

국방 드론봇 통합관제 체계 발전방향 연구: 대대급 작전에서 드론봇 통제 및 관제 중심으로

윤성준* · 최용훈**

《국문초록》

현 전장상황은 고도화된 정보기술의 발달로 수초 내에 「상황판단-결심-대응」을 동시에 진행할 수 있는 새로운 전투 방법이 요구되고 있다. 그러나 현재까지 발전시킨 드론봇 전투체계로만으로는 새로운 패러다임의 전투체계를 충족시키기에 부족하다. 따라서 「상황판단-결심-대응」을 수행할 수 있는 네트워크 구축 및 국방 드론봇 전투체계를 효율적으로 운용하고 통제하며 드론봇을 가시화할 수 있는 통합관제 체계를 구축할 필요성이 요구되고 있다. 드론봇 전투체계를 관리하기 위한 통합관제 체계 구축을 위해서는 기반 네트워크가 필수적이다. 본 연구의 목적은 국방드론 통합관제 체계를 구축하기 위한 동시 기반네트워크 체계(드론봇 전투체계, PS-LTE(재난망), TICN(군 전술통신망))의 필요성을 제시하는 데 있다. 특히, 국방드론의 효율적인 운영을 위해 통합관제 체계 구축이 중요하다. 이런 의미에서 본 연구는 현재 육군이 미래에 드론봇 전문부대에 편성예정인 드론 현황을 분석하고 다양한 드론을 통제하고 통합하는 관제체계의 발전방향을 제시하였다는 데 학문적 의의가 있다. 이를 통해 현재 육군이 미래에 드론봇 전문부대에 편성예정인 드론 현황을 분석하고 다양한 드론을 통제하고 통합하는 관제체계의 발전방향을 제시하고자 한다.

주제어 : 드론봇 전투체계, 네트워크, 통합관제체계, 재난안전통신망, 전술통신체계

* 광운대학교 방위사업과 박사과정(육본 정보화부 모바일체계연동장교), kma51@naver.com

** 광운대학교 로봇학과 교수, yhchoi@kw.ac.kr

I. 서론

1.1 문제제기

4차 산업혁명은 인공 지능(AI), 사물 인터넷(IoT), 빅데이터, 모바일 등 첨단 정보통신기술 등이 경제·사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나고 있다. 또한, 이런 변화는 지능정보기술을 통해 기존 산업과 서비스에 융합되어 초지능¹⁾·초연결²⁾화가 진행되고 있다. 특히, 현재 다양한 분야에서 드론과 관련된 연구가 진행되고 있다. 항공촬영, 재난현장, 건설, 해양, 농업 분야 등 여러 산업 전반에서 활용하고 있으며 다양한 형태의 드론을 발전시키고 있다. 그러나 드론은 단순한 기능만을 수행하는 역할로만 한정되어 활용하고 있으며 이기종 드론과 같이 복합적으로 운용할 수 있는 전체적인 드론 운용개념이 부족한 현실이다. 군에서도 드론 단독체계만 발전시켜서는 전투력 향상에 크게 도움이 되지 않을 것이다.

드론도 공중에서 운용되는 비행체이므로 항공기와 같이 운용상의 통제 및 관제를 할 수 있는 별도의 드론 통합관제 체계가 필요하다. 국토교통부에서는 드론을 통제하기 위한 무인항공기 교통관제(UTM³⁾)를 개발 중에 있다. 군에서는 군작전을 효율적으로 수행하기 위해서 드론봇의 가시화를 위한 관제와 임무를 통제할 수 있는 통합적인 네트워크 구축이 필요하다. 드론을 활용한 기술발전으로 공중의 드론 운용량은 증가할 것이고 군사작전 운용시에는 기체 간의 충돌, 드론의 피·아 구분, 통제불능된 드론제어 등 많은 문제가 드론을 운용하면서 발생될 것이다. 전 국토의 70%가 산악 지역이고 도시화로 인하여 통신 가시선(Line of Sight) 확보가 제한됨에 따라 육군은 제대별, 작전 지역별로 운용되는 드론에 대한 실시간 가시화 필요성이 높아지고 있다. 이러한 요구에 의해 드론을 효과적으로 운용하고 통제하기 위해서는 통합관제 체계 구축을 해야한다. 또한 원활한 드론 임무보장을 위해서는 드론 통신망 네트워크를 구축해야 하며 구축된 네트워크를 활용하여 드론을 통제하고 관제할 수 있는 통합관제 체계가 필요하다.

1.2 연구범위 및 방법

국방 드론봇 통합관제 체계를 구축하기 위해서는 지상통제체계(GCS: Ground Control System), 드론 간의 제어, 네트워킹 등 관련 기술발전이 필요하다. II 장에서는 현재 민·군, 외국에서 운용

-
- 1) 초지능(Hyper-Intelligence) : 인간의 지능을 할 수 있는 사고, 학습, 자기개발, 연산 등을 더 뛰어나게 할 수 있는 인공지능(AI).
 - 2) 초연결(Hyper-Connectivity) : 센서와 컴퓨터, 통신기기, 로봇 등 서로 다른 종류의 기기들이 통신을 통해 하나로 연결된 상태.
 - 3) UTM(UAV Traffic Management) : 무인항공기 교통관리를 의미, 드론 기술의 발전에 따라 항공교통의 효율성과 안정성을 제고하기 위한 새로운 제도와 기술 개발이 요구됨.

