

doi: 10.7690/bgzdh.2016.01.026

无人机作战仿真平台设计及其关键技术研究

黄克明, 王 涛, 胡 军
(陆军军官学院, 合肥 230031)

摘要: 针对开展无人机作战仿真的现实需求, 探讨无人机作战仿真平台设计及其关键技术。概述无人机作战仿真, 论述无人机作战仿真平台设计的原则, 从主要功能、组成、软件技术架构和使用流程等方面对无人机作战仿真平台进行初步设计, 并对其关键技术进行深入研究。该研究可为无人机作战仿真平台的开发提供依据和指南。

关键词: 无人机; 仿真平台; 作战仿真

中图分类号: TP391.9 **文献标志码:** A

Study on Design of UAV Combat Simulation Platform and Its Key Techniques

Huang Keming, Wang Tao, Hu Jun
(Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: According to the practical needs to carry out the UAV combat simulation, this paper discusses the UAV combat simulation platform design and its key technology. Introduce UAV combat simulation, and principle of UAV combat simulation platform design. Carry out primary design for UAV combat simulation platform from main function, composition, software technology architecture and use procedure, and so on, and the key technologies are researched in detail. The research provides the basis and guide for development the UAV combat simulation platform.

Keywords: UAV; simulation platform; combat simulation

0 引言

无人机作战仿真是开展无人机作战问题研究的主要手段之一。通过实验手段, 可有计划地改变实验中的无人机装备力量、战法和作战环境等条件, 以定量和定性研究相结合的方法考察无人机综合运用规律, 对提高无人机作战效能具有重要意义^[1]。美军在无人机作战仿真方面的成功经验值得借鉴。通过作战实验手段, 大力研究无人机装备的作战运用问题, 包括“捕食者”和“全球鹰”等无人机都是其研究成果的典范。在实验室进行概念技术开发实验, 经过在作战实验中验证后, 直接参加到阿富汗和伊拉克等地的实战中, 取得了骄人的战绩。

无人机作战仿真平台是开展无人机作战问题研究的技术载体。构建一套功能齐全、技术先进、操作方便、规模适度、符合无人机作战特点的仿真平台, 可为无人机作战问题研究提供科学的实验环境, 为决策人员建设与使用无人机装备提供研究咨询和科学依据; 因此, 笔者对其进行研究。

1 无人机作战仿真平台设计原则

构建无人机作战仿真平台, 应该遵循以下设计原则^[2]:

1) 先进性和扩展性: 系统体系架构应采用目前

先进且成熟的硬件、软件和仿真支撑技术进行构建, 且充分考虑软、硬件的内部机制和外部接口的一致性, 使系统具有很好的可扩展性, 允许用户对系统进行扩展。

2) 可靠性与容错性: 系统必须是稳定可靠的, 能够将故障率降到最低。在设计系统架构时, 不能仅依赖于组件的可靠性, 必须在系统整体水平上采用适宜的冗余设计, 确保在关键部分消除单点失效。设计中还要必须考虑故障发现能力, 记录系统运行日志, 能够根据日志对故障快速定位。提高系统的稳定性, 改善软件质量, 并降低软件维护的复杂性。

3) 重用性与模块化: 系统需实现软件、模型和模块的重用性, 必须支持软件复用, 以降低系统的开发周期和维护成本。系统体系架构必须是模块化的, 进行多层次模块化分解, 以便将变更系统某些组件的影响尽可能地局部化, 实现功能模块的可重用性, 以及系统结构的动态配置, 是确保系统成功应用, 减少仿真应用开发工作量的基本要求。

4) 易操作和易使用性: 无人机作战仿真平台应提供实验总体规划设计人员、模型开发人员以及相关专业技术人员一个相互协调、共同开发的工作环境, 系统操作应能兼顾不同层次人员的操作使用,

收稿日期: 2015-09-12; 修回日期: 2015-10-17

作者简介: 黄克明(1978—), 男, 江苏人, 硕士, 讲师, 从事无人机技术与作战运用研究。

方便有效地控制仿真进程和利用仿真结果进行分析，并辅助决策人员做出决策。

2 无人机作战仿真平台设计^[3-5]

2.1 主要功能

无人机作战仿真平台应具备以下主要功能：

1) 支持模拟仿真实验，包括可提供无人机作战相关模型、计算、评估、数据等支持及相配套的方法、手段和应用系统，支持“人不在回路”的全数字仿真实验和“人在回路”的半实物仿真实验；

