

9-2-2020

Research of Joint Simulation Platform Supporting Interoperability of LVC

Jihong Cai

Science and Technology on Special System Simulation Laboratory Beijing Simulation Center, Beijing 100854, China;

Duzheng Qing

Science and Technology on Special System Simulation Laboratory Beijing Simulation Center, Beijing 100854, China;

Baodi Xie

Science and Technology on Special System Simulation Laboratory Beijing Simulation Center, Beijing 100854, China;

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.

Research of Joint Simulation Platform Supporting Interoperability of LVC

Abstract

Abstract: In order to meet the requirements of armament test & training, a way to realize LVC simulation interoperability was proposed as what the advanced countries did and related key technologies including *architecture, common object model description, middleware design, time management on WAN* were illustrated in detail. Joint simulation (Josim in short) platform achieved significant progress for integration of Live/Virtual/Constructive simulations, and greatly enhanced the abilities of interoperability, reusability and composability for simulation resources. Some further research emphases in the area were given.

Keywords

Interoperability of LVC, Joint Simulation, middleware, Object Model

Recommended Citation

Cai Jihong, Qing Duzheng, Xie Baodi. Research of Joint Simulation Platform Supporting Interoperability of LVC[J]. Journal of System Simulation, 2015, 27(1): 93-97.

支持 LVC 互操作的分布式联合仿真技术研究

蔡继红, 卿杜政, 谢宝娣

(北京仿真中心航天系统仿真重点实验室, 北京 100854)

摘要: 针对武器靶场联合试验训练应用需求, 参考国外发展思路, 提出了支持 LVC 互操作的分布式联合仿真支撑平台的技术需求, 并从体系架构、公共对象模型的定义、中间件设计、广域网时统等方面介绍了实现分布式联合仿真支撑平台 Josim 的关键技术及其解决途径。Josim 增强了异类异构异地仿真系统综合集成与联合仿真互联互通互操作的基础支撑能力, 提高了仿真资源的互操作性、可重用性和可组合型, 指出了分布式联合仿真支撑平台下一步工作的发展方向和工作重点。

关键词: LVC 互操作; 分布式联合仿真; 中间件; 对象模型

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2015) 01-0093-05

Research of Joint Simulation Platform Supporting Interoperability of LVC

Cai Jihong, Qing Duzheng, Xie Baodi

(Science and Technology on Special System Simulation Laboratory Beijing Simulation Center, Beijing 100854, China)

Abstract: In order to meet the requirements of armament test & training, a way to realize LVC simulation interoperability was proposed as what the advanced countries did and related key technologies including architecture, common object model description, middleware design, time management on WAN were illustrated in detail. Joint simulation (Josim in short) platform achieved significant progress for integration of Live/Virtual/Constructive simulations, and greatly enhanced the abilities of interoperability, reusability and composability for simulation resources. Some further research emphases in the area were given.

Keywords: Interoperability of LVC; Joint Simulation; middleware; Object Model

引言

近年来, 各种新的军事思想和作战概念不断涌现, 特别陆、海、空、天、电一体化联合作战概念的形成, 对武器装备的研制、试验和部队训练和采办提出了更高的要求。

为了提高联合作战能力, 需要按实战要求、在联合作战环境下进行试验训练。但是在以往, 大都按军兵种和武器发展的需要, “烟囱式”地独立建设不同用途的试验训练靶场和设施, 这种以军种和武器为中心的传统靶场试验训练模式, 难以适应目前以信息系统为中心, 以联合作战为特征的试验训练的需要。特别是现代联合作战的规模和形式超出了单兵种和单个靶场的覆盖范围, 必须联接多个仿真设施和靶场, 通过资源共享进行虚拟联合试验训练。

支持 LVC(live, virtual, and constructive 实况-虚拟-构造)互操作的分布式联合仿真支撑平台成为实现联合试验与训练的关键。实况仿真(live simulation)是指真实的人员在虚拟环境下操作真实