중이거나 현재 개발되고 있는 관제체계 구축에 대해 조사하고 비교하여 군에 적합한 방안을 도출한다. III 장에서는 드론봇 전투체계, 드론봇 기반 네트워크 운용방안, 통합관제 체계 구축에 필요한 연구를 하고 IV 장은 국방드론의 통합관제 체계 구축을 위한 국방드론 작전범위를 분석하고 현재 사용하고 있는 짧은 전송거리의 통신방식에 비하여 장거리 통신인 TICN(군 전술통신망)과 행안부 주도로 구축된 PS-LTE(재난망)에 대해 제시한다. V 장에서는 제시한 연구 결과를 바탕으로 결론을 도출하고 차후 연구방향을 제시하고자 한다.

II. 군 및 민간 관제시스템 연구

2.1 군 관제시스템(MCRC)

MCRC(Master Control and Reporting Center)는 공군의 중앙방공통제소를 말하며 한반도 상공의 모든 비행체를 추적하고, 항로를 통제하는 곳이다. 현재 우리나라에는 2개의 MCRC가 있다. MCRC는 전국에 위치한 여러 개의 레이더 사이트에서 항적정보를 받아 데이터링크를 통해 MCRC에 전달된다. MCRC는 항적정보 뿐 아니라 해군의 KNTDS(해군전술정보체계)와 연동되어 실시간 한반도 공역에 대한 관제가 가능하다(김영안 등, 2019).

MCRC는 한반도 상공의 모든 전투기를 관제하고 공역관리를 하고 있으며 크게 3가지 임무를 수행한다. 첫째, 공중감시 임무로 레이더 사이트 항적정보를 받아서 항적을 포착하고 항로를 추적한다. 둘째, 항적식별 임무로 포착된 항적을 수분 내로 식별(공군, 해군, 민항기, 귀순기 등 미식별기)한다. 셋째, 요격통제 임무로 미식별기가 한국방공식별구역(KADIZ)를 침범한다든지 하는 경우 또는 북한 공군기가 군사분계선으로 남하하는 등의 경우 미리 계획된 전술조치 등을 실행하고 우군기를 유도한다(김영안 등, 2019).

MCRC는 한반도 내 전 비행체를 감제할 수 있으나, 드론과 같은 소형 비행체가 저고도로 비행시 탐지 및 관제가 제한된다. 현재 육군은 저고도탐지레이더를 통합하여 관제를 하고 있으나 드론과 같은 소형무인비행체는 탐지가 제한되기 때문에 드론봇 전투체계 통합관제 체계 구축에 직접적인 활용에 한계가 있다.

2.2 미군 관제시스템(TAIS)

TAIS(Tactical Airspace Integration System)는 미 육군의 전술공역통합체계이며, 육군 전투지휘시스템(ABCS)의 보조체계로 운용된다. 대대급에는 설치되지 않고 사단 및 여단급 이상체대의 주지휘소에서 운용된다. TAIS는 육군 공역지휘 및 통제와 항로 관제업무 2개 요소를 충족하는 시스템이며 자동화된 육군공역 지휘 및 통제체계이다. TAIS의 공통작전 상황도에 공역분야의 가시

화가 제공된다. 공통상황도는 전장 상황과약을 위한 주 수단이며 다른 전장 자동화 체계와 마찬가지로 기상, 방공과 같은 공통전술상황도 내용을 디스플레이 한다(김영안 등, 2019).

TAIS의 공통전술상황도에 육군항공 지휘 및 통제 관련된 작전요소가 전시되며 공역통제명령, 다수의 공역 통제명령, 공역 통제수단을 요청할 수 있으며 공역통제와 관련된 전문 현황을 전시해 준다. TAIS는 헬기운항을 관제하고, 공군기와 민항기의 모니터까지 가능하나 저고도 탐지레이더와 연동이 되지 않고, 소형무인비행체 탐지 및 식별이 제한되기 때문에 드론봇 전투체계 통합관제 체계로 활용할 수 없으나, 헬기를 포함한 전영역 공중관제 능력을 활용한 통합관제시스템 구축 차원의 연구가 필요하다(김영안 등, 2019).

2.3 민간 관제시스템(UTM)

드론 활용이 기술발전과 더불어 진행되자 하늘의 교통량 증가로 인해 충돌위험성도 같이 증가되는 새로운 우려가 발생하였으며, 이에 대한 보완에 대한 우려와 한정된 하늘을 유효하게 사용한다는 측면에서 드론의 교통관리와 운항관리가 필요하게 되었다. 이런 상황에 대해 미국을 중심으로 2010년대에 UTM에 대한 논의와 연구가 급격히 활발해졌다. UTM(UAV Traffic Management)은 무인항공기 교통관리를 의미하며 드론 기술의 발전에 따라 민수와 공공분야의 활용이 증대되고 비행 수요가 급격히 증가함에 따라 항공교통의 효율성과 안전성을 제고하기 위한 새로운 제도과 기술 개발이 점차 요구되는 시점에 등장했다. <그림 1>은 국토교통부에서 제작한 무인이동체 교통관리 체계(UTM) 개념도이다.



