

基于 HLA 和 GIS 的作战想定整合与态势演播

朱英浩¹ 孙 军² 李少刚³ 赵志强⁴(通信指挥学院作战仿真中心, 副教授¹; 讲师²; 博士生³; 硕士生⁴ 武汉 430010)

[摘要] HLA 是近几年发展起来的一种体系结构标准, 介绍了将 HLA/RTI 和网络 GIS 的集成研究成果及其用于想定整合与态势演播取得的有益实验结果。

[关键词] 高层体系结构 地理信息系统 作战想定 整合 态势

[中图分类号] K9 E99

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2004)12-0019-04

THE INTEGRATION AND MEDIA-PLAY OF WAR SCENARIO BASED ON HLA AND GIS

ZHU Ying-hao SUN Jun LI Shao-gang ZHAO Zhi-qiang

(Center of Simulation, Communication Command University, Wuhan 430010, China)

Abstract: HLA is a new standard architecture in recent years, this paper presents the helpful achievements about the integration and media-play of war scenario based on HLA/RTI and GIS.

Key Words: high level architecture (HLA), geographic information System (GIS), war scenario, integration, situation

CLC Numbers: K9 E99

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2004)12-0019-04

近几年来, 计算机仿真技术以其可控性、无破坏性、安全性、可重复性和经济性等特点, 在军事理论研究、战法研究与军事训练等方面的应用有明显的优势和效益。在作战指挥方面, 通过计算机提供直观逼真的战场环境, 可以模拟在一定战略战役任务背景下, 针对未来可能的作战方向、作战对象、作战任务, 使指挥人员能够熟悉作战对象和作战地区, 检验和熟悉作战预案, 对作战方案进行论证评估和完善, 启发新的作战指挥思想。在军事训练方面, 通过战场环境和作战过程仿真, 按照某一战役的真实战场环境(包括地形、地物、空情、海情、气象和兵力情况)生成虚拟战场, 让有关人员在这种虚拟环境下参与作战试验和演练, 或者按照既定作战方案和演习规则打一场虚拟战争, 用来提高作战指挥人员决策水平及指挥作战的能力。同时, 通过重复模拟作战条件, 使战役指挥员和指挥机关增加训练机会、缩短周期、节省训练经费、演练那些因场地和装备限制难以进行的训练问题等。随着计算机仿真应用领域的拓宽, 计算机仿真需要解决的问题也越来越复杂, 许多问题靠单个仿真系统已无法解决, 必须依靠多个仿真系统进行联合协同仿真。与传统的单个系统仿真相比, 分布仿真的关键就是企图解决建模与仿真(Modeling and Simulation, M&S)领域存在的问题, 如绝大多数仿真器的应用实现较为独立, 仿真器之间的互操作性和重用性差; 开发、维护和使用费时而且成本高; 可验证性、有效性和置信度较差。但不管是“SIMNET(Simulation Networking)计划”、“分布式交互仿真技术”(Distributed Interactive Simulation, DIS)到“聚合级仿真协

议”(Aggregate Level Simulation Protocol, ALSP) 都未能很好地解决这一问题, 它们实现的只是有限的互操作性, 不能满足越来越复杂的作战仿真需求。为此, 美国国防部(DoD)于1995年发布了“建模与仿真主计划”(DoD M&S Master Plan, MSMP), 决定建立一个通用的仿真技术框架来保证国防部范围内各种仿真应用之间的互操作性, 其技术框架的核心是“高层体系结构”(High Level Architecture, HLA)。HLA在1996年8月完成基础定义, 随后为北约各国采纳, 并于同年10月被正式规定为美国国防部范围内仿真项目的标准技术框架开始推行, 并用它代替原有的DIS、ALSP等标准, 同时提交IEEE作为IEEE1516发布, 2000年9月成为国际通用的标准。自2001年起美国只支持基于HLA仿真系统开发, HLA是目前业界最先进的仿真概念^[1]。