作者简介: 蔡继红(1970-), 女, 辽宁人, 本科, 研究员, 研究方向为仿真支撑平台技术、体系和武器系统仿真技术、环境仿真技术等; 卿杜政(1970-), 男, 湖南人, 硕士, 研究员, 研究方向为仿真支撑平台技术、体系和武器系统仿真技术、武器系统网络化仿真技术等; 谢宝娣(1987-), 女, 山东人, 硕士, 研究方向为仿真支撑平台技术等。

收稿日期: 2014-04-29

修回日期: 2014-06-29

<http://www.china-simulation.com>

的设备和系统, 例如嵌入式仿真系统; 虚拟仿真(virtual simulation)是指真实的人员操作虚拟的设备和系统, 例如飞行模拟器、坦克驾驶模拟器、舰艇操纵模拟器; 构造仿真(constructive simulation)是指虚拟的人员操作虚拟的设备和系统, 例如计算机生成兵力系统、虚拟战场。

分布式联合仿真支撑平台为 LVC 仿真系统的集成提供公共的支撑, 重点在于实现仿真互操作性、可重用性和可组合型, 核心技术包括: 技术体系结构、业务模型、标准规范和支撑软件。可以支持武器系统设计与研制、异地多兵种联合仿真试验、一体化虚拟联合试验训练等多个应用领域。

1 国外发展现状

20 世纪 80 年代中期, 美国国防部针对不同平台、不同模型、不同仿真应用之间的高性能互操作问题, 提出了先进分布式仿真(ADS)技术的概念。到目前为止, 先进分布式仿真技术经历了平台级分布交互式仿真(DIS)、聚合层仿真协议(ALSP)到高层体系结构(HLA)的过程, 1998 年完成 HLA 的最终定义, 2000-09 成为 IEEE1516.X 系列标准, 形成了一系列比较完整的理论、标准和协议。与此同时, 1995 年, 美国国防部正式发起了三军联合的“试验与训练使能体系结构”(TENA)计划, 以建立一个能在各个试验靶场、训练靶场、试验室和仿真设施之间实现共享、重用和互操作的体系结构。美国国防部通过基础计划 2010(FI2010)工程开发了“试验与训练使能体系结构 TENA”。TENA 提供了试验和训练所需的更多特定能力, 特别是针对美军试验与训练增加了标准的雷达对象模型、GPS 对象模型、平台对象模型、时间空间位置信息对象模型等, 并在通信机制等方面也进行了改进, 旨在提高在试验与训练中应用建模与仿真技术时的互操作性、可重用性及可组合性。TENA 在美军的联合任务环境试验能力(JMETC)、互操作性测试与评估能力项目、星船 II 先进 C2 软件应用分布式测试环境等多个项目中得到应用, 在美军的多次 LVC

演习中也把 TENA 作为主要的技术体系结构和信息交换机制。2008 年已完成了其 6.0 版本的开发。

与 HLA, DIS 等分布式仿真技术相比, TENA 同样以实现仿真资源的互操作、可重用、可组合为目标, 但在内涵上有较大拓展, 表 1 列出了 TENA 与 HLA 体系结构的特点对比。

表 1 TENA 与 HLA 体系结构的特点对比表

	TENA	HLA
通信方式	支持类似 HLA 的信息 Publish/Subscribe 方式, 以及类似 CORBA 等提供的远程服务调用方式	Publish/Subscribe 方式
对象模型	Josim 的接口描述语言是典型的软件对象, 由数据结构、对象类、属性、方法等组成	通过 OMT 模板支持, 是协议而非软件对象
对象重用	Josim 通过本地对象类、对象代理类等方法支持细粒度的对象重用	通过 FOM 实现联邦成员级重用
数据流支持	支持实时发送和存储数据流(音频、视频和遥测)。优势: 大量的试验信息都是流数据。将数据流完全集成到 TENA 中能以标准的、可重用的、互操作的方式对这类信息进行高性能管理。	无