<그림 1> 무인 이동체 교통관리체계 개념도

국토교통부에서는 2017년부터 무인비행체 안전지원 기술사업의 일환으로 UTM 연구 사업을 기획하였다. 1단계는 2018년까지 5대 이상의 드론이 동시에 비행하는 것을 관리하는 기술을 시연하였으며 2단계인 2021년 말까지 비가시권으로 범위를 확대한 다수의 드론 비행과 공역관리, 교통관리를 하는 클라우드 기반의 시스템 기술을 선보이는 것으로 계획하고 있다.⁴⁾ 육군공역통제 체계는 협조고도 이상 전력 운용 시에는 공군의 승인이 필요하며 포병이 사용할 수 있는 20,000ft 이하에서는 공군의 승인 없이 사용가능하다 하더라도 전시의 원활한 공역 사용을 위해서는 공역통제도 필요할 것이다. 현재 국토교통부 국가공역 내 통합운영을 위해 드론의 등급 및 성능요건, 운영요건, 위치인식 및 분리기준 설정, 공역구조 설정 및 비행리스크 평가 등 제반 기간망과 연계하기 위한 150m 이하의 공역을 연구하고 있다.

2.4 민·군, 외국의 통합관제 체계의 비교

현재 우리 공군에서 사용되는 MCRC, 미군에서 TAIS 체계와 지금은 국토부에서 개발중인 UTM 체계를 비교 분석하면 아래 <표 1>과 같이 각 관제체계를 비교하여 종합할 수 있다.

<표 1> 관제 범위 및 대상 비교

구 분	MCRC	TAIS	UTM
관제 범위	한반도 전역 (해상까지 포함)	사·여단급 작전지역	한반도 상공 (국토 내)
관제 대상	항공기(유인기) : O 무인기 : X	기상, 방공과 같은 공통 전술상황 표시	항공기(유인기) : X 무인기 : O

육군에서는 한반도 전역을 관제하거나 단순하게 무인기 위주의 관제가 아니라 미군 TAIS체계와 같은 제대별 작전범위 내에서 작전공역을 관제할 수 있고 무인기를 통제할 수 있는 관제 체계가 요구되고 있다. 군의 특성상 동일전장 내에서 포병, 육군항공, 다수의 드론이 동일 공간에서 임무를 수행하게 되므로 공역통제가 안되면 통합전투력 발휘가 제한될 것이다. 드론봇을 관제할 뿐만 아니라 드론봇을 지휘통제를 하기 위해서는 초연결된 네트워크 구축이 필수적이다. 드론과 조종사 간 1:1로만 네트워크를 구성할 시에는 이기종의 다수의 드론을 집단적으로 운용하는 것이 불가능할 것이다. 이러한 문제로 드론봇을 종합적으로 운용할 수 있는 네트워크 구축과 함께 통합관제 체계가 필요하다.

4) https://www.kiast.or.kr/kr/sub06_02_01.do

III. 국방 드론봇 통합관제 체계

3.1 드론봇 체계 정의

드론이란 무인기 또는 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)를 의미하며, 드론체계는 사람이 타지 않고 원격조종, 자동비행, 반자동비행, 자율 비행을 하는 비행체와 이를 제어하는 지상통제장비(Ground Control Station / System), 그리고 통신장비와 지원장비 등의 전체 시스템을 통칭한다. 야전교범 1-1(군사용어)에 따르면 드론은 조종사가 탑승하지 않고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 무인항공기 및 무인비행장치, 공중에서 운용되는 무인무기체계에 대한 총칭이다. 또한, 로봇은 인간의 일을 대신하여 스스로 보유한 능력에 의해 주어진 일을 자동으로 처리하거나 작동하는 기계형태를 일컫는다.

드론봇은 드론과 로봇의 합성어로 원격제어 또는 자동조종으로 운용되는 무인이동체와 인간의 일(지적·물리적·인지적 기능)을 대신하거나 보조하는 전자적 기계장치를 하나 또는 다수 통합하여 구성된 무인복합 전투체계의 하나이다. 드론과 로봇 등으로 구성된 무인무기 체계의 총칭으로 정의하고 있다 드론봇 전투체계란 미래의 전투체계로서 군사목표달성을 위한 전투, 경계, 정찰, 전투지원 등의 작전 수행 시 인력을 대체하거나 보조하기 위한 자율지능 무인체계를 말한다. 즉 전투원의 도움 없이 외부환경을 인식해 상황을 판단하고 자율조종에 따라 이동, 작업, 작전을 수행하는 것을 의미한다.

현재까지 드론은 주로 정찰 기능 중심으로 운용되었지만, 앞으로는 정찰, 공격, 수송, 방호, 통신 등 제병합동이 가능한 수준까지 발전하여 작전효율성을 향상시킬 것으로 예상된다. 정찰용 드론(현 UAV)는 군단급에서는 서처 또는 송골매를 운용하여 육군의 정찰 자산으로서 큰 역할을 하였다. 최근에는 소부대인 대대급에도 리모아이가 전력화되어 운용 중에 있다. 그러나 산악지역이 많은 남한지역에서는 사단급 이하 제대에서는 고정익 형태의 드론을 운용하기에 제한되는 점이 많이 있다. 즉, 고정익 UAV는 기존 감시 사각 및 공백지역에 대한 실시간 첩보를 수집하고 아군의 화력을 유도하는 데에는 많은 제한사항이 있다.

