

基于 HLA 的战术数据链作战应用仿真研究

姚力波, 郭明, 熊伟

(海军航空工程学院 407 教研室, 山东烟台, 264001)

摘要: 战术数据链是 C4ISR 的重要组成部分和网络中心战的重要支撑技术, 开展战术数据链作战应用仿真研究对于战术数据链的方案设计、效能评估、模拟训练等方面具有重要的意义。本文主要对战术数据链的作战应用仿真进行分析, 结合高层体系结构 (HLA), 研究战术数据链作战应用仿真系统的设计框架及实现方法。

关键词: 战术数据链、作战应用仿真

0 引言

战术数据链是 C4ISR 系统框架的基本组成部分, 在传感器、指挥控制系统和武器平台之间实时传输战术信息, 与一般通信系统不同的是战术数据链传输的信息主要是实时的格式化作战数据, 包括平台导航参数、目标参数和指挥引导数据等, 使战区内各种指挥控制系统和作战平台无缝链接融为一体, 实现了精确、实时、准确的信息资源交互与共享, 极大的提高了作战决策的自动化程度和对目标的打击效果。因此, 世界各军事强国在 C4ISR 建设中均将战术数据链建设作为实现系统综合集成、提高武器装备作战效能的关键环节。

利用计算机建模和仿真技术进行战术数据链的开发和应用研究是战术数据链设计和建设的重要途径, 美军和北约在战术数据链抗干扰、导航、时隙分配等关键技术研究以及作战运用、战术训练等方面开展了相应的仿真研究, 为战术数据链的顶层设计、作战应用提供决策支持。国内研究人员也对战术数据链开展了一些仿真方面的研究, 但是主要集中在抗干扰技术、时隙分配技术等链路仿真层面^[12]。本文对国内外战术数据链仿真的研究进展进行总结, 并给出了基于分布式仿真的战术数据链作战应用仿真系统的设计框架及实现方法, 为战术数据链作战应用仿真研究提供参考。

1 战术数据链及其仿真的发展

1.1 战术数据链发展

自 20 世纪 50 年代开始, 美军研制了 40 余种数据链装备以满足其军事需求, 形成了包括卫星广域数据链、战区通用数据链和军兵种专用数据链在内的三个空间层次的较完善的数据链体系, 如图 1 所示, 用于信息分发、指挥控制和武器系统^[13]。

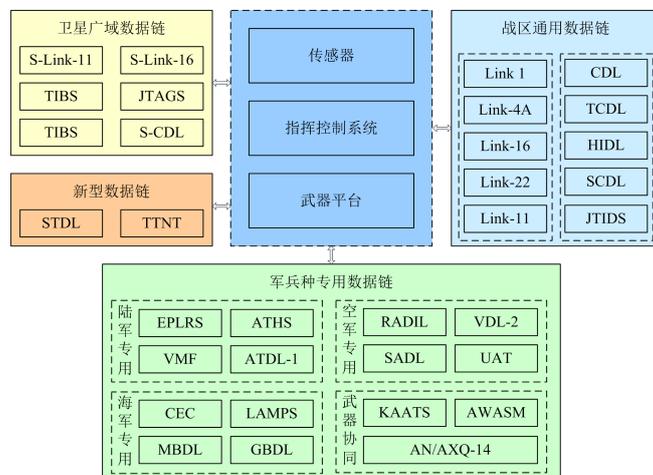


图 1 美军数据链分类简图

随着网络中心战、全球信息栅格等新作战概念的提出以及在近几场现代局部战争中的实践,美军正开展支持时敏目标精确打击的数据链技术研究:协同作战能力系统(CEC)、先进战术目标瞄准技术(AT3)、经济型移动面目标交战(AMSTE)以及战术目标瞄准网络技术(TTNT)系统等。此外,美军还开展了卫星数据链(S-TADIL J)、通用数据链(CDL)和战术通用数据链(TCDL)等数据链技术,用于卫星、侦察机及无人侦察机与战术用户之间传输图像、信号及测量与特征情报(通信、电子等情报)数据的链路,为航空航天战略情报的战术应用提供高速传输通道。

1.2 战术数据链仿真发展

战术数据链仿真分为链路仿真、网络仿真和作战仿真三个层次,主要用于战术数据链组网优化、作战效能评估和模拟训练^[1]。

美军在 20 世纪 60 年代研制的半自动化战场环境(SAGE)系统中开展了战斗机和陆军防空导弹系统之间的数据链仿真,这是最早开展的战术数据链仿真^[1]。目前美军在战术数据链仿真方面已经完成了基础仿真平台的建设,建立了战术数据链系统建模与仿真应用的体系结构。美军应用网络通信仿真软件如 QualNet、OPNET、OMNeT++、NS2 等开发了大量战术数据链仿真应用系统,其建模与仿真已经从简单的算法、协议和设备仿真发展到战术数据链与 C4ISR 相结合的综合仿真。美国多家研究机构和公司(MITRE, SAIC, SRI, MIL3)也相继开发出多种应用于战术互联网系统仿真与综合应用的系统,如 NETWARS, TIMS, SIMNET 和 EAMLSS 等。^{[9][10][11]}

