

综 述

doi: 10.3969/j.issn.1673-5692.2018.05.005

无人机集群 C2 智能系统初探

吴雪松¹ 杨新民²

(1. 中国电子科技集团公司第十研究所, 四川 成都 610036

2. 中国电子科技集团公司第二十八研究所, 江苏 南京 210007)

摘 要: 随着智能化、小型化技术发展, 无人机得到越来越广泛的应用, 无人机集群因其较高的作战效能也越来越受到重视。本文从 C2 系统角度出发, 对无人机集群作战的系统组成、信息关系以及使用流程进行分析和设计, 提出了无人机集群作战交互信息分级的概念, 通过堆栈及相应策略及时高效处理交互信息。

关键词: 无人机; 集群; 信息处理堆栈; C2 系统

中图分类号: TP18 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-5692(2018)05-515-05

Preliminary Study on Unmanned Aerial Vehicle Cluster C2 Intelligent System

WU Xue-song¹, YANG Xin-min²

(1. 10th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Chengdu 610036, China;

2. 28th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing 210007, China)

Abstract: With the development of intelligent and miniaturized technology, unmanned aerial vehicle has been more and more widely used. Unmanned aerial vehicle cluster has been paid more and more attention because of its high operational effectiveness. From the view of command information system, this paper analyzes and designs the system architecture, information relationship and use flow for unmanned aerial vehicle cluster operations, and puts forward the concept of interactive information classification of unmanned aerial vehicle cluster operations which can effectively handle interactive information through stack and corresponding strategy mechanism without delay.

Key words: unmanned aerial vehicle; cluster; information processing stack; C2 system

0 引 言

无人机(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)诞生于第一次世界大战期间,以1916年美国的斯佩里和劳伦斯进行首次无人机飞行作为标志事件,至今已有一百多年发展历史,已广泛应用于民用和军事各种领域。

无人机先后经历三个发展阶段,从第一次世界大战的萌芽期,到上世纪八十年代以色列首创无人

机和有人机协同作战而引起各国对无人机重视开始的发展期,再到当前的蓬勃期,比较著名的企业以中国的大疆无人机公司和美国的3DRobotics无人机公司为代表^[1]。

无人机可以从不同角度进行分类,从机身结构特征可分为无人直升机、无人固定翼飞机、无人多旋翼飞行器、无人飞艇、无人伞翼机和扑翼无人机等;从体积重量特征可分为大型无人机、中型无人机、小型无人机和微型无人机;从用途可分为军用无人机、民用无人机和消费级无人机等^[2]。

收稿日期: 2018-07-30 修订日期: 2018-09-30

基金项目: 国家自然科学基金(61701454)

将一组具备部分自主能力的无人机系统通过有人/无人操作装置的辅助,在一名高级操作员监控下,完成作战任务的过程称之为无人机集群作战^[3],其目的是采用模拟群聚生物的协作行为与信息共享,形成自主智能整体完成作战任务^[4]。

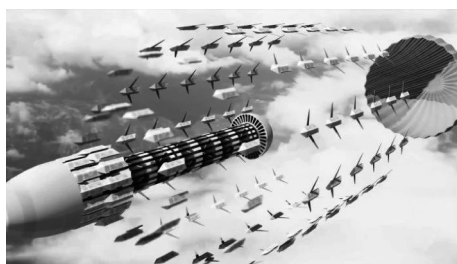


图1 无人机集群概念

随着人工智能技术和载荷技术的发展,各国越来越重视对无人机集群作战的研究和应用,尤其在复杂战场环境下采用无人机集群作战已成为主流作战样式^[5]。

与精确制导弹药和常规导弹相比,小型无人机成本要小很多,而且能够被回收和反复使用。

1 国内外无人机集群发展现状

1.1 国外无人机集群发展现状

美军已将无人机集群作战列为一种能够改变作战规则的“颠覆性技术”。最近几年,美国陆续公布或报道了无人机集群相关的研究情况^[6]。从2015年开始,美军陆续开展了“郊狼”(Coyote drone)无人机、“蝉”(Cicada)微型无人机、“灰山鹑”(Perdix)微型无人机等无人机集群研究,对无人机集群的连续发射、编队飞行、对敌探测、电磁干扰、协同攻击、自主对抗、发射回收等关键技术进行可行性验证。尤其是2016年10月,美军成功抛撒出103架“灰山鹑”无人机,并能在短时间内沟通和组成集群队形,表明美军集群自组网技术已达到了实用性阶段。

