

현대 전쟁에서의 드론 역할 분석을 통한 차세대 드론 발전 방향 연구: 걸프 전쟁부터 우크라이나 전쟁까지를 중심으로

김문국*, 신인태, 이재국
국방기술진흥연구소

A Study on the Development Direction of Next Generation Drone Through Analysis of the Role of Drones Used in Warfare : From Gulf War to Ukraine War

Mun-Guk Kim*, In-Tae Shin, Jae-Guk Lee
Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement

요약 드론은 걸프전에서 감시정찰 임무를 통해 유용성이 증명된 이후 많은 전쟁에서 다양한 임무를 수행하며 전쟁에서의 역할을 확대해 왔다. 드론이 전쟁에서 활용된 이후 첨단 항공기술이 적용되며 감시정찰, 공격의 임무를 수행을 통해 아군 피해를 줄이며 주요 임무를 달성하게 되었으며, 러시아-우크라이나 전쟁 등 최근 전쟁에서는 주요국 이외 국가 드론 활용, 민간 상용 드론 활용 등 기존과 다른 새로운 역할을 수행하여 드론의 역할이 다시금 주목받는 상황에서 전쟁에서 활용된 드론의 역할을 분석할 필요가 있으며 이를 통해 드론 무기체계의 발전 방향 제시가 가능하다. 따라서 본 논문에서는 미래 드론 발전 방향을 제시하기 위해 과거 드론을 통한 임무수행으로 성과를 얻은 중동 전쟁들부터 주요국 이외 국가에서 개발된 드론이 활용한 최근 전쟁까지 활용된 대표적인 드론의 역할과 이에 적용된 기술을 분석함으로써 기술이 변화시킨 드론의 역할을 고찰하고 미래 드론의 발전 모습을 제시하였다.

Abstract Drones were useful during surveillance and reconnaissance missions in the Gulf War. Since then, their role has expanded by performing various missions in wars. Since drones were used in warfare, cutting-edge aviation technology has been applied, and major missions have been achieved by reducing damage through surveillance, reconnaissance, and attack missions. In the Russia-Ukraine war, the role of drones is attracting increasing attention, conducting different roles. Therefore, it is essential to analyze the role of drones used in wars. Through this, it is possible to suggest the development direction of drones. This study analyzed the roles and technologies of representative drones used from major wars in the past to recent wars to suggest the direction of future drone development. In addition, the role of drones changed by technology was considered, and the development of future drones was presented.

Keywords : Drone, War History, Next Generation Drone, Artificial Intelligence

1. 서론

90년대 걸프전에서 RQ-2 Pioneer를 통한 정찰임무를 수행하며 드론의 유용성을 증명한 이후[1], MQ-1

Predator, RQ-4 Global Hawk 전술/전략급 군용 드론이 개발되었다. 이후 소규모 작전, 지역분쟁 등 다양한 전쟁에서 주요 무기체계로 활용되어 왔다. 최근에 발생한 러시아-우크라이나 전쟁에서도 우크라이나 군이 사용

*Corresponding Author : Mun-Guk Kim(KRIT)

email: munguk@krit.re.kr

Received August 28, 2023

Accepted October 6, 2023

Revised September 11, 2023

Published October 31, 2023

한 Bayraktar TB-2, DJI 상용 드론 러시아 군이 사용한 자폭 드론 등 드론이 다양하게 활용되고 있다. 다만 이전 전쟁들과 비교하면 중·대형의 군용드론 이외에도 소형 자폭드론, 민간의 상용 드론이 전쟁에서 활발하게 활용되고 있으며, 특히 드론 동호인 등 민간 그룹에서 상용 드론을 활용해 적의 위치를 파악하거나 수류탄 등을 투하해 공격하는 임무 등을 수행하며 군의 임무를 지원하는 새로운 모습을 보이고 있다. 이러한 새로운 모습들과 확대된 역할을 수행하며 첫 번째 드론 전면전[2]이라는 분석과 함께 드론을 활용한 기존과 다른 전쟁의 모습을 보여주고 있다.

군사적 관점에서 활용 방안과 산업적 관점에서 드론 발전 방향에 대한 연구가 수행되었다. 군사학적으로 전쟁이 종료된 이후 전쟁에서의 교훈을 분석하여 전술/전략의 발전 방향을 도출하는 연구들이 수행되어왔다. 문광건[3]은 이라크전쟁의 군사적 교훈 연구를 통해 미군의 기술 우위를 군사력에 융합과 작전개념의 발전 방향을 제시하였다. 또한 조상근[4] 등은 아제르바이잔 전쟁에서의 드론 활용을 분석하여 한국형 드론 기동전 수행을 위한 시사점을 도출하였다. 전쟁을 분석하여 전술, 무기체계 발전방안을 도출한 연구들이 수행되어왔다. 또한, 김학기[5]는 러시아-우크라이나 전쟁에서 활용된 드론을 분석하여 국내 드론 산업에 대한 시사점을 도출하여 대응 방향을 제시하였다. 앞선 연구들에서는 전쟁에서 군사적 전술의 발전 방향, 산업의 발전 방향을 도출하였다.