“想定”是一个军事术语, 《中国人民解放军军语》的定义是: “敌我双方基本态势、作战企图和作战发展情况的设想, 是根据训练课题、目的、敌我编制与作战特点结合实际地形而拟制的, 组织和诱导战役、战术演习和作战的基本文书”。想定是为了军事演习或作战模拟而创作的、有关战役或战斗情况的书面叙述, “想定”在美军军语中是“Scenario”, 原意“电影剧本”, 美军称之为“进行演习或模拟的剧本”, 可以说是对“想定”较通俗的解释^[2]。想定不仅要提供自然环境的及时、权威的描述, 还要建立包括己方、敌对方、中立方以及其它有关方的主要平台、武器、传感器、设备、军队、生命保障系统、C4ISR系统以及后勤支持系统的相关参数和对于整个模拟过程中主要的参演对象及导调对

收稿日期: 2004-09-09。

基金项目: 测绘遥感信息工程国家重点实验室开放研究基金资助项目(WKL01, 0103)。

作者简介: 朱英浩, 男, 1963~, 武汉市汉口解放公园路45号通信指挥学院作战仿真中心(430010), 主要从事作战指挥仿真等方面研究, E-mail: yhzhu@public.wh.hb.cn。

象的人及其行为的表达(包括人的能力和极限、个人和群体的特性、组织构成和环境对性能的影响、指挥、控制和通信以及军事原则和战术)。想定所涉及的信息主要包括地理信息系统(GIS)基础数据、战场环境信息、兵力编成与部署信息、武器装备数据、作战行动与指挥命令信息、攻击目标信息以及情报侦察、预警探测、通信、指挥控制、电子对抗等信息,其中GIS作为军事仿真的基础,在作战想定中具有不可替代的、基础性和前提性的地位。所有的作战编成、部署、作战行动、态势、综合态势显示及推演,均依赖于GIS的准确与高效。GIS所提供的战场地形、气象、地物、空情、海情以及实兵作战武器产生的效果,为军事模拟提供了一个接近实战背景的综合战场环境。通常军事仿真对综合环境的表征有较高的要求,该环境必须能够提供地形、空情、海情等的权威数据,而且这些具体环境的界面必须是无缝隙的;综合环境信息还应当是可重用的,规模大小是可改变的,以适应不同应用的需要。由于每份想定的拟制需要考虑的因素很多,通常情况下需要数位具有良好军事素养、实际经验丰富的军事专家,经过数天时间才能完成,因而是军事领域的宝贵财富。想定整合是为了更好地对已拟制的想定的重用、传输和交互。

目前世界各国GIS理论研究和产业已经进入了一个新的发展阶段,出现了客户/服务器(Client/Server)体系结构的C/S GIS、浏览端/服务器(Browser/Server)体系结构的B/S GIS、Web GIS、多媒体GIS、移动GIS和OpenGIS等等,其中OpenGIS企图通过协会组织(OpenGIS Consortium Inc., OGC)建立互连互通的GIS体系,实现不同地方、不同部门和不同GIS系统之间的互操作和数据共享^[9]。显然,GIS界的现状和发展趋势与仿真技术有着相似的情形,但不同的是,基于HLA仿真系统开发的是以美国国防部为主导的军用仿真技术为特征,而以OGC为主导的OpenGIS有着公众的商用的技术特征,在军事GIS(MGIS)方面由于其特殊的保密性难以与其它部门的系统建立互连互通的开放体系,为此,本文遵循HLA仿真系统体系标准,按照系统先进性高、可扩充性灵活、运行可靠性强、互通性良好的设计思想,运用目前先进的计算机技术、仿真技术、网络技术和数据库技术,确立了“作战想定整合与态势演播系统”开发环境,完成了系统的总体结构设计和各子系统的结构设计,建立了仿真模型,以军事GIS为平台,以图形、动画、视频、音响和文本等多种媒体形式逼真地显示战场环境,模拟作战过程,以Visual C++ 6.0 for Windows 2000为开发工具,在HLA/RTI基础上进行了程序开发实现,构建了具有联邦运行监控、作战想定整合、态势显示与推演功能的分布式一体化系统,为作战指挥人员进行训练提供以下功能。

(1)概念演示。在电子地图上以直观、形象、生动的多媒体方式显示战场环境,演示作战想定的推演过程。

(2)对作战想定进行合理性检测及为作战指挥人员提供决策支持。以多媒体形式模拟作战想定推演的全过程,通过对目标的摧毁程度、机动路径的选择、武器弹药与电子对抗设备的运用、人员装备的合理配置等来评估作战想定的合理性及优化程度,以发挥武器装备的最大摧毁效能,作战部队的最佳机动路径,从而实现对想定方案进行合理性检测和整合。

