

## 【武器装备】

## 基于 HLA 的水声对抗仿真评估系统设计

陈泓洲<sup>a</sup>, 李本江<sup>b</sup>

(海军潜艇学院 a. 学员 3 队; b. 作战指挥系, 山东 青岛 266071)

**摘要:**介绍了高层体系结构 HLA 的主要特点、基本框架和组成,设计了符合 HLA 标准的水声对抗仿真评估系统的结构框架,给出了系统的主要仿真模型和仿真信息流程,为类似系统的设计开发提供了相应的技术参考。

**关键词:**水声对抗;仿真;评估;HLA

**中图分类号:**TP391.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1006-0707(2010)10-0053-03

水声对抗是一个复杂的动态过程,对抗效果受舰艇自身机动能力、水声对抗器材性能、对抗环境、对抗目标等多种因素的影响。因此,要合理评估水声对抗方案,必须结合战术背景和对抗环境,在动态的对抗中来完成,这样的评估才具有说服力。但是,由于人力、资金等限制,不可能通过大量的海上试验来进行水声对抗的研究。作战仿真是除实兵对抗方式以外提供对抗环境的唯一手段,它无需动用大量人员和装备,为水声对抗效能评估提供了新的研究手段和方法。高层体系结构 HLA 作为一项灵活、高效的建模与仿真新技术,满足模型重用及仿真系统互操作的要求,为水声对抗仿真研究提供了更加有力的支持。基于 HLA 的水声对抗仿真评估系统,可实现各种水声对抗平台、攻击武器、对抗器材和水声对抗环境的有效仿真,为评估人员提供了一个较为全面的水声对抗实验环境,可反复多次进行试验,是较为理想的支持水声对抗方案评估和战法研究的平台。

## 1 HLA 概述

### 1.1 HLA 的主要特点

HLA 作为一个开放的、面向对象的仿真体系结构,其最主要的特点就是通过

实现一个通用的仿真运行支撑环境 RTI (runtime infrastructure),将具体的仿真功能实现、公共的仿真运行管理服务及底层的网络数据通信功能区分开来,互相之间对具体技术细节进行封装和隐藏,从而实现了应用层与底层支撑环境的分离<sup>[1-5]</sup>。

HLA 的另外一个主要特点是将对象交互协议 (object interaction protocol, OIP) 与数据通信协议分离开。联邦成员之间只传输需要的和变化的信息,从而使数据通信量大为减少,也简化了仿真应用软件的设计。

### 1.2 HLA 的基本框架

HLA 采用面向对象的思想来设计、开发和实现仿真系统。在基于 HLA 的仿真系统中,联邦 (Federation) 是指用于达到某一特定仿真目标的分布仿真系统,它由若干个相互作用的联邦成员 (Federate) 构成。所有参与联邦运行的应用程序都可以称为联邦成员。联邦成员由若干相互作用的对象构成,对象是联邦的基本元素。

HLA 是一种软件体系结构,它定义了一个通用的技术框架。在该框架下,一个典型的仿真联邦的逻辑结构如图 1 所示,各联邦成员和运行支撑环境 RTI 一起构成一个开放的仿真系统。整个系统可以灵活扩充,联邦成员可以动态地加入或退出联邦,并且联邦成员之间可以通过 RTI 实现互操作。RTI 是按照 HLA 的接口规范开发的服务程序,它是 HLA 仿真框架的核心,实现了 HLA 接口规范中所有的服务功能,并向联邦成员提供一系列支持成员互操作的服务函数。RTI 犹如一条软总线,满足 HLA 接口规范要求的各仿真软件及其管理实体,都可以像插件一样插入到软总线上,从而有效地支持仿真系统的互联和互操作。

### 1.3 HLA 的组成

HLA 规范主要由 3 部分组成:一是 HLA 规则 (hla rules);二是接口规范 (interface specification);三是对象模型模板 (object model template, OMT)。

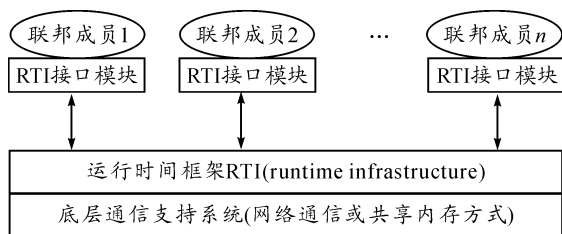


图 1 HLA 仿真逻辑结构

收稿日期:2010-07-06

作者简介:陈泓洲(1986—),男,硕士研究生,主要从事攻防战术研究。

### 1.3.1 HLA 规则

HLA 规则规定了仿真联邦与联邦成员各自的职责,是联邦设计所必须遵循的基本准则,用于保证仿真联邦运行阶段各联邦成员之间能够正确交互。HLA 共定义了 10 条规则,其中前五条规定了联邦必须满足的要求,后五条规定了联邦成员必须满足的要求。

