Journal of System Simulation

Volume 29 | Issue 10 Article 38

6-4-2020

Air Command and Support Heterogeneous Systems Integration Technology Supporting LVC Simulation

Yongliang Luo
1. System Engineering Research Institute, China State Shipbuilding Corporation, Beijing 100094, China;;

Zhang Jun
1. System Engineering Research Institute, China State Shipbuilding Corporation, Beijing 100094, China;;

Yuping Xiong
1. System Engineering Research Institute, China State Shipbuilding Corporation, Beijing 100094, China;;

Zhihui Zhang
2. Haifeng Tonghang Science and Technology Ltd, Beijing 100094, China;

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal

Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Air Command and Support Heterogeneous Systems Integration Technology Supporting LVC Simulation

Abstract

Abstract: To solve the integration of heterogeneous simulation systems or platforms based on different communication protocols, *a heterogeneous system integration technology of Air Command and Security System (ACSS) for LVC simulation was proposed* combined with ACSS integrated simulation requirements. By analyzing the characteristics and requirements of air command and support LVC simulation system, an integrated framework of air command and LVC simulation system on the basis of existing heterogeneous system integration technology and data center was proposed. Those aspects such as resource layer, middleware layer, core service layer, application layer and so on were introduced. An integrated framework for command and support integrated simulation system was provided.

Keywords

air command, system integration, simulation demand, heterogeneous platform

Authors

Yongliang Luo, Zhang Jun, Yuping Xiong, Zhihui Zhang, and Yuanhui Qin

Recommended Citation

Luo Yongliang, Zhang Jun, Xiong Yuping, Zhang Zhihui, Qin Yuanhui. Air Command and Support Heterogeneous Systems Integration Technology Supporting LVC Simulation[J]. Journal of System Simulation, 2017, 29(10): 2538-2541.

This paper is available in Journal of System Simulation: https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal/vol29/iss10/38

第 29 卷第 10 期
2017 年 10 月

系统仿真学报©
Journal of System Simulation

Vol. 29 No. 10
Oct., 2017

支持 LVC 仿真的航空指挥和保障异构系统集成技术

罗永亮[1]，张珺[1]，熊玉平[1]，张智慧[2]，秦远辉[1]

(1. 中国船舶工业系统工程研究院，北京 100094；2. 海丰通航科技有限公司，北京 100094)

摘要：结合航空指挥和保障综合仿真需求，针对基于不同协议的仿真系统、实装平台的集成问题，*提出一种支持LVC 仿真的航空指挥和保障异构系统集成技术。*系统分析了航空指挥和保障 LVC 仿真系统特点和需求，在现有异构系统集成技术基础上，给出了基于数据中心的航空指挥和保障 LVC 仿真系统集成框架，并分别从资源层、中间件层、核心服务层及应用层进行了介绍，从而为航空指挥和保障综合仿真系统按需构建提供了集成框架。

关键词：航空保障；系统集成；仿真需求；异构平台

中图分类号：TP391　　文献标识码：A　　文章编号：1004-731X (2017) 10-2538-04

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201710038

Air Command and Support Heterogeneous Systems Integration Technology Supporting LVC Simulation

Luo Yongliang[1], *Zhang Jun*[1], *Xiong Yuping*[1], *Zhang Zhihui*[2], *Qin Yuanhui*[1]

(1. System Engineering Research Institute, China State Shipbuilding Corporation, Beijing 100094, China;
2. Haifeng Tonghang Science and Technology Ltd, Beijing 100094, China)

Abstract: To solve the integration of heterogeneous simulation systems or platforms based on different communication protocols, *a heterogeneous system integration technology of Air Command and Security System (ACSS) for LVC simulation was proposed* combined with ACSS integrated simulation requirements. By analyzing the characteristics and requirements of air command and support LVC simulation system, an integrated framework of air command and LVC simulation system on the basis of existing heterogeneous system integration technology and data center was proposed. Those aspects such as resource layer, middleware layer, core service layer, application layer and so on were introduced. An integrated framework for command and support integrated simulation system was provided.

Keywords: air command; system integration; simulation demand; heterogeneous platform

引言

航空指挥和保障系统(简称航保系统)是一类典型的大规模离散事件动态复杂系统，涉及任务、人员、作业环境、舰载机等多个复杂要素，是影响舰载机出动能力和出动效率的关键系统，是实现飞机上舰的核心[1]。其复杂性具体表现如下：

(1) 系统功能组成复杂，航保系统作为一个复杂的工程系统[2]，涉及多个功能子系统、上千台套设备，各系统、设备之间相互影响、相互关联。

(2) 作业流程复杂，航保作业流程作为规范、组织和指导飞机飞行和保障工作的基本程序和方法，是一类典型的多实例参与的复杂作业流程，目前仅单机作业流程就包括近千个作业活动，并且作