드론이 처음 등장한 이후 전쟁에서 활용되며, 다양한 군용 드론이 개발되었고 역할이 확대되었다. 특히작년에 발발한 러시아-우크라이나 전쟁에서는 양 국가 모두 드론을 활용하고 있으며 군용 드론뿐만 아니라 상용 드론도 활용되며 이전의 전쟁에서와는 다른 모습을 보이고 있다. 이렇게 다른 모습을 보이게 된 원인과 드론의 역할이 다시금 주목받는 상황에서 전쟁에서 활용된 드론의 역할을 분석할 필요가 있어 본 연구를 수행하게 되었으며 이를 통해 드론 무기체계의 발전 방향을 제시가 가능할 것이다.

본 논문에서는 드론의 유용성이 증명된 걸프전, 첨단 항공기술이 적용된 중·대형 드론 활용이 두드러진 중동 전쟁, 중·소형 드론 활용이 주목받은 최근 전쟁에서 활용된 드론 사례를 조사하였다. 이후 드론에 적용된 기술 분석을 통해 기술변화에 따른 드론의 역할 변화의 관계를 분석하였다. 드론 역할 확대에 따른 분석 결과를 바탕으로 향후 4차 산업혁명을 주도하고 있는 인공지능 기술이 적용되었을 때 미래 드론의 발전 방향을 3가지 형태로 제시하고 확보되어야 할 기술들을 제시하였다.

2. 전쟁에서의 드론 활용 사례 분석

2.1 걸프 전쟁

1990년 8월부터 이듬해 2월까지 수행된 걸프 전쟁에서는 미국과 이스라엘에서 공동 개발한 RQ-2 Pioneer 드론이 전쟁에 투입되었다. 표적 선정을 위한 영상과 작전 중 실시간 표적 정보를 제공하여 공중폭격과 함포사격을 보조하는 임무를 수행하였다. 드론의 손실이 있었으나, 고위험 공역에서의 감시정찰, 표적식별, 피해 평가 임무를 수행하여 항공기 조종사의 위험을 현저히 감소시켰으며 유인기보다 저비용으로 상당수의 영상을 제공하여 드론의 유용성을 입증하였다[1]. 약 7개월의 기간 동안 522소터, 1,600시간 이상의 비행을 통해 해병대, 해군, 육군 작전에 영상정보를 제공[6]하였다. 또한, 언론매체를 통해 영상을 공개하여 전 세계의 일반 시민도 전쟁 상황을 실시간으로 볼 수 있게 되어 드론의 위상과 중요성이 제고되기 시작하였다. 이러한 다양한 성과들로 인해 걸프전은 드론의 유용성이 증명된 전쟁이라고 평가되고 있다[6].

이전까지는 드론에 광학 또는 적외선 카메라 단독 탑재로 임무를 수행하였으나 RQ-2 Pioneer 드론에는 최초로 고해상도 카메라와 전방 감시 적외선 장비(Forward Looking Infrared Radar, FLIR)가 동시에 적용되어 주·야간 구분 없는 작전을 수행하였다[7]. 이외에도 지상 통제소와 추적통제 장비로 드론과 통신을 유지하였으며 C-Band 대역의 데이터링크 사용으로 넓은 범위의 영상 전송이 가능해졌으며, 지상통제소 이외 전장에서 통제 가능한 휴대용 통제 스테이션과 전장의 지휘관이 드론의

Table 1. Gulf War - RQ-2B Pioneer

Drone Operation	<ul style="list-style-type: none"> - Acquisition of aerial strike target information (U.S Marine) - Acquisition of naval target information and damage assessment (U.S Navy)
Operation Result	<ul style="list-style-type: none"> - Low cost compared manned aircraft, providing cost effectiveness, minimizing pilot loss - Proving the usefulness of drone in warfare
Capability changed by technology [8]	<ul style="list-style-type: none"> - Capability to conduct day/night operations and identify targets at night with simultaneous installation of high resolution TV/FLIR - Acquiring real-time video data transmission capability by applying two way data-link - The portable control station and remote receive station enable real-time monitoring of video transmitted from the warfare - Reduce operator load with analog autopilot function

영상을 직접 볼 수 있도록 소형 영상 디스플레이 기능을 갖춘 원격수신 스테이션도 개발되었다. 걸프전에서의 활용된 드론에 적용된 기술과 변화를 다음 표 1과 같이 정리하였다. 전장에서 드론의 유용성이 증명된 이후 미국은 적극적인 연구개발을 통해 대표적인 군용드론인 MQ-1 Predator와 RQ-4 Global Hawk를 개발하였으며, 1998년 코소보 전쟁에서부터 투입된 이후 많은 활약을 하였다.

2.2 아프가니스탄 전쟁

2001년 10월부터 2021년 8월까지 수행된 아프가니스탄 전쟁에서는 MQ-1 Predator가 전쟁에 투입되어 감시정찰뿐만 아니라 공대지 미사일을 장착한 공격을 수행하는 역할 확대가 이루어졌다. MQ-1 Predator는 레이저 유도 미사일을 장착하여 무기화에 성공한 최초의 무장형 드론[9]으로 공격 임무 이외에도 정찰 드론으로 임무를 수행하며 작전지역 지형을 파악함으로써 표적 선정에 주요한 역할을 하였다. 이러한 활약들로 각 군의 드론 활용이 증가함에 따라 비행 항적도 함께 증가하여 드론 지휘 통제 체계 필요성을 인식하게 된 전쟁으로 평가된다[6].