### 1.3.2 接口规范

HLA 的关键组成部分是接口规范,它定义了仿真系统运行过程中,支持联邦成员之间互操作的标准服务。联邦运行支撑环境 RTI 是 HLA 接口规范的具体实现。RTI 是一个按照 HLA 接口规范开发的软件系统,它为仿真应用提供通用的、相对独立的支撑服务。

### 1.3.3 对象模型模板

OMT 定义了联邦运行过程中需要交换的各类数据及相关信息,它是 HLA 实现互操作与可重用的基本机制之一。在 OMT 中,HLA 定义了 2 类对象模型:一类是描述仿真联邦的联邦对象模型(federation object model, FOM);另一类是描述联邦成员的成员对象模型(Simulation object model, SOM)。

## 2 基于 HLA 的水声对抗仿真评估系统的总体结构设计

设计水声对抗仿真评估系统的目的是为研究人员提供一个水声对抗试验平台,对水声对抗方案进行仿真模拟与分析评估,为方案验证和战法研究提供支持。为了实现这些功能,在 HLA 仿真框架下,将“水声对抗仿真评估系统”的应用层划分为仿真管理子系统、攻击方、防御方、综合评估子系统、综合显示子系统 4 个联邦成员,将其底层技术支持层划分为模型管理与服务器和为其它联邦成员运行提供支持的综合数据库,共同组成一个水声对抗作战仿真环境。该系统的总体结构如图 2 所示。

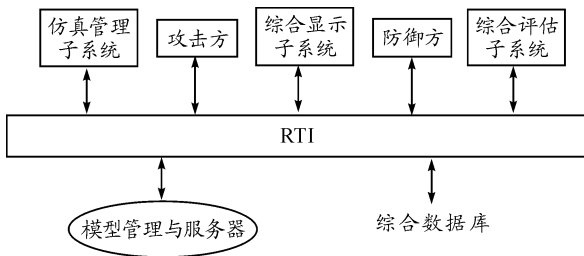


图 2 水声对抗仿真评估系统总体结构图

**仿真管理子系统:**完成水声对抗仿真训练的方案编辑、初始化设置,控制仿真的启动、暂停和终止,调整仿真步长,时间倍率以及实施仿真过程的人工干预。

**综合显示子系统:**提供对抗方案编辑、初始化设置的图形操作界面,对仿真对抗过程进行二维或三维视景显示,提供可视化的数据分析功能,将分析结果以文字、图表及图像等形式输出显示。

**攻击方和防御方:**作为对抗的 2 大主体,它们在运行中

用到的所有的底层数据支持通过发布交互请求和接收属性而从模型管理与服务器中得到。

**综合评估子系统:**根据不容的对抗内容,依据评估准则对仿真记录数据或实训数据进行分析,客观地评估水声对抗方案的优劣。在此基础上,对某一固定态势下的其它水声对抗方案进行探索和验证,并给出指导建议。

**模型管理与服务器:**负责提供统一的模型管理和应用服务,实现仿真实体的管理功能,完成实体的创建、删除,依据其内部程序设置的平台动态模型和武器系统模型实现实体的状态推进并向外部公布其属性。完成各种目标运动要素解算的创建、删除和仿真计算,并向外部公布解算结果(属性)。完成对各种环境要素的计算,实现各种环境的查询功能。

**综合数据库:**综合数据库负责存储仿真过程数据并向模型服务器等其它联邦成员提供所需要的相关数据。主要包括:武器装备技战术性能指标数据库、武器装备配置数据库、水文环境数据库、基本战术计算方法库、训练档案数据库以及评估方法库和评估准则库等。

## 3 仿真系统模型

在水声对抗仿真评估系统的建模中,主要是建立实体的物理模型、行为模型、环境模型和评估模型<sup>[6-7]</sup>。这里所指的实体包括水声对抗的各种对抗平台和软硬武器。物理模型主要描述仿真实体客观存在的特征和规律。行为模型主要描述仿真实体根据外界环境和自身状况做出决策和采取的行动。环境模型为物理模型和行为模型提供支持,评估模型主要用来对仿真对抗效果进行评估分析。

### 3.1 实体物理模型

实体物理特性可分为静态特性和动态特性 2 种。静态特性包括尺寸、速度、信号发射频率等。动态特性包括实体的运动规律、目标的探测发现规律等。对实体静态特性的描述直观而简单,确定各指标的数值、比例关系即可。对实体动态特性的描述主要通过建立系统的动力学模型、传感器模型、武器系统模型等来实现。实体的主要动态物理模型包括:平台机动模型、目标探测模型、运动要素解算模型、武器系统模型等。