2) 支持综合研讨，可提供视频会议研讨系统，把多点会议、多媒体网管和数据协作集成在一起，以满足远程视频会议，专家研讨及演示等需求；

3) 支持实兵验证，可提供相应的信息采集设备及数据传输网络等；

4) 支持实验的集中管控，对整个系统进行监督与管理，并对实验过程进行控制、分析评价；

5) 支持全数字仿真系统、半实物仿真系统和外场环境进行综合仿真实验；

6) 具备高性能计算分析、海量数据存取和交互、高速网络互联互通支撑能力；

7) 具备建模与系统开发功能，可提供应用开发工具和模型基础构件，支持模型开发、集成、部署和运行。

2.2 平台组成

无人机作战仿真平台采用开放式体系结构。以组件化技术开发系统资源，支持分布式作战仿真活动；以全数字仿真、半实物仿真和综合研讨等为主要应用形式，并支持实兵验证活动。平台框架结构如图1所示。

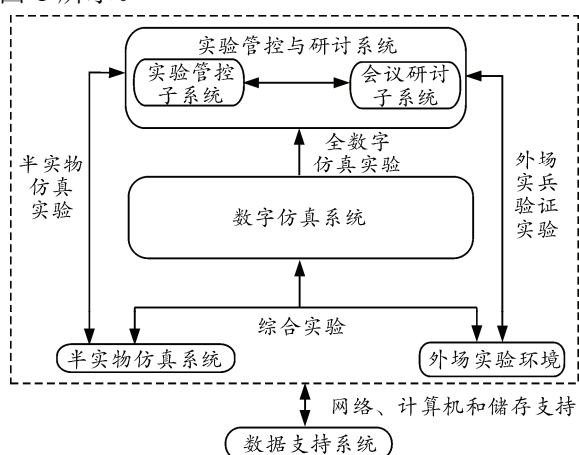


图1 无人机作战仿真平台组成

实验平台主要由数字仿真系统、半实物仿真系

统、管控与研讨系统、数据支持系统和外场实验环境等部分组成。各组成部分以数据支持系统提供的技术先进、安全可靠、扩展性强的局域网技术实现互联互通，支持单系统独立运行模式和多系统联合运行模式。

1) 数字仿真系统是无人机作战问题研究的通用仿真实验平台，以建设模块化的无人机系统仿真模型为基础，实现组件式、开放型的无人机仿真实验环境，完成无人机作战的全过程模拟仿真。

2) 半实物仿真系统以“人在回路”的模式开展无人机作战问题的专项研究和综合研究。该模式下，相关人员的操作水平、能力水平以及经验水平将直接体现在实验过程中，可更加逼真地反映指挥员在作战过程中的地位和作用。

3) 管控与研讨系统包括实验管控子系统和会议研讨子系统。实验管控子系统可对全数字仿真实验、半实物仿真实验和外场实兵验证演练实验或综合实验进行统一的设计、控制与管理，并以多种形式综合显示实验方案、战场态势和实验结果等信息，对整个无人机的仿真实验进行监督与管理，并可对实验过程进行控制、分析评价；会议研讨子系统具有资料查询、方案演示、模拟分析与对抗推演，研讨过程记录、分类与回放，研讨意见和结论的辅助统计与分析等功能，以满足开展视频会议和专家综合研讨等活动需要。

4) 数据支持系统是无人机作战仿真平台的网络中心、数值计算中心和数据服务中心，主要为实验提供多元数据支撑服务。

5) 外场实验环境是无人机作战数据采集和进行实兵验证的场所，可对仿真实验的部分方案和结论进行实兵演练验证，提高作战仿真实验结论的准确性和可信度。外场实验在管控系统的统一调控下，可提高外场实验的可视化程度和实时调控力度，促进外场实验的有序进行。

2.3 平台软件技术架构

构建无人机作战仿真平台应充分考虑今后平台工作的实际条件和环境，确保系统技术可行、先进，系统功能适用。在设计上采用面向服务的思想和面向对象的开发方法以及可扩展的开放式软件架构，对建立的应用系统和开发工具进行横向和纵向集成；通过分层体系结构，提供各层之间的规范化接口，建立系统平台，为系统的扩展提供有力的支撑。平台采用分布式跨平台技术，总体上采用“基础+