(3)为各类指挥人员提供训练手段。提供近实时的战场

态势感知能力,指挥官可实时掌握地形、天候、气象、水文、敌情、我情等,利用模拟系统实时分析战场态势和战斗演进结果,定下作战决心,便于对作战指挥人员进行训练。

1 军标设计与制作实现

为了既能充分体现红蓝双方陆军、海军、空军、二炮和其它军兵种等部队指挥机构、指挥所、武器装备及其行动,又符合军事GIS对符号目标显示的要求,将军标分为点状军标、线/面状军标、军标代字和标签4大类。为了描述现代作战条件下部分部队及武器装备,新增了部分军标。军标设计与制作编辑包含点、线、矩形、椭圆、扇形、文字和位图等图形要素的标号,生成标号库。设计原则包括以下方面。

(1)统一规范。设计的电子军标应以已经颁布实施的军标为基础,不得擅自更改已有军标,以免引起歧义与冲突。

(2)形象直观。设计的军标应能直观形象地体现所要表现的部队及其作战行动,既符合军事指挥人员的习惯,又能为非指挥人员理解。

(3)结构简单,调用方便。能随意调用及显示各种军标,选择过程简捷迅速。

(4)战术意义明确。设计制作的军标能体现指挥员定下的决心、作战意图和战斗队形等。

军标在图形上由点、线(直线、曲线)、面(矩形、椭圆、扇形等)、文字、位图等图形要素组成,按照部队体制编制、武器装备与设施等情况共分为地图标号、基本集、气象与水文标号、各军兵种军标和象形标号等军标库文件,建立军标库文件与电子地图显示军标之间的连接关系。

2 基于HLA的系统设计

HLA主要由对象模型模板OMT(Object Model Templates)、运行支撑环境RTI(Runtime Infrastructure)和相容性原则CR(Compliance Rules)3部分组成,其显著特点是通过RTI,提供通用的、相对独立的支撑服务程序,将仿真应用同底层的支撑环境分开,即将具体的仿真功能实现、仿真运行管理和底层通信传输三者分离,隐蔽了各自的实现细节,从而使各部分可以相对独立地进行开发,并能充分利用各自领域的先进技术。HLA着重于通过重用开发仿真系统提供一个通用而完整的体系结构,实现不同类型仿真系统间的互操作和仿真部件的重用。HLA一方面可以提高仿真效率,另一方面使更为复杂的大系统仿真成为可能。与以往的其它仿真技术相比,HLA具有下列优越性。

(1)对实体的动作及实体间的交互做了层次性的描述。描述模型应用面向对象的方法,按照OMT来进行定义,更易于实现仿真之间的互操作和重用。

(2)每个联邦成员都可指明自己能发布的信息,想要接收的信息、数据的传输质量、指定联邦的定时机制是同步还是异步等。这可以保证只传输变化的、接收方需要的信息,减少网络流量。而DIS利用协议数据单元(Protocol Data Unit, PDU)来传递实体的状态,即使只有其中一位变化,也要发送整个PDU。

(3)网络通讯中主要是采用一点对多点的方式,比DIS常用的广播方式节省带宽。HLA融合各种形式的仿真应用,一旦这些仿真应用成为联邦成员,RTI就向它们提供服务和管理机制(图1)。

综上所述,HLA 解决了 DIS 体系结构本质上固有的一些问题,将成为今后联网仿真的发展方向。因此系统设计采用 HLA 构建了联邦管理的“作战想定整合与态势演播系统”的系统总体功能结构(图 2)和系统数据流程(图 3)。