아프가니스탄 전쟁을 통해 무장을 장착하여 표적을 공격하는 무기체제로 자리매김하였으며, 드론에 처음으로 Sensor to Shooter 개념이 접목되었다[10]. 드론은 공격형상 최적 설계와 탄소 복합재 적용을 통해 기체 성능이 향상되었고 임무탑재 중량이 증가하여 다양한 장비들

추가로 탑재할 수 있게 되었으며, 외부 무장 장착까지도 가능해졌다. 또한, 위성 통신을 통해 가시거리를 뛰어넘는 장거리 통신이 가능해졌으며, 초기에는 EO/IR 장비만 탑재하였으나, 성능개량으로 합성개구레이다(SAR: Synthetic Aperture Radar, 이하 SAR)가 탑재 SAR 탑재를 통해 구름 등 기상환경에 상관없이 지형정보를 파악하는 등 정밀한 정찰 임무 수행이 가능해졌다. 아프가니스탄전에서 활용된 드론에 적용된 기술과 변화 또한 표2와 같이 정리하였다.

2.3 이라크전쟁

2003년 3월부터 2011년 12월까지 수행된 이라크전쟁에서는 드론을 활용한 정찰과 공격 임무 수행이 보편화 되었으며 아프가니스탄전과 마찬가지로 드론에 장착된 공대지 미사일을 통해 주요 자산을 무력화하고 고고도 정찰 드론을 통한 24시간 공백 없는 감시정찰로 신속히 대응해야 하는 표적을 식별하였다[3]. MQ-1 Predator는 정찰 및 공격 이외에도 이라크군의 대공사격을 유도하기 위한 디코이(Decoy)로도 활용되었다. 고고도 정찰 드론인 RQ-4 Global Hawk가 본격적으로 투입되어 고고도 정찰 임무를 수행하였다. 항공임무 중 드론을 활용한 비율이 77%에 달할 정도로 드론의 임무 수행 비중이 증가하였다[3]. 시간 공백 없는 감시정찰을 통해 신속히 대응해야 하는 긴급표적 파괴에 필요한 정보를 제공하였다. 중·대형의 드론이 다수의 임무를 수행하였으며 드론을 통해 획득한 정보가 증가함에 따라 정보분석능력의 중요성을 인식하게 된 전쟁으로 평가되고 있다[1].

유인기에 적용되는 수준의 기술과 임무 장비가 탑재되어 전술/전략급 무기체제로 발전하였다. 터보팬 엔진 장착으로 고고도 장기체공과 고속 비행이 가능해졌으며, 최대 이륙중량도 경공격기 수준으로 증가하였다. 고성능의 EO/IR과 SAR를 탑재하여 임무 고도에서 50cm급의 표적을 식별하고 실시간 모니터링과 데이터 전송이 가능해졌다. 또한, 원격조종을 통한 임무 수행뿐만 아니라 자동 임무 비행 및 이·착륙으로 운용자의 부담을 감소시켰다.

전쟁 이후 미국의 군용 드론 관련 예산은 2005년 군용 항공기 예산 중 5%만 차지하였으나, 2012년에는 30% 수준을 차지할 만큼 드론 활용을 위한 투자가 증가하였으며[12], 미국의 RQ-7 Shadow, MQ-9 Reaper, 이스라엘의 Heron, Harop 등 다양한 중·대형 드론이 개발되었다. 이라크전에서 활용된 드론에 적용된 기술과 변화 또한 다음 표와 같이 정리하였다.

Table 2. Afghanistan War - MQ-1 Predator

Drone Operation	<ul style="list-style-type: none"> - Perform targeted attacks with air-to-surface missile - Provide operational area geographic information and manned aircraft target information
Operation Result	<ul style="list-style-type: none"> - Performing a major role in selecting attack targets by providing geographic information - Disable the enemy through target tracking and strike by staying in the air for a long time
Capability changed by technology [11]	<ul style="list-style-type: none"> - Increased maximum take-off weight through high aerodynamic efficiency through optimal design of aerodynamic shape (High Aspect Ratio Wing, Inverted V-tail Wing) - A variety of mission equipment and armaments can be mounted due to the light weight of aircraft (applied Carbon Fiber Reinforced Plastic) - Light-weight high-performance SAR mounted enables precise reconnaissance such as terrain detection that minimizes the influence of weather influence

Table 3. Iraq War - RQ-4 Global Hawk

Drone Operation	- Collect surveillance and reconnaissance information with gaps through high altitude long endurance flight
Operation Result	- Acquisition of 3,700 images while flight Baghdad, Iraq - Provide information needed to destroy urgent targets
Capability changed by technology [13]	- Equipped with a turbofan engine for high-speed, high altitude flight - A variety of mission equipment can be mounted on aerodynamically optimized lightweight aircraft such as CFRP, V-tail wing. - Equipped with mission equipment(high performance EO/IR, SAR, Automatic Target Recognition Tracker) to secure high altitude precision surveillance and reconnaissance capability and mission safety

