

# 基于 HLA 的指挥自动化训练仿真系统

夏薇, 慕晓冬, 魏鸿毅

(第二炮兵工程学院计算机系, 西安 710025)

**摘要:** 在分析某军事指挥自动化系统需求的基础上, 设计基于 HLA 的总体方案, 采用软硬件相结合的思想实现通信联邦成员。介绍联邦对象模型模板(OMT)的设计与实现方法, 给出所有联邦成员加入该联邦的实例。结果表明, 该仿真系统能够较好地满足部队基层训练的要求。

**关键词:** 高层体系结构; 指挥自动化系统; 对象模型模板

## C4ISR Simulation Training System Based on HLA

XIA Wei, MU Xiao-dong, WEI Hong-yi

(Dept. of Computer, The Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025)

**【Abstract】** Based on the analysis of a military C4ISR's demand, the overall project based on HLA is designed. The implementation method of federates combined with software and hardware is discussed, and the design of OMT is introduced. The implementation procedure of federation is presented, and the instance of putting all the federates into the federation is given. The results show this operational simulation system meets the demand of military training well.

**【Key words】** High Level Architecture(HLA); C4ISR; Object Model Template(OMT)

### 1 概述

战争离不开指挥, 从某种意义上来说, 一部战争史就是一部指挥手段不断改进的历史。军队指挥自动化系统(西方发达国家称之为 C4ISR 系统)是指: 在军队指挥机构中, 采用自动化的硬设备及相应的软设备等现代化工具, 实施指挥与控制的“人—机”系统, 它是军队实现指挥自动化的手段和工具, 其重要任务是把武器系统构成一个有机整体, 使各类武器系统形成配合密切、运转灵活的整体打击力量, 从而发挥出各武器系统的最大效能。在高技术战争中, 由于武器装备复杂, 作战空间扩大, 节奏加快, 信息量剧增, 战场情况瞬息万变, 因此指挥自动化系统成为现代战争的必备手段和兵力倍增器, 是军队战斗力的重要组成部分, 也是国内外作战仿真的重点, 其建设和发展十分迅速。

指挥自动化系统集成指挥、控制、通信、情报、侦察、探测预警和综合保障为一体, 该仿真系统涉及多种联合体。各单元分布在不同的地域独立工作, 各单元与融合中心之间通过网络通信进行数据传输, 这与 HLA 分布交互式仿真体系结构一致, 通过统一的 RTI 完成仿真过程中的各种交互。本文所介绍的基于 HLA 的指挥自动化训练仿真系统设计的主要思想是: 将指挥自动化系统各个功能域的仿真模型和实际信息系统装备通过基于 HLA 的仿真代理互联, 通过仿真, 实现对指挥自动化人才的培训。

### 2 HLA简介<sup>[1]</sup>

美国国防部于 1995 年发布了建模与仿真主计划, 决定在国防部范围内, 建立一个通用的仿真技术框架来保证各种仿真应用之间的互操作性。技术框架的核心是高层体系结构(High Level Architecture, HLA)。作为新一代仿真体系结构, HLA 对仿真系统的重用和互操作的支持有了很大提高, 它主

要由 3 个部分组成: HLA 规则, 对象模型模板(Object Model Template, OMT)和接口规范。规则描述了联邦和联邦成员的职责, 是实现正确交互的基础; OMT 定义了描述 HLA 对象模型的通用方法, 提供标准的格式来记录 HLA 对象模型信息, 促进仿真应用的互操作和可重用性; 接口规范以服务的方式定义了联邦成员进行信息交互的方式, 包括可调用的服务和应提供的回调服务。

### 3 指挥自动化仿真系统的体系结构

#### 3.1 指挥自动化系统的概念模型

指挥自动化系统可分成若干个分系统, 从不同角度, 各分系统的组成也各不相同。从信息在指挥自动化系统中的流程角度来看, C4ISR 系统可看成由信息获取、信息传输、信息处理、信息显示、决策监控和执行等分系统组成的, 其概念模型如图 1 所示<sup>[2]</sup>。