2008 年, 美国国防部建模与仿真协调办公室(M&SCO)发布了实体-虚拟-构造仿真体系结构路线图(LVCAR)。该路线图的研究目标是制定一个未来构想和支持战略, 以大大提高 LVC 仿真环境中的互操作能力。路线图从 3 个方面给出了指导 LVC 环境开发和发展的近期、中期和长期举措: 体系结构、业务模型、标准和管理方式, 其中技术体系结构是重点。并给出了用于指导 LVC 研究的重要建议。指出未来的主要目标包括进行 LVC 仿真标准的原型开发、促进 LVC 仿真资产的重用、提高数据存储格式的通用性、改进 LVC 仿真的网关和网桥使用、研究 LVC 体系结构的收敛、研究应用于 LVC 仿真的其他技术等。

2 分布式联合仿真支撑平台

分布式联合仿真试验系统是一个异构的实时分布式系统, 对标准规范、协议、时统、接口或网关的要求非常高。需要构建一个分布式联合仿真平台(Josim, Distributed Joint simulation platform), 以支持 LVC 互操作的分布式联合仿真。Josim 仿真支撑平台以分布式联合仿真中间件(Josim 中间件)为核心, 为用户提供联合仿真事前的仿真建模、事中仿真运行、事后的仿真数据分析与评估提供支撑。

2.1 平台体系结构

分布式联合仿真支撑平台体系架构总体上采用基于 SOA 的系统架构, 以松散耦合或紧耦合的方式将不同的仿真与试验资源集成在一起, 构成有机的整体, 实现信息集成、过程集成和功能集成。

信息集成: 松散耦合继承通过企业服务总线(ESB)实现, 可采用开源的 Mule ESB 实现, 支持 JMS, Web Services, JDBC, HTTP, 以离线或非实时方式实现不同功能分系统的集成; 紧耦合集成采用 Josim 中间件实现, 以动态、实时的方式实现不同分系统间数据和信息的集成;

过程集成: 通过 workflow 系统实现, 完成虚拟靶

场试验和训练任务工作流程的定义和自动化执行;

功能集成: 通过 Web Portal 实现, 完成平台功能的按需定制和推送, 通过门户技术实现平台与分系统部分功能的无缝集成。

Josim 平台的体系结构如图 1 所示。

Josim 平台逻辑上表现为一种层次架构, 自上而下包括分布式联合仿真应用门户层(简称门户层)、分布式联合仿真服务层(简称服务层)、中间件层、仿真资源层, 而相关的标准、规范、协议贯穿所有层次。

门户层: 提供面向用户的异类异构异地联合仿真统一门户, 包括基于 Web 的应用门户和桌面应用门户。通过门户, 用户可以调用平台提供的仿真试验开发、集成、部署、运行和评估等服务, 完成平台功能的按需定制和推送。

服务层: 为仿真试验开发、集成、部署、运行和评估等活动提供相应的通用服务和分布式联合仿真领域服务, 提供从服务开发、服务注册、发现和组合等通用服务, 到仿真试验部署、仿真监控、仿真试验数据管理、仿真试验分析评估等。同时, 服务还可以在门户中进行定制, 配置为不同组合下的个性化服务。

