

事件驱动的面向服务作战仿真集成平台架构

别晓峰¹, 李为民², 张雅舰¹, 黄超会³

(1. 空军工程大学防空反导学院, 陕西西安, 710051;

2. 空军工程大学训练部, 陕西西安, 710051; 3. 边防学院, 陕西西安, 710108)

摘要 分析了现代大型作战仿真系统所面临的仿真模型的重用和互操作、仿真应用的快速灵活构造、可扩展性等 3 方面的问题, 基于面向服务架构(SOA)和事件驱动架构(EDA)的思想, 设计了事件驱动的面向服务作战仿真集成平台架构, 分析了面向服务的作战仿真运行流程和事件驱动的作战仿真执行机制, 并分析了架构的特性。提出的仿真集成平台架构能够满足大型作战仿真应用架构的需求。

关键词 作战仿真集成平台; 事件驱动架构; 面向服务架构

DOI 10.3969/j.issn.1009-3516.2013.02.009

中图分类号 TP391.9 **文献标志码** A **文章编号** 1009-3516(2013)02-0037-05

An Event-driven Service-oriented Architecture of Operation Simulation Integration Platform

BIE Xiao-feng¹, LI Wei-min², ZHANG Ya-jian¹, HUANG Chao-hui³

(1. Air and Missile Defense College, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China;

2. Department of Training, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China; 3. Border Defense Institute, Xi'an 710108, China)

Abstract: The typical problems in present-day large-scale operation simulation system such as the reuse and interoperation of the models, fast constitution of simulating application and expansibility are analyzed. Based on the ideas of SOA and EDA, an event-driven service-oriented architecture of operation simulation integration platform is designed, the run-time flow of event-driven service-oriented simulation is given, and the attribute of the architecture is analyzed.

Key words: operation simulation integration platform; event-driven architecture(EDA); service-oriented architecture(SOA)

随着现代大型作战仿真系统规模的不断扩大以及仿真应用的不断拓展, 迫切需要解决以下 3 方面的问题^[1]:

1) 仿真模型(系统)的整合和互操作。现代大型仿真系统规模越来越庞大复杂, 所涉及的第 3 方模型(系统)或者遗留系统非常多, 这些模型(系统)分别采用了不同的开发技术和规范, 这就要求系统有很强的整合能力及对异构系统的互操作能力。

2) 快速、灵活的仿真应用需求。现代作战仿真在军队作战和训练等方面的应用越来越广, 这就要求仿真应用部门能够针对特定需求, 通过快速开发或者重用/整合现有资源来达到快速响应仿真应用需求的目的。

3) 可扩展性问题。当前作战仿真应用在处于加速发展时期, 仿真应用类型也会不断增加, 这也要求系统有很好的可扩展性。

收稿日期: 2012-11-05

基金项目: 中国博士后科学基金资助项目(20110491888)

作者简介: 别晓峰(1979-)男, 河南南阳人, 讲师, 博士(后), 主要从事防空反导作战运筹分析, 作战仿真与实验研究
E-mail: biexiaofeng2003@tom.com

从国外大型作战仿真系统的开发经验来看,作战仿真集成平台是解决以上问题的有效方式。作战仿真集成平台的优点在于:实现作战想定和仿真模型的快速开发,支持作战模型和程序模块的广泛重用,以及提供开发同一项目与其他组织机构共享和合作的基础。作战仿真集成平台的核心就是统一仿真系统构架,使不同的仿真系统和仿真模型遵循共同的构架和标准,促进仿真应用中模型的重用和多模型间的互联、互通、互操作,使系统具有很强的扩展性,并具备快速开发能力。

本文将结合 EDA 和 SOA 构架,构建一个事件驱动的面向服务作战仿真集成平台构架,应用面向服务的架构和事件驱动的架构天生对分布式系统的适应性,满足可扩展的作战仿真需求。

1 事件驱动的面向服务作战仿真集成平台架构

1.1 面向服务的体系架构 SOA 和事件驱动架构

面向服务的体系架构 SOA (Service Oriented Architecture, SOA) 作为一种新的系统架构,把业务逻辑和具体实现技术这二者分离开来,通过把可重用的模块封装为服务 (Service) 的松散耦合方式提供了对现有资源的有效重用和集成^[2-3],通过服务流程的编排支持仿真应用的快速构建,从而使得遵循该体系结构而构造出的应用系统能够适应业务和实现技术的不断变化,从而成为了应用软件平台的趋