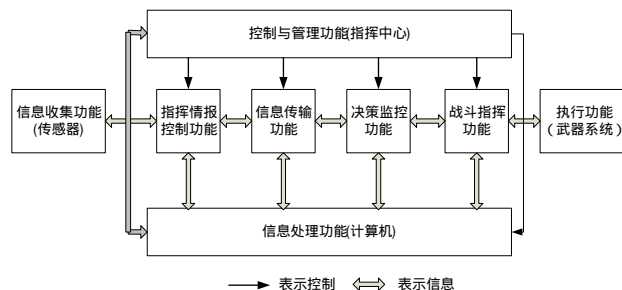


图 1 指挥自动化系统概念模型

**作者简介:** 夏薇(1983 - ), 女, 硕士研究生, 主研方向: 作战仿真技术; 慕晓冬, 教授、博士生导师; 魏鸿毅, 硕士研究生  
**收稿日期:** 2007-12-10 **E-mail:** ton329@sohu.com

### 3.2 基于 HLA 的指挥自动化仿真系统体系结构

根据该军事指挥自动化系统的特点，仿真系统的体系结构如图 2 所示。

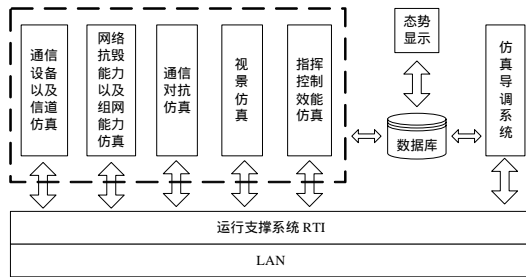


图 2 指挥自动化仿真系统的体系结构

系统不但能对通信枢纽开设、通信设备操作、通信业务训练进行全程仿真，对通信指挥员、通信参谋在演习中灵活运用通信战术、制定决策进行仿真训练，还能对组网方式、军事抗毁能力和指挥控制能力进行仿真，并能实时显示演习态势、控制演习进程、作出作战效能评估。(1)仿真导调系统：仿真的综合管理，协调仿真对象，负责仿真的开始、运行、暂停、继续、回溯、重演，并记录仿真运行中所有交互的数据及信息。(2)指挥控制：指挥和协同部队的作战行动。实现相应的兵力管理、装备管理、组织计划实施。(3)通信系统：主要涉及通信设备与通信信道的仿真。通信系统主要由通信信道、交换设备和通信终端设备 3 部分组成，迅速、准确、保密和不间断地自动传输各种信息。(4)通信对抗仿真：建立地方通信干扰模型和我军反对抗模型，对通信系统在对抗情况下的作战能力进行仿真。这是系统的难点，主要表现在对抗性有指挥员的决策因素。因此，本部分按照人机交互的方法进行仿真。(5)视景仿真：根据导调系统生成战场三维地形，模拟地形、气象、恶劣的电磁环境以及机动目标和通信对抗的效果。(6)通信网络抗毁能力及组网能力仿真：军用通信网的节点和链路容易受到敌方的破坏而失效，造成网络中断，而保持网络连通性是其可以传输信息的基础，如果丧失连通性，则无论采用何种通信协议、路由选择算法和维护策略，都无法保证军事通信网完成其战场条件下迅速而准确地交换各种信息的功能。对于网络抗毁能力仿真，主要建立其测度指标，并依据该指标建立确定性、随机性的仿真模型，仿真其在对抗情况下的组网能力。(7)态势显示：对战场态势和推演过程进行多方位多视角的实时演示。(8)数据库：存储和管理仿真中的相关数据，以供其他仿真节点读出或写入，并提供性能评估所需的信息。该模块是基于 SQL Server 数据库系统搭建的。

### 3.3 通信设备模拟器

通信系统是指挥自动化系统的“神经中枢”，因此，通信设备模拟器是整个系统的核心。通信装备建模仿真的特殊性在于不仅要对装备本身进行仿真，而且要对装备显示的信息以及各种视觉效果进行仿真。其仿真重点是对通信设备功能、面板显示信息以及操作效果的仿真。

