

基于 HLA 的反潜巡逻机浮标搜潜模型 仿真框架结构设计

南银波 曾广荣

(中国船舶工业系统工程研究院 北京 100023)

摘要:进行反潜巡逻机的仿真需要考虑的因素很多,普通针对单一武器平台的仿真无法满足现代化战场的需要。在对反潜巡逻机浮标搜潜战术执行过程的研究基础之上,设计并建立了反潜巡逻机浮标搜潜系统的模型结构体系以及系统框架结构,给出联邦成员之间的接口与功能,并通过 HLA/RTI 分布式交互仿真系统的仿真引擎将不同的联邦成员加入其中,构成反潜巡逻机浮标搜潜战术运用符合实际的环境空间,从而使得仿真效果更加贴近实际。

关键词:反潜巡逻机;浮标搜潜;作战仿真

中图分类号: TN97 TP391.9 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1099 520.6099

Anti-submarine patrol aircraft buoy searching submarine model simulation frame design based on HLA

Nan Yinbo Zeng Guangrong

(Systems Engineering Research Institute, Beijing 100023, China)

Abstract: During antisubmarine patrol aircraft simulation, the factors to be considered are complex, and unable to meet the general needs of modern battlefield weapons against a single simulation platform. Different federal members can be easily added via HLA/RTI distributed interactive simulation system simulation engine, and constitute the realistic space environment of anti-submarine patrol aircraft buoy search submarine tactics application, so that the simulation turn out to be closer to reality.

Keywords: anti-submarine patrol aircraft; buoy search submarine; combat simulation

1 引言

随着造艇技术以及潜艇上搭载的各系统武器装备的大力发展,潜艇的生存能力和威慑力大大提高。周边国家对于国外先进常规动力潜艇的引进已经威胁到我国南海和其他相关海域的安全,近几年来,我国一直积极采取应对措施,反潜直升机、反潜巡逻机和其他反潜兵力都得到了极大的发展。

针对航空反潜作战体系平台多的特点,采用了分布式仿真软件 pRTI(PITCH 公司生成的一种 RTI 中间件)达到各平台之间的实时互联;是针对体系中装备多的特点采用了计算机生成兵力(CGF)技术用计算机模拟实际军事兵力的一种智能软件,通过灌入相应的控制模型可以大大提高训练的真实性、广泛性和简便性;针对战术战法复杂的特点,建立导调台机制,通过导调台可以灵活地编辑战

场环境、敌我态势、兵力条件,来对应各种不同的战术战法需求。本文着重对反潜巡逻机的浮标搜潜系统进行了详细的分析研究,并结合上述技术编制完成反潜巡逻机浮标搜潜仿真系统^[1]。

2 分布式仿真应用开发

2.1 分布式仿真发展现状

仿真技术的大量应用使得建模仿真支撑平台的研究和开发成为国内外仿真领域关注的重点。目前,就实现方案来看,建模仿真平台大致可分为两类,一类是基于框架或中间件的方案,另一类是基于自动代码生成的方案。相比而言,前一种方案具有代码维护量少,便于升级维护等特点,具有更好的应用前景。

随着新的应用环境(如 Internet)和应用形式(如移动计算)的出现,中间件系统需要提供更好的服务质量和动

收稿日期:2016-08

态特性,因此,应用系统希望能够通过定制、配置甚至动态重配置底层的中间件系统来实现应用的优化。由于传统的中间件为了隐藏实现的细节,典型地被实现为黑盒框架,它非开放性的特征决定了它难以感知外界环境的变化和捕获上层应用的变更。当面对新的业务和需求时,传统的中间件会显得无能为力。而反射式中间件(reflective middleware),顾名思义,就是一种实现了反射机制(reflection)的中间件系统。反射中间件被认为是下一代中间件的体系结构。

目前,典型的反射式中间件有 DynamicTAO、OpenCORBA、MChARM、OpenORB 等。这些中间件均属于分布式对象中间件,而面向各个专业领域的应用型反射式中间件正在研究和开发过程中。就仿真领域而言,目前国内还没有其他单位明确提出应用反射技术实现面向仿真领域的反射式中间件的方案。

2.2 分布式仿真引擎

HDOSE^[2-3]作为反射式中间件型分布式仿真引擎,在大型任务系统模拟器、虚拟样机、指挥控制系统仿真等领域广泛应用。通过将 HDOSE 与具体软件实现剥离出来,HDOSE 即为一套支持以组件方式进行开发和集成的规范,该规范定义了仿真平台服务和仿真组件各自的基本接口,规定了两者的互动,以及仿真组件如何被扩展和集成。HDOSE 规范规定了平台、组件、对象类及对象必须具有反射的能力,即很多特征在运行时是自描述的、可访问的、甚至可修改的,这是本规范一个非常显著的特征。HDOSE 充分考虑了影响系统性能的因素,特别规定了一系列用户可配置的调度参数,为用户针对其应用系统自身的特点进行优化提供了多种可定制选项。