### 3.2 实体行为模型

实体行为建模要解决的核心问题就是根据已知的外界环境和自身状态信息,实体决定如何采取行动。实体的行为决策模型主要任务是根据敌情信息、自身状态、环境信息和操作员的指令,对当前态势做出判断并制定出决策。

### 3.3 环境模型

环境模型主要是指自然环境模型。在仿真运行中,自然环境模型的主要任务就是负责向仿真应用提供原始的海洋环境数据(深度、密度、声速等)或通过用数学的方法对原始的海洋数据做一定处理后公布其结果,为仿真应用提供各种环境参数。

### 3.4 评估模型

进行水声对抗方案评估是系统的主要功能之一,系统既可对仿真结果进行分析,也可通过数据导入对实训案例进行评估。系统根据水声对抗的形式和内容选择对应的评估规则和评估方法,对水声对抗方案进行评估分析。评估内容包括:平台对抗成功概率、平均对抗时间、敌我交换率,对抗方案的满意度等。

## 4 仿真评估系统信息流程

基于HLA的水声对抗仿真评估系统仿真信息流程如图3所示。系统首先启动RTI,然后创建并加入联邦。系统启动后,需人工编辑或打开某次训练方案的想定,系统根据想定自动从数据库中读取兵力配置及环境参数。完成初始化后仿真开始,系统按设定的步长进行仿真推进和过程模拟。期间,对抗平台、武器及声抗器材的航迹以及声纳探测范围、对抗器材的有效作用区域及仿真关键数据等内容都能进行直观的显示。评估人员可根据仿真态势实施人工干预。单次仿真结束后,系统根据对抗内容,从数据库中选择对应的评估准则和评估方法对整个水声对抗过程进行评估,并将评估分析结果以图形化的方式显示。评估人员可根据单次仿真的结果和分析结论,探索其它对抗方案,从而得到更深入的认识。

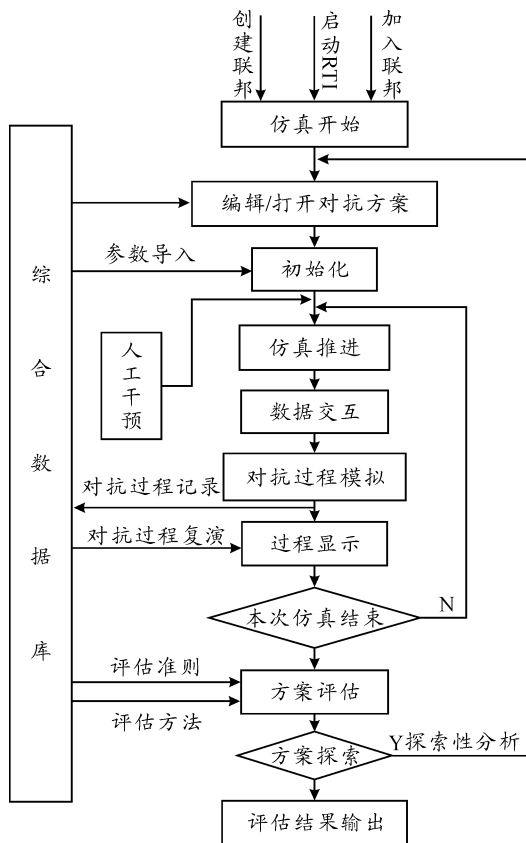


图3 水声对抗仿真信息流程

## 5 结束语

基于HLA的水声对抗仿真评估系统将对平台、对抗软硬武器和对抗环境等要素集成到一个综合的环境中,通过实体间的数据交互,构建了一个集仿真试验和分析评估功能于一体的对抗平台,为水声对抗的研究工作提供了新的手段。系统实现了对抗平台间水声对抗过程的仿真,可用来验证评估水声对抗方案,演练发展水声对抗战术。同时HLA技术的应用使该仿真系统可以实现与其它仿真系统的互操作,为实现更广阔空间范围内的信息对抗仿真打下了基础。

## 参考文献:

- [1] 胡晓峰,司光亚.战争模拟引论[M].北京:国防大学出版社,2004.
- [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] 柏彦奇.联邦式作战仿真[M].北京:国防大学出版社,2001.
- [4] 史扬,金士尧,凌云翔,等.基于HLA框架的新一代分布交互仿真[J].计算机工程与科学,1999,21(3):114-117.
- [5] 凌云翔,史湘宁,黄光奇,等.基于HLA结构的分布交互仿真的系统设计问题[J].计算机工程,1999,25(2):90-93.
- [6] 龚光红,崔武伦.分布虚拟战场环境中的仿真模型[J].系统仿真学报,2000,12(4):137-139.
- [7] 郭齐胜,李光辉,杨立功,等.装甲战斗车辆计算机生成兵力系统的数学模型[J].系统仿真学报,2000,12(7):11-14.

(责任编辑 周江川)