收稿日期：：2017-05-10　　修回日期：2017-08-11;
作者简介：罗永亮(1986-)，男，安徽六安，博士，高工，研究方向为复杂系统建模仿真；张珺(1973-),男，研究员，研究方向为航空保障技术；熊玉平（1963-），女，高工，研究方向为航空保障系统建模。

业活动之间存在多种复杂的逻辑关系，如参数引用关系、事件激励关系、资源共享关系等。

(3) 资源种类及约束关系复杂，航空保障资源的配置直接影响着飞机的出动回收能力，由于航保系统组成复杂、流程复杂，从而使得航保系统所涉及保障资源种类也复杂多样，并且各类资源使用的约束条件多且存在不确定性因素。

(4) 作业环境复杂，在一定自然气象条件约束下(如雨、雪、云、雾)，多个指挥部位上百名人员在有限空间进行协同作业，从而使得作业场景复杂多样。

在航空指挥和保障系统论证、方案设计、关键技术验证、系统集成试验、系统训练等各个研制阶段，仿真系统需要根据不同的阶段重组其系统组成，以适应上述复杂航保系统研制对于综合仿真的需求，即 LVC 仿真[3-6]：实况仿真(Live Simulation)是指真实的人使用实际装备在实际战场的假象行动，主要使用于试验与训练领域；虚拟仿真(Virtual)是指系统和军队在合成战场上模拟作战，往往表现为真人操纵模拟系统；构造仿真(Constructive)是一种战争演练和分析工具，通常由模拟的人操纵模拟的系统[4]。

目前的仿真系统不再是一个单一的应用程序，而是可以灵活定制和扩展的模块化系统，并能够自适应不同的仿真环境，因此，结合航空指挥和保障系统特点及 LVC 仿真需求，研究面向异构平台(如基于 HLA 的仿真平台、基于 DDS 的实装系统等)的综合仿真集成技术，实现异构系统的标准化和模块化，并以标准接口形式提供给各仿真成员使用，从而屏蔽应用层的仿真模型组件与底层仿真平台的细节差异，提高异构仿真平台的重用性，最终满足航空指挥和保障 LVC 仿真系统构建需求。

1 航空指挥和保障 LVC 仿真需求

航空指挥和保障系统仿真作为典型的复杂系统联合仿真，具有较高的复杂性及多样性。其中多样性主要体现在仿真模型多样、仿真需求多样、仿真平台多样，具体如下：

a) 仿真模型复杂多样。航空指挥和保障综合仿真系统作为一个大型装备仿真环境，其运行需要大量的模型去支撑，包括三维模型、流程模型、调度模型等，但这些模型往往类型各异，建模手段多样，建立的对象模型粒度也不尽相同，导致模型的可重用性及可扩展性不强，不利于系统各项预期目标的达成，因此需要建立一个模型体系去规范模型种类，并对模型进行标准化描述，进而提高模型的可重用性和可扩展性，完成预期的设计目标。

b) 仿真需求复杂多样。随着典型装备研制任务不断增多，航空指挥和保障综合仿真系统在承担关键战位人员模拟训练工作同时，还需满足新型航保系统关键指标的仿真验证等任务需求，因此仿真任务及目标的不同及越来越多，对仿真系统集成高效性、灵活性及稳定性提出了更高的要求。

c) 仿真平台多样。目前采用单一技术平台已经无法满足复杂仿真系统通用性强、交互性好的仿真需求，如何利用现有异构仿真平台的快速构建出满足应用需求的航空指挥和保障综合仿真系统是迫需要解决的问题。从联邦对象模型、仿真对象模型、仿真通信、系统互连和互操作性角度考虑，需采用分布交互式仿真技术，将各种异构平台进行互联互通，如视景仿真平台、数字人仿真平台及相关游戏引擎平台等。

2 航空指挥和保障异构仿真系统集成框架

因此，结合航空指挥和保障不同仿真需求，为构建基于 LVC 的综合仿真系统，首先需要解决现有不同类型系统平台的集成与互操作问题，如基于 HLA 的仿真系统、基于 UDP/DDS 的实装系统与半实物仿真系统，使上述异构平台在互通互联基础上，进一步实现各类模型的重用与可组合，进而为最终解决随着装备规模越来越大，仿真系统规模越来越大、越来越不灵活的问题，提供体系框架与集成技术支撑。本项目通过分析现有的分布式仿真技

https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal/vol29/iss10/38
DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201710038

第 29 卷第 10 期 系统仿真学报 Vol. 29 No. 10
2017 年 10 月 Journal of System Simulation Oct., 2017

术(HLA、TENA、DDS 等)，以及异构仿真平台集成方法，并从航空指挥和保障系统组成、人员、实装软硬件设备、虚拟作业环境、虚拟样机、数据交互等多个方面研究航空指挥和保障系统的虚拟集成技术，提出一种面向异构平台的航空指挥和保障综合仿真系统集成方法，如图 1 所示。