HDOSE 本身作为一个集成环境,并不提供具体仿真模型的支持,但 HDOSE 强烈建议针对某一特定应用领域,开发基于 HDOSE 规范的模型体系或模型库,以更方便地支持该领域仿真应用的开发。HDOSE 可以用于构建一个基于模型的计算系统,也可以用于构建一个基于数据的计算系统。与其它仿真集成环境相比,HDOSE 的优势有:易理解的编程模型及简单的接口支持模型(体系)快速构建;精心设计的接口更适合作为行业标准;柔性的架构支持各类仿真系统;优良的设计和技术手段支持系统高性能^[3]。

2.3 分布式仿真关键技术

分布式仿真是通过仿真技术与网络技术相结合的产物,其中包括 HLA 技术、建模技术、计算机生成兵力 CGF 技术、校验验证和确认技术 VV&A、网络技术、战场环境生成技术、人机界面技术等^[4]。

计算机生成兵力(computer generated forces,CGF)系统是分布式交互作战仿真的重要技术之一,通过生成和控制大量智能型的虚拟兵力,为作战仿真系统提供逼真的对抗环境,同时降低训练成本,在作战指挥系统设计、体系

对抗、虚拟训练系统等多个领域具有广泛应用。相关方面的研究工作分布在 3 个方面:1)CGF 仿真引擎,为作战仿真应用模型的开发、组装、集成与运行提供一系列规范、模式和服务;2)兵力模型,建立符合战术战法规则、装备特性的各级作战仿真模型;3)CGF 系统配套设施,建设得到支持系统设计、运行、可视化、评估与验证的辅助工具集,如作战仿真体系建模、想定编辑、导调控制、三维可视化、数据记录、效能评估等。其中 CGF 仿真引擎是 CGF 系统的核心部件,尤其对于大型的 CGF 系统,由于涉及的兵种、平台、装备繁多,合理的 CGF 仿真框架显得尤为重要。

HDOSE 作为系统中间件,为分布式仿真系统提供系统互联、模型组装与管理、模型调度、时间同步等基础服务。CGF 仿真引擎 HYCGF 在此基础之上,针对作战仿真应用的业务特点、对进行功能扩充^[3]。

3 总体结构设计

3.1 反潜巡逻机浮标搜潜仿真系统模块划分

依据反潜巡逻机浮标搜潜决策过程可以发现,在整个决策过程中总共涉及到 3 个不同的平台,包括指挥控制中心。反潜巡逻机和潜艇目标,4 个台位,即另外包括导调台,结构如图 1 所示^[5-8]。

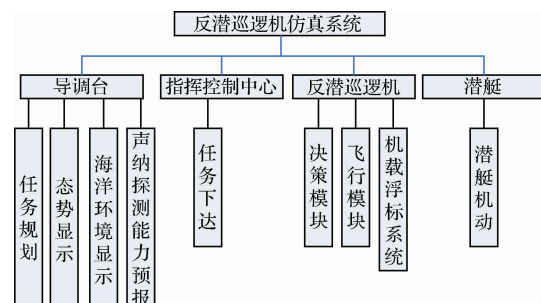


图 1 仿真系统结构

1) 导调台

导调台是整个反潜巡逻机仿真系统的前端,即人机界面,与反潜仿真人员进行交互。接受仿真人员的输入指令,输出相应功能如任务设置,海洋环境显示以及声纳探测能力预报等。

2) 反潜指挥控制中心

反潜指挥控制中心是反潜战的司令部,负责将各方信息进行融合、分析、处理,再将基于处理结果的决策命令下达至各方。

3) 反潜巡逻机

反潜巡逻机实体是仿真的核心,主要包括决策模块、飞行模块、机载浮标系统模块等,是反潜巡逻机的进行逻辑控制、决策、判决的大脑。

4) 潜艇目标

潜艇目标是仿真的辅助成分,作为反潜巡逻机作用对象而存在。主要具有可控的机动能力。

3.2 系统联邦构成

从分布式仿真的角度来看,仿真系统包括4个成员,通过RTI所提供的接口来进行相互间的操作,仿真系统的联邦结构框架如图2所示。

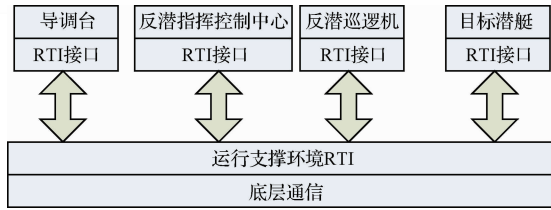


图2 联邦关系结构

3.3 联邦详细设计

3.3.1 联邦对象模型(federation object model, FOM)的设计^[9-10]

