

TENA 在我国军事仿真系统中的应用^①

陈曼青, 武子荣, 崔伟宁

(装甲兵工程学院 信息工程系, 北京 100072)

摘要: 目前我国一些靶场训练系统中存在很多独立的封闭的“烟囱式”仿真系统, 既浪费资源又不能很好的兼容其他系统. 针对这种情况, 本文重点研究了使用美国开发的试验与训练体系结构(TENA)来进行改善. 根据 TENA 的结构特性, 总结概括出适应国内仿真系统的体系框架, 最后分析表明根据需要将 TENA 应用于国内仿真系统中确实可以提高系统的性能.

关键词: 仿真系统; 试验与训练; 体系结构

Application of TENA in Military Simulation System of Our Country

CHEN Man-Qing, WU Zi-Rong, CUI Wei-Ning

(Department of Information Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

Abstract: Currently, there are many independent and closed "chimney" simulation systems in some range training systems, which is not only a waste of resources but incompatible with other systems well. In view of this situation, the paper focused on using of the testing and training architecture (TENA) that US developed to make improvements. According to the characteristics of TENA's architecture, the paper summarizes the framework to adapt the domestic simulation systems. Finally, the conclusion shows that it can improve the performance of the system using TENA in the domestic simulation system.

Key words: simulation system; TENA; architecture

随着现代军事信息化建设稳步推进, 高新技术中的信息技术在武器装备发展中得到了广泛的应用, 装备信息化已成为我军信息化过程中的重要环节. 随着虚拟仿真技术的不断发展, 传统的模式通信系统也受到了这种技术快速发展的影响. 虚拟仿真技术不但能直观的将整个训练或任务的整个过程显示出来, 同时能够节省成本, 提高效率, 易于推广^[1]. 当前, 虚拟仿真系统已逐步由单一任务模式向着联合作战模式转换. 为了更有效地使用仿真资源, 提高联合试验和训练水平, 最大程度地降低未来训练的费用, 美军启动了 FI2010 (Foundation Initiative 2010)工程, 定义了试验训练使能体系结构 (Test and Training Enabling Architecture TENA)^[2]. 目的是提供公共体系结构来进行试验与训练, 将各种地理上分散的、功能上分开的资源(包括装备平台、靶场仪器、仿真系统和各种指

挥控制系统等)整合起来, 形成一个逼真、经济和高效的综合环境, 以此来完成未来信息战所需的联合试验训练的任务^[3].

本文针对仿真技术发展的趋势需求以及军队整合虚拟仿真资源的需要, 重点研究了 TENA 的设计思想, 包括体系架构、元模型和中间件及其通信服务, 最后研究将 TENA 的思想应用与我国的虚拟仿真系统中, 并进行了应用总结.

1 TENA的简介

TENA(Test and Training Enabling Architecture, 试验与训练使能体系结构)是美军在以 HLA(高层体系结构)的基础上提出的, 并且对其进一步扩展, 提供了更多特定的功能来满足试验与训练的需要, 可以认为是 HLA 的超集^[4]. 其目的是满足未来试验与训练领域的

^① 收稿时间:2015-03-25;收到修改稿时间:2015-05-07

更广泛的需求. TENA 被设计使用大规模、分布式的、实时的综合环境来进行远程试验和仿真, 包括完整的试验、训练、仿真和高性能计算技术, 使得分布在不同地区的器材设备能够统一使用一个体系架构, 来进行资源的共享和管理^[4].

现在靶场建设有很多“烟囱式”系统的情况, 它们适用于不同的传感器、网络、协议、硬件和软件. 这是我国急需公共虚拟系统架构来整合资源的原因所在. 未来的试验与训练需要集成更加复杂的虚拟仿真训练系统. 这也是美国开发 TENA 的原因, 它克服了“烟囱式”的系统, 使得靶场之间的资源能够进行互操作、重用和可组合, 能够使分布在世界各地的仿真武器和部队之间进行相互的影响, 构成一个个试验与训练的逻辑靶场^[5].