针对小型无人机发展目标,2016年5月美空军发布了《2016—2036年小型无人机系统飞行规划》,包括微小无人机集群作战概念和作战任务,用于执行压制或摧毁敌方防空、协同攻击与侦察、对抗敌方无人系统等^[4]。

2018年1月前后,俄罗斯在叙利亚境内的空军基地多次遭到无人机集群袭击。1月6日凌晨,15

架无人机突击俄驻中东机场,俄军使用了近20台铠甲S式近防弹炮合一系统以及30毫米速射炮猛烈开火,才使得机场幸免于难。为狙击单台造价仅几千美元的无人机,俄军花费近亿元。无人机集群作战效费比之高令人惊讶^[7]。

1.2 国内无人机集群发展现状

我国从上世纪50年代开展无人机研究,1966年12月第一架无人机“长空一号”首飞成功。在无人机集群自主控制研究方面,我国也取得了突破性进展。2016年11月在珠海航展上,某公司公布了67架规模的无人机集群编队飞行原理验证测试,标志着中国无人机集群控制技术进入世界先进行列;2017年又完成了119架固定翼无人机集群飞行试验,刷新了无人机集群飞行数量的新纪录,成功演示了编队起飞、自主集群飞行、分布式广域监视、感知与规避等智能无人机集群技术。

2 无人机集群C2智能系统设计

2.1 功能设计

无人机集群C2系统从功能组成上包括指挥控制、任务规划、综合保障等三类功能,图2中列出了与无人机集群紧密相关的功能。

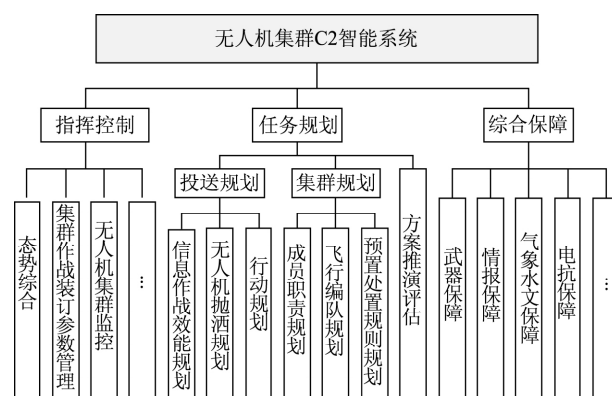


图2 无人机集群C2智能系统组成

(1) 指挥控制

包括态势综合、集群作战装订参数管理、无人机集群监控等功能,以及文书指挥、作战监控等指控功能。其中,集群作战装订参数管理是对目标作战方案进行统一管理,方便战时快速筛选和匹配;无人机集群监控是战时对无人机集群重要工作状态和任务执行结果进行监控,适时调整任务分工并下达作

战指令。

(2) 任务规划

包括投送规划、集群规划和方案推演评估三块功能。投送规划负责无人机集群进行信息作战之前将无人机集群投送到指定空域的规划,无人机搭载方式、投送方式、飞行方式不一样,投送规划均不一样;集群规划是规划无人机集群信息作战的方式方法;方案推演评估是对投送规划和集群规划过程进行推演,评估和调整方案。

(3) 综合保障

包括武器保障、情报保障、气象水文保障、电抗

保障等。其中,武器保障主要为无人机提供测试和维护;情报保障主要处理无人机反馈的各类侦察信息,并进行相关情报保障工作;气象水文保障主要提供投送无人机搭载飞行途中、抛撒空域的气象、水文的作战保障。