2.4 아제르바이잔-아르메니아 전쟁

2020년 9월부터 11월까지 수행된 아제르바이잔과 아르메니아 전쟁에서는 정찰-기만-공격 등의 연속된 임무 수행에서 드론을 활용하여 적 전투 자산을 무력화하였다. 이전의 전쟁까지는 특정 임무에만 활용되는 전투의 보조 수단으로 활용되었으나 일련의 작전을 수행하는 주 수단으로 활용되었다[4]. 아제르바이잔군은 Hermes를 통한 정찰 이후, 무인화된 An-2를 기만기로 투입하여 적 방공체계 위치를 파악하였다. 이후 확보된 표적 정보를 활용하여, 공대지 미사일이 탑재된 Bayraktar TB-2와 자폭 드론인 Harop으로 적을 타격하는 중·소형 군용 드론을 활용한 전술을 펼쳤다. 주요 군사 강대국이 아닌 국가에서도 군용 드론을 체계적으로 활용하며 전쟁에서 드론 사용이 일반화된 것으로 볼 수 있다. 또한, 드론 기동전이라는 새로운 드론 전술 개념이 등장한 전쟁으로 평가되고 있다[13]. 아르메니아에서도 드론을 활용하였으나, 아제르바이잔과 비교하면 일부 감시정찰을 수행하는 수준에 그쳤다. 단순히 드론을 사용하는 것에 그치는 것이 아닌 어떻게 활용하느냐가 주요 요소가 되었다.

드론과 관련된 기술이 보편화되고 시장에 공개된 기술을 활용한 드론 개발 및 양산으로 비용이 감소되었다. 이로 인해 중·저가 드론이 등장하여 주요 군사 강대국 이외 국가에서도 전쟁에서 드론을 활용한 작전을 수행할 수 있는 것으로 판단된다. 미국에서 개발한 드론인 리퍼의 가격이 352억 원(2,800만 달러)인 반면, 바이락타르 TB-2의 경우 63억 원(500만 달러)에 불과하다[14]. 비록 성능 차이가 존재하여 직접적인 비용을 비교하기에는 제한점이 있으나, 수출제한 국가나 국방 예산이 부족한

국가에서는 충분히 고려할만한 드론이다. 아제르바이잔-아르메니아 전쟁에서 활용된 드론에 적용된 기술과 변화는 다음과 같이 볼 수 있다.

Table 4. Azerbaijan-Armenia War - Bayraktar TB-2

Drone Operation	- Destroy Armenia's main weapon system through air-to-surface missile mounted on drones - Disable the Armenia's main weapon system and facilities through munition drones
Operation Result	- Disable various weapon system of Armenian army and used it as main mission method - Leading to an early end to the war
Capability changed by technology [15]	- Due to the generalization of technology, commercially available low and mid-priced drones have been developed, and drones are being used in warfare in various countries

2.5 러시아-우크라이나 전쟁

2022년 2월부터 진행되고 있는 러시아-우크라이나 전쟁에서는 양측 국가 모두 다양한 드론을 활용해 전쟁을 수행하고 있으며, 우크라이나에서는 전문적인 훈련을 받은 군 이외의 민간 그룹에서도 드론을 활용하여 군의 임무 수행을 지원하는 등 전쟁에서 드론 활용이 보편화되었다.

우크라이나군의 경우 전쟁 초기 Bayraktar TB-2를 전장에 투입하여 공격과 정찰 임무를 수행하였다. 다양한 임무 중 초기 우크라이나 수도 키이우로 향하는 전차 부대 행렬을 공격하여 일주일 이상 정체를 발생시켜, 러시아군 수도 포위를 실패하도록 하는 성과를 냈다[16]. 초기 드론 대응 전력이 부족한 원인으로 있으나, 군사력 차이를 비교했을 때 성공을 거둔 작전으로 평가된다. 하지만 이후 속도와 기동성이 떨어지는 단점으로 Tor-M2, Panstir-S, Buk-M3 등의 러시아군 대공 방어체계의 표적이 되어 격추되었다[17]. 군용 드론 이외에도 상용 드론을 활용되었으며, 적군의 전차, 포병의 위치를 파악해 자국 포병 지휘·통제 서버에 전송, 표적 정보를 제공하였으며 고풍탄을 장착하여 직접 공격도 수행하였다[18]. 러시아군보다 부족한 포탄의 열세를 드론으로 확보한 정밀 위치정보를 이용한 효율적인 공격으로 이겨내고 있다.

특히 동호인 출신 민간 드론 부대인 Aerorozvidka에서 러시아군의 행렬을 드론을 통해 실시간 촬영하여 우크라이나군에 전달, 포격을 유도하는 등 민간 운용자가 드론을 활용하여 군은 지원하고 있다. 이들은 드론산업

종사자나 드론 취미를 가진 사람들이 자발적으로 참여하고 있는 것으로 분석되고 있으며, 직접 드론을 운용할 뿐만 아니라 교육 등의 기술지원과 드론을 직접 구해 공급하기도 하며 전장에서 드론의 활용을 더 증가시키고 있다. 이러한 상용 드론은 비군사제품으로 판매되어 군용 드론에 비해 공급이 용이하며, 물자가 부족한 우크라이나 정부는 인터넷을 통해 상용 드론을 기부받는 등 부족한 물량을 채우기 위한 노력을 하고 있다.

