

基于 HLA 的野战防空指挥控制系统仿真设计

谭项林, 舒畅, 邵智超

(武汉军械士官学校指挥控制系, 湖北 武汉 430075)

摘要: 野战防空指挥与控制系统是防空作战行动的中枢, 体系复杂, 涉及单元较多, 难以通过实装演习的方式进行性能测试或效能评估。本文在分析实际系统组成的基础上, 基于 HLA/RTI 提出了一个野战防空指挥与控制系统仿真平台, 给出了仿真系统的总体结构, 详细阐述仿真成员的设计过程、对象类/交互类的公布/订购关系, 对仿真执行过程也进行概略说明。该系统逻辑上能够较为真实的仿真野战防空作战行动, 可以作为实际系统的研究和评估工具。

关键词: 野战防空; 指挥与控制; 系统仿真; HLA

0 引言

现代防空指挥与控制系统是一个集指挥、控制、通信和情报功能为一体的综合电子信息系统, 它运用以电子计算机为核心的各种技术设备, 与指挥人员相结合, 对防空作战行动实施指挥与控制, 是整个防空作战行动的指挥中枢[1]。同时, 防空指挥系统也是一个非常复杂的系统, 它涉及到各种武器平台、传感器、侦察设备, 还包括各类环境(如战场空间环境, 电磁环境等), 要对这样一个因素众多的系统进行研究, 如果仅仅依靠大规模的军事演习, 不仅要浪费巨大的人力、物力和财力, 而且也只能进行部分测试。而计算机仿真技术的出现, 为我们研究防空指挥与控制系统提供了一条新途径。

作为当前分布式仿真领域主流规范/技术/标准的高级体系结构(HLA, High Level Architecture)被用来构建仿真通用技术框架, 支持不同仿真应用之间的互操作和仿真部件的可重用[2]。本文基于 HLA 技术构建了一个野战防空指挥与控制系统仿真平台, 阐述了构建该仿真平台所涉及的关键技术及其实现途径, 简述了基于该仿真平台对野战防空指挥与控制系统进行研究或效能评估的过程。

1 野战防空指控系统组成

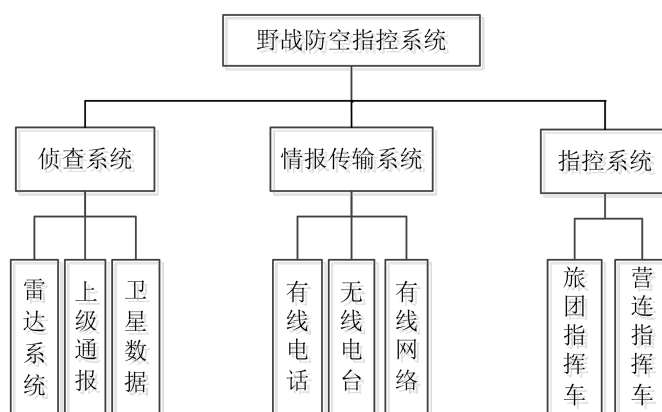


图 1 野战防空指挥与控制系统组成

现有的野战防空网通常是战术级的, 主要独立实施伴随防空或者野战要地防空, 同时也可以通过 C3I 系统与其他防空系统组网, 构成更大规模的防空系[3]。一般而言, 野战防空指挥与控制系统的组成如图 1 所示。目前, 野战防空的情报获取主要依靠上级空情通报, 以及在此基础上依靠防空网内的雷达系统, 或

者通过协调获取卫星数据。在信息传输方面,无线电台架设方便,但传输距离较短,且易受到干扰;有线网络受野战条件制约较大,架设时间较长,末端节点基本上不可用,优点是信息传输质量高,不易受干扰;另外,在语音命令的下达上,现时主要依靠有线电话,少量数据也可通过有线电话网传输。在信息的分析处理上,主要依靠指挥车进行,野战防空指挥与控制系统一般配置旅(团)指挥车和营连指挥车,指挥车上集成了大量先进的信息分析、处理、通信装备,能够快速、有效的实施战场指挥。

2 HLA/RTI 概述

HLA 是一种软件体系结构,它可以将多个小的计算机仿真系统联合起来成为一个大的仿真系统。在 HLA 中,把这个大的仿真系统称为联邦,把构成联邦的每一个仿真子系统称为联邦成员,联邦成员由许多对象组成,对象是联邦的基本元素。HLA[4][5]主要由三部分组成:规则(Rules)、对象模型模板(OMT Object Model Template)、接口规范(Interface Specification)。其中 OMT 用来描述对象模型,它包括两部分:联邦对象模型 FOM(Federation Object Model)和仿真对象模型 SOM(Simulation Object Model)。FOM 描述联邦执行过程中成员间的共享信息和交换条件,SOM 描述仿真成员参与联邦运行时所能提供的能力。

