 开发的 ERS_5000 轮机仿真系统、挪威 KONSBERG 开发的 K-SIM 轮机仿真系统。国内船员培训主要使用上述系统或高校开发轮机仿真系统, 例如 DMS 轮机仿真系统或 WMS 轮机仿真系统^[2]。上述轮机仿真系统存在系统耦合度高、机舱三维建模简单、多人协作训练部署不灵活、配套系统不完善的缺点。本文以 VLCC “远翔湖” 为母型船, 运用云技术将仿真数据与人机交互系统解耦, 对机舱进行三维全景建模、搭建多人协作平台, 有效解决上述问题。

1 云端教学资源服务架构

船员培训从教学流程上可以分为教学、理论训练、理论考试、实际操作、实操考试几项过程。培训科目涉及设备管理、系统管理、故障处理、设备维护等。由于各类科目侧重点不同, 难以将各类软件功能融合于单一软件中, 为了提供一个完整的轮机教学、训练、评估体系, 通过使用云技术设计了如下教学资源服务架构, 如图1所示。

云端以 B/S 架构配置教学资源平台, 平台前端面向各类用户提供用户注册、教学视频下载、各船型轮机模拟器下载、多人协作平台下载、设备维护在线训练等功能。平台后端具备用户管理、教学资源管理、轮机模拟器软件管理、多人协

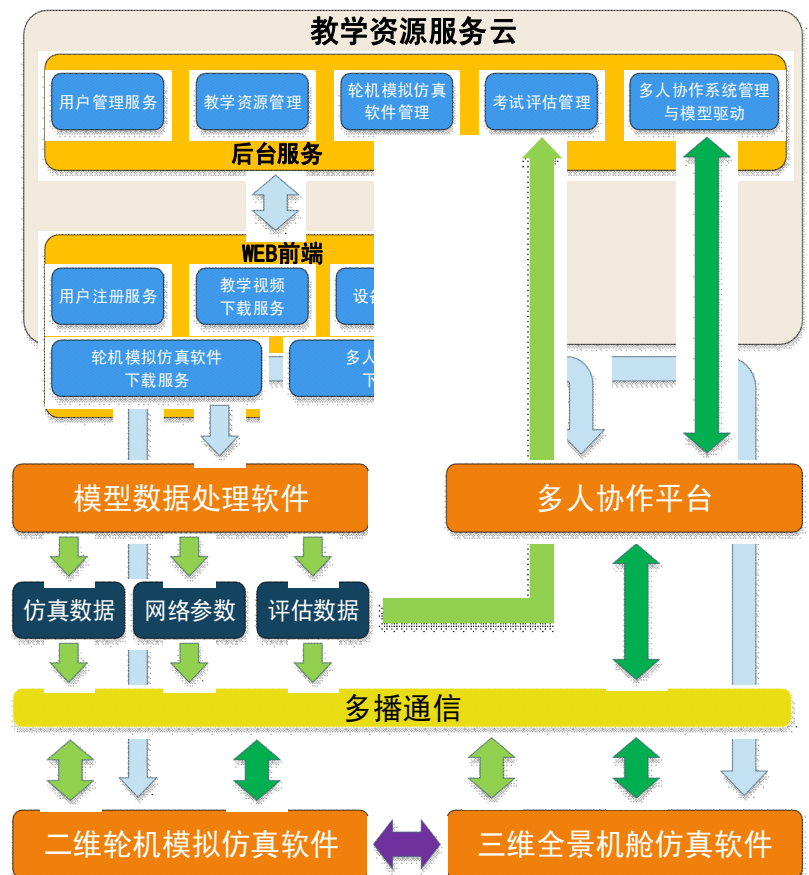


图1 教学生态结构

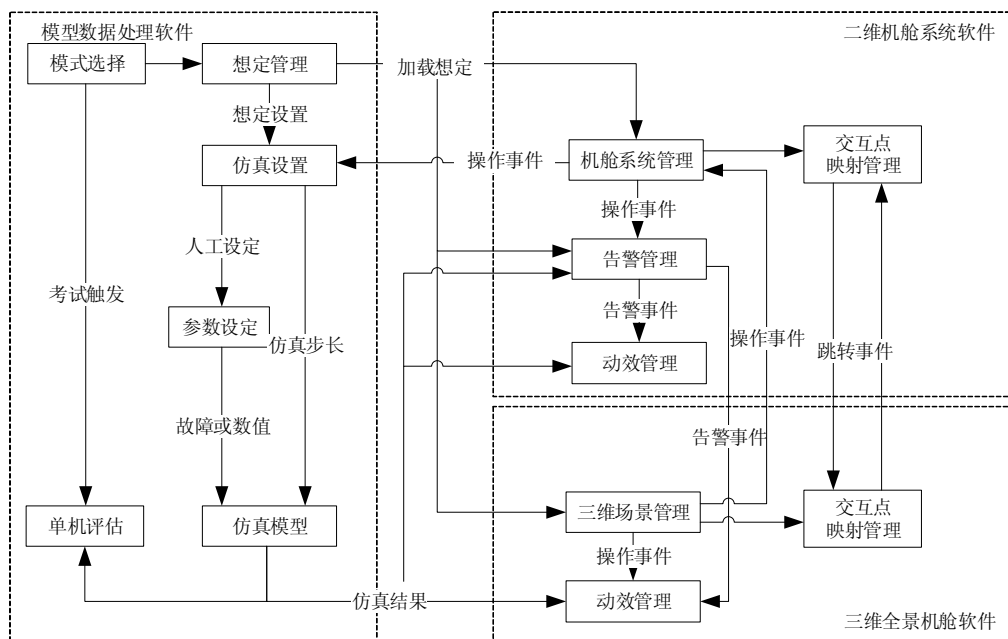


图2 轮机模拟仿真软件交互关系

作系统管理与模型驱动、考试评估管理功能。管理员可通过云端平台管理船员用户群、上传更新教学资源、新增模拟器类型或更新版本、仿真训练想定。

2 轮机模拟仿真系统

本教学生态结构中的轮机模拟仿真系统分为单人与多人协作模式。其中，由单人模式以仿真模型软件为核心驱动、二维轮机模拟仿真软件、三维全景机舱仿真软件为可视化人机交互平台、虚拟拆装软件为扩展组成。多人模式由多人协作平台管理，以云端仿真模型软件为核心驱动、用户端二维轮机模拟仿真软件、三维全景机舱仿真软件为可视化人机交互平台进行协作训练。软件之间的交互关系如图2所示。