势所在。但是,在一个典型的 SOA 环境中,服务的连接一般以可预测的顺序表现,而作战过程却是由多个难以预测的异步事件以并行和触发活动的形式表现。因此,一般的面向过程处理的 SOA 不能完全支持大型作战仿真复杂作战事件的处理需求。

目前最新发展的 SOA 构架结合了事件驱动构架(Event Driven Architecture, EDA)优点。服务的连接不再以可预测的顺序表现,而是通过事件驱动方式实现了服务之间更松散、更灵活的交互关系,实现业务过程的动态有效管理。而 EDA 与典型的事件驱动仿真方法具有一致性,符合作战仿真的需求。

1.2 事件驱动的面向服务作战仿真集成平台总体架构

事件驱动的面向服务作战仿真集成平台总体架构见图 1。将仿真模型、仿真构件和仿真数据等仿真资源都封装为文本形式的服务,发布到服务中心(服务目录)供其它构件使用。服务模块的插入以及服务间的交互,则引入企业服务总线(Enterprise Service Bus, ESB)到构架中实现,称为仿真服务总线。该总线为仿真提供一个基于标准的松散应用耦合模式,使各类服务能够即插即用。同时,仿真服务总线的消息传送采用事件驱动的订阅/发布模式,通过事件驱动实现复杂的仿真服务调度,从而形成基于 SOA 的事件驱动作战仿真集成平台总体构架。作战仿真集成平台构架由基础设施、仿真资源、仿真服务、和仿真应用 4 个层次构成^[4-7]。各层功能如下。

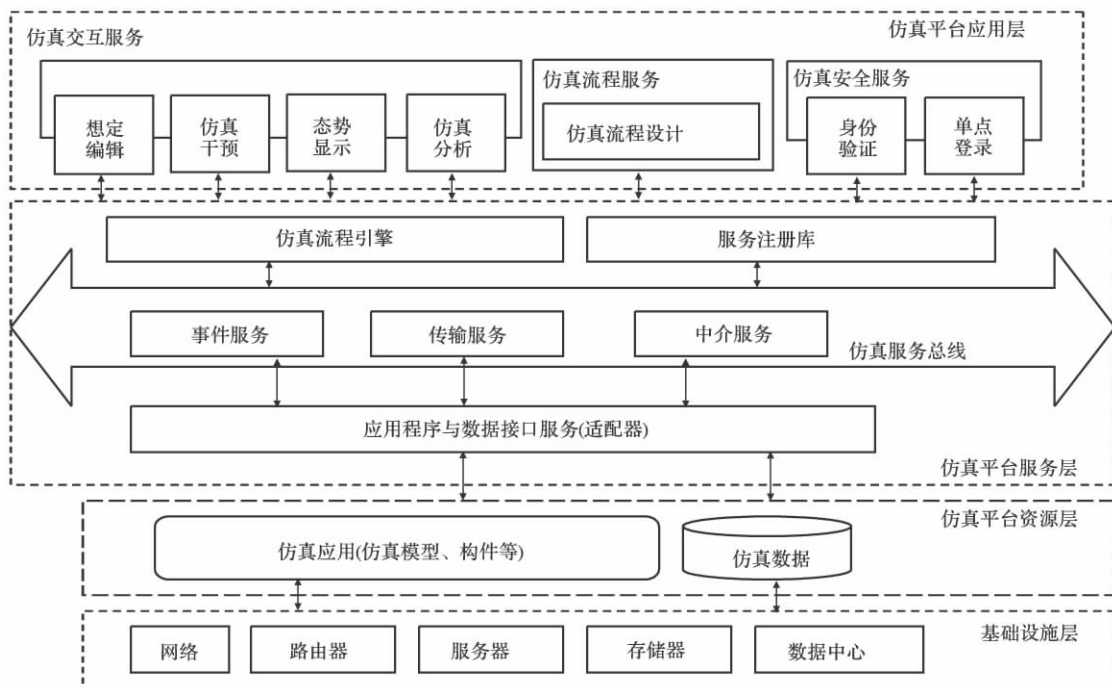


图 1 基于 SOA 的事件驱动作战仿真集成平台总体构架

1) 基础设施层。基础设施层是支持作战仿真集成平台的系统软、硬件以及网络基础平台。在 SOA 体系架构下,基础支撑层的各类设施中,系统软件、基础中间件以及数据库服务器软件都将作为局部网络格运算,支持 SOA 框架下的分布运行。