通信分系统采用硬件模拟器和虚拟训练软件相结合的思路，模拟装备的操作环境，再现装备的外观，并真实地反映操作动作和操作效果。模拟器通过处理接收到的面板操作信息，正确显示操作效果，并将反馈信息输出到面板上，实现训练模拟器与人的交互，按照一定的仿真协议实现与其他部分的信息交互，通信设备模拟器的结构如图 3 所示。

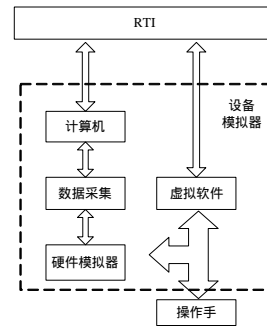


图 3 通信设备模拟器结构

(1)硬件模拟器：由实装设备外壳和微机控制板组成，并配备面板和计算机间的数据输入/输出串口。一方面，实时采集面板操作信息，送到计算机中进行处理；另一方面，将计算机反馈的信息传到面板上。

(2)虚拟训练软件：采用硬件软化的思路，为真实装备的操作面板拍照，经过图像处理，实时显示装备的状态变化，其效果与实装几乎一样，大大降低了开发费用，不用做相关的维护，可重用性好。

## 4 对象模型模板<sup>[1,3]</sup>

基于 HLA 的对象模型模板(Object Model Template, OMT)是一种标准模板，是 HLA 实现互操作和重用的机制之一。OMT 由 9 个表格组成，每个表都描述了联邦与联邦成员的一些关键信息。

(1)对象模型鉴别表：记录与 HLA 对象模型相关的重要标识信息。

(2)对象类结构表：记录所有联邦或联邦成员对象的类名，并描述类与子类的关系。表 1 列出了在仿真联邦中的对象类。

表 1 仿真联邦中的对象类

Object Class Structure Table		
Management(PS)		
Target(PS)		
Equipment(PS)	HardWare(PS)/SoftWare(PS)	Wire_equipment(PS)/Wireless_equipment(PS)
Environment(PS)		
CommNetState(PS)		
CommArea(PS)		
Viewer(S)		

(3)交互类结构表：记录所有联邦或联邦成员的交互类名，并描述了类与子类的关系。表 2 列出了在仿真联邦中的交互类。

表 2 仿真联邦中的交互类

Interaction Class Structure Table	
Parameter Output	
Alter Movement	
Communication	Sound_Communication/Campaign_Writ
SimuControlCmd	
ExecuteResultMsg	

(4)属性表：记录联邦或联邦成员中，对象属性的特征。

(5)参数表：记录联邦或联邦成员中，交互参数的特征。

(6)枚举数据类型表：对出现在属性表/参数表中的枚举数据

据类型进行说明。

(7)复杂数据类型表:对出现在属性表/参数表中的复杂数据类型进行说明。

(8)路径空间表:指定对象类属性和交互类的路径空间。

(9)FOM/SOM 词典:记录上述各表中所有术语的定义。

当描述一个仿真联邦或单个仿真系统(联邦成员)的 HLA 对象模型时,必须使用上述所有表格,即 OMT 的各部件对 FOM/SOM 都适用。一个 HLA 对象模型至少包含一个对象类和交互类。对象类与交互类的设计,实际是确定各个联邦成员之间的数据流和控制流。各联邦成员通过发布其他成员感兴趣的对象类和交互类,订购自己所需要的对象类和交互类,实现联邦成员间的交互。该系统采用 OMDT 辅助设计工具,实现 HLA 对象模型的自动化设计。

## 5 指挥自动化训练仿真系统的实现

### 5.1 开发环境

硬件开发环境:10 Mb/s 或者 100 Mb/s 自适应的快速以太网域网络系统,PC 机终端,图形工作站,硬件模拟器。

软件开发环境:WindowsXP 操作系统,系统总体开发平台(VC++.Net),部分模型采用 OpNet 工具建立,支持联邦设计开发的 HLA/RTI 辅助开发工具(OMDT、美国 MAK 公司的 MAK RTI2.4),数据库开发工具(SQL Server 2000)。