드론은 기능에 따라 정찰드론, 공격드론, 지원드론으로 구분될 수 있으며, 지원드론은 통신 중계 드론, 지뢰탐지드론, 의무 지원드론, 화생방 드론, 수송드론 및 다목적드론으로 세분류할 수 있다. (장윤석 2018 육군 용역연구) 이러한 드론을 통합적으로 관리, 운용, 통제하기 위한 드론 통합관제 체계 구축을 위해서는 정찰, 감시, 중계, 수송 등 다양하게 운용할 수 있는 드론체계가 있어야 하며 이러한 드론을 원격으로 운용하기 위해, 또는 다양한 드론을 제어하기 위한 기반네트워크체계 구축이 되어야 한다. 드론 체계에서 수집된 정보 또는 각종 데이터를 통하여 기반네트워크를 통해서 정보유통을 실시하고 최종적으로는 통합관제 체계에서 각종 임무수행, 수집된 정보 분석 등을 수행하게 된다. 드론봇 통합관제 체계는 드론체계, 기반네트워크 체계, 통합관제 체계로 구분할 수 있으며

각각의 역할에 대해서 알아보고자 한다.

3.2 세대별 드론봇 전투체계

드론봇 전투체계는 드론을 어떠한 용도로 운용하는가에 따라 정찰드론, 공격드론, 수송드론, 중계 드론으로 구분할 수 있다. 군에서는 6대 전장기능을 정보, 기동, 화력, 방호, 전투근무지원, 지휘 통제로 구분하고 있다. 6대 전장기능별 드론봇 운용체계를 고려하여 운용할 수 있다(장윤석 등, 2018). 미래 보병사단을 기준으로 운용될 수 있는 드론은 감시 및 정찰 드론, 기동용 드론, 화력용 드론, 통신용 드론, 수송용 드론 등 목적에 맞게 운용할 수 있으나, 6대 전장기능을 전적으로 고려하기에는 제한될 수 있다. 모든 드론에서 기동은 기본적인 기능으로 기동과 화력기능을 통합한 공격용 드론을 고려할 수 있다.

전장기능을 고려한 드론 운용을 가정해 보면 정찰 드론은 기존 감시 사각 및 공백 지역에 대한 실시간 영상정보를 수집하고 아군의 화력을 유도한다. 영상정보를 통해 획득한 목표를 공격 드론은 목표를 추적하여 타격한다. 단독으로 드론이 목표물 상공으로 날아가 폭탄을 떨어뜨리거나 군집형 공격 드론이 목표물을 향해 돌진하는 등 다양한 형태의 공격이 이루어질 수 있다. 수송 드론은 전·후방의 아군에게 안전하고 신속하게 전투물자를 보급하고 방호드론은 주둔지와 시설에 대한 수색·정찰 및 경계를 담당하며 ‘통신중계 드론’은 유기적인 협동작전을 위한 난청 지역해소, 무선 중계 등의 역할로 지휘·통제·통신 여건을 보장하게 된다(장윤석 등, 2018). 김영안 등(2019)의 드론 전투체계 통합관제 체계 구축 연구에 의하면 운용개념에 따라 미래에 세대별 운용될 드론은 보병사단 전체가 548대, 보병사단의 드론 전문대대가 263대, 보병여단의 드론 전문 중대가 32대, 보병대대의 드론 전문소대가 16대를 산정하고 있다.

<표 2> 세대별 보유 드론 수

구 분	드론 전문대대	드론 전문중대	드론 전문소대	직할대
운용 세대	사단	여단	대대	사단
세대별 보유	263	32	16	·
사단 총 548대 보유	263대(1×263)	96대(3여단 × 32)	144대(9대대 × 16)	35대
세부현황	정찰(82대), 공격(103대) 수송(33대) 통신(23대) 화생방(18대)	감시/정찰(10대) 공격용(16대) 수송용(9대)	감시/정찰(6대) 공격용(10대)	

드론 전문대대의 임무는 사단 직할부대로서 드론을 이용하여 감시/정찰, 공격작전, 지원작전과 드론의 정비업무까지 전문적으로 수행할 계획이다. 이에 따른 편성은 정비를 담당하는 본부와 정찰

임무를 수행하는 정찰드론중대, 전투 임무를 수행하기 위해 자폭, 공격, 기만 등 전투 임무를 수행할 수 있는 전투드론중대, 무선통신 중계, 전자전 임무, 화생방 임무를 수행할 수 있는 지원드론 중대로 편성된다(김영안 등, 2019).

드론 전문중대 임무는 여단 직할 부대로서 드론을 이용하여 감시/정찰, 공격작전, 지원작전등 드론전문대대가 수행하는 정비를 담당하는 분야는 제외되었다. 드론전문중대 편성은 소형 드론을 이용한 감시/정찰을 수행하는 정찰드론 소대, 자폭, 공격할 수 있는 전투드론 소대, 보급품을 수송할 수 있는 지원소대로 편성된다.

드론 전문소대 임무는 보병대대 전투에 기여하기 위해 드론을 활용하여 첩보수집, 제한된 공격작전을 수행이다. 드론 전문소대편성은 대대급 고정익 정찰기인 리모아이 분대를 주축으로 하여 초소형 드론으로 감시/정찰하는 정찰 분대와 공격할 수 있는 공격드론 분대를 편성하고 있다.

3.3 기반 네트워크

드론의 안정적인 통신 네트워크 환경을 제공하기 위해서는 고속·대용량 무선중계 기술, 공중 중계노드 기반 측위·통신 융합 시스템 개발기술, 공중 간선 링크용 레이저통신 기술, RF 설계기술, 고속 전술항공용 네트워킹기술, 기저대역 설계기술, 주파수 공유기술 등이 필요하다(장윤석 등, 2018). 또한, 현재까지 상용화되고 있는 드론의 통신체계는 상용 LTE 기반으로 남한지역에만 운용 가능하도록 개발되어 북한지역으로 작전 확대 시에는 운용에 제한사항이 발생할 수 있다.