러시아군도 포병용 정찰드론인 Orlan-10과 중고도 드론인 Orion-E를 통해 정찰과 공격 임무를 수행하고 있으며[5]. 특히 '22년 가을부터 활용한 이란제 자폭 드론 샤페드-136을 활용한 공격을 수행하고 있다. 공대지/지대지 미사일보다 1/10 수준의 저렴한 비용으로 러시아군이 자폭 드론을 활용하기 시작한 것으로 분석되고 있다[19].

양측 국가 모두 2000년도 초중반 게임체인저 역할을 하는 새로운 전략/전술급 드론이 등장하여 전쟁의 판도를 바꾸는 것이 아닌 비용대 효과 측면에서 저비용의 드론을 적재적소 임무에 활용되어 큰 성과를 나타낸 것으로 볼 수 있다.

3. 드론 활용 변화 분석

3.1 드론 활용 변화

전쟁에서 드론 활용의 변화는 크게 세 번에 걸쳐 역할이 크게 변화한 것으로 분석된다. 첫 번째로 아프간전에서 감시정찰, 표적 식별 등 정찰 자산으로 활용되던 드론에 무장을 장착하여 본격적으로 적 주요 자산을 타격하는 공격 무기체계 활용으로 확대되었다. 초기 정찰용 드론은 광학 또는 적외선 장비만을 장착하고 주변 지역 정찰 임무만을 수행하다가 비행체의 경량화와 임무 장비의 발전으로 고성능의 EO/IR, SAR, 통신 중계 장비 등이 탑재되며 작전 범위가 증가하고 통신 중계 등의 추가적인 임무를 수행하는 방향으로 발전하였다. 또한, 드론에 무장을 장착하거나 탄두를 탑재하여 적 목표물을 파괴하는 공격 임무수행에 활용하며 역할이 확대되었으며, 이외에도 전자전 장비 등을 탑재하여 다양한 임무를 수행하는 전략 자산 중 하나로 활용되었다.

두 번째로 2020년 아제르바이잔-아르메니아 전쟁에서 볼 수 있듯이 감시정찰, 공격, 자폭, 기만 드론을 활용한 일련의 드론 전술 개념이 등장하며 전반적인 임무를 수행하는 전쟁의 주요 수단의 역할로 확대되었다. 2010

년대 이후 기술 발전과 보편화로 일부 국가의 전유물이었던 고가의 전략적인 무기체계에서 주요 국방기술 선진국 이외에서도 운용 가능한 무기체계로 활용되었다.

세 번째로 러시아-우크라이나 전쟁에서는 누구나 상용 드론 활용을 통해 전쟁에 참여할 정도로 드론 활용이 보편화 되었으며, 정찰 및 공격의 임무 이외에도 SNS를 활용한 하이브리드전을 수행하는 등 새로운 개념의 전쟁을 수행하는 역할로 확대되었다. 상용 드론은 초기 짧은 비행시간으로 취미-레저용으로 사용되다 비행시간이 증가, 가격의 중-저가화, 손쉬운 조종, 실시간 영상 전송 등의 장점으로 건설, 농업 등 민간의 다양한 분야에 점차 활용이 증가 되었으며 누구나 손쉽게 활용할 수 있게 되었다. 현재 상용 드론DJI의 Mavic-3의 경우 46분의 비행과 Full-HD급 동영상 촬영 및 실시간 전송이 가능하며 특히 장애물 회피를 포함한 Way-point 기반 자율비행이 가능 가능한 수준이다[20]. 또한, 스마트폰이나 태블릿에 전용 앱을 설치하여 손쉽게 활용할 수 있다.

3.2 드론 활용 변화 분석

드론 활용이 확대될 수 있었던 이유는 다양한 기술이 드론에 적용됨에 따라 이뤄진 것으로 판단된다. 90년대 전쟁에서 드론의 유용성이 입증된 이후, 당시 첨단 항공 기술이 드론에 적용되어 Predator, Global Hawk의 전술자산급 드론이 개발되었다. 최적의 공력형상 설계와 복합재료 적용으로 비행 효율이 향상되고 기체 중량이 감소하여 다양한 임무 장비 탑재가 가능해졌다. 또한, 탑재 장비들의 발전으로 고성능의임무 장비들이 장착되었다. 전자광학카메라는 분해능 향상으로 고화질의 영상과 소형-경량화, 자이로 기반의 짐벌시스템 장착으로 안정적인 영상을 확보할 수 있게 되었으며, SAR의 경우 초기 크기와 중량으로 인해 대형 비행체에만 탑재 가능하였으나 소형화가 이뤄짐으로 드론에도 장착할 수 있게 되었다. 위성 통신장비 탑재로 비가시선 통신이 가능하게 되어 드론의 작전 반경이 더욱 증가하게 되었다.

드론에 기술이 성숙 되고 보편화 됨에 따라 민간 시장에 공개된 기술이 적용되었으며 이에 따라 중-저가의 드론이 등장하였다. Bayraktar TB-2의 경우 Rotax 社의 엔진, Trimble 社의 GPS 수신기, ViaSat 社의 데이터링크, Garmin 社의 전파항법장비 등 민간 상용품이 다수 적용되었다[21].