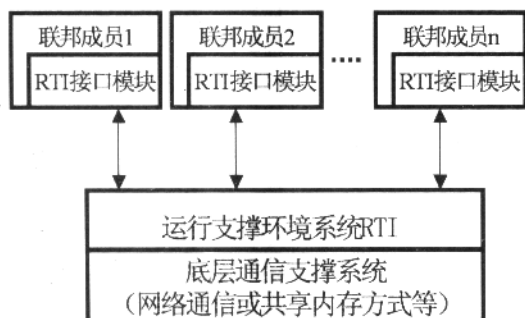


图 1 HLA 联邦系统结构

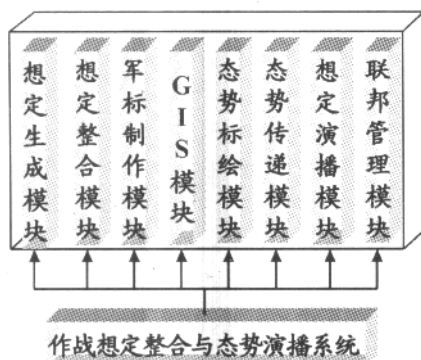


图 2 系统总体功能结构图

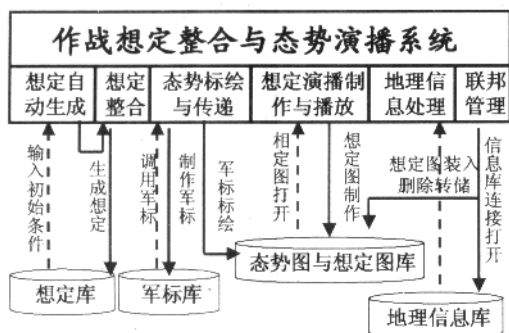


图 3 系统想定数据流程图

3 基于 HLA/RTI 的系统构建

“作战想定整合与态势演播系统”对侦察和情报处理系统进行仿真,对作战想定进行自动整合,实时推演显示“联合作战”条件下战场基本情报和业务数据。可以分为“联邦运行监控子系统”、“作战想定生成整合子系统”和“联邦态势推演显示子系统”3 个子系统。“联邦运行监控子系统”是建立在 HLA 管理成员订购对象类 (Manage Object Model, MOM) 基础之上、用于联邦管理的特殊成员。它与其它成员一样符合 HLA 成员结构规范,在仿真联邦中运行于 RTI 上,加入联邦运行,通过 RTI 与其它成员进行数据交互。不同于仿真应用的一般成员,它不关心与仿真具体应用有关的具体对象类、交互类,但关心有关联邦管理的对象、交互类,对整个联邦、所有联邦成员的运行进行监视控制,确保

整个仿真系统的正常运行。其成员对象模型就是 MOM 所定义的对象类和交互类的公布与订购。通过公布、订购对象类和交互类与联邦和其它成员进行交互,实现管理功能。其特殊之处在于其成员对象模型是建立在 HLA 管理对象模型 MOM 的基础上。MOM 定义的 Manager, Federation, Manager, Federate 对象类,用来获取联邦和成员的所有运行状态;通过公布/订购 MOM 定义的交互类实现对联邦成员的控制。在出现计算机系统软硬件故障、程序问题和人员操作失误的情况下,仍能正常运行,还具备检测和补救功能,其本身不占用过多的系统资源,不因自身运行缓慢影响整个联邦的时间推进,不因联邦管理数据流量大而在网络中引起阻塞,其设计主要分为以下几种。

(1) 概念设计。确定子系统软件框架模型为单一系统,确定运行方式为 RTI 网络、单机运行方式、操作模式为手工操作模式。

(2) 模块设计。确定子系统软件模块包括项目(新建、打开、保存、退出)、管理(联邦、时间、声明、对象、所有权、成员设置)、查看(工具栏、状态栏、联邦运行控制窗口、更新等)、帮助、界面组织形式等。

(3) 功能设计。确定功能,如监视、联邦管理、仿真运行控制、联邦管理、仿真运行控制、声明管理、对象管理、所有权管理、时间管理、联邦运行状态的保存和恢复。

(4) 程序设计。分析 MOM,确定实现功能的 HLA 接口。

(5) 仿真线程设计。确定仿真实现的程序流程。

为了实现建模和仿真资源最大的重用性和互操作性,实施方案遵循 HLA 联邦开发与运行过程(FEDEP)过程模型规定的联邦开发与运行过程“六步骤”。根据总体实施方案,特别是想定的要求,确定各个成员的仿真功能,决定目标成员与其它成员的关系:(1)定义联邦目标,即定义联邦开发所要达到的目标;(2)开发联邦概念模型,即对所仿真的真实世界进行抽象性的描述;(3)设计联邦,确定联邦组成,并给各个成员分配功能;(4)开发联邦,这一阶段的目的是开发联邦对象模型(FOM);(5)集成和测试联邦,即检查和测试对象模型是否达到了仿真的目标;(6)运行联邦和分析结果。

