

doi: 10.7690/bgzdh.2019.07.006

# 大数据技术在装备体系仿真实验中的应用模式及难点分析

林翔<sup>1,2</sup>, 贾璐<sup>1,2</sup>, 吴小勇<sup>1,2</sup>

(1. 海军研究院, 北京 100161; 2. 复杂舰船系统仿真重点实验室, 北京 100161)

**摘要:** 为解决仿真实验中系统数据之间效用单一的问题, 对装备体系发展的仿真实验方法和实验框架进行分析。构建大数据技术在装备体系仿真中的实验框架, 采用数据挖掘和深度学习等大数据分析技术, 分析其在装备体系仿真实验中的应用流程, 提出装备体系仿真实验中应用大数据技术的不足和难点。通过引入大数据技术, 可为武器装备呈体系发展论证提供参考依据, 为装备体系仿真实验注入新的活力。

**关键词:** 仿真实验; 装备体系; 大数据技术; 应用

**中图分类号:** TP391.9 **文献标志码:** A

## Application Mode and Difficulty Analysis of Big Data Technology in Simulation Experiment of Equipment System

Lin Xiang<sup>1,2</sup>, Jia Lu<sup>1,2</sup>, Wu Xiaoyong<sup>1,2</sup>

(1. Naval Research Academy, Beijing 100161, China;

2. Key Laboratory of Complex Ship System Simulation, Beijing 100161, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of single effect between system data in simulation experiments, the simulation experimental method and experimental framework were presented for the development of equipment system. Constructing the experimental framework of big data technology in the simulation of equipment system, then it was analyzed that application process of big data analysis techniques such as data mining and deep learning in simulation experiment of equipment system. Finally, the shortcomings and difficulties were set up to application of big data technology in simulation experiment of equipment system. By introducing big data technology, it can provide reference for argumentation of equipment system development, and inject new vitality into simulation experiment of equipment system.

**Keywords:** simulation experiment; equipment system; big data technology; application

### 0 引言

进入 21 世纪以来, 作战模式的转变带来了武器装备建设指导方针的变化, “人民解放军武器装备建设注重顶层设计, 坚持走以信息化为主导、机械化信息化复合发展的道路, 努力建设规模适度、结构合理、精干高效、整体优化的现代化武器装备体系”被写入国防白皮书<sup>[1]</sup>。新的武器装备建设指导方针突出强调了“体系优化”“顶层设计”和“持续发展”的观念, 对武器装备论证工作提出了更高要求。

近年来, 复杂舰船系统仿真重点实验室在运用面向装备体系发展的仿真实验体系, 为装备作战需求论证、装备发展战略论证、装备规划计划论证和装备关键技术论证提供支撑的过程中, 积累了大量的装备体系需求论证数据、装备建设方案数据、装备性能数据、兵力部署数据、装备作战效能数据、战场环境数据、关键技术数据等多类型数据。由于实验环境各系统数据之间的使用特点和存储结构不

同, 导致各系统效用单一, 无法充分实现数据的价值; 因此, 笔者引入大数据技术<sup>[2-9]</sup>, 找出在作战需求论证、发展战略论证、规划计划论证和关键技术论证过程中的关联关系, 挖掘和发挥已有数据的最大效用, 实现作战需求、发展战略、装备建设、关键技术之间的一体化协同论证。

### 1 大数据技术在仿真实验中的应用模式

#### 1.1 面向装备体系发展的实验框架

目前, 复杂舰船系统仿真重点实验室已建成了以作战实验数据库和关键技术管理平台为数据支撑, 以作战推演研究、作战仿真研究、军事价值分析方法、体系演化仿真方法、技术成熟度评价方法等为理论支撑的仿真实验体系, 可以完成从装备作战需求到装备发展战略, 再到装备建设规划计划论证, 直至装备关键技术论证的全流程、多角度论证过程, 实现武器装备论证呈体系建设发展。具体实