이후 민간 첨단 기술이 상용 드론에 적용되어 충돌 회피, 자율비행 등이 가능하게 되어 활용성이 향상되었으며, 이로 인해 상용 드론을 활용한 임무를 수행할 수 있



Fig. 1. Analysis of the changes role of drones [8,11,13,15]

게 되었다. 초기에는 제한된 충돌 회피 및 자율비행 기술, 배터리 용량의 부족으로 취미용 및 제한적인 상업용으로 활용되었으나, 현재는 다양한 기술이 적용되어 많은 분야에서 활용 중이다. 비전 및 감지 센서 등 다양한 센서 정보융합 기술, 자율비행 기술, 제어 통신 및 영상 전송기술, 배터리 에너지 밀도 향상 기술 등 민간 첨단 기술이 드론에 적용되었다[20]. 비전/초음파/적외선 센서 등 다양한 센서 정보융합 기술이 적용되어 드론 주변의 장애물을 감지하고 주변 환경을 맵핑하여 정밀한 제자리 비행과 장애물 감지, 자율 회피 비행이 가능해졌다. 영상 압축기술, 전송 지연 최소화 및 Hand-Over 통신을 위한 독자적인 프로토콜 탑재 등 기존의 통신 방식에 비해 전송속도 및 거리의 확대를 가져왔고 다중 네트워크 구현이 가능해졌다. 이러한 기술에 따른 드론 역할 변화는 Fig. 1과 같이 정리하여 나타내었다.

3.3 미래 드론 발전 방향

전쟁에서 활용된 드론 분석 결과 시대에 따른 기술들이 적용되어 드론의 활용이 확대된 것으로 보인다. 현재 시점에서 드론에 적용되어 드론의 활용성을 확대할 첨단 기술은 인공지능 기술로 판단된다. 인공지능 기술은 다양한 기술과 융합하여 자율주행 차량, Chat GPT 등 새로운 미래 모습을 보여주고 있다. 마찬가지로 인공지능 기술이 드론에 적용되어 미래 전장에서 드론의 역할을 확대할 것으로 판단된다. 현재도 장애물 식별, 회피 비행 등에 일부 인공지능 기술이 적용되어 있으나, 적용된 기술이 더욱 정교하게 발전되고 인공지능을 활용한 인간과의 인터페이스 기술 등이 새롭게 개발되어 적용될 것으로 예상된다. 발전된 인공지능 기술이 적용되었을 때 미

래 전장에서 드론은 현재 기초 및 응용 연구 수준으로 개발되고 있는 기술들이 적용되어 유·무인 복합 드론, 완전 자율 드론, 군집 드론의 모습으로 발전할 것이다. 차세대 드론 발전 방향을 정리하여 아래 표와 다음 절에 나타내었다.

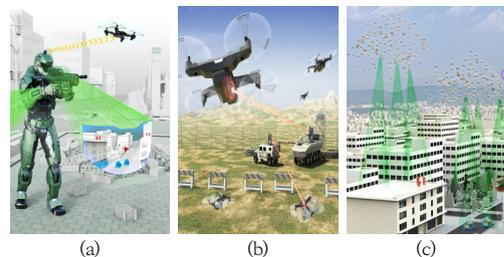


Fig. 2. Future drone development

(a) MUM-T [22] (b) Autonomy [23] (c) Swarm [22]

3.3.1 유·무인 복합 드론

현재 지상의 유인 전투체계와 무인체계가 드론과 협업하는 드론봇 전투체계, 유인 전투기, 회전익기와 드론이 하나의 팀으로 작전하며 위험한 곳에 드론을 대신 보내거나, 적을 공격하는 유·무인 복합 운용 관련 기술이 개발되고 있다. 향후에는 유인 무기체계와 복합 운용하는 드론 이외에도 개인 전투원의 임무를 지원하며 협업하는 드론으로 활용 가능할 것이다. 개인 전투원 주변을 비행하며 감시정찰 임무를 수행하며 위협을 스스로 판단하고 주변 상황을 지속해서 공유하고 전파하여 개인 전투원을 보호하는 역할 수행이 가능할 것이다. 또한 간단한 명령으로 원하는 지역을 수색하거나 목표물을 지속적으로 추적하는 역할도 수행 가능할 것이다.

이를 위해서는 개인 전투원과 드론과의 인터페이스 기술과 고효율 에너지 기술이 개발되어야 한다. 현재 조종 장치 터치 또는 일부 제스처를 통해 간단한 제어가 가능한 수준이지만 미래 전투원과 복잡한 임무 협업을 위해서는 음성, 뇌파 등 다양한 인식 방법을 기반으로 운용자의 제어 의도를 파악하여 효율적이고 인간 친화적인 인터페이스를 설계하고 운용할 수 있어야 한다. 또한 개인 전투원과 함께 다니며 지속적인 임무를 수행하기 위해서는 현재 30분 수준의 소형 드론의 비행시간이 증가되어야 한다. 현재 적용되는 배터리 밀도를 증가시키면서 동시에 소형 드론 비행 효율을 향상시키는 기술개발이 필요할 것으로 판단된다.