随着基于 HLA/DIS 框架的数据链分布式仿真研究的逐步深入,基于 HLA/DIS 框架的战术数据链作战层次综合系统仿真成为当前战术数据链仿真研究的热点,即将战术数据链仿真系统嵌入 C4ISR 综合仿真系统,将其与传感器仿真系统、指挥控制仿真系统和武器仿真系统链接进行分布式联合仿真,对战术数据链的作战应用能力进行评估。

2 战术数据链作战应用仿真系统设计

战术数据链通过标准的通信设备,按照统一的数据格式和通信协议传输作战数据,将指挥控制系统、传感器和武器平台链接为一体,对战术数据链的作战应用仿真需要联合多个领域分布、异构的仿真系统协作进行,单一领域的仿真软件无法满足仿真要求。

分布式仿真技术能够提高仿真应用之间的互操作性和仿真部件的可重用性,将单个仿真应用互联构建更大的分布式仿真系统,使不同领域的仿真系统协调工作。本文基于 HLA 设计战术数据链作战应用仿真系统的框架,并分析了系统实现所需要的平台环境。

2.1 战术数据链作战应用仿真系统框架

战术数据链作战应用仿真包括数据链组网仿真、效能评估仿真以及训练模拟等功能分系统,图 2 是战术数据链作战应用仿真系统的设计框架图,系统由战场环境模拟器、指挥控制系统模拟器、武器平台模拟器、传感器模拟器、网络规划模拟器、仿真控制器、模拟态势生成器、视景仿真器、数据库等联邦成员组成^{[15][16]},联邦成员通过运行支撑环境(RTI)进行信息交换,各分系统的功能如下:

(1) 仿真系统管理器

负责对整个系统进行管理控制,包括:系统运行环境配置,设置仿真时间、仿真步长、各仿真节点网络地址分配、各节点参数及相互关系;仿真初始化,向各仿真节点发送初始化控制命令及初始化数据;仿真运行控制,仿真开始、仿真暂停、仿真继续和仿真停止;仿真数据记录,记录仿真过程中的数据,用于重演和分析。

(2) 战场想定生成器

设计战场想定,使仿真系统按照作战预案进行仿真,包括:战术数据链网络设计与通信规划,确定网络拓扑结构,设置传感器、指挥控制系统、武器平台模拟器的参数、运动轨迹等信息。

(3) 战场环境模拟器

对地形因素、气象因素和电磁环境进行建模,仿真战场环境对数据链性能影响。

(4) 指挥控制系统模拟器

模拟指挥控制系统加装数据链后的信息接收、处理、发布以及态势显控，指挥控制系统模拟器从战场想定生成器获取自身型号、位置、状态、运动参数等信息；接收下辖的传感器模拟器生成的信息，并进行融合处理；向其指挥下的武器平台模拟器发送目标监视、指挥引导等信息。

(5) 武器平台模拟器

模拟武器平台加装战术数据链后的作战能力，武器平台模拟器从战场想定生成器获取自身型号、位置、状态、运动参数等信息；接收指挥控制系统模拟器发送的目标监视、指挥引导等信息，并向指挥控制系统模拟器报告自身状态信息。

(6) 传感器模拟器

传感器类模拟器从战场想定生成器获取自身型号、位置、状态、运动参数等信息；并根据想定产生战场态势信息和传感器探测模型，通过仿真算法产生目标监视信息，并向指挥控制仿真模拟器发送目标监视信息和自身状态信息。

(7) 作战应用仿真系统

对战术数据链作战应用进行仿真，包括：数据链组网仿真，按照战场想定设置的网络模型进行组网仿真，分析丢包率、误码率、传输延迟、信道吞吐量等通信网络性能参数；模拟训练仿真，仿真数据链传输过程中的操作；评估分析，对仿真结果进行分析，评估数据链对战术消息转化能力、系统决策支持能力和武器作战能力的提升。