联邦中的各个成员之间的交互作用是通过 RTI(Run Time Infrastructure),运行时间支撑系统提供的服务来实现的。RTI 是 HLA 框架的核心,可以把它看作是一个实现特定目的分布式操作系统,各种联邦成员通过 RTI 来交换信息[6][7]。一个典型的 HLA 仿真系统的逻辑结构如图 2 所示。

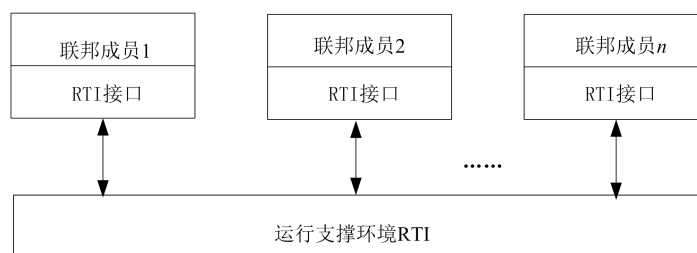


图 2 典型的 HLA 仿真系统逻辑结构

从图 2 中可以看到,各联邦成员和 RTI 一起构成分布式仿真系统,整个系统具有可扩充性,在仿真运行过程中,RTI 就像一根软总线,各种联邦成员都可以像插件一样插入到软总线上,各联邦成员可以随时加入或退出联邦,有效地支持了仿真系统的互联、互操作以及联邦成员的重用。

3 系统设计框架

3.1 系统总体结构

根据典型野战防空作战的样式,构建了如图 3 所示的基于 HLA/RTI 的野战防空指挥与控制仿真系统,该系统以 RTI 为基于实现仿真成员间信息的互联互通,同时考虑到不同通信方式间的速率和效果不同,在程序实现上还加入了通信延迟、数据丢失、通讯中断等效果,这样就可以仿真野战条件下实际的通信情况。在系统成员的设计上,根据功能和仿真角色,系统主要有以下 3 类成员:

白方成员:其作用相当于系统管理员和演习裁判员,负责系统管理和仿真剧情的生成、仿真过程的导调,以及仿真结果的存储。主要包括:仿真配置与管理成员、剧情产生于导调成员、数据库成员、显示成员。

蓝方成员:仿真敌方空中来袭目标,模拟敌方对我方的空袭过程,主要包括轰炸机成员、空地导弹成员、武装直升机成员。

红方成员:仿真我方防空兵力,模拟我方抗击敌方空袭的过程,主要有情报收集成员,包括:雷达成员、观察哨成员、卫星成员;指挥所成员:团指挥车成员、营连指挥车成员、上级/友邻指挥所成员;火力

单元：地空导弹成员、高炮成员、战斗机成员。

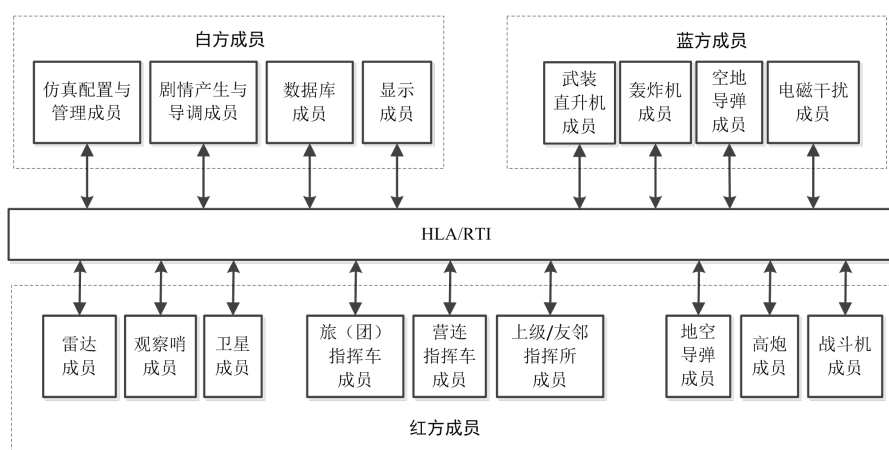


图 3 基于 HLA/RTI 的野战防空指挥控制仿真系统

3.2 对象类/交互类的设计

基于 HLA/RTI 的分布式仿真系统，其精髓在于仿真成员间可以通过 RTI 进行交互。为了使得这种交互顺利进行，各成员对外的公共接口，即成员中参与交互的对象类和交互类必须完全按照 OMT 的编制来描述。