模块由以下几部分组成。

(1) 联邦管理成员。包括 RTI 代理类 FMTFederation、成员代理类 FMTAmbassador、仿真线程、订购对象类(Manager, Federation, Manager, Federate 和扩展的 Federate, Character 对象类)、订购和公布的交互类(MOM 交互类的 4 个子类和扩展的 FednExeCtrl)。MF 不具有人机交互界面,处于后台运行,向 MCI 提供监视内容,由 MCI 调用模块函数实现控制功能。

(2) 监控管理界面。提供将监视、控制功能集于一体的 GUI,把联邦的各种监控信息分类组织成多种显示模式。可划分为启动 SW、联邦监控 FmMC、成员监控 FMC、联邦监控中的成员监控 FMCMini、退出 EW 等 5 个模块。

(3) 运行状态保存数据库。提供联邦运行状态保存和恢复功能。

(4) 仿真操作与故障信息文件。记录在联邦运行过程中出现的故障信息,以及 FMT 对仿真进行的操作控制,以便事后分析或用于联邦调试。

想定文书通常分为企图立案、基本想定、补充想定和导

调文书 4 种,其中有些具有固定格式,而有些没有。因此,基于计算机网络的指挥自动化系统不仅要能够提供各类固定格式的想定文书范文及通用模板,还应具备空模板和添加新模板功能,方便作战指挥人员非固定格式文书的使用。通用模板的上、下行文的文头或文尾信息中与时间有关的域应能根据计算机时钟自动生成;主题词域应对照军用主题词表数据库,从标题域中自动生成。“作战想定生成整合子系统”组成如图 4 所示。想定生成由用户给出想定用途、作战地域与级别等信息以及需要提供的初始条件,如可利用的编制部队人员、武器装备等资料。由于想定中包含的内容涉及面广、描述粒度粗细不一,要想让用户手工输入所有的想定数据,不仅耗时,而且也难以保证想定数据的准确与一致,进而严重制约整个仿真系统的运行效率。一般军事规则规定的作战样式及作战原则都存储在想定生成系统的知识库中,当用户选择了要加入的军队、作战地域、作战规模之后,就可以基本确定交战双方的交战规模、级别、作战样式等。采用了“框架式”、“提纲式”和“关键要素填充式”等几种自动生成方式,就可以确保用户仅输入少数的初始条件,即

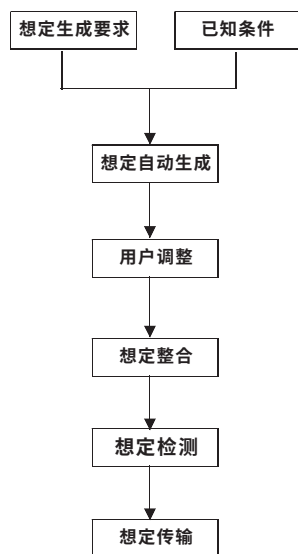


图 4 作战想定生成整合过程

自动生成一个较为完整的基本想定,包括兵力编组、武器装备配备等。当然这还只是一个符合基本作战原则的粗旷想定,还要针对具体的用户需求,结合作战地域的具体地形、地物、人文环境、作战需求等因素,对已生成想定进一步地细化与润色。另外由于想定不仅是对静态的初始战场态势的描述,而且还包含了各个作战阶段与作战时节敌对方或多方作战部队的行动,故也需要通过用户的具体设置来实现。由于想定基本生成过程中既有系统自动生成部分,也有人工输入部分,加之其它因素的影响,都可能会带来误差。为了保证想定的科学、准确与合理,提高仿真应用的运行效率以及网络的通信效率,就需要按照不同的仿真成员与实体进行相应的整合。基于不同仿真要求而设置的“想定整合”分为 3 大类。一是按不同的军兵种进行整合,如对为单个兵种或军种所设计的已有想定,进行精心设计、梳理、剪裁和加工,重新整合成一个基于统一作战背景和 GIS 之上的新的联合作战想定,从而达到最大限度地利用已有的想定资源、耗时最短地生成新想定的目的。二是对时间上前后相连的各个小型想定按照不同的作战阶段进行整合,形成大型想定。三是按不同仿真成员的功能域进行想定整合,参加仿真的成员位于不同地理位置,通过广域网相联进行共同的模拟,网络上想定数据及交互信息的传输量就会随着参加模拟的成員的数量增加而呈几何级数增长。实际上,网络中需要进行交互的成员对并不多,只有那些相邻的、敌对的仿真成员实体才需要产生交互;有些信息(如海情等)只是在涉及到相关仿真成员的某一局部区域时才需要公布。最后将整合检测后的想定内