收稿日期: 2019-03-06; 修回日期: 2019-04-12

作者简介: 林翔(1991—), 男, 福建人, 硕士, 助理研究员, 从事数据工程及仿真建模研究。E-mail: 780323486@qq.com。

验框架如图 1 所示。

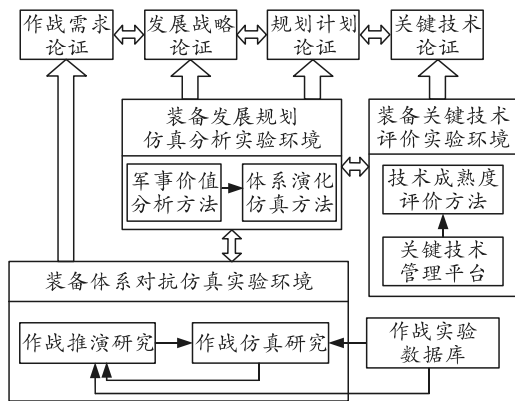


图 1 面向装备体系发展的实验框架

其中，作战实验数据库主要为作战推演研究和作战仿真研究提供数据支撑。作战推演研究通过“面对面研讨”或“背靠背博弈”的方式为开展作战仿真研究明确了仿真实验想定中的参战兵力、作战流程、作战时序等作战方案内容；作战仿真研究基于 C<sup>4</sup>ISR 的体系对抗仿真系统，能够在合同战斗层和战役层为研究人员提供开展“大样本闭环”作战仿真实验，用于支持开展装备体系作战效能评估工作。作战推演研究和作战仿真研究共同为装备体系对抗仿真实验环境提供理论支撑，用于支持作战需求论证工作。

军事价值分析方法和体系演化仿真方法共同为装备发展规划仿真分析实验环境提供理论支撑。军事价值分析方法是基于以价值为中心的决策分析方法<sup>[10]</sup>，对未来需要发展的武器装备和关键技术进行分析与评估，并研究提出武器装备的发展方向 and 重点，用于支撑发展战略论证；体系演化仿真方法是基于 SBCP 的武器装备体系演化分析方法<sup>[11]</sup>，通过模拟规划计划的执行过程，动态分析未来不同时期武器装备的比例结构，对规划计划方案进行评估与优化，用于支撑规划计划论证。

关键技术管理平台为技术成熟度评价方法提供了数据支撑，共同构成了装备关键技术评价实验环境，用于支持关键技术论证。技术成熟度评价方法通过构建成熟度评价准则体系，从关键技术遴选、技术成熟度和集成成熟度评价、系统成熟度评价与分析、装备体系发展技术可行性评估等方面为预研项目论证、型号立项论证、装备体系论证等提供支撑。

装备体系对抗仿真实验环境、装备发展规划仿真分析实验环境、装备关键技术评价实验环境以及作战实验数据库相互支撑、有机协同，构成了面向装备体系发展的实验框架。

### 1.2 大数据技术在仿真实验中的应用流程

在面向装备体系发展的论证流程中，利用上述实验框架提供了一套一体化论证方法，在数据流上仍然没有做到实际的协调论证，各系统之间仅仅实现了逻辑上的一致，在面对论证任务时大多还是依靠论证人员的经验分析，独立地运用各系统提供对应所需的实验支撑。

引入大数据技术，采用大数据存储与管理技术，打通各系统之间数据壁垒，对多系统、多场景的异构数据采用数据挖掘和深度学习等大数据分析技术进行综合分析，在海量数据信息中甄别出有价值的信息，分析研判战略战术运用规律、装备发展建设规律、装备结构演化规律、关键技术迭代规律等，从作战需求顶层出发，明确装备发展战略，提出装备建设计划方案，梳理出关键支撑技术的框架体系和发展路线图，为武器装备体系更好更快地发展提供科学的实验支撑。具体大数据技术的应用流程如图 2 所示。