2 TENA系统体系结构

目前, 根据 TENA 的驱动需求进行设计的体系架构定义了五类基础软件, 如下图 4 所示.

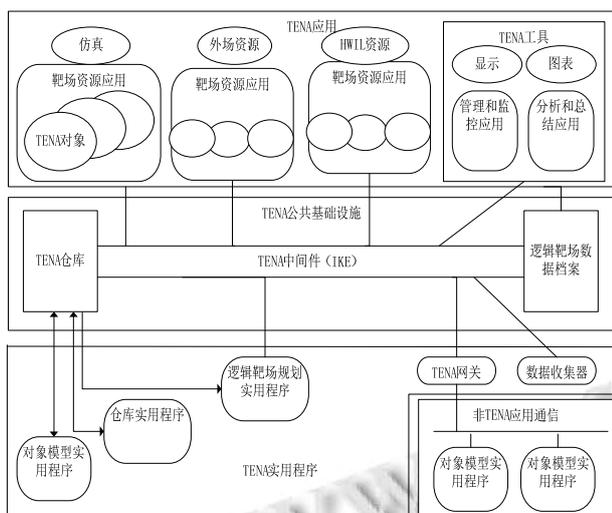


图 1 TENA 系统体系结构概览

TENA 应用包括靶场的应用资源和一些 TENA 应用工具. 靶场应用是那些与 TENA 兼容的仿真系统、资源和其他的设备, 它们是所有逻辑靶场的核心; TENA 工具是一些 TENA 应用, 是重要的软件, 能够可重用, 它们有助于对逻辑靶场事件进行全周期的管理.

非 TENA 应用是那些必要而又与 TENA 无法兼容的系统、资源和靶场设施, 它们与 TENA 应用是通过

网关来进行互操作的.

TENA 的公共基础设施包括 TENA 中间件、TENA 数据仓库以及 TENA 逻辑靶场数据档案, 是 TENA 架构的关键部分^[5]. TENA 中间件在上一节已经进行了单独的分析研究. TENA 数据仓库包含有所有与 TENA 相关的信息, 这些信息不是某一靶场系统所特有的. TENA 逻辑靶场数据档案存储了每一次靶场试验训练后的信息, 这些数据信息来自于不同地理分布的靶场应用.

TENA 对象模型是靶场所有资源与工具之间进行通信的公共语言. 逻辑靶场使用的对象模型称为“逻辑靶场对象模型”, 它是根据 TENA 对象模型来定义的, 包含了 TENA 标准对象的定义, 也可能定义非标准的对象^[5,6].

TENA 实用程序是为了逻辑靶场使用 TENA 并对其相应管理进行设计的, 这些程序可以整合分布在不同靶场中的资源, 并对其相应管理, 并且对 TENA 公共基础设施进行相应的优化设置.

由此可知 TENA 主要的组成部分包括三部分: 一、TENA 对象模型; 二、TENA 的中间件; 三、指导 TENA 逻辑靶场的协议和规则^[6].

TENA 对象模型具有将靶场系统中的对象进行共享和重用的作用. TENA 对象模型为 TENA 系统体系结构建立了实体类, 并进行类的属性和方法的定义.

TENA 中间件将共享技术、公布-订购技术和分布式对象设计模式融合在一起, 形成了强大的分布式中间件系统, 其 API 隐藏了对象操作的细节, 可用于不同的靶场系统, 适合多种底层通信机制.

在开发应用 TENA 及其兼容系统时, 不同的层次具有不同的标准, 大部分会在体系结构这一层确定, 其他的基本在实现时确定. 随着技术的发展, TENA 中的技术和组件也在不断更新, 所以 TENA 中的标准必将会不断的进化. 新的标准也会随着系统的不断推进而加入其中.