고속·대용량 무선중계 기술은 항공계층 가입자들로부터 무선으로 수신되는 고속·대용량 데이터 기술이다. 공중 중계노드 기반 측위·통신 융합 시스템 개발기술은 GPS 서비스 거부 및 적에 의한 재밍 상황발생에 대비하여, 기반망이 갖추어지지 않은 산악, 도심 밀집지역의 전장환경에서 신속한 측위 서비스 및 통신능력을 제공할 수 있는 측위·통신 융합 시스템 응용기술이다. RF설계 기술은 주파수 공유 환경에 적합하도록 노이즈 발생 및 간섭을 최소화하는 RF 설계기술이다(장윤석 등, 2018). 고속 전술항공용 네트워킹기술은 고속 기동 및 고속 주파수 도약 환경에서 전술정보 송수신을 위한 웨이브폼 설계 및 망 동기 획득기술이다. 기저대역 설계기술은 광대역을 고속 주파수 도약하며 주파수를 공유하기 위한 기저대역 설계기술이다. 주파수 공유기술은 육·해·공군 레이터를 포함하여, 기존 체계와의 상호 주파수 간섭을 최소화하는 주파수 공유기술이다. 기반 네트워크 체계에서 드론을 통제하고 정보를 유통시키기 위해서는 블루투스, Wi-Fi, 위성통신, LTE 무선망 등을 운영하고 있다. 현재 군은 드론 정보유통을 위해 TICN체계 연동, PS-LTE(국가 재난망), 위성통신 등을 고려하고 있다.

TICN(Tactical Information Communication Network) 체계는 육군 주도로 개발한 전술통신 체계로 C4I 체계 통신을 지원하고 미래에 요구되는 대용량, 실시간 정보유통을 지원하며 해·공군 및 전략부대의 비상시 또는 전략부대의 비상시 또는 전시운용을 위한 통신기반체계이다. TICN 체계

는 정찰감시-지휘통신-정밀타격체계의 통합 전투력 발휘를 위한 고속 대용량 전송정보를 실시간으로 소통시키는 전송 통신 기반 체계이다. TICN체계가 완벽하게 기능을 발휘하기 위해서는 최전방의 전장으로부터 실시간 자료가 후방의 지휘부까지 신뢰적으로 전송되어야 한다. 국가재난안전통신망(National Disaster Safety Communication Network)은 소방·경찰·군·지방자치단체 등 재난 관련 대응기관들이 각기 독립적으로 운용하는 무선통신망을 단일망으로 통합하여 재난현장에서 일상불란한 지휘·협조체재 아래에서 움직일 수 있도록 하는 통신망을 말한다.⁵⁾ 재난관리 목적의 정부 무선통신망으로 일반인들의 접근이 제한되는 폐쇄망이다.

재난 및 안전관리 기본법 제3조 정의에 의하면 재난안전통신망은 재난관리책임기관·긴급구조기관 및 긴급구조지원기관이 재난관리업무에 이용하거나 재난현장에서의 통합지휘에 활용하기 위하여 구축·운영하는 무선통신망으로 정의한다. 군 전송망(TICN) 또는 국가 재난망(PS-LTE⁶⁾) 네트워크 무선구간 내에는 국정원이 인증한 KCMVP⁷⁾ 암호모듈을 탑재하여 데이터 유통을 한다. 드론 간 공중 중계와 전투무선망을 통한 공중 중계를 하기 위해서는 드론 대 드론간 Ad-hoc(무선 네트워크)⁸⁾ 또는 Mesh 망을 적용하여 운용함으로써 최 전방에서 군집드론 형태를 운용할 수 있도록 설계가 될 수 있어야 한다. 피·아 드론을 식별할 수 있게 주파수 탐지 장비를 운용하고 주파수 탐지방식을 적용하여 식별된 적 드론을 재머할 수 있는 안티 드론 시스템 및 항재밍이 구현되어야 한다.

통합관제 체계의 핵심요소는 유·무인체계의 데이터, 네트워크, 인공지능의 기능이 포함되어야 한다. 데이터는 유·무인체계의 임무센서에서 수집된 영상, 신호, 인간정보, 지형정보 뿐만 아니라 이동/비행정보, 피·아 부대관련 정보 전송 교리, 임무수행 및 장비관리를 위한 기술정보, 비행제어 정보를 포함한 관제데이터의 모든 정보를 망라한다.

3.4 국방 드론봇 통합관제 체계 필요성

통합관제 체계는 제대별 운용하는 이기종 드론을 통합하고, 드론의 상태정보와 임무, 운용상황 및 환경, 피아식별 대책 등을 통제하고 관리하는 체계로 발전해야 한다. 드론이 임무수행 전에 지휘소는 임무수행계획을 수립하여 각 드론의 조정자에게 전송가능 하도록 해야 하며, 조종자는 수신된 임무계획을 통해 드론을 조종하여 실시간 임무수행 경로를 도식하고 촬영된 영상을 지휘소에 실시

5) <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3479838&cid=58439&categoryId=58439>

6) PS-LTE(Public Safety LTE) : LTE를 기반으로 하는 공공안전 통신망, 대형 재난 발생시 국가 차원의 신속하고 효율적인 재난 관리를 위해 재난 관련 기관에 적합한 무선통신망을 4세대 이동통신 표준인 LTE에 재난대응 무선교신 기술 적용.

7) KCMVP(Korea Cryptographic Module Validation Program) : 한국형암호모듈검증제도.