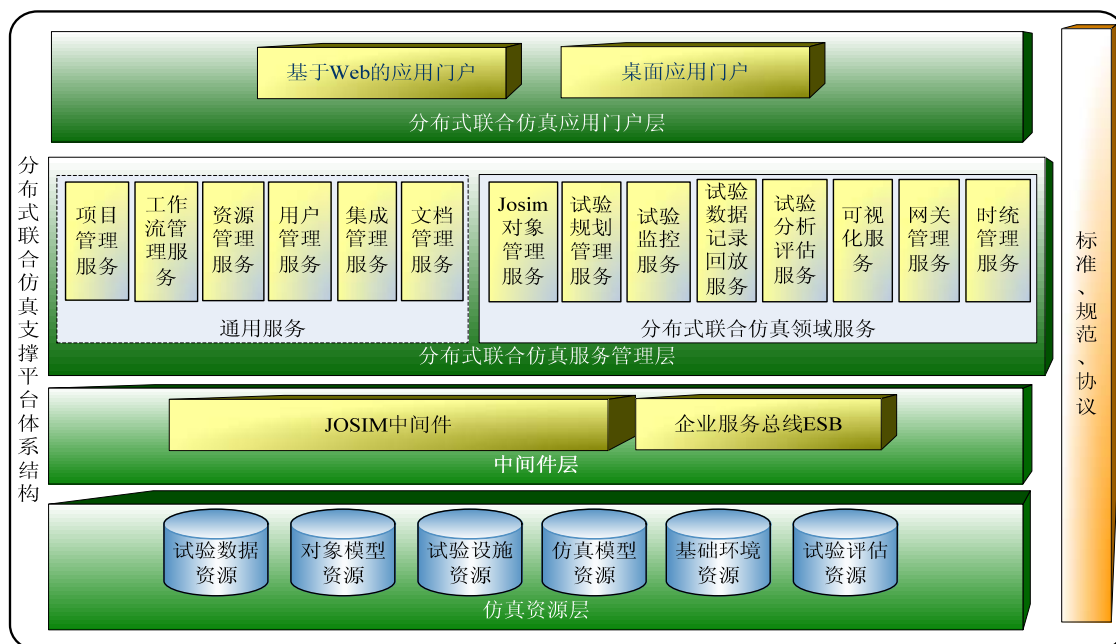


图 1 Josim 平台体系结构

<http://www.china-simulation.com>

中间件层: 中间件连接了上层的服务与下层的仿真资源, 为资源的访问提供了统一的接口。包括通过 Josim 中间件提供的实时、紧耦合集成, 以及通过企业级服务总线 ESB 提供的松耦合集成。

基础资源层: 包括各种公共的基础资源库和运行过程中产生的数据库, 如对象模型资源、试验数据资源、试验设施资源等等。

2.2 Josim 中间件

分布式联合仿真支撑平台中间件是 Josim 体系结构中的核心组件, 参考 TENA 实现, 通过统一的 Josim 服务调用, 使上层仿真应用透明地使用各类 Josim 对象, 屏蔽 Josim 对象和网络通讯机制的差异。分布式联合仿真支撑平台中间件的结构如图 2 所示。



图 2 Josim 中间件结构图

Josim 中间件结构自上而下分为 5 层:

● Josim 应用层

提供给用户的接口层, 仿真应用按照统一的框架, 调用 API 可以通过中间件使用系统提供的各类服务。

● Josim 服务管理层

提供各类仿真应用服务的统一管理, 包括服务的注册、查询和绑定机制, 实现仿真服务发布/订购功能

● Josim 对象管理层

提供对 Josim 对象的全生命周期管理, 包括创建、实例化、删除等, 实现 Josim 对象间的通讯和调用。

● 虚拟网络层

虚拟网络层提供标准的通讯接口, 使 Josim 中间件和其它组件以更高层, 更易用的方式来调用通讯服务, 而不是使用操作系统级的通讯原语, 屏蔽了不同计算机平台和不同网络的差异, 提高了系统的可移植性、可扩展性、可维护性和可靠性。

● 互联机制

网络通讯的物理实现, 包括 TCP/IP、共享内存、反射内存实时网络等各种通讯机制。

涉及的关键技术包括:

- Josim 中间件的总体结构技术研究;
- Josim 对象模型的交互机制技术研究;
- 分布式联合仿真的时统技术研究;

● 基于 Josim 中间件的仿真建模、运行监控、仿真试验数据记录存储、资源仓库管理等系列化工具集的设计与实现技术研究;