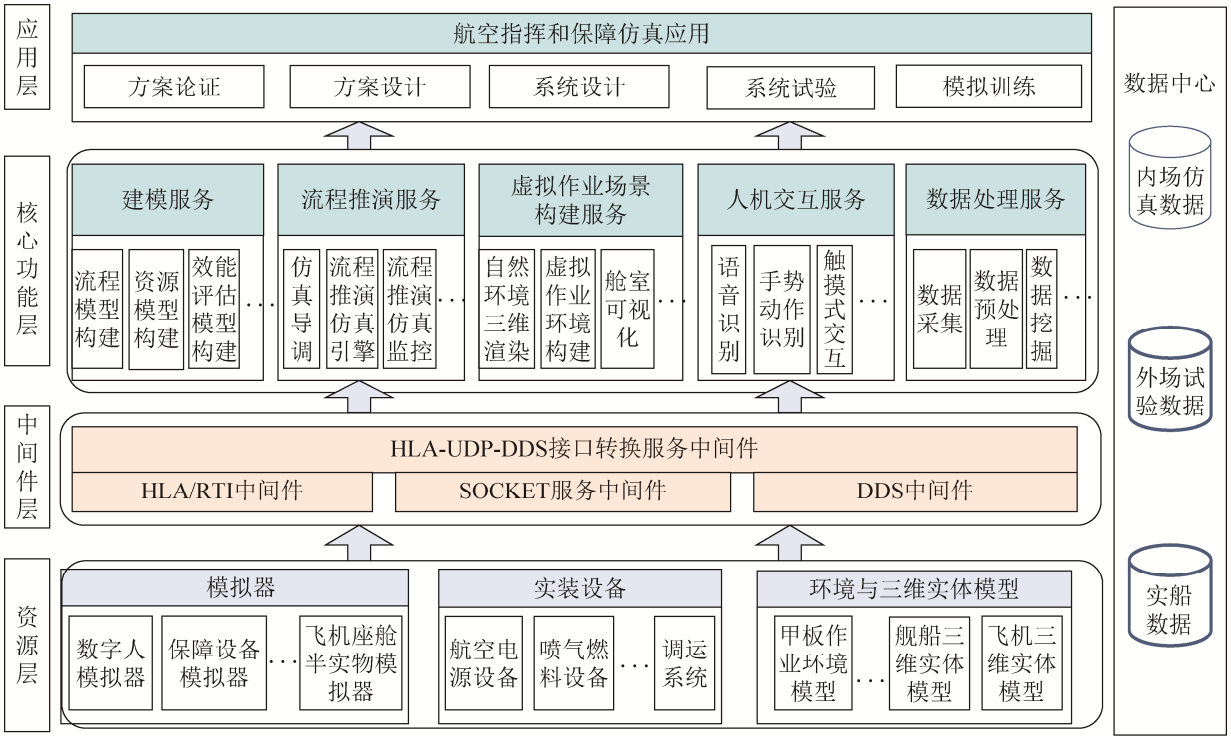

图 1 航空指挥和保障 LVC 仿真集成框架
Fig. 1 Air command and support LVC simulation integration framework

(1) 资源层

资源层提供航空指挥和保障仿真系统使用的各类资源，包括模拟器、实装设备、环境和三维实体模型等。模拟器包括保障设备、数字人等数字模拟器，以及飞机座舱等半实物模拟器。实装设备包括航空电源设备、喷气燃料设备、调运系统、保障指挥管理系统等航空指挥和保障关键实装。环境模型包括水文气象及导航模型、作业环境模型、塔台指挥场景模型等。三维实体模型包括各型舰船三维实体模型、各种飞机三维实体模型、保障资源三维实体模型等。

(2) 中间件层

中间件层支撑异构仿真模型和工具的协同交互。航空指挥和保障仿真系统涉及多种异构模型和工具：一方面指协议异构，如基于 HLA 的仿真系统、基于 UDP 和 DDS 的实装系统；另一方面主要指不同类型、不同版本、不同商家或不同技术的运行平台，如 Vega Prime 虚拟现实仿真、Di-GUY 数字人仿真等。本课题先采用 HLA/RTI 中间件、SOCKET 服务中间件、DDS 中间件分别实现各子系统的互连互通；在此基础上，通过 HLA-UDP-DDS 接口转换服务中间件实现异构协议系统的数据传输及互操作问题，主要通过接口适配的方式，建立数据映射模板来实现异构协议的数据交换。将仿真平台的实现技术与具体的应用系统相隔离，使得不同的仿真系统能够运行于多种异构的仿真平台上。