8) Ad-hoc : 기존 유선 네트워크 환경에서 제공하는 통신인프라 지원을 받을 수 없는 곳에서 이동 단말기간의 라우팅 절차만으로 데이터 통신을 수행하는 무선 네트워크.

간 제공하여 지휘 결심 보조수단으로 활용할 수 있도록 체계를 구축할 필요가 있다.

드론봇 통합관제 체계는 지상통제기(GCS) 및 원거리에 떨어진 지휘통제실에서 드론봇 전투체계를 통제하고 관리가 용이해야 할 필요성이 있다. 통합관제 체계는 대대로부터 작전시간 실시간 영상정보를 데이터로 전송하고 전송받은 영상정보 데이터를 통해 AI 기능을 이용하여 분석하여 공격 드론으로 영상데이터를 전송하여 공격 표적에 대해 추적하여 작전할 수 있는 일련의 과정을 통합할 수 있는 통합관제 체계로 구축이 요구된다.

국방드론 통합관제 체계 구축은 대대급 모델을 적용할 수 있다. 통합관제 체계 구축을 위해서는 대대 지휘소에 드론 통합관제 체계를 적용할 수 있도록 TICN망 또는 PS-LTE 망을 통하여 전방에서 수집한 데이터를 분석할 수 있는 통합관제 화면을 구축한다. 전방에서 군집 비행을 통해서 획득된 정보를 인공지능(AI)을 적용하여 드론전투체계에서 피아식별(표적추천) 등 감시체계를 보완하는 실시간 통합관제 체계를 구축이 요구되고 있다.

IV. 대대급 드론봇 통합관제 체계 발전방향

4.1 제대별 드론봇 작전지역 분석

미래 부대의 작전지역을 고려하여 3.2. 드론봇 전투체계에서 제시된 미래 전문부대의 드론의 수를 고려하여 작전범위를 계산하였다. 사단으로부터 예하 분대까지 작전지역 정면과 중심⁹⁾을 <표 3>과 같이 정리된다.

<표 3> 미래부대의 작전범위 변화

구 분	현 재		미 래	
	정 면	중 심	정 면	중 심
분 대	150m	50m	500m	미유지
소 대	400~500m	100~200m	1.5Km	미유지
중 대	1~1.4km	500~700m	3km	4km
대 대	2.4km~3.4km	1.6km~2km	6km	8km
여 단	5~7km	8~9km	14km	20km
사 단	9~14km	15~20km	30km	60km

9) 육군본부, 지상전 세부개념서(제대별 운용개념). 2008.

위에서 제시된 것처럼 미래 부대는 작전지역이 제대별로 확장됨을 알 수 있다. 앞서 제시된 드론 전문부대의 드론 작전 범위를 파악함으로써 드론 통합관제 체계에 관제될 드론의 현황을 제시할 수 있다.

$$\text{작전지역(km}^2\text{)} = \text{정면(km)} \times \text{중심(km)}$$

$$\text{드론 작전영역(1대기준)} = \frac{\text{작전지역}}{\text{제대별 드론수}}$$

예를 들어 미래 보병대대 기준으로 드론 전문소대 1개가 편성되고 드론 현황은 16대이다. 미래 보병대대 작전범위는 정면 6km 중심 8km의 작전범위를 갖는다. 위에 제시된 수식에 대입하면 드론 한 대당 작전영역은 3km²이다. 여단, 사단도 동일한 방법으로 구하면 드론 1대당 작전할 수 있는 영역을 아래 <표 3>과 같이 산출할 수 있다.

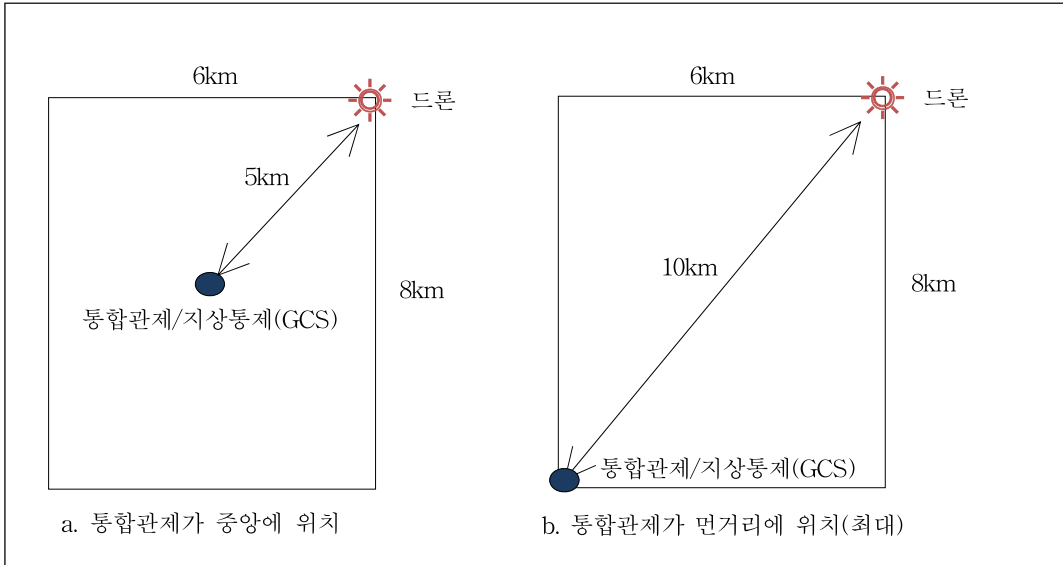
<표 4> 제대별 드론 작전영역

구분	드론수	정면(km)	중심(km)	작전지역(면적, km ²)	드론 작전 영역(km ²)
대대	16	6	8	48	3
여단	80	14	20	280	3.5
사단	548	30	60	1800	3.28