3.3.2 완전 자율 드론

현재 초음파, 적외선, Lidar 등 다양한 센서를 통해 주변 장애물을 감지하고 맵핑하여 장애물을 회피하고 최적 경로로 비행하는 수준의 자율 비행이 가능하다. 향후 복잡한 도심 건물 내부 및 산악지형과 GPS, 통신 신호가 끊기거나 비투과성 장애물이 있는 가혹 환경에서도 자율 비행과 은폐한 적을 식별하고 자율 임무 수행이 가능한 드론으로 활용 가능할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 환경 인식 및 자율비행 분야에 현재 수준보다 발전된 인공지능 기술이 적용이 필요하다. 현재 적용되어 있는 환경 인식 및 자율비행 기술을 고도화하여 보다 복잡한 환경에서도 자율 비행과 자율 임무 수행이 가능한 드론으로 발전해야 할 것이다.

3.3.3 군집 드론

주요 시설을 일시에 타격하여 적에게 치명적인 손상을 가하거나 과도한 화력 대응을 유발하여 적의 화력을 소진시킬 수 있어 방공망을 무력화하거나 주요 시설을 공격하는 대규모 군집으로 활용이 가능할 것이다. 소형 드론의 경우 레이더 반사 면적이 작고 탐지가 되더라도 크기가 작아 대공화기에 의해 격추될 확률이 낮다. 이를 대규모로 군집 운용하면 드론 운용의 효과가 더욱 증가한다. 군집 드론은 단순히 여러 드론이 동시에 비행하는 것이 아닌 다수의 드론이 하나의 비행 드론 집단으로 구성되고 네트워크로 연결되어 군집으로 환경을 인지하고 상황을 판단하며 이에 따라 임무수행을 하는 지능형 드론이다.

이를 위해 군집 지능 기술, 실시간 다층 통신 네트워크 기술이 개발되어야 할 것이다. 현재 다수의 드론을 군

집하여 주어진 경로를 비행하는 수준이지만 미래 군집 드론 임무 수행을 위해서는 군집으로 환경을 인지하고 상황을 판단하여 다중 임무를 수행하고 자율적으로 임무 재계획을 수행할 수 있어야 한다. 이를 위해 대규모로 군집 드론을 운용 시 안정적인 통신을 위해 고속 및 초저지연 통신기술 개발이 되어야 하며, 자율 군집 지능 기반의 유기적인 네트워크 구성 기술도 함께 개발되어야 할 것이다. 또한, 군집 드론의 경우 소모성으로 운용될 가능성이 크기 때문에 비용대비 효과 증대를 위해 대량 생산 기술 및 저가 드론 제작 기술도 함께 고려하여 개발되어야 한다.

4. 결론

과거 전쟁에서 드론은 최첨단의 군용 드론이 임무를 수행하며 전쟁의 새로운 모습을 보여준 게임체인저의 역할을 수행했으나, 항공기술의 발전과 함께 기술 보편화로 최근 전쟁에서는 누구나 드론을 활용해 전쟁의 임무를 지원하는 전투의 일부분으로 활용되는 모습을 보여주었다. 이러한 상황에서 최근 급속하게 발전하고 있는 인공지능 기술이 드론에 적용되면 다시금 전쟁에서 새로운 모습을 보여주고 전쟁의 판도를 바꿀 수 있는 게임체인저로의 모습을 보여줄 것으로 기대할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 전쟁에서 활용되었던 드론에 적용된 기술과 역할을 조사하고 기술변화에 따른 역할 변화를 분석하였다. 이러한 기술과 역할 변화 분석을 바탕으로 미래 드론 발전 방향을 유·무인 복합 드론, 완전 자율 드론, 군집 드론의 세 가지 모습으로 제시하였다. 또한, 제시한 모습이 구현되기 위해 확보되어야 할 대표 기술을 제시하여 향후 무기체계 기획 시 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

하지만 제시한 모습을 구현하기 위한 구체적인 로드맵 수립은 되지 않아 향후 제시한 모습을 구현할 수 있는 기술 확보 로드맵에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다. 이외에도 기술의 발전 추세와 위협을 분석하여 미래 게임체인저로서의 드론이 개발될 수 있도록 미래 드론의 발전 방향을 지속적으로 고민하고 연구해야 하며 또한 이렇게 그려진 미래 발전 방향에 따라 기술 확보 로드맵을 수립하고 기술들이 개발되어야 할 것이다.