### 5.2 系统运行实例

仿真导调系统创建,并启动联邦运行,视景仿真对象根据初始值开始运行,创建战场环境,各个设备仿真对象加入联邦,向 RTI 提供自己的属性公布要求和属性订购要求,设置时间管理模式。按照通信预案和对抗预案进行操作,发出各种通信事件和通信对抗事件,更新自己所发布对象实例的位置和状态。由模型对象进行计算,把结果发布给其他联邦成员。态势显示对象实时显示战场态势。当仿真完成后,所有成员退出联邦,由最后退出的成员销毁联邦。系统运行流程如图 4 所示。

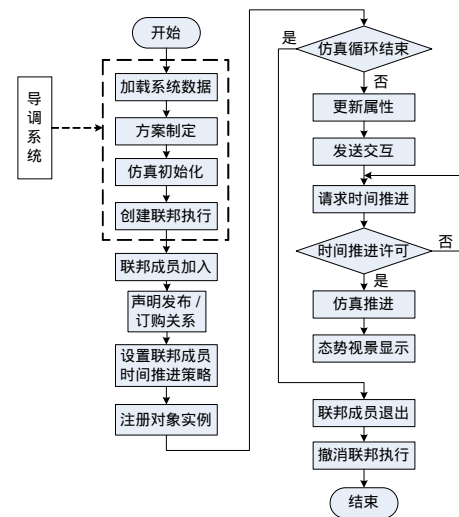


图 4 系统运行流程

## 6 结束语

该设计方案已在某军事指挥自动化仿真系统中得到初步应用。该系统按照一定的战术需求,合理组成具有一定编制体制的演练单元,可以进行各种形式的演练,对指挥自动化人才培训和战术推演具有较高的应用价值和军事效益。其良好的可重用性和可扩展机制便于将来集成嵌入到更高层的武器系统中,具有较高的开发价值。

### 参考文献

- [1] 周彦,戴剑伟. HLA 仿真程序设计[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [2] 李雄,王文悦,王精业. 基于 HLA 的 C4ISR 作战运用仿真系统探讨[J]. 军械工程学院学报,2005,17(6):48-51.
- [3] 付正军. 计算机仿真中的 HLA 技术[M]. 北京:国防工业出版社,2003.

(上接第 268 页)

贝叶斯网络可以用来帮助识别风险因子、计算灵敏度与波动性、简化损失分布和基于情景的超额损失事件的生成。基于贝叶斯网络的操作风险模型的建立首先需要建立业务模型,接下来根据业务模型建立贝叶斯网络结构,利用历史数据或模拟数据来训练模型,得到条件概率分布,利用模型生产损失分布或操作风险的相关度量。

## 5 结束语

操作风险管理是一个新的研究领域,目前在实践中对操作风险的量度和管理手段都还远未成熟。操作风险本身具有构成复杂、涉及诸多复杂因素、难以结构化等特点,在我国金融业对操作风险进行建模非常困难。加之有关操作风险事件和数据的积累却十分贫乏,给操作风险的度量研究带来很大的困难。由于贝叶斯网络良好的知识表达框架与简化的概率推理计算过程,贝叶斯网络是处理不确定性信息的重要工具。它既可以将定性知识与定量知识良好地结合,也可以把先验信息和样本数据统一起来。因此,利用图形与统计相结

合的贝叶斯网络对我国银行业操作风险建模更具有现实意义,基于贝叶斯网络的操作风险管理系统是度量与管理操作风险的有效方法。

### 参考文献

- [1] 巴塞尔银行监管委员会. 统一资本计量和资本标准协议:修订框架[M]. 中国银行业监督管理委员会,译. 北京:中国金融出版社,2004:140-141.
- [2] Alexander C. Bayesian Methods for Measuring Operational Risk [EB/OL]. (2003-05-21). <http://www.ssrn.com>.
- [3] 杰克·L·金. 运作风险:度量与建模[M]. 陈剑,译. 北京:中国人民大学出版社,2005:181-212.
- [4] 刘勃,周荷琴. 基于贝叶斯网络的网络安全评估方法研究[J]. 计算机工程,2004,30(22):111-113.
- [5] Kwabena A P. Operational Risk Management—Implementing a Bayesian Network for Foreign Exchange and Money Market Settlement[D]. Gottingen: University of Gottingen, 2005:47-113.