● Josim 中间件的 API 设计与实现技术研究。

2.3 Josim 公共对象模型的定义与标准规范

Josim 公共对象模型提供所有仿真应用(LVC)间通信的“公共语言”,使各应用间能实现语义互操作。公共对象模型提供 2 种交互方式的描述,一种类似 HLA 的信息 Publish/Subscribe 方式,另外一种类似 CORBA 等提供的远程服务调用方式。需要描述的要素包括:服务接口、数据接口、类接口,以及支持的数据类型定义、异常处理定义等。

公共对象模型描述采用 Josim 对象描述语(JDL),JDL 的关键字包括:Import、Package、基本数据类型(Short/ Unsigned short/ Long/ Unsigned long/ Float/ Double/Boolean/ Char/ String), Josim Classes, Local Classes, Message, Vector, Operation, 异常(EXCEPTIONS)、接口(INTERFACE)、语枚举(ENUMERATIONS)。

采用公共对象模型对仿真应用的接口进行描述后,可以利用 Josim 提供的工具代码生成器自动生成对应的源代码框架,集成公共模型对象实现代码,与仿真应用功能程序代码编译,再链接中间件库,就可生成符合 Josim 标准、规范的试验台应用,实现与其它 Josim 应用的互联互通操作。

2.4 广域网时统方案

Josim 中间件支持在广域网条件下的 LVC 集成,时间同步是保证仿真运行正确的前提。Josim 中间件不提供逻辑时间同步,因此在广域网上,时统采用硬软件相结合、分层的方式实现同步。其基本方式是:在广域网的每一个节点(可以是一个局域网)内部,设置一个时统服务器,采用 GPS 接收机实现绝对时钟同步,内部的其它局域网节点通过软件同步,与时统服务器保持时统。软件同步方法主要有确定性同步算法、概率性同步算法和网络同步协议(NTP)。

3 结论

分布式联合仿真支撑平台(Josim)及工具集,以一体化虚拟联合试验训练为主要目标,以促进仿真试验训练的“虚拟电子靶场”建设与运行为主要应用方向,支持联接多个仿真设施和靶场,通过资源共享进行虚拟联合试验训练。大幅度提高了异类异构异地仿真系统综合集成与联合仿真互通互操作的基础支撑能力。大大促进了仿真资源,包括仿真模型、仿真数据和仿真设备的互操作、可重用和可组合。

未来分布式联合仿真支撑平台的重点是:

(1) 开发一系列基于 Josim 中间件的实用程序及工具集,支持 LVC 集成仿真系统从预处理、仿真运行到仿真后处理 3 个阶段的集成和开发;

(2) 开发 Josim 资源仓库,丰富 Josim 资源仓库资源,通过使用仓库浏览器查找现有的靶场资源应用、对象模型定义、Josim 工具及其他的 Josim 基础设施组件。

参考文献:

- [1] 周玉芳,余云智,翟永翠. LVC 仿真技术综述 [J]. 指挥控制与仿真, 2010, 32(4):1-7.
- [2] 史西斌. LVC体系结构路线图实现的进展 [J]. 军用仿真技术, 2010, 3(5): 19-49.
- [3] 冯润明,王国玉,黄柯棣. TENA 中间件的设计与实现 [J]. 系统仿真学报, 2004, 16(11): 2373-2377.
- [4] 孟凡松,汪霖,陈科勋. 基于 BOM 的 LVC 仿真资源互操作实现 [J]. 军事通信技术, 2009, 30(2): 75-79.
- [5] Jason Lucas. Joint Range Systems Interoperability Achieved Through the Implementation of the Test and Training Enabling Architecture (TENA) [C]// 24th AIAA Aerodynamic Measurement Technology and Ground Testing Conference 28 June -1 July 2004, Portland, Oregon, USA. USA: AIAA, 2004.
- [6] 关萍萍,翟正军. 虚拟靶场运行支撑体系结构研究 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(12): 2475-2478.
- [7] 陈宇杰. 2011年外军军用仿真技术发展综述. [J]. 军用仿真技术, 2011, 4(12): 2-11.