2) 仿真资源层。仿真资源是系统构架中被集成的对象,包括作战仿真模型、可重用仿真构件和仿真数据等。仿真资源通过适配器接入仿真服务总线,以服务形式对外提供服务或使用其他服务。

3) 仿真服务层。仿真服务层是事件驱动的面向服务作战仿真集成平台构架的主要支持层,包括支持服务互相访问的仿真服务总线、将仿真资源接入总线的服务接口(适配器)、解析和驱动仿真流程执行的仿真流程引擎以及存储仿真服务元数据并提供目录服务的服务注册库。

仿真服务总线是构架中实现服务无缝连接和服务交互的关键组件,主要解决服务之间高效通信的问题。仿真服务总线主要包括事件服务、传输服务和中介服务等功能。事件服务通过“消息服务机制”提供以事件为驱动的服务,包括事件检测、触发和分发功能;传输服务实现通过仿真服务总线互连的业务流程间的消息正确交付和基于内容的路由功能;中介服务提供了转换任何消息内容的功能,它可确保任何进程都能理解通过总线传输的数据。

适配器服务对多种主流应用的接入协议提供支持,解决仿真资源面向 SOA 的服务接入,使仿真模型之间、仿真应用之间的连接使用可重用、统一的接口,通过该接口每一个仿真模型、仿真应用只需要与仿真服务总线相连,而不需要与每个与之交互的仿真模型、仿真应用相连,就可以实现服务之间的互操作。适配器是仿真资源与 SOA 仿真服务总线之间的桥梁。

仿真流程引擎是架构中实现仿真运行的核心组件。仿真流程引擎是基于事件驱动的工作流引擎,负责在运行时解释仿真流程定义,根据仿真事件状态控制流程实例的创建、激活、挂起、终止,通过仿真服务总线调用相应的仿真服务,实现仿真服务的动态配置、负载均衡与转换,支持短时间的自动流程运行和有人工介入的长时间流程运行。

服务注册库目录服务用于存储、访问、管理或配置仿真服务,完成服务的注册和代理。仿真模型、仿真构件以及仿真数据等都以服务的形式将服务的位置和服务功能注册到服务目录中,服务注册库则为

访问仿真服务提供统一的访问机制,使可以动态发现和调用各种作战仿真服务。

4) 仿真应用层。仿真应用层是仿真模型集成运行以及与用户的交互接口(或仿真表现)层,包括用户交互服务、仿真流程服务以及仿真安全服务。

用户交互服务面向用户,提供系统与用户的交互接口,包括作战想定编辑、仿真运行控制、仿真干预、仿真监视(态势显示)与记录以及仿真分析等仿真打包应用与用户的交互接口。

仿真流程设计是为系统开发者提供流程方式进行聚合仿真模型和集成仿真应用的设计环境,模型开发者可将若干仿真模型作战活动流程组织定义聚合仿真模型,应用开发者则将若干服务(仿真构件)按仿真应用操作执行流程组织定义仿真应用,从而实现仿真模型的组合和仿真构件的集成,生成一个特定的作战仿真应用流程。

仿真安全服务是整个分布式系统的安全保障,为用户交互和其他服务提供身份验证、访问控制、数据加密、数据完整性、抗抵赖性等基本安全服务功能。

1.3 面向服务的作战仿真运行流程

面向服务作战仿真流程见图 2。用户首先通过用户交互层进行用户登录,获得用户认证后,使用编辑想定交互服务将想定和作战方案输入,输入的信息通过编辑想定应用处理、数据服务转换、由仿真服务总线传送到数据库或文件中。仿真准备完成后,可以开始仿真运行。用户在交互层通过仿真运行交互服务启动作战方案的仿真,仿真流程服务按照作战方案确定的作战流程,在作战事件的驱动下,由仿真引擎根据作战活动调用仿真服务,实例化相应的仿真模型对事件进行处理,完成模型之间的交互,实现作战方案的仿真。仿真过程中,仿真模型之间交互产生的仿真数据通过仿真服务总线传送到数据库或文件中。与作战态势相关的数据,通过仿真服务总线传送给态势显示应用处理,并由用户交互层的态势显示交互服务以易于理解的形式表现给用户。仿真结束后,用户在交互层通过仿真分析处理交互服务请求事后处理服务对仿真数据的处理,获得仿真分析统计结果。