3 TENA元模型

元模型是对象模型形式化的描述. TENA 元模型的作用是描述 TENA 中对象模型的特征. 特点是如果元模型数量足够, 那么就可以对靶场中所有的资源的属性进行描述. 元模型作为 TENA 标准的一部分, 在以后的发展中, 会不断的进行更新换代. 元模型在

TENA 中主要支持三种类型的服务, 包含有: SDO 服务, 消息服务和数据流服务^[6].

3.1 SDO

SDO, 全称 State Distribution Object(状态分布对象)在某一整个靶场事件中其生存时间不为零它向客户端提供远程调用接口并发布状态. SDO 的状态发布是从 SDO 的创建者发布到所有对 SDO 数据感兴趣的订购者. 同 CORBA 一样, 通过 SDO 代理, 订购者可激活其接口下的方法.

SDO 相互之间可以继承, 也可以根据实际需要实现多个接口, 当进行开发时, 定义对象模型, 再实现接口中的具体的方法. SDO 必须有能包含其他 SDO 的能力. 对其定义时可以采用自底向上的颗粒化的方式^[6].

SDO 只存在于单一应用中, 称该应用为特定 SDO 的“服务器”或“所有者”. 在任一时间对任何特定的 SDO 实例来说, 它只属于唯一的“所有者”应用. SDO 实例本身称为“服务者(servant)”. 在任何应用中, 包括“服务者”应用本身, 都有一个“服务者”的公共状态的本地存储. 客户进程与服务进程反馈信息如图 1^[7]:

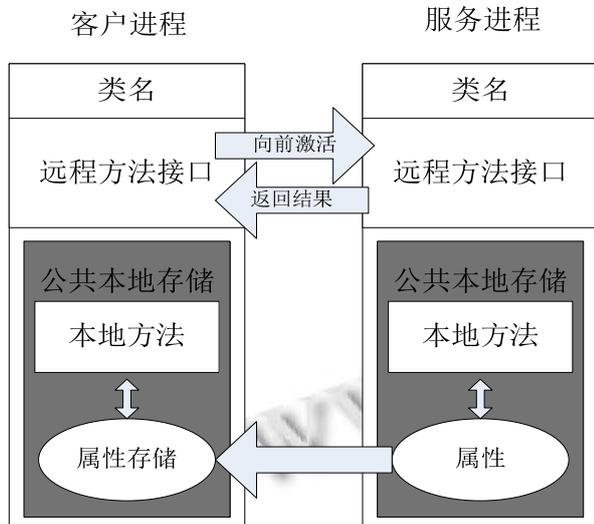


图 2 SDO 客户与服务间的关系

3.2 消息服务

消息服务表示发布者和订购者之间相互发送的单个暂时的对象. 消息是单个的暂时的信息包, 由发布者进行发布, 然后由订购者接收使用. 它在 TENA 元模型中与 SDO 相似, 具有继承与聚合的特性, 其主要应用在一对多的应用通信中^[7].

3.3 数据流服务

数据流本身由很多“帧”构成, “帧”可以由数组或者多种类型的数值都形成. 一个数据流可以与多个类型的“帧”相关联, 也能够根据需要构建较为复杂的“帧”.

数据流是一种具有连续性和周期性, 与音频视频一样的数据流. 它在 TENA 元模型中具有缓冲器的属性, 用来表示发布方和接收方实际数据流的节点. 数据流服务的优势在于在逻辑靶场中能够保证为信息进行高效的交换提供高性能、好质量的服务^[8].

上述三种服务能够为需要编码和标准化的不同类型的靶场信息提供基本的功能性服务. SDO 在不同的 TENA 应用间进行信息的传输, 可提供接口, 与公布订购机制结合. 消息服务则是公布方和订购方之间传输的瞬时对象, 与 SDO 具有单一、多重继承等类似的特性. 数据流服务则是为消息服务提供更好的通信. 三者相辅相成, 共同组成了 TENA 的模型的通信服务.