根据 HLA 规范中的联邦开发与执行过程模型 FEDEP[8] (Federation Development and Execute Process Model)，结合野战防空指挥指挥与控制系统的实际构成，确定本系统的对象类有：雷达、观察哨、卫星、指挥车、高炮、战斗机、武装直升机、轰炸机等；交互类包括：飞机投弹、电磁干扰发射、高炮开火、导弹发射等。因为仿真系统较为庞大，这里无法给出全部对象类/交互类的公布、订购关系，仅给出红方高炮对象、蓝方武装直升机对象，高炮开火交互和武装直升机投弹交互的公布、订购关系。对象类的 FOM/SOM 表如表 1 所示：

表 1 高炮类、武装直升机类 FOM/SOM 表

Object Class	Attribute	Data Type	Delivery Method
AA Gun	Position	Vector	Reliable
	state	Damage Degree	Reliable
Attack Helicopter	Group number	Unsigned short	Reliable
	Position	Vector	Best Effort
	velocity	Vector	Best Effort

主要交互类的 FOM/SOM 表如表 2 所示：

表 2 高炮开火、武装直升机投弹交互类 FOM/SOM 表

Interaction	Parameter	Data Type	Delivery Method
AA Gun Fire	Group number	Unsigned short	Reliable
	Kill probability	Unsigned short	Reliable

Cast Bomb	Bomb type	Bomb type	Reliable
	Bomb number	Unsigned short	Reliable
	Point of fall	Vector	Reliable

3.3 仿真执行过程

在野战防空指挥与控制系统仿真过程分为系统初始化阶段和仿真运行阶段。

在系统初始化阶段，首先启动 RTI，RTI 根据联邦成员请求创建联邦执行；然后，各仿真成员根据约定的参数创建成员对象；接着，所有的对象申请加入联邦执行；最后，RTI 根据申请在相应的联邦执行中创建一个成员对象的实例，给该对象实例分配唯一的标识符，则系统初始化过程完毕。

在仿真运行阶段，联邦执行从 FOM/SOM 表中读取事先约定的对象类、交互类的公布/订购关系，根据仿真执行逻辑，实现红蓝双方间的仿真对抗。对于红方而言：当情报获取成员探测到蓝方目标时，指挥车成员根据蓝方发布的其位置和类型信息，计算攻击时机和射击诸元；当火力成员收到指挥车的运行攻击交互时，火力成员开发，向蓝方公布开会交互。对蓝方而言：当其收到有关空袭目标位置的交互时，计算对敌攻击时间；当其攻击目标时，发布投弹交互，并计算攻击效果；当其收到红方开火的交互时，计算己方被击中的概率，并做出反应。

4 结论

本文利用 HLA 技术构建了野战防空指挥与控制系统仿真平台，在分析真实野战防空指挥与控制系统构成的基础上，给出了仿真系统的总体结构，详细阐述仿真成员的设计过程、对象类/交互类的公布/订购关系，对仿真执行过程也进行概略说明。

本系统基于 HLA/RTI 构建，能很好地解决分布式仿真的互联互通问题，能满足仿真系统的可操作性、重用性、强实时性、可伸缩性及强交互性等要求。下一步需要改进的是：模型对目标捕捉的效率、毁伤评估的效率还应进一步提高。

参考文献：

- [1] 赵国理. 防空兵作战指挥学[M]. 北京: 解放军出版社, 1999.
- [2] 周彦, 戴剑伟. HLA 仿真程序设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [3] 王凤山. 防空信息战概论[M]. 北京: 航空工业出版社, 2002.
- [4] DMSO. Federation Development and Execution Process Model Version 1.5[Z], 1999, 8.
- [5] DMSO. Federation Development and Execution Process Checklists Version 1.5[Z], 1999, 8.
- [6] 张晓明, 王航宇, 姚军. 基于 HLA 的电子战作战仿真系统研究[J]. 计算机仿真, 2006, 23(9): 279-280.
- [7] 郝建国, 赵兴锋, 黄健, 等. 高层体系结构多联邦互连技术研究[J]. 系统仿真学报, 2002, 14(6): 163-166.
- [8] Federation development and execution process (FEDEP) model, Version1.4 [DB/OL]. <http://www.dms0.mil>