(3) 核心功能层

该部分是异构仿真平台集成框架的核心，主要提供建模服务、流程推演仿真服务、高沉浸感虚拟作业场景构建服务、基于 VR/AR 的多感官人机交互服务、数据处理服务和关键模型置信度评估服务。

建模服务包含流程模型构建、资源模型构建、仿真想定模型构建和效能评估模型构建等。

流程推演仿真服务包含仿真导调、面向多机协同的流程推演仿真引擎、流程推演仿真监控等组件。

高沉浸感虚拟作业场景构建服务包含复杂自然环境三维渲染、虚拟作业环境构建、舱室可视化、灯光设施三维可视化等组件。

基于 VR/AR 的多感官人机交互服务包含语音识别与智能响应、基于姿态和手形的综合手势动作识别、触摸式交互等组件，为回路中的自然人提供多种人机虚拟交互的 VR/AR 环境，从视、听、触等多感官进行人机虚拟交互，实现“人-机-环”三位一体的数字化仿真环境。

数据处理服务包含数据采集、数据预处理、数据分析、数据挖掘等组件。

(4) 应用层

基于此仿真系统集成框架，可以结合不同的用户需求，构建相应的仿真应用系统，如航空指挥和保障系统论证、航空指挥和保障系统设计、航空指挥和保障系统流程推演、航空指挥和保障系统试验、航空指挥和保障系统模拟训练等仿真应用系统。

(5) 数据中心

数据中心运维的数据主要包括内场仿真推演数据、外场试验数据和实船运行数据，根据数据类型的不同按照一定的格式进行分类的存储管理，为后续开展数据挖掘分析服务、模型置信度评估服务提供支撑。航空保障数据中心在平台的整体构建中起着十分重要的数据支撑和服务作用。根据航空保障系统设计及仿真等使用需求，航空保障数据中心的使命任务为建立运行稳定、执行效率高的数据存储处理和服务中心，以支撑航空保障系统的设计仿真工作。

与传统仿真系统构建平台相比，该异构仿真系统集成方法面向航保应用领域提供了一个通用的仿真系统集成框架；支持针对具体应用需求实现模块化、组件化的仿真模型快速重用和组合，从而实现仿真系统的灵活定制和动态构建。

3 结论

结合航空指挥和保障系统 LVC 仿真应用需求，提出一种支持异构协议集成的分布式仿真集成框架，实现了面向 HLA、UDP、DDS 的异构仿真平台的高效集成；解决了航空指挥和保障异构仿真平台的高效集成问题，从而为型号装备的航空指挥和保障系统的论证、设计、试验及训练提供了关键技术支撑。

参考文献：

[1] 冯强，曾声奎，康锐. 不确定条件下舰载机动态调度仿真与优化方法 [J]. 系统仿真学报，2011，23(7): 1497-1506. (Feng Qiang, Zeng Shengkui, Kang Rui. Dynamic Scheduling Simulation and Optimization of Carrier Aircraft under Uncertainty [J]. Journal of System Simulation, 2011, 23(7): 1497-1506.)

[2] 刘晓平，唐益明，郑利平. 复杂系统与复杂系统仿真研究综述 [J]. 系统仿真学报, 2008, 20(23): 6303-6315. (Liu Xiaoping, Tang Yiming, Zhen Liping. Survey of Complex System and Complex System Simulation [J]. Journal of System Simulation, 2008, 20(23): 6303-6315.)

[3] 周玉芳，余云智，崔永翠. LVC 仿真技术综述 [J]. 指挥控制与仿真, 2010, 32(4): 3201-3207. (Zhou Yufang, Yu Yunzhi, Cui Yongcui. Review on LVC simulation technology [J]. Command Control and Simulation, 2010, 32(4): 3201-3207.)

[4] 王超，吕崇德，高琪瑞. 支持复杂大系统的设计仿真一体化技术研究 [J]. 科技导报，2007，25(10): 10-14. (Wang Chao, Lv Zhongde, Gao Qirui. On intergrated Simulation Support Platform Oriented Towards Complex Large-scale Systems [J]. Science and Technology Review, 2007, 25(10): 10-14.)

[5] 罗永亮，张珺，秦远辉，等. 飞行指挥和保障作业流程一体化建模方法 [J]. 系统仿真学报，2015，27(9): 2208-2212. (Luo Yongliang, Zhang Jun, Qin Yuanhui, et al. Integrated Modeling Method of Flight Director and Guarantee Process [J]. Journal of System Simulation, 2015, 27(9): 2208-2212.)

[6] 胡鹏，沈建京，郭晓峰. 基于本体的 LVC 仿真联邦构建技术 [J]. 计算机工程与设计，2014，35(7): 2487-2493. (Hu Peng, Shen Jianjing, Guo Xiaofeng. LVC Confederation development based on ontology [J]. Computer Engineering and Design, 2014, 35(7): 2487-2493.)

https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal/vol29/iss10/38
DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201710038