앞에서 제시한 제대별 드론 수를 고려하면 대체로 3~3.5km²의 드론 작전영역을 가지는 것을 알 수 있어 3.2. 드론봇 전투체계에서 제시된 제대별 보유해야 할 드론 수는 타당성을 가지고 있다고 할 수 있으며 이는 드론봇 통합관제시 관제할 드론 수를 고려하는데 많은 참조가 될 것이다. 민간 관제시스템(UTM)을 고려 시 고도 150m에서 정찰, 공격, 수송, 중계 등의 임무를 수행하고 보병대대의 드론소대급에서 활용하고자 하는 정찰용 6대(소형), 공격용 10대(중형)를 포함하고 상급부대에서 지원 배속받을 수 있는 전자전 드론, 통신 중계용 드론 등을 고려하면 대략 20 여대의 드론을 대대급 작전에서 운용할 수 있다.

4.2 통합관제 체계의 기반네트워크 분석

앞에서 드론 작전반경과 제대별 작전지역을 고려하여 통합관제 체계를 구축할 수 있다. 여기서는 대대급을 작전지역을 가정해서 통합관제 체계를 설계할 계획이다. 통합관제 체계가 가장 중앙에 위치하게 되면 아래 <그림 2>와 같이 피타고라스 정리로 계산하면 <그림 2> a는 5km의 거리에서 원격으로 드론을 최소한의 통제할 수 있으며 하며, b.는 멀리 10km의 거리까지 무선 주파수가 도달해야 한다. 기반 네트워크 체계에서 드론을 통제하고 정보를 유통하기 위해서 블루투스, Wi-Fi, 위성통신, LTE 무선망 등을 운용하고 있다.



<그림 2> 대대급 작전지역을 고려한 드론 통제를 위한 통달거리

Wi-Fi 근거리 통신은 개활지에서 200m 정도이며, 블루투스는 기본 10m 이내에서만 가능하다. 이러한 통신방신을 고려 시에는 현재 운용되는 드론과 같이 RF(Radio Frequency)을 사용해야 하나 많은 드론을 동시에 운용하고 통제, 관제하기 위해서는 Wi-Fi, 블루투스, RF를 사용하기에는 부적합하다. 국방의 드론 통합관제 체계 기반 네트워크 구성은 군 전용망인 TICN(전술정보통신망) 기반 네트워크 구축과 PS-LTE(재난망) 기반 네트워크를 고려할 수 있다. 우선 TICN의 이동기지국을 활용하여 TMFT와 드론을 동시에 운영하도록 기술이 구현되어야 한다.

PS-LTE 기술을 활용하여 드론봇 통합관제 체계 네트워크를 구축하는 것을 고려할 수 있다. 재난망의 LTE기지국과 이동기지국을 활용하여 재난안전망 PS-LTE 단말기와 드론을 동시에 운용함으로써 재난상황과 드론을 연계한 드론을 운용하기에 적합하다. 앞에서 고려한 TICN(전술통신망), PS-LTE(재난망)을 비교해 보면 다음 <표 4>와 같이 고려될 수 있다. 통합관제를 하기 위해서는 드론 보안성, 장거리 통신, 전송속도를 고려한 적절한 기반 통신을 고려하였다.

<표 5> TICN과 PS-LTE 비교

구 분	TICN	PS-LTE
연결성 보장	보통 * 지휘소 이동시 실시간 연결성 보장 제한	보통 * 북한 지역 등 LTE 기반이 없는 곳은 제한
전송용량	대용량	대용량
전송속도	보통	고속
장거리 통신	가능	가능

구 분	TICN	PS-LTE
보안성	양호	보통
전송 지연	양호	양호
CAI 및 타 체계 연동	연동서버 필요	연동서버 필요

위 <표 5>에서 보듯이 PS-LTE 는 평상시 재난용으로 드론을 운용할 때는 TICN체계보다 효율적이거나 기반 시설이 없는 지역 또는 보안측면에서 TICN체계가 더 효율적인 네트워크라 할 수 있다.

4.3 통합관제 체계 네트워크의 구축방향

군에서는 작전 중인 드론을 제대별 실시간 가시화하고 효과적으로 운용하기 위한 통합관리체계 개발은 필수적이다. 지상통제체계(GCS¹⁰: Ground Control System), 드론봇 간 제어, 네트워킹 즉 인공지능, 사물인터넷, 이동통신, 데이터 링크 등 다양한 ICT 기술의 융합체 등을 포함한 드론관제가 필요하다. 그리고 작전지역을 북한지역까지 확대할 경우에 별도의 전용 네트워크 또는 군 전술 네트워크를 활용한 체계 구축이 필요하다. 이러한 드론 관제체계의 운용개념으로 첫째 임무수행 전 임무계획을 수립하여 각 드론의 조정자에게 전송가능해야 하며 조정자는 수신된 임무계획을 통해 드론을 조정하여 드론을 조정하여 실시간 임무수행 경로를 도식하고 촬영된 영상을 지휘소에 실시간 제공하여 지휘 결심 보조수단으로 활용해야 할 필요성이 있다. 임무수행 간에는 동영상 또는 사진과 같은 수집된 정보를 통합관제 체계로 전송하고 인공지능에 의한 목표를 선정하고 선정된 목표는 추적기능을 장착한 공격용 드론에게 전송해 주어서 감시-결심-타격으로 이어지는 네트워크 구축이 필요하다.