4 TENA 中间件

在 TENA 公共基础设施里中间件作为其核心组成部分, TENA 体系结构要求 TENA 中间件必须支持 TENA 元模型和由其所定义的相关抽象概念, 并能够为状态分布对象(SDO)和公布-订购过程中的消息以及数据流提供统一的接口(API). 此外, 中间件还需在 TENA 公共基础设施中负责联接数据仓库. TENA 中间件能够联接所有的 TENA 应用, 能够用于 TENA 中的所有对象, TENA 中间件的通信机制结合了分布对象计算和匿名公布-订购两种机制. 图 2 所示为 TENA 中间件在整个系统中的位置和其简要内容^[9,10].

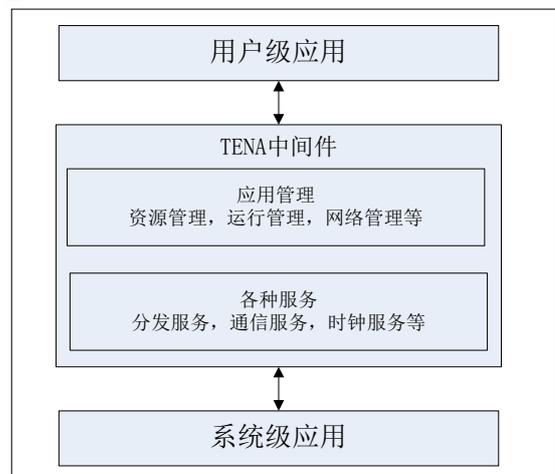


图 3 TENA 中间件的位置和内容概图

TENA 中间件对系统中全部组件应用的运行进行管理, 集成了 TENA 对象模型多种可用元素. 其部分内容可以根据需要, 按着特定的设备进行功能定制. 由图 2 可知 TENA 中间件封装了底层的系统, 为上层用户的应用提供统一的接口^[10].

设计 TENA 中间件的目的是为试验者提供一种信息通信的方法, 并且提供统一的管理机制来协调操作逻辑靶场中的各种实例. 每个中间件都是具有相互协作特点的分布式服务的合集. 这种协作体现在中间件为服务的订购方提供数据通信机制上. TENA 中间件内部结构与接口情况如图 3 所示.

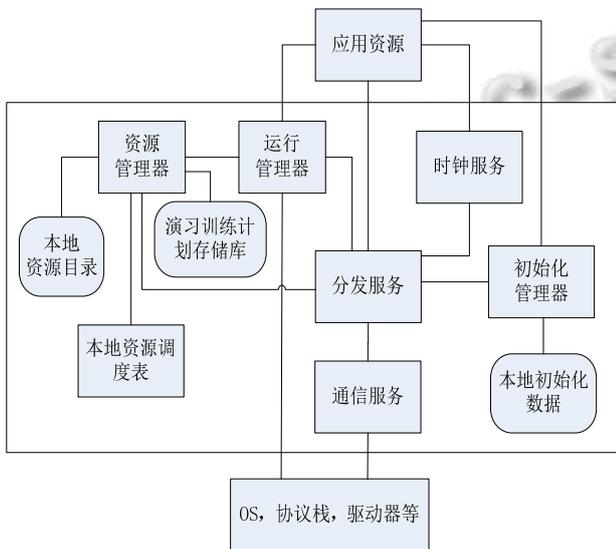


图 4 TENA 中间件内部结构与接口

5 TENA的技术体系

5.1 TENA 技术现状

从 TENA 开发出来以后, 其不断走向完善和成熟, 主要表现在:

(1) TENA 元模型定义趋于稳定. 稳定的元模型有利于对 TENA 进行研究与应用, 尤其是定义 TENA 的对象模型和实现 TENA 的中间件.

(2) 基于 Web 的 TENA 仓库. 新一代的 TENA 仓库定义及基本实现了更多的对象模型的对象, 其中包括标准的 TENA 雷达和 TENAGPS 等对象模型, 还有具有特定应用背景的多种 TENA 对象模型.