中间层+数据+支撑+应用”的仿真软件体系结构，实现仿真实验环境的构建，如图 2 所示。

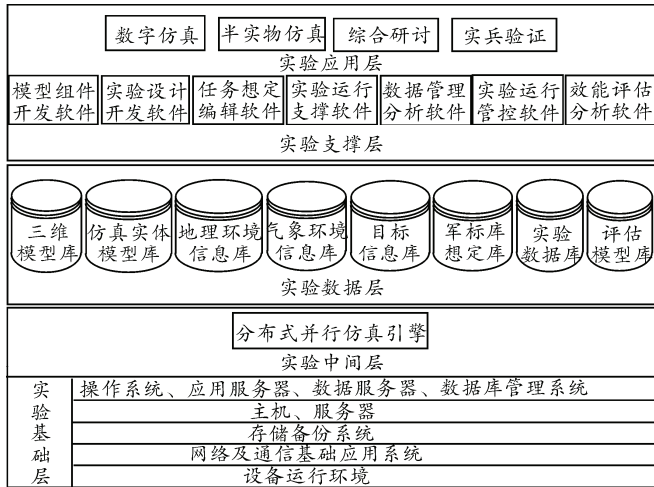


图 2 平台软件技术架构

1) 实验基础层：是整个软件环境的最底层，是实现实验资源共享及其应用的基础保障，主要提供系统运行的基础软硬件环境，包括网络、数据库、操作系统和硬件设备等。

2) 实验中间层：提供平台应用系统运行所需的各类中间件，包括 HLA-RTI 等运行中间件和第三方软件的集成接口适配器。仿真引擎负责仿真运行底层的时间、对象和事件管理，数据记录以及与外部系统互联的任务。

3) 实验数据层：为实验设计与运行提供模型数据管理支撑，主要包括三维模型库、仿真实体模型库、环境数据库、目标信息库、实验结果数据库、军标库和评估模型库等。

4) 实验支撑层：为无人机作战仿真提供各类应用软件支撑，具有完备的建模、运行、评估和资源管理等功能，主要包括模型开发、实验设计、任务想定编辑、运行支撑、数据管理、运行管控和效能评估等软件。

5) 实验应用层：基于特定的无人机作战问题研究需要，借助实验支撑层的组件化软件支持，根据任务想定场景想定从实验数据层模型库中获取所需的模型，通过各种实体模型的组合，构建作战仿真的各种专门应用系统。

2.4 平台工作流程

无人机作战仿真平台为无人机作战问题研究提供了以数字仿真为主、半实物仿真为辅，同时具备综合研讨和外场实兵验证等功能的系统集成框架。以数字仿真实验为例，其工作流程总体上可分为实

验规划、模型设计、实验运行与管控、分析评估等 4 个阶段，其工作流程为：

1) 在受领无人机相关研究任务后，数字仿真系统根据实验任务，实验设计人员进行相应的实验想定方案设计，并以此为依据，从实验数据层中下载所需的实验模型、数字地图和数据等信息，并进行成员规划、数据采集规划、成员生成和成员部署等；

2) 如果需要开发新的模型，模型设计人员则开发相应模型，并进行注册封装，经过测试以后，加入到模型库中供实验设计人员调用；

3) 在实验运行过程中，在运行控制、导调等功能的支持下推进和控制实验，按照数据采集任务实时采集实验数据并进行统计，以图形化方式实时展现这些信息；

4) 在分析评估阶段，系统将采集到的实验数据上传到实验数据库中，利用效能评估分析软件对入库的仿真数据进行分析处理，获得评估分析数据和试验结论。

3 关键技术

1) 分布式交互仿真技术。

无人机作战仿真平台构成复杂，基于 HLA、DIS 或 TENA 等协议的异构接入点众多，实验平台的综合集成难度大。基于分布交互仿真技术构建的实验体系框架结构，通过网络技术将地域分散的作战仿真软件、人在回路中的仿真器及其他半实物仿真设备，采用协调一致的结构、标准和协议，通过中间件设计，将实验软件同底层的支撑环境分开，即将具体的功能实现、运行管理和底层通信传输三者分离，形成一个人机交互、时空一致的综合实验环境，实现系统间的互联、互通与互操作。分布式交互仿真技术需解决异构系统融合、中间件设计、基于 XML 和 Web Service 的数据资源集成与共享等难题。

2) 组件化体系建模技术。

组件化和参数化可以最大限度地实现模型重用性和互操作性，大大提高建模的效率。无人机作战仿真模型构建须着眼无人机作战问题研究需要，采用组件化建模技术建立科学完备、层次合理和具有良好扩展性的无人机作战仿真模型体系，支持模型的多分辨率组合与重用，提高模型资源的开发效率和重用能力，主要涉及到体系建模技术、多分辨率建模技术、组件化模型表示、检索、组合和验证等关键技术。