V. 결론 및 논의

본 연구에서는 제대별 다양한 드론봇 운용에 따른 실시간 가시화와 효과적인 운용 및 통제가 가능한 통합관제 체계 구축과 제대별 단일 또는 군집운용을 위한 자율화된 임무통제기술과 원활한 임무수행을 위한 드론 네트워크 구축에 관한 연구를 실시하였다.

4차 산업혁명을 선도하는 ICT 기술이 접목된 드론봇 전투체계는 전투수행 개념이 혁신(Conceptual Leap)되어 신 전장환경 구축이 필요한 시점이다. 이는 AI, Big Data, IoT 등 우수한 ICT기술을 바탕으로 전장생태계가 형성되어 평상시부터 민·관·군과 산·학·연 커뮤니티를 통해 개념발전과 기술발전을 병행할 수 있는 체계를 구축하고 또한 다차원 공간(공중·사이버·지하

10) GCS(Ground Control System) : 지상에서 드론을 통제하는 시스템 및 조정기.

등)에서 초지능·초연결 네트워크로 연결된 유·무인 복합 전투체계는 군사혁신 수준의 전장 주도권을 장악해야 한다. 현용 전력 업그레이드 관행을 탈피하고, 정보·기동·화력 기능을 통합한 드론봇 전투체계를 운용하면서 적 보다 압도적인 기술적 비대칭 우위를 달성할 수 있도록 드론봇 전투체계를 통제 및 관리할 수 있는 통합관리체계 구축이 필요한 현실이다.

드론봇 통합관제 체계는 드론체계, 기반 네트워크, 통합관제 체계로 구분할 수 있으며 드론체계는 제대별 임무를 고려한 드론의 작전반경을 산출하였고 작전반경을 고려하여 기반 네트워크는 TICN(군 정보통신망)과 PS-LTE(재난망)를 제시하였으며 통합관제의 필요성을 제시하였다. 드론 통합관제 체계는 단순히 드론만 통합관제하는 체계가 아니라 드론봇 전투체계 전력화와 연계하여 로봇을 통합하여 관제할 수 있는 시스템 구축이 필요하다. 드론봇 통합관제 체계 및 네트워크 구축은 미래의 전장의 게임체인저로서 핵심역할을 수행할 드론봇 체계의 발전이 요구되며, 국방 드론봇의 운용의 가능성과 작전적 효용성에 대해 연구의 필요성을 제기한다.

참고문헌

- 김아란, 정성순 (2018). FANET 환경에서의 UAVs 간 거리에 따른 Routing Protocol 분석. 전자공학회논문지, 55(6), 119-124. <https://doi.org/10.5573/ieie.2018.55.6.119>
- 김영안 등 5명 (2019). 드론봇 전투체계 통합관제 체계 구축에 관한 연구. 경희대 산학협력단, 육군본부 용역연구.
- 류창수, 김명환, 정영진 (2019). 드론봇 전투부대 편성 및 운용개념에 관한 연구. 국방과 기술, 480, 70-81. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07611586>
- 손성화, 강진혁, 박경준 (2016). 드론 무선통신의 개요 및 이슈. 한국통신학회지(정보와 통신), 33(2) 93-99. <https://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/article/articleSearchResultDetail.do?cn=JAKO201608949924709>
- 육군본부 (2008). 지상군 세부개념서.
- 장윤석 등 9명 (2018). 군의 드론봇 전투체계 발전방향 연구. 한국항공대학교 산학협력단 육군본부 용역연구.
- 조진수 등 4명 (2017). 드론 전문부대 운용 및 전투실험 방안. 육군정보학교 용역.
- 행안부 보도자료 (2018). 전국 단일 재난통신망 구축사업 본격 착수. https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttId=67889

원 고 접 수 일 2020년 03월 10일

원 고 수 정 일 2020년 04월 20일

게 재 확 정 일 2020년 04월 22일

Development of Defense Dronebot Integrated Control System: From battalion operations to Dronebot control and integrated control

Seong jun Yoon · YongHoon Choi

(Kwangwoon University)

With the development of advanced information technology, the current battlefield situation is in need of a new way of fighting that “situation judgment-determination-response” can proceed simultaneously. The dronebot combat system developed so far is not enough to satisfy the new paradigm combat system. This is a time when it is desperately necessary to establish a network capable of performing “situation judgment-determination-response”. There is a need to establish an integrated control system capable of efficiently operating and controlling the defense dronebot combat system and visualizing the dronebot. The infrastructure network is essential to establish an integrated control system for managing the dronebot combat system. To build an integrated defense system for defense drones, the current paper aimed to establish a simultaneous infrastructure network system (a dronebot combat system, PS-LTE (disaster network), TICN (military tactical communication network)). Especially, it is necessary for setting such integrated defense system for defense drones. In this sense, the contribution of this study is to suggest the direction of development of a control system that controls and integrates various drones in the South Korean Army that set up a dronebot specialized unit in the future.

Keywords : Dronebot Battle System, Network, Integrated Control System, PS-LTE (Public Safety-Long-Term Evolution), TICN (Tactical Information Communication Network)

 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Kwangwoon University, Defense Acquisition Program (Army HQ Ministry of Information and Communication, Mobile System Interworking Officer)

** Kwangwoon University, Division of Robotics, Professor