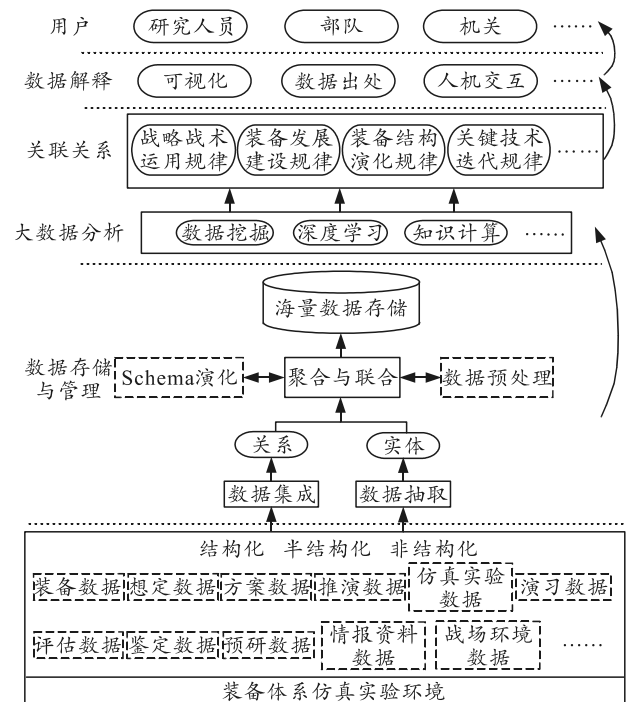


图 2 大数据在装备体系仿真实验中的应用流程

## 2 大数据技术的应用难点

现阶段，装备体系仿真实验中的数据未能满足大数据特点的要求，数据体量还不够，数据采集过程缓慢，无法与现实装备状态建立实时联系，战场环境数据片面、不够真实。要充分利用大数据技术的优势，就必须认清当前装备体系仿真实验中应用大数据技术的不足和难点。

### 1) 数据获取渠道不通畅。

目前, 各大单位建立了多个数据中心, 由于组织关系不通畅, 数据中心之间的互联互通还未得到解决, 很多重要数据基本分散式地掌握在各业务机关手中, 并未形成一个完整且便于利用的数据仓库。研究人员的工作模式大部分是通过任务牵引数据资料的获取, 数据来源零碎且片面, 急需整合出涵盖装备全域的数据仓库, 可通过数据共享技术, 充分发挥数据价值。

### 2) 数据实时性差。

在装备体系仿真实验中, 数据来源包括部队演习演练、重大课题研究、数据工程建设、方案评估等, 数据的实时性很难得到保证, 尤其是装备实力统计工作, 一年更新一次, 即使获取到该数据也是一年前的装备状态, 研究分析结论无法体现最新装备情况。

### 3) 数据量的成倍增长挑战数据存储能力。

视频、音频、战场环境监测数据等体量巨大的数据源, 要求使用专门的数据库技术和专用的数据存储设备。数据量的成倍增长对数据存储能力是一大挑战, 面对未来大数据技术全面进入军事领域这一应用趋势, 借鉴 Apache Hadoop 等商用大数据存储架构<sup>[12]</sup>, 尽快建立符合军队安全保密、组织结构等有关要求的大数据存储架构, 做好大数据技术应用的基础工作迫在眉睫。

### 4) 数据类型多样挑战数据处理能力。

随着多源数据存储的加大, 数据类型也变得更加复杂, 不仅包括传统的关系数据类型, 而且包括以网页、视频、音频、文档等形式存在的未加工、半结构化和非结构化的数据。数据类型的多样化对传统的数据分析平台发出了挑战<sup>[13]</sup>。目前, 对于半结构化和非结构化数据的处理能力还不足, 且计算机的运行处理能力也需要进一步提升。随着数据规模的不断增大, 算法的效率逐渐成为数据分析流程的瓶颈。

### 5) 数据异构性、不完备性挑战数据管理能力。

装备体系仿真实验涉及的数据面广, 直接获取或实验沉淀的数据一般都是异构的, 难以用简单数据结构进行描述。现有算法无法高效处理复杂数据结构表示的数据, 而要有效地管理数据必须将数据组织成合理的结构。此外, 现有的管理制度很难保证获取数据的完备性, 对数据的有效管理和高效利用提出了更高的要求。