References

- [1] H. T. Kang, "Direction of Operation of ROKA RPA for Future Warfare", *Defense Policy Research*, Vol. 35, No. 1, pp. 7-33, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.22883/jdps.2019.35.1.001>
- [2] I, Khurshudyan, M. Ilyushina and K. Khudov, Russia and Ukraine are fighting the first full-scale drone war [Internet]. Washington Post, c2022 [cited 2022 December 12], Available From : <https://www.washingtonpost.com/world/2022/12/02/drones-russia-ukraine-air-war/> (accessed Aug. 23, 2023)
- [3] K. K. Moon, "Lessons learned from Opreational Iraqi Freedom(OIF) for ROK forces", *Military Studies*, Vol. 1, pp.71-111, 2003.
- [4] S. K. Cho, E. C. Shin, K. W. Lee and S. H. Park, "An Analysis of Azerbaijani Armed Forces' Drone Blitzkrieg and Its Implications", *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 8., No. 3, pp. 253-257, May, 2022.
DOI: <https://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.3.253>
- [5] H. K. Kim, Ukraine War and Drone, Implications for Korean Industries, KIET Monthly Industrial Economic Review, Korea Institute for industrial Economy and Trade, Korea, pp. 62-76.
- [6] S. J. Song and B. O. Kil, "A Study on the Historical Development of Military UAVs and Their Strategic Implications", *Military History*, Vol. 97, pp.263-308, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.29212/mh.2015..97.263>
- [7] H. H. Choi, RQ-2 Pioneer UAV [Internet]. Bemil Focus, c2021 [cited 2021 June 3], Available From : https://bemil.chosun.com/site/data/html_dir/2021/06/03/2021060300700.html (accessed Aug. 23, 2023)
- [8] AAI/IAI RQ-2 Pioneer [Internet]. Jane's Unmanned Aerial vehicles and Targets, c2010 [cited 2010 February 5], Available From : <https://customer.janes.com/display/juav0725-juav> (accessed Aug. 23, 2023)
- [9] J. W. Kim and S. R. Shim, "A Case Study on the Evolutionary Development of U.S Unmanned Aerial Vehicles: Focusing on Tactical/Strategic Fixed-wing UAVs", *Journal of Advances in Military Studies*, Vol. 3, No. 2, pp. 17-46, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.37944/jams.v3i2.69>
- [10] A. Cuadra and C. Whitlock, How Drones are controlled, Washington Post, c2014 [cited 2014 June 20], Available From : <https://www.washingtonpost.com/wp-srv/special/national/drone-crashes/how-drones-work/> (accessed Aug. 23, 2023)
- [11] GA-ASI MQ-1B and RQ-1A Predator [Internet]. Jane's All the World's Aircraft:Unmanned, c2022 [cited 2022 June 9], Available From : <https://customer.janes.com/display/JUAV1317-JUAV> (accessed Aug. 23, 2023)
- [12] J. Gertler, U.S. Unmanned Aerial Systems, CRS Report, Congressional Research Service, U.S, pp. 7-37.
- [13] Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk [Internet]. Jane's All the World's Aircraft:Unmanned, c2023 [cited 2023 March 2], Available From : <https://customer.janes.com/display/JUAV1320-JUAV> (accessed Aug. 23, 2023)
- [14] K. D. Atherton, Mass-market military drones have changed the way wars are fought [Internet]. MIT Technology Review, c2023 [cited 2023 February 22], Available From : <https://www.technologyreview.com/2023/01/30/1067348/mass-market-military-drones-have-changed-the-way-wars-are-fought/> (accessed Aug. 23, 2023)
- [15] Baykar Bayraktar tactical UAS [Internet]. Jane's All the World's Aircraft:Unmanned, c2023 [cited 2023 March 2], Available From : <https://customer.janes.com/display/JUAVA645-JUAV> (accessed Aug. 23, 2023)
- [16] J. S. Ihm, Domestic Drone Industry Trends and Implications, Weekly KDB Report, Korea Development Bank, Korea, pp. 1-2.
- [17] The source revealed the number of Bayraktars destroyed in Ukraine [Internet]. RIA Novosti, c2022 [cited 2022 May 25], Available From : <https://radiosputnik.ria.ru/20230722/bayraktar-1885744015.html> (accessed Aug. 23, 2023)
- [18] W. G. Kang, "Drone ait Russia-Ukraine War", *2023 Conference of Drone Show Korea*, Korea UVS Association, Busan, Korea, pp. 114-125, February 2023.
- [19] How Russia is Using 'Kamikaze' self-destruct drone in Ukraine [Internet], BBC News korea, c2023 [cited 2023 January 4], Available From : <https://www.bbc.com/korean/international-64159641> (accessed Aug. 23, 2023)
- [20] C. H. Han, "Technology Trend Analysis on the DJI's Commercial Drones in China", *Current industrial and Technological Trend in Aerospace*, Vol. 17, No. 1, pp. 21-31, 2019.
- [21] STT Orlan [Internet]. Jane's All the World's Aircraft: Unmanned, c2023 [cited 2023 February 22], Available From : <https://customer.janes.com/display/JUAVA817-JUAV> (accessed Aug. 23, 2023)
- [22] Survey on Technology-Driven Future Defense Technology, Defense science and technology survey, Defense Agency for Technology and Quality, Korea, pp. 418-457.
- [23] Future Defense Technology Foresight, Defense science and technology survey, Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement, Korea, pp. 8-128.

김 문 국(Mun-Guk Kim)

[정회원]



- 2017년 2월 : 충남대학교 항공우주공학과 (공학사)
- 2019년 2월 : 충남대학교 항공우주공학과 (공학석사)
- 2018년 12월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

항공우주공학, 항공우주구조 및 복합재료, 국방기술

신 인 태(In-Tae Shin)

[정회원]



- 2014년 2월 : 성균관대학교 전자전기공학부 (공학사)
- 2016년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학부 (공학석사)
- 2016년 3월 ~ 2022년 1월 : 한국항공우주산업 선임연구원
- 2022년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

정보통신, 항공전자, 국방기술

이 재 국(Jae-Guk Lee)

[정회원]



- 2010년 8월 : 서울대학교 전기공학부 (공학사)
- 2019년 8월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

정보통신, 전기공학, 국방기술