容按照不同的仿真成员需求,分别向订购对象和发布对象进行公布,从而驱动整个仿真的顺利进行。“作战想定生成整合子系统”作为整个仿真系统中承上启下的关键环节,不仅承担着所有仿真想定数据的产生,而且要具备对想定数据的整合与检测功能,同时还要对其进行分类、转换、传输。“联邦态势推演显示子系统”用于在 HLA 联邦运行中对整个联邦、所有联邦成员的对象信息显示以可视化的形式动态地显示出来,使指挥员对整个联邦的运行状态、各仿真成员的综合态势有一个总体把握。在 HLA 仿真联邦中,与其它联邦成员一样,它运行在 RTI 之上,通过公布、订购对象类和交互类与联邦和其它成员进行交互,实现推演显示功能。它具有地图库管理、军标制作、二维或三维态势显示、态势自动标绘、仿真过程自动演播、影像图处理、综合数据库、推演态势显示等功能。通过建立仿真线程,动态地显示仿真成员的对象信息,用于推演决策过程、仿真作战样式和网上练兵。其中的一个重要功能是想定演播,即在多媒体技术支持下对战场环境进行处理,通过产生移动、缩放、旋转、显示与消失、闪烁、添加字幕、声音与视频图像等各种动作,以动画方式动态地模拟部队行动和作战进展,生动形象地反映战场情况发展过程。它以整合后的作战想定为依据,通过引入周期的概念,在态势标绘基础上对初始态势、地图操作及军标进行各种时序编辑和组织,实现军标时序上的串行、并行协调关系,最终形成以多媒体动画方式演示战场态势发展的想定演播文件,从而达到检验想定的合理性、为指挥人员决策提供依据的目的。想定演播分为制作和演播两部分[4]。演播功能以媒体播放机的方式对编辑好的想定演播文件进行时序播放,动态地显示战场态势发展。想定演播的制作主要包括时序定义、时序编辑功能。可以定义各种基本动作,或从图上任意选择军标或军标组插入军标时序,并方便地修改相应动作参数,同时还提供时序编辑功能,以图形拖拉方式进行时序整体浏览,观察各对象时序间的相对关系,并进行修改。本系统对声音与视频两种多媒体数据的处理是以文件为单位的,为了提供访问的效率,减少数据库存储空间,在此采用了链接式存储方式,数据库中只存储多媒体文件所在的位置(目录)和其它一些描述信息,而不存储多媒体数据本身。当需要将其调出进行显示等处理时,则只需将该文件的数据从所记录的位置取出即可。链接式处理方式的优点是存储和访问效率较嵌入式高。

建立基于网络环境的、多媒体的、三维立体的信息模型是战场环境与作战过程仿真的重要手段。本文探讨和开发了如何在 HLA 和 GIS 基础上构建具有联邦运行监控、作战想定生成与整合、态势显示与推演功能的分布式一体化系统的方法。目前,虽然已经实现了基本功能,可是在想定生成与整合的自动化数据检测等方面还有待于进一步修改与完善。

参考文献(References)

- [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] 胡晓峰. 美军训练模拟[M]. 北京: 国防大学出版社, 2001
- [3] 李新通, 何建邦. GIS 互操作与 OGC 规范[J]. 地理信息世界, 2003, 1(5)
- [4] Paul Perry. Multimedia Developer's Guide [M]. Sams Publishing, 1994

(责任编辑 肖庆山)