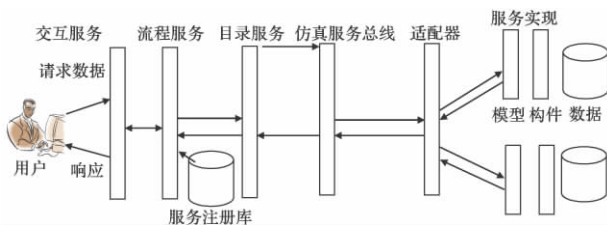


图2 面向服务的作战仿真运行流程

Fig. 2 The service-oriented simulation run-time flow

2 事件驱动的作战仿真执行机制

仿真流程通常都是由事件驱动的,在仿真应用过程中事件就是由用户行为、服务和时间等引起的一些活动或状态,而在作战方案的仿真过程中事件则是由作战实体行为、作战计划或时间等引起的一些活动或状态。而事件驱动机制是由事件、规则/条件和动作联合来实现的,称为 ECA(Event Condition Action, ECA)规则。ECA 规则定义了在某事件(Event)下,当满足定义好的条件(Condition),被定义的对象将执行的动作(Action)。事件驱动的作战仿真执行机制就是应用事件驱动方法,定义不同活动执行的 ECA 规则,以支持不同模式的作战活动执行。

1)启动规则。支持通过事件来触发过程,包括活动触发、子过程触发和过程触发。

2)条件规则。支持活动的条件转移,包括顺序规则、并发规则和选择规则。其中,顺序规则支持活动的顺序(时序关系)执行模式,并发规则支持活动的并发(与关系)执行模式,选择规则支持的排它选择(异或关系)执行模式和多路选择(或关系)执行模式。

3)循环规则。支持过程中部分或全部步骤的反复迭代执行模式。

4)变迁规则。支持过程动态变迁,包括合并规则、分解规则、跳转规则和交互规则。其中,合并规则支持同步合并执行模式和简单合并执行模式,交互规则主要支持过程的并行同步关系和预发布处理等。

5)结束规则。标明过程的结束,包括过程和子过程的结束。

事件驱动的作战仿真执行机制就是基于以上 ECA 规则,在内部、外部和时间等事件的驱动下,实现作战流程仿真运行的动态路由。图 3 表达了基于 ECA 规则的作战仿真执行机制。在仿真执行过程中,仿真引擎中的事件检测器首先直接探测到各种原子事件,然后判断 ECA 规则集中是否有某些

规则的条件表达式值为真。如果为真,则调用相应的服务执行相应的动作。服务执行后,又将引发新的事件。在该过程中,关键是对复合事件的分解,将复合事件分解为按一定的顺序复合的原子事件序列,根据事件的发生逐步推进事件序列的状态。

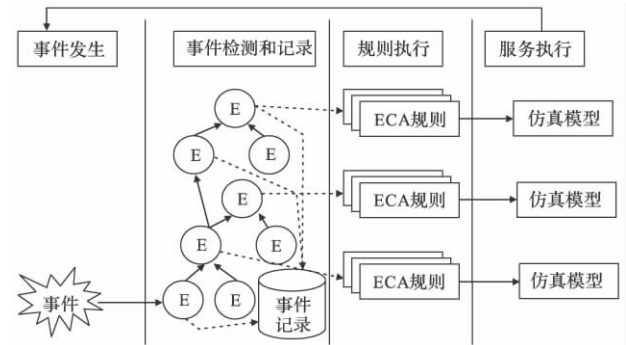


图3 基于ECA的作战仿真执行机制

Fig. 3 The ECA based operation simulation run mechanism

上述基于事件驱动的作战仿真与传统的事件推进仿真有着典型的区别。传统的事件推进仿真是按照事件发生的时间顺序对事件进行排列并调度,事件发生的顺序是可预测的。并且事件发生是串行的,不符合真实事件发生的特点;实现机制采用循环队列。而事件驱动仿真中事件的发生不可预测、是可并发的。对事件的调度是通过事件发生的驱动,立即调度相关的处理,不存在预先的按时间顺序来排列事件,符合真实事件发生的特点。实现机制采用的是发布-订购以及事件监听。

3 架构特性分析

本文所提出的事件驱动的面向服务作战仿真集成平台架构结合了事件驱动架构、面向服务架构、仿真服务总线和仿真流程的优点,能够有效解决本文开始提出的现代大型作战仿真的 3 方面的问题,具体分析如下。