2.2 信息交互设计

无人机集群 C2 智能系统对外与通信系统交互目标初始信息和控制指令信息,与抛撒器交互投送规划成果、集群规划成果、控制指令等信息交互。无人机集群 C2 智能系统交互关系如图 3 所示。

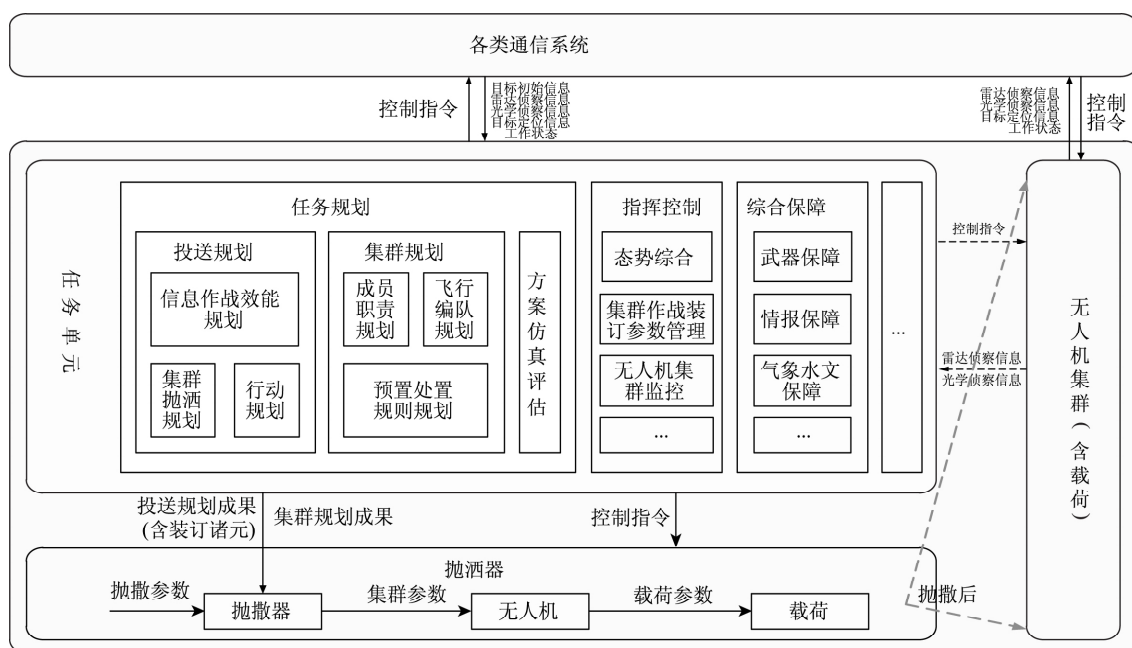


图 3 无人机集群 C2 智能系统信息交互关系

无人机集群作战是一种超视距作战,战场环境复杂,作战态势瞬息万变,作战时机稍纵即逝;无人机集群内部需要进行信息交互和共享,同时还需要与地面 C2 系统进行信息收发,所有这一切都使得担负决策和对外通信功能的无人机的负担较重。在上述情形下,就存在如何传递适当的信息以满足无人机集群作战的需要。如果传递的信息过少,则无人机集群或地面 C2 系统缺少对实时战场态势的必要掌握和了解,无法及时决策和指挥后续作战行动;如果传递的信息过多,则会加重通信载荷的负担,使无人机集群或地面 C2 系统不能做出及时反应,整个系统反映迟缓,错失战机,造成不可弥补的损失。这里提出无人机集群作战交互信息分级的概念^[8]。

无人机集群作战交互信息非常多,而且还随时

间变化而变化,需要对信息进行分级分类,有区别地对信息进行交互。将无人机集群作战信息分为两种,即内部信息和外部信息,内部信息是指描述无人机集群内部交互的信息,如无人机飞行状态、无人机侦察识别信息、集群控制指令等;外部信息是指描述无人机集群通过通信系统与地面指挥所之间交互的信息,如作战指令、目标指示、打击效果等信息。在作战过程中,已预先装订和变化极慢的信息无需交互,对作战结果影响较大的变化较快的状态和参数则需要及时交互,如目标变化和集群自身状态变化的信息。对无人机集群作战信息梳理,对其交互信息分级如下:

S1——目标身份及状态变化信息,既包括目标身份信息,又包括目标正常、被击毁、消失等状态变

化信息;

S2——目标动态指示信息,包括形状、位置、速度、电磁特征等;

S3——高等级告警信息,如重大威胁信息,这可以提高整体生存能力;

S4——作战命令等决策结果信息,如变更打击目标、明确的干扰频率、干扰方式等,实现无人机之间协同作战;

S5——无人机状态变化信息,提示集群工作状态;

S6——简要打击效果评估信息,影响后续打击决策。

基于上述分析和确定的无人机集群作战交互信息进行分级,从 S1 到 S6 信息等级越来越低。系统在信息交互过程中建立交互信息处理堆栈,优先处理信息等级高的信息堆栈;对于相同等级的信息堆栈,在信息进栈时,需要对信息进行比对处理,即在堆栈中如果出现相同对象相同信息,则不作处理,信息抛弃,如果出现相同对象的不同状态信息时,则该对象最新信息进栈,旧有信息从堆栈中移除。

信息分类如表 1 所示。

表 1 无人机集群作战信息分级

分级	信息名称	内外部分类	交互方向
S1	目标身份及状态变化信息	内部、外部	无人机集群→地面指挥所
S2	目标动态指示信息	内部、外部	无人机集群→地面指挥所
S3	高等级告警信息	内部、外部	无人机集群→地面指挥所
S4	作战命令等决策结果信息	外部	地面指挥所→无人机集群
S5	无人机状态变化信息	内部	——
S6	简要打击效果评估信息	外部	无人机集群→地面指挥所

2.3 使用流程设计

无人机集群 C2 智能系统使用区分两个阶段,一是平时或准备阶段,二是实施阶段。

平时或准备阶段,接受到准备命令(或受领任务)后,通过系统形成作战方预案,包括信息作战效能规划方预案、抛撒规划方预案、行动规划方预案以及各类保障规划方预案,并对各类方预案进行推演评估,不断优化和调整方预案;同时做好抛撒器、无

人机及载荷的升级测试和维护。

实施阶段,接受打击命令后,指挥员根据打击目标信息进行方案筛选、匹配和调整,形成作战计划,并生成抛撒器装订诸元和集群作战装订参数,并进行参数装订;按照计划时间,抛撒器将无人机集群远程投送之指定空域,按照抛撒计划抛撒无人机集群;无人机集群根据预先设定的飞行编队计划进行协同侦察和干扰,回传精确目标指示信息或高价值情报信息。