(3) TENA 中间件的性能不断提高. 修正了缺陷, 减少了 IP 多点传送的线程数量; 对指针操作进行了优化, 提高了其运行的速度; 支持本地类的向下转型等^[11].

(4) TENA 支持的工具体系不断完善.

5.2 兼容网关设计

目前许多系统还是基于 HLA 体系架构的, 很多系统要想与 TENA 架构相连接, 且不浪费已有的资源, 需要相应的 TENA-HLA 网关, 根据需要设计的网关有三部分构成: 管理 TENA 部分、管理 HLA 部分和网关管理的部分. 网关结构如图 5 所示.

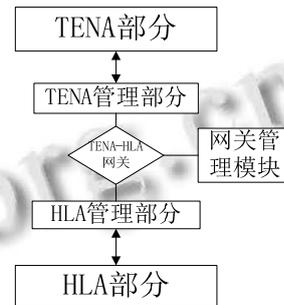


图 5 TENA-HLA 网关结构图

对 TENA 管理部分相当一个 TENA 应用, 包含 SDO、消息和数据流等, 还有一个具有 TENA 对象和 HLA 对象映射功能的类. 对 HLA 管理部分相当 HLA 的一个联邦成员, 包含一些交互类、RTI 的接口类以及类的名称和句柄间的映射. 网关管理部分负责启动整个网关, 然后使其循环, 最后退出等, 且能进行对各部分工作的协调和对全网进行监控^[12,13].

6 TENA在我国装备中的应用

TENA 的应用在美军中的试验和训练领域已经比较普及了, 这使得美军中的靶场资源在试验与训练中得到了很好的整合, 即节省了很多资源, 又提高了美军训练的效率. 基于 TENA 的优点, 许多国家都相继在其基础上进行改造, 来适合本国军事试验和训练的要求.

对于我国来说, 我国的军事资源比较庞杂, 分布地域也比较广阔, 在逻辑靶场试验与训练领域技术相对来说比较落后, 这样就造成了很多人力物力和财力的浪费和流失. 近几年随着研究的不断深入, 我国很多机构和单位对 TENA 进行研究, 以此来改善目前资源浪费和技术落后的现状, 成果也是很丰硕的.

就目前而言, 在 TENA 框架的基础上进行研究的试验训练系统的体系结构, 主要分为三大部分: 最底层为支撑层, 包含操作系统、数据库管理系统和安全保密系统等; 中间为集成层, 它集成了虚拟环境模型库、数

据档案库、仿真数据库和一些任务想定库等;应用层部分主要包括一些用户级的仿真应用和仿真系统以及 GIS 显示系统等. 国内仿真系统架构如图 6 所示.

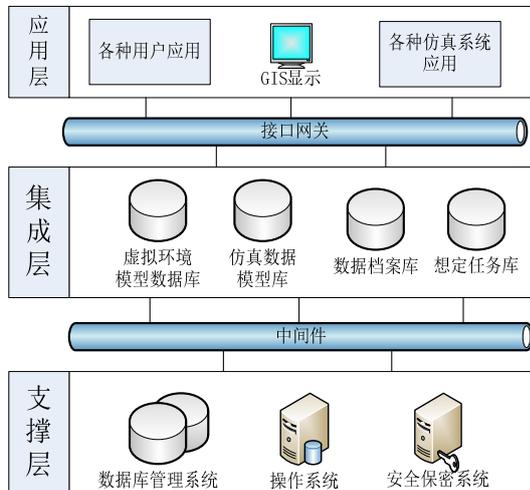


图 6 虚拟仿真系统架构图

支撑层是系统的基础, 由于保密安全性的要求, 对于军事训练仿真系统来说底层的操作系统、数据库管理系统和安全保密系统必须是经过严格审查和技术改造的, 所以这些资源必须是国内整合的资源或自行开发的, 因为上述资源是系统的基础设施, 其通过系统的中间件与上层进行数据和消息的通信。