### 6) 数据安全挑战组织管理。

数据在存储、处理、传输等过程中面临安全风险, 对于军事数据而言, 数据安全更是重中之重, 要实现大数据安全又要保证数据的高效合理运用, 给现在各自为战的组织管理模式带来了挑战。目前针对大数据安全的解决方法有很多, 比如文件访问控制技术、基础设备加密、匿名化保护技术、加密保护技术、数据水印技术、数据溯源技术、基于数据失真的技术、基于可逆的置换算法等<sup>[14]</sup>。上述技术都是对数据本身进行安全防护, 未能解决数据外出的根本问题, 数据仍然有可能出现在超出其密级范围之外的环境中, 违反了安全保密的规定; 因此, 需要设立专门的大数据管理中心, 采用诸如“安全屋”等数据共享技术。这样, 大数据研究团队可以对数据进行合理使用, 同时未超出知密范围, 更未对数据进行转移和再生。

## 3 结束语

笔者在面向装备体系发展的仿真实验中, 引入大数据技术, 按照体系化思维挖掘、分析装备运用、发展、演化等潜藏规律, 为武器装备呈体系发展论证提供科学依据; 甚至可以打破传统的基于精确化计算方式的建模与仿真技术, 实现基于大数据量的模糊、无假设的新型科学研究范式<sup>[15]</sup>, 为装备体系仿真实验注入新的活力。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国务院新闻办公室.《2004年中国的国防》白皮书[Z].北京:2004.
- [2] 中国计算机学会大数据专家委员会.中国大数据技术与产业发展白皮书[Z].2013.
- [3] ARASU A, CHAUDHURI S, CHEN Z, et al. Experiences with using data cleaning technology for bing services[J]. IEEE Data Engineering Bulletin, 2012, 35(2): 14-23.
- [4] GHEMAWAT S, GOBIOFF H, LEUNG S T. The Google file system[C]. Proceedings of the 19th ACM Symposium on Operating Systems Principles, 2003: 29-43.
- [5] SUN D W, ZHANG G Y, ZHENG W M. Big data stream computing: Technologies and instances[J]. Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software, 2014, 25(4): 839-862.
- [6] PHILIP R. Big Data Analytics[R]. TDWI Best Practices Report, USA: TDWI, 2011.
- [7] DAS S, SISMANIS Y, BEYER K S, et al. Ricardo: Integrating R and Hadoop[C]. Proceedings of the 2010 International Conference on Management of Data, 2010: 987-998.
- [8] HINTON G E, OSINDERO S, TEH Y W. A fast learning algorithm for deep belief nets[J]. Neural Computation, 2006, 18(7): 1527-1554.

[9] BENGIO Y, LAMBLIN P, POPOVICI D, et al. Greedy layer-wise training of deep networks[C]. In: Advances in Neural Information Processing Systems. 2007, 19: 153.

[10] 包滨, 刘磊, 荆涛. 复杂电磁环境下的作战、训练、保障与军事运筹研究: 基于 FVA 的海军武器装备体系关键技术决策分析方法[C]. 北京: 蓝天出版社, 2007.

[11] 刘磊, 荆涛, 朱一凡. 基于 SBPC 的武器装备体系演化分析方法[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(21): 6734-6739.

[12] 李学龙, 龚海刚. 大数据系统综述[J]. 中国科学(信息科学), 2015, 45(1): 1-44.

[13] 刘军. Hadoop 大数据处理[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2013: 45-60.

[14] 冯登国, 张敏, 李昊. 大数据安全与隐私保护[J]. 计算机学报, 2014, 37(1): 246-258.

[15] 毕长剑. 大数据时代建模与仿真面临的挑战[J]. 计算机仿真, 2014, 31(1): 1-3.

\*\*\*\*\*

(上接第 13 页)

$$\left. \begin{aligned} \Delta \bar{d}_1 &= \frac{1}{3}(\Delta d_1 + \Delta d_2 + \Delta d_3) \\ \Delta \bar{\beta}_1 &= \frac{1}{3}(\Delta \beta_1 + \Delta \beta_2 + \Delta \beta_3) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