2.1 二维轮机模拟仿真软件

二维机舱系统软件为船员提供机舱设备及系统理论知识学习环境，软件由功能界面、设备控件与网络通信三部分组成。各控件实现采用MVVM模式（Model-View-ViewModel）实现。其中视图逻辑通过业务事件的监听将前台交互转为数据，以依赖函数等方式通过数据绑定将业务逻辑产生的结果数据反馈至UI逻辑，以双向绑定简化MCV中的控制逻辑。

在二维界面中，使用CorelDraw绘制系统管路图矢量图以适配各类显示器硬件，人机交互节点通过叠加设备控件实现仿真操作，管道系统均按照IMO规范按实船管路着色，界面如图3所示。

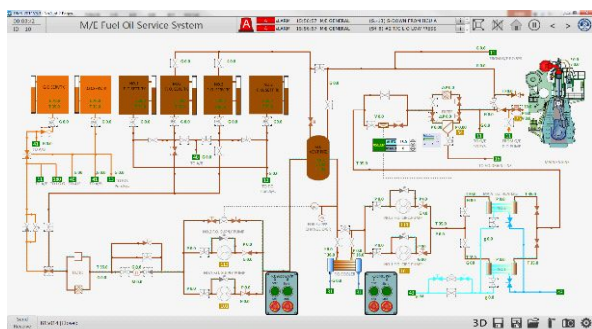


图3 二维轮机模拟仿真软件界面

2.2 三维全景机舱仿真软件

三维全景机舱软件以VLCC“远翔湖”为母型船进行建模，三维全景模型由3dsMax建模结合Unity3D关联交互节点与关键设备场景动效构成。通过机舱分层显示与细节级别（LOD）和遮挡剔

除，以减少单位时间内的负载模型数量，通过批处理优化以减少GPU的负载。

针对二维轮机模拟仿真软件对全船失电和设备失火特情表现不足的问题，通过仿真模型软件驱动触发机舱设备火灾，设定组合动画按照火灾发生与蔓延的特点产生不同浓度烟雾粒子特效，动画触发机舱综合监控系统声光报警、机舱设备延时断电、温度传感器数值变化引发机舱消防系统响应，如图4所示。

2.3 考试评估

轮机模拟仿真使用的评估算法有基于深信度网络评估方法和基于模糊综合评判的船舶模拟器智能评估系统。模型数据处理软件使用模糊综合评判方法来评估考试结

果。模糊集是美国学者扎德于1965年提出的，模糊综合评判法是一种利用模糊集理论进行智能评价的方法。通过评估规则和训练科目知识库构成船舶机舱模糊集。不同的考试科目使用相应的模糊隶属函数，最后的结果根据科目权重用模糊综合评判法打分。

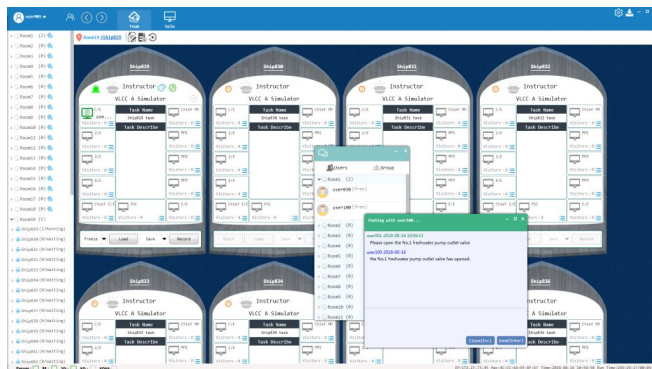


图4 分油机火灾渲染

3 多人协作平台

本教学生态结构中基于云技术的网络化多人协作平台可以灵活组网，多人协作平台提供上述轮机模拟仿真软件下载，用户于客户端下载后可加入训练组，该平台可同时进行各类船型或多同型船同步训练，系统采用基于角色的访问控制模型设计系统的操作授权。支持不同船型开展不同规模的教学、培训和评估，如图4所示。

4 结论

轮机模拟仿真系统教学生态结构以实船为基础，基于云技术建立了网络化教学资源服务，通过模型数据处理软件驱动二维与三维可视化平台与界面模型复用从各维度降低了系统耦合性、以实船为蓝本的三维机舱建模实现了全机舱设备操作并使特情处置更加真实、使用基于云技术的教学资源服务框架与多人协作平台解决了训练部署不灵活的缺点并且扩大了训练容量。在实践应用中表明，本仿真系统仿真设备系统全面且运行流畅，可在一定程度上替代实际船舶机舱开展船员训练。

参考文献：

- [1] 曹辉, 张均东. 现代船舶轮机模拟器的应用与发展[J]. 航海教育研究, 2012, 29 (01): 33-36.
- [2] 唐元元, 张均东, 贾宝柱, 姜瑞政, 于长宏. 适合多种显示设备的轮机模拟器GUI缩放技术[J]. 中国航海, 2017, 40 (04): 34-38.