系统主要功能由两个工程来实现,ITFComponent和ModelComponent,分别是交互类和对象类的工程。

ITFComponent工程中主要包括SearchCallon应召搜潜事件类、SRUnderwater类等实体状态池类、DetectRetReport探测报告类、AttackRequest攻击请求类、AttackCmd执行攻击命令类,以及其他消息事件类。

ModelComponent工程包括PlaneCtrller巡逻机决策中心类、PlaneMoving固定翼飞机运动与控制类、Buoy-HandleSystem/*浮标机载系统工作模型*/、SubmarineCtrller/*潜艇战术决策模型*/、SubmarineMoving/*潜艇运动与控制*/、CmdCenter/*指挥所*/以及各类声纳浮标类等。

剩余的各类属性比较简单,不一一列举了。

3.3.2 仿真对象模型(simulation object model, SOM)的设计

表1 SOM公布/订购关系表

联邦成员	公布的对象/交互类	订购的对象/交互类
导调台		SRAircraft
		SRSurface
		SRUnderwater
反潜指挥控制中心	SearchCallon	
	AttackCmd	DetectRetReport
	SRSurface、SRAircraft、SRUnderwater	AttackRequest
反潜巡逻机	DetectRetReport	
	AttackRequest	SearchCallon
	SRAircraft	AttackCmd
目标潜艇	SRUnderwater	

4 仿真实现效果

在反潜巡逻机搜潜仿真系统的某次仿真中,根据导演

台设置的仿真态势和其他参数设置,联邦的各个成员先初始化,然后按照一定的时间间隔推进。当反潜指挥控制中心发现敌方潜艇目标后,根据当前态势决策是否派遣反潜巡逻机飞往目标海域搜索目标。反潜巡逻机收到反潜指挥控制台发出的探测命令后,就立即飞向目标海域,并按照预定的搜潜战术对目标海域进行搜索。反潜巡逻机探测到目标后,就按照一定的频率向反潜指挥控制台发送目标信息。

仿真环境设置在东海的近海区域。在仿真初始态势设置中,岸基反潜巡逻机机场设置在东经121.7°,北纬29.3°处。目标位于东经122.75°,北纬29.52°处,以10节速度向45°方向运动。目标潜艇在反潜巡逻机行动后无机动,即目标保持初始航向直线运动。

反潜巡逻机浮标搜潜系统可以应任务要求布置不同的阵型,包括直线阵、折线阵、圆形阵以及矩形阵。以折线阵为例,演示布阵效果,如图3所示。

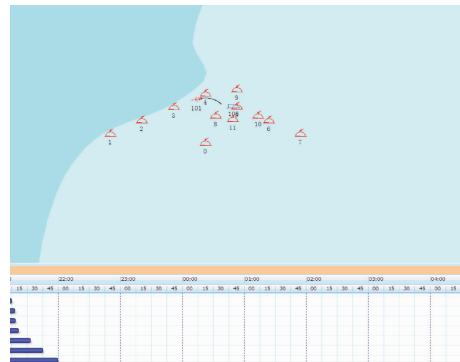


图3 仿真实现

其中,编号代表浮标布防顺序。第0号是温深浮标,其余1~7号为被动全向浮标。

浮标的补投是在被动全向浮标发现目标后,补投被动定向或者主动全向浮标来对目标进行定位。这里以主动全向为例。

图3中8~9,10号是当地5号浮标发现目标时补投的,11号是当5号和8号两枚浮标发现目标时补投的,最终定位是由5、8、9号3枚浮标发现从而联合定位的。

当一枚被动全向浮标发现目标后,进行定位补投。当3枚或以上主动全向浮标发现目标后,进行定位算法计算,将探测结果上报至反潜指挥中心。当目标处于定位状态下4个探测周期后,判定为跟踪状态。

5 结论

从仿真效果图看,仿真系统可以模拟反潜巡逻机使用声纳浮标执行搜潜任务的整个过程,包括进入和退出反潜区域、海洋环境参数的测量、声纳浮标布放阵形完成、监听航线建立、目标发现、定位、跟踪等功能。

由此反潜巡逻机浮标搜潜仿真系统可以方便地进行
(下转第85页)