使校射后的弹着点 *c* 与目标点 *a* 的偏差量满足效力射要求。

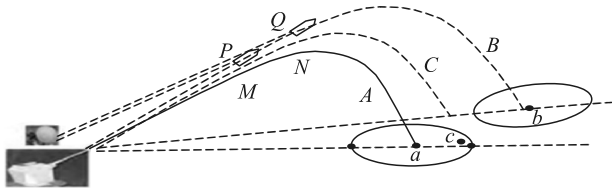


图 4 无人艇对岸射击基本原理

### 3 实验结果

利用岸基无人艇射击装置试射 35 发弹, 按照时间先后记录理论弹着点和实际弹着点间的距离偏差量, 利用 Minitab 软件处理实验数据, 得到如图 5 所示的数据处理结果。结果表明: 随着射击过程的进行, 实际弹着点和理论弹着点之间的距离偏差量不断缩小, 证明射击装置的自主校验设计是有效果的, 符合理论预期。

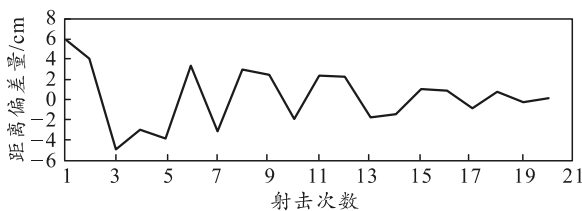


图 5 距离偏差量与射击次数关系

\*\*\*\*\*

(上接第 20 页)

[20] LIU W, RABINOVICH A, BERG A C. ParseNet: Looking Wider to See Better[Z]. Computer Science, 2015.

[21] CAI Z, FAN Q, FERIS R S, et al. A Unified Multi-scale Deep Convolutional Neural Network for Fast Object Detection[C]//European Conference on Computer Vision, 2016: 354-370.

[22] NEUBECK A, GOOL L V. Efficient Non-Maximum Suppression[C]. International Conference on Pattern Recognition. IEEE Computer Society, 2006: 850-855.

### 4 结束语

对岸火力支援无人艇采用双体船结构并配有对岸火力支援武器装置, 不仅稳定性好, 而且具备高精度快速清除定点目标的能力。笔者结合高精度定位系统, 在火控解算模块中合理运用观测偏差法, 可以大幅度提高命中概率。该无人艇制作简单, 费用较低, 可以为登陆作战部队战术运用提供参考。

### 参考文献:

[1] 贾志安, 张宁, 陈桂秋. 舰炮武器系统的总体配置方案及关键技术[J]. 指挥控制与仿真, 2006(4): 82-85.

[2] 汪德虎, 谭周寿, 王建国. 舰炮射击基础理论[M]. 北京: 海潮出版社, 1998: 2-4

[3] 王金云, 周晖杰. 基于 GPS 和外弹道实时解算下的舰炮对岸射击新方法[J]. 火炮发射与控制学报, 2009(4): 4-7.

[4] 石章松, 傅冰, 胡献君. 基于增程修正弹的同时弹着火控机理[J]. 海军工程大学学报, 2013, 25(3): 7-12.

[5] 潘红华, 余家祥, 胡家升. 舰炮对岸射击稳定诸元计算方法[J]. 火力与指挥控制, 2001(4): 51-52, 58.

[6] 杨青, 李若, 蔡振宁. 六自由度外弹道方程组的快速数值方法[J]. 高等学校计算数学学报, 2014, 36(3): 253-270.

[7] 董志勇, 刘洋, 贾成江. 弹道逼近及其在炮兵校射系统中的应用[J]. 测试技术学报, 2008, 22(5): 434-437.

[8] 黄义, 黄景德, 由佳. 一维弹道修正弹多发同时弹着火控新算法[J]. 兵工自动化, 2018, 37(5): 6-7.

[9] 李元生, 陈礼国. 舰炮弹道拟合对岸校射方法研究[J]. 火炮发射与控制学报, 2016, 37(4): 25-28, 34.

[23] 魏湧明, 全吉成, 侯宇青阳. 基于 YOLO v2 的无人机航拍图像定位研究[J]. 激光与光电子学进展, 2017, 54(11): 95-104.

[24] ZHANG Z. A flexible new technique for camera calibration[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(11): 1330-1334.

[25] MORE J J. The Levenberg-Marquardt algorithm: Implementation and theory[J]. Lecture Notes in Mathematics, 1978, 630(1): 105-116.

[26] 刘大伟, 韩玲, 韩晓勇. 基于深度学习的高分辨率遥感影像分类研究[J]. 光学学报, 2016, 36(4): 298-306.