集成层就是基于 TENA 架构而建立的分布式的资源层, 它基本集成了整个仿真系统所有所需的数据信息. 将数据资源进行集成, 一方面可以利用分布式的思想整合分散的资源, 弥补“烟囱式”系统的不足; 另一方面集中管理也能提高效率, 为技术和装备保障提供基础。

应用层包括了一些应用级仿真系统和应用, 来进行试验与训练, 可以进行输入输出, 将最后的虚拟仿真结果显示出来. 其通过网关与集成层进行信息的交换通信。

上述仿真系统架构具有以下特点: 第一, 能够支持地理上分布的以及物理上广域网范围的分布式资源的整合和信息的高效传输. 第二, 能够支持多种资源和模型的接入、集成和互操作, 也能重用很多资源和模型. 第三, 留有大量接口, 能够适应未来仿真系统的进一步发展。

当然也存在一些不足: 目前基于 TENA 的架构对 LVC 特性支持不是很完美. 而且未来的军事仿真系统

必定是面向服务的, 目前对此方面还有待进一步研究并融合到仿真系统中。

TENA 是美国开发的, 是按着美军的一系列需要而定制的标准和框架, 并不完全适合我军的一些军事需求. 然而在 TENA 的基本框架的基础上经过改进的虚拟靶场仿真系统则具有了适应我军的特性. 我军相比美军还有不小的差距, 对于 TENA 中的军事通信和作战仿真方面是不符合我军实际情况的. 经过改进, 定制了我军的虚拟仿真系统架构等基础设施, 加入了一些国产的军事信息系统作为扩展, 支撑层基础设施更是经过严格定制, 无论在保密方面还是在性能方面都符合了我军自己的现状。

7 结语

本文对试验与训练使能体系结构进行了重点分析研究, 分析了 TENA 的体系结构, 然后分别从元模型、中间件以及其技术现状等方面入手, 最后研究了 TENA 在国内的应用, 总结提出国内仿真系统的系统架构, 并进行了详细说明。

参考文献

- 薛青, 罗佳, 郑长伟, 等. 装甲装备保障仿真技术研究. 第 13 届中国系统仿真技术及其应用学术会议论文集. 安徽, 2011.
- 冯润明, 王国立, 黄柯棣. 试验与训练使能体系结构(TENA)研究. 系统仿真学报, 2004, 16(10): 2280-2284.
- 张新丰, 刘新友, 苗高洁. 基于靶场的联合实验训练系统. 国防科技, 2013, 34(3): 35-39.
- 车梦虎, 庄锦程, 蔡强. 基于 TENA 的虚实结合的靶场公共体系结构设计. 计算机测量与控制, 2012, 20: 1895-1898.
- 孔勇, 杜新宇. TENA 对象模型的研究. 计算机与现代化, 2013(2): 85-89.
- 毕博, 朱元昌, 邸彦强. 基于 TENA 的分布式交互仿真程序设计. 微电子学与计算机, 2012, 29(9): 35-38.
- 代坤, 赵文, 张灏龙, 等. 基于 TENA 的虚拟试验实现技术研究. 系统仿真学报, 2011, 23(5): 857-863.
- 张洁. 基于 TENA 思想的分布式靶场虚拟试验系统设计. 系统仿真技术, 2011, 7(1): 58-62.
- Powell ET, Noseworthy JR. The Test and Training Enabling Architecture, 2006: 20-30.
- 冯润明, 王国立, 黄柯棣. TENA 及其与 HLA 的比较. 系统工程与电子技术, 2005, 27(2): 288-291.
- 徐忠富, 王国立, 张玉竹等. TENA 的现状和展望. 系统仿真学报, 2008, 20(23): 6325-6329.
- 陈留涛, 丁刚毅. 虚拟靶场体系结构设计. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012, 22(9): 1600-1605.
- 孟凡松, 汪勇, 王萍. TENA 体系结构在美军 JMTC 中的成功运用. 现代防御技术, 2009, 37(6): 67-72.