(8) 数据库

管理和存储仿真的数据链系统和网络性能参数、信息处理算法、武器装备性能参数、战场环境数据、军标、战场想定以及仿真结果等，支撑整个系统的运行。

(9) 综合显控

包括战场态势显控和通信性能显示，实现对仿真系统的态势显示、视景仿真、通信性能分析及系统状态监控等。

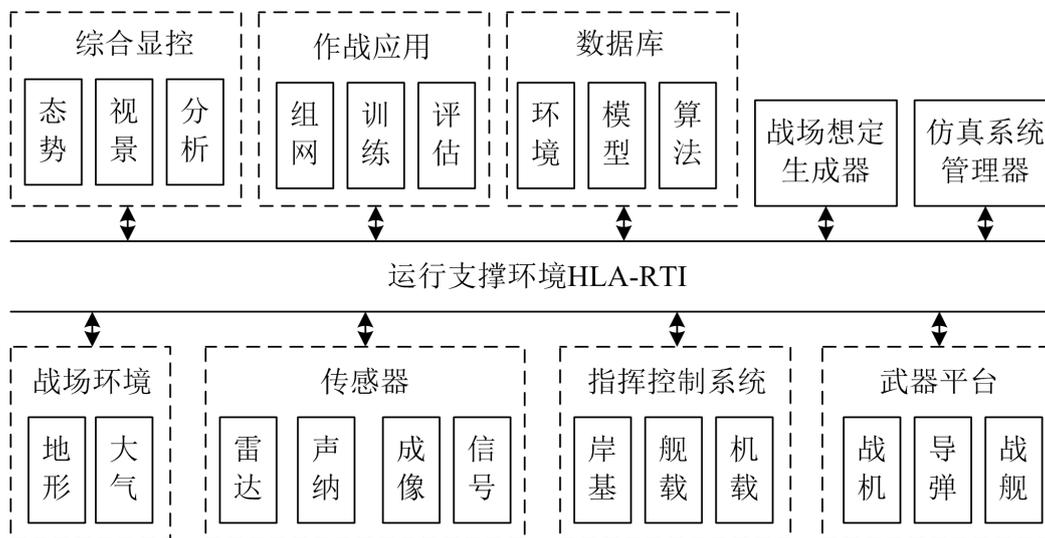


图 2 基于 HLA 的战术数据链作战应用仿真系统框架

2.2 战术数据链作战应用仿真系统的实现

通过采用 HLA 体系结构可以实现通信网络仿真与作战应用仿真集成，目前各个领域都有比较成熟的商业软件，系统仿真中，战场想定可采用 EXata，通信仿真工具可采用 QualNet、Opnet、OmNet、NS2 等，战场环境仿真可采用 VR-Force，视景仿真可采用 Vega、STK，HLA-RTI 作为仿真引擎，负责各分系统的交互。

3 结语

基于分布式仿真技术的战术数据链仿真是未来发展的主要方向，本文根据战术数据链的在 C4ISR 中的地位及与其它系统的相互链接关系，分析了基于 HLA 的战术数据链作战应用仿真结构设计及实现技术，为战术数据链作战应用仿真研究提供参考。

参考文献：

- [1]杨光, 周经纶, 王文政.数据链仿真研究[J].火力与指挥控制, 2011, 36(5), 4-7.
- [2]Hill F. Systemic Problems with Data Link Simulation [C]. 2003 Fall Simulation Interoperability Workshop. Orlando, Florida: SISO, 2003: 03F-SIW-002.
- [3]SPAWAR. Data Link Test Tool [Z/OL]. (2004) [2007]. <http://gateway.nosc.mil/>,
- [4]Goldstein F, McDonough M. Joint Tactical Information Distribution System (JTIDS) multi-link test device (MLTD) laboratory [5]environment test system [C]. Military Communication Conference 1997. New Jersey: IEEE, 1997: 413-418.
- [6]Engman J. Technical Specification for the Link 16 Test and Simulation Tool [R]. Swedish: VG VoV Led, 2006.
- [7]Yanni P. Modeling comm planning and advanced datalinks in the DIS environment [C]. 1997 Spring Simulation Interoperability Workshops, 1997. Orlando, Florida: SISO, 1997: 97S-SIW-027.
- [8]Burroughs A, Sorroche J, Barrett N, Byers R, Butterfield R, Shanks G, Nutaro J, Snape R. Draft Link 16 Simulation Standard [Z]. Orlando, Florida: Simulation Interoperability Standards Organization, 2003.
- [9]Sorroche J, Kingston K, Byers R, Butterfield R, Shanks G. Draft Link 11/11B Simulation Standard [Z]. Orlando, Florida: Simulation Interoperability Standards Organization, 2006.
- [10]万永乐等.战术互联网建模与仿真[J].通信技术, 2002, (10)
- [11]张剑, 刘伟.军用无线网络仿真[J].军事通信技术, 2002, (2)
- [12]Atamna, Y. Netwars Modeling and Simulation Interoperability Standards[C]. In Proceedings of the OPNETWORK '98 Conference. 1998
- [13]李宏智, 黄鹂.战术数据链作战应用仿真研究[J].舰船电子工程, 2011,
- [14]骆光明, 杨斌, 邱致和, 李云茹.数据链[M].北京: 国防工业出版社, 2008
- [15]任培.战术数据链传输时延及其作战效果影响分析方法研究[D].国防科技大学, 2009
- [16]杨光, 周经纶, 罗鹏程, 任培.HLA 的数据链综合仿真系统[J].火力指挥与控制, 2008
- [17]付国宾, 谭海涛, 沈宇, 陈自卫.基于 HLA 的数据链作战运用仿真设计[J].指挥控制与仿真, 2007