1)通过服务封装使得异构的仿真模型、构件和数据使用可重用、统一的接口,通过仿真服务总线的集成和中介作用,完成不同异构系统的互连、互通和互操作;同时建立模型和组件的服务注册库,支持重用。

2)在服务封装的基础上,应用仿真服务总线(ESB)实现系统模型和构件的“即插即用”,使平台具有很大的可扩展性;

3)通过面向流程的服务编排,使平台将仿真服务的功能和需要完成的仿真应用分离开来。一旦仿真应用发生变化,只需简单的修改仿真流程定义,就可适应新的仿真应用。

4 结语

本文提出的事件驱动面向服务的作战仿真集成平台构架,由于 SOA 内在的重用和互操作特性以及仿真流程提供的仿真应用设计能力,解决了系统的可扩展性、仿真模型的重用、模型组合与互操作等问题,满足了大型作战仿真应用构架的需求。

参考文献(References):

- [1] 黄文清,江敬灼. 联合作战仿真领域构架研究[J],装备指挥技术学院学报,2008,19(2):92-96.
HUANG Wenqing, JIANG Jingzhuo. Research on domain specific software architecture in joint operation simulation[J]. Journal of the academy of equipment command & technology, 2008, 19(2): 92-96. (in Chinese)
- [2] 林泳琴,黄晨晖. 面向企业应用集成的 ESB 框架的研究[J], 计算机应用, 2010, 30(6):1658-1660.
LIN Yongqin, HUANG Chenhui. Research on ESB framework for enterprise application integration[J], Journal of computer application, 2010, 30(6): 1658-1660. (in Chinese)
- [3] 吕宏伟. 基于 SOA 和 ESB 的企业应用集成的解决方案[J]. 计算机应用与软件, 2010, 27(4): 215-216.
LÜ Hongwei. Enterprise application integration solution based on SOA and ESB[J]. Computer applications and software, 2010, 27(4): 215-216. (in Chinese)
- [4] 张高峰,张志勇,张静瑜,等. 基于模型驱动架构的舰载指控系统仿真研究[J]. 系统仿真学报, 2011, 23(1): 232-236.
ZHANG Gaofeng, ZHANG Zhiyong, ZHANG Jingyu, et al. Research of ship-borne command and control system simulation based on model driven architecture[J]. Journal of system simulation, 2011, 23(1): 232-236. (in Chinese)
- [5] 杨志义,杨刚,张海辉. 一种面向服务的事件驱动架构信息集成平台构造方法[J]. 计算机研究与发展, 2008, 45(10):1799-1806. (in Chinese)

YANG Zhiyi, YANG Gang, ZHANG Haihu. An approach for implementing service oriented and event driven information integration platform[J]. Journal of computer research and development, 2008, 45(10): 1799-1806. (in Chinese)

- [6] 张潇毅,邓波,丁鲲. 一种基于事件流处理引擎的企业服务总线平台[J]. 解放军理工大学学报:自然科学版, 2010, 11(2):178-183.
ZHANG Xiayin, DENG Bo, DING Kun. Enterprise service bus platform based on event stream processing engine[J]. Journal of PLA university of science and technology: natural science edition, 2010, 11(2): 178-183. (in Chinese)
- [7] 庞天亮,袁修久,赵学军,等. 基于 OWL 的仿真想定本体构建方法[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2012, 13(6):35-37.
PANG Tianliang, YUAN Xiujie, ZHAO Xuejun, et al. Approach to simulation scenario ontology development based on OWL[J]. Journal of air force engineering university: natural science edition, 2012, 13(6): 35-37. (in Chinese)

本刊相关链接文献:

- [1] 王路,邢清华,曲婧华. 地空导弹武器系统仿真中目标与设定区域(多边形)位置关系判别算法[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2012, 13(4): 61-64.
- [2] 寇英信,付昭旺,冯国强,等. 网络瞄准下空空导弹允许发射区模拟仿真分析[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2012, 13(2): 24-27.
- [3] 商长安,郭蓬松,刘健. 末段低层反导武器系统部署决策模型[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2012, 13(2): 29-31.
- [4] 杨少春,吴林锋,王刚,等. 弹道导弹中段轨迹预测研究[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2012, 13(4): 31-33.
- [5] 黄树彩,刘军亮,康红霞. 弹道导弹防御的交战程序组设计[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2011, 12(1): 35-38.

(编辑:田新华)