在必要情况下根据二次目标指示信息进行快速方案调整,更新诸元。系统使用流程如图 4 所示。

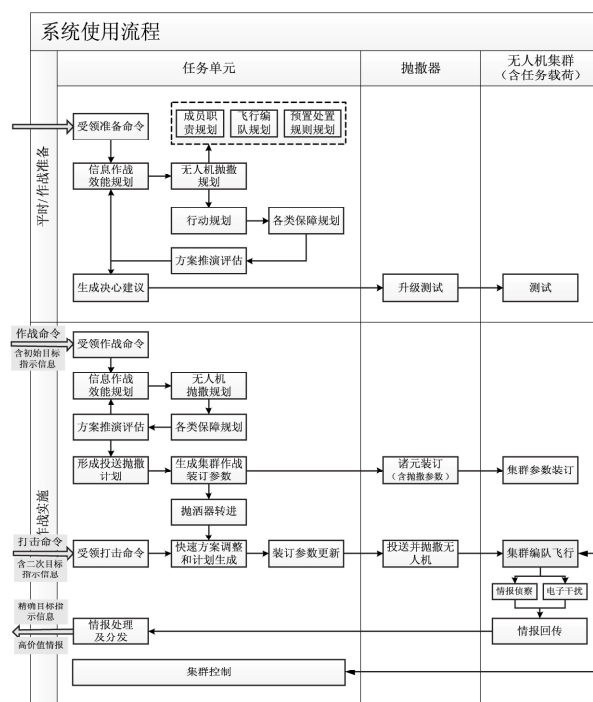


图 4 无人机集群 C2 智能系统使用流程

3 结 语

目前针对无人机集群作战研究深度远远不够,大多停留在理论层面,很多关键技术尚未突破,离实战差距较远。本文从 C2 系统角度对无人机集群作战的系统组成、信息交互和作战流程等进行了初步研究,对无人机集群作战过程中的信息交互内容进行分析,提出了无人机集群作战信息分级的概念,分级分类进行信息交互,既能实现态势及时感知,又能减轻通信载荷负担。希望研究成果能对无人机集群作战研究有所参考和指导。

参考文献:

- [1] 山东猎隼. 干货: 史上最全的无人机发展史 2016(2016-06-02). <http://m.mp.ofweek.com/robot/a545653527196>.
- [2] 范彦铭. 无人机的自主与智能控制, 2017(2017-11-14). <https://blog.csdn.net/vucndnrzk8iwx/article/details/78559525>.
- [3] 牛铁峰, 肖湘江, 柯冠岩. 无人机集群作战概念及关键技术分析[J]. 国防科技, 2013, 34(5): 37-43.
- [4] 罗德林, 徐扬, 张金鹏. 无人机集群对抗技术新进展[J]. 国防科技, 2017, 35(7): 26-31.
- [5] 刘丽, 汪涛. 无人机集群协同电子攻击的作战优势及挑战[J]. 国防科技, 2016, 37(6): 126-130.
- [6] 申超, 武坤琳, 宋怡然. 无人机蜂群作战发展重点动态[J]. 飞航导弹, 2016(11): 28-33.

- [7] 达信睿晨. 无人机蜂群战术中东秀 2018(2018-03-05).
<http://mp.weixin.qq.com/s/SifLsjNT1ztXonwtcK49kw>.
- [8] 李林森, 于海勋, 佟明安等. 协同空战的最小共享信息集[J]. 火力与指挥控制, 2001, 26(6): 19-22.

作者简介



吴雪松(1977—),男,四川人,高级工程师,主要研究方向为通信数据链软件开发及系统集成;

E-mail: xinminyangnj@163.com

杨新民(1979—),男,江苏人,高级工程师,主要研究方向为指挥控制系统总体。

(上接第 514 页)

6 结 语

近年来,在包括世界移动通信大会等诸多相关行业盛会上,虚拟现实产品均成为前沿科技展会的热点之一。而随着硬件产品成本的不断降低,技术逐渐成熟,诸多巨头也将目光瞄准到虚拟现实的应用领域之中^[3]。本文中虚拟现实分布式军事装备训练室的研制搭建将进一步推进军事装备教学方式向模拟化训练、网络化训练、实战化训练转变,实现基于分布式虚拟实战环境的、全流程、多任务的仿真训练,以及基于模拟实战的融网系、成体系的模拟训练。能够更好地解决实战操作训练时设备数量少、训练场地受限等问题,解决训练不贴近作战实际的问题,解决实装损耗过快、建设经费投入过大的问

题,解决异地配合协同训练难的历史问题,解决实装训练战地临场感弱的问题,为我国虚拟现实提供实战化军事训练条件实现进一步突破。

参考文献:

- [1] 刘军玉. 虚拟现实技术在军队任职教育院校实践教学中的应用构想[J]. 高教学刊 2017(24): 96-101.
- [2] 高博, 黄昉, 侯春牧. 虚拟现实技术在美军实战化训练中的应用及启示[J]. 国防科技 2014(35): 94-97.
- [3] 孙柏林. 虚拟现实技术在美国军队中的应用述评[J]. 计算机仿真 2018(35): 1-7.

作者简介

庄 严(1978—),男,山东人,助理研究员,主要研究方向为装备论证、管理政策、军民融合等领域研究;

邓 果(1979—),男,四川人,高级工程师,主要研究方向为虚拟现实及增强现实在工业领域的应用。