The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)
Vol. 9, No. 3, pp.263-270, May 31, 2023. pISSN 2384-0358, eISSN 2384-0366

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.3.263
JCCT 2023-5-29

우크라이나군의 FPV드론 전투 사례 연구

A Case Study on FPV Drone Combats of the Ukrainian Forces

서강일*, 조상근**, 박상혁***

Kang-Il Seo*, Sang-Keun Cho, Sang-Hyuk Park*****

요 약 우크라니아-러시아 전쟁은 최첨단 무기의 시험장으로 최초의 본격적인 드론전(Drone Warfare)을 수행하고 있다. 우크라이나군은 전장에서 다양한 정찰 및 공격드론을 공세적으로 운용하고 있으며, 최근에는 일명 레이싱드론으로 불리는 FPV드론에 폭탄을 장착하여 소부대 전투의 게임체인저로 운용하고 있다. 이와 같은 FPV드론은 비접촉 상황 하에서 정밀타격이 가능하여 전투원의 생존성과 소부대의 치명성을 강화하고 있다. 본 고에서는 이런 FPV드론의 이해를 돕기 위해 정의, 기체 부품, 주요 특성 등을 고찰하고, 우크라이나군의 FPV 전투 사례를 통한 시사점을 도출하였다. 향후, 인공지능과 군집기술을 접목한다면 FPV드론의 치명성은 고도화될 것이다. 이에 따라, 미래 한반도 작전환경에 걸맞는 FPV드론의 개발 필요성은 증대되고 있고, 이를 위한 싸우는 방법 구체화와 관련 기술의 최적화를 위한 후속연구가 필요하다.

주요어 : 드론전, FPV드론, 소부대 전투, 정밀타격, 생존성, 치명성

Abstract The Ukraine-Russia war is a testing ground for High-Tech weapons and the first full-scale drone warfare. The Ukrainian military has been aggressively deploying a variety of reconnaissance and attack drones on the battlefield, and more recently, FPV drones, also known as racing drones, have been fitted with bombs as a game-changer in small-unit combat. To better understand these FPV drones, this article reviews their definition, aircraft components, and key characteristics, and draws implications from the Ukrainian military's FPV combat experience. In the future, the combination of artificial intelligence and swarming technology will make FPV drones even more lethal. Accordingly, the need to develop FPV drones suitable for the future operational environment on the Korean Peninsula is increasing, and follow-up research is needed to specify fighting methods and optimize related technologies.

Key words : drone warfare, FPV drones, small unit combat, precision strike, survivability, lethality

Ⅰ. 서 론

2022년 2월 24일 발발한 우크라이나-러시아 전쟁(이하 '우-러 전쟁')은 러시아군의 압도적 전력으로 금방 끝날 것 같았지만 우크라이나군의 선전으로 현재까지 진행중에 있다. 이와 같은 우크라이나군의 선전은 다양한 요인이 있지만 그중 하나는 바로 드론이다. 군사전문가들은 이 전쟁을 최첨단 무기의 시험장이며, '최초의 본격적인 드론전(Drone Warfare)'으로 미래전을 보여주고 있다고 평가하고 있다[1]. 우크라이나군은 전쟁 초기부터 'Leleka-100', 'PD-1', 'Spectator-M', 'Fury'

*정회원, 육본 정책실 드론봇전투체계발전장교 (제1저자)
**정회원, KAIST 국가미래전략기술 정책연구소 미래기술환경 예측·분석센터 연구교수(참여저자)
***정회원, 우석대학교 군사학과 부교수 (교신저자)
접수일: 2023년 3월 29일, 수정완료일: 2023년 4월 12일
게재확정일: 2023년 5월 3일

Received: March 29, 2023 / Revised: April 12, 2023
Accepted: May 3, 2023
***Corresponding Author: plbas@hanmail.net
Dept. of Military Science, Woosuk Univ, Korea

등 10여 종 이상의 정찰드론과 'TB2', 'Punisher', 'War mate', 'R-18' 등 5종 이상의 공격드론으로 러시아군의 기계화부대, 지휘소 및 보급시설 등 전·후방을 동시에 타격하여 러시아군의 공격템포를 약화시키는데 혁혁한 공을 세웠다[2]. 또한, 우크라이나 특수작전부대는 'SwitchBlade300·600(이하 'SB300, SB600')' 등 자폭드론으로 러시아군의 장성급 지휘관 등 핵심표적을 정밀타격 하여 그 효과성을 입증하고 있다. 최근에는 일명 레이싱드론으로 불리는 FPV(First Person View)드론에 폭탄을 부착하여 러시아군을 정밀타격 하는 전술적 운용 사례도 식별되었다[3]. 본 연구에서는 앞서 언급한 드론 중 FPV드론에 대해 집중할 것이다. FPV드론는 후술할 내용처럼 '감시(Sensor)-결심(C2)-대응(Shooter)' 주기를 단축시켜 소부대 전투의 게임체인저(Game-changer)로 떠오르고 있기 때문이다. 이를 위해, FPV드론을 운용한 우크라이나군의 전투사례를 살펴본 후, 이로부터 시사점과 함께 우리 군에 적용할 수 있는 사항을 도출하고자 한다.

II. FPV드론 이해

FPV드론은 소수의 RC(Radio Control) 마니아들이 취미로 시작했으나, 기술 발전을 거듭하여 2011년 처음으로 독일에서 레이싱 대회가 개최되어 대중화되었다. 이와 같은 FPV드론의 정의, 기체 부품, 주요 특성은 다음과 같다.

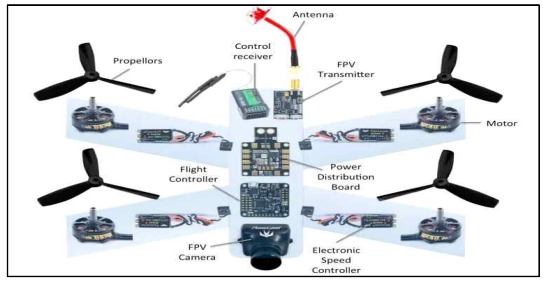
출처: https://www.enca.com
그림 1. FPV드론
Figure 1. FPVdrone

2.1 정의

FPV(First Person View)드론은 드론에 카메라와 영상송신기를 부착하여 전용 고글을 통해 1인칭 시점으로 영상을 보면서 조종하는 드론이다[4]. 드론에 부착된 카메라가 조종자의 눈을 대신하여 게임을 하듯이 비행을 할 수 있기 때문에 레이싱 전용 기체로 활용되고 있다. FPV드론을 레이싱드론으로 부르는 이유가 여기에 있다.

2.2 기체 부품

FPV드론은 '프레임', '전원분배보드(PDB)', '비행 컨트롤러(FC)', '수신기(Receiver)', '변속기(ESC)', '모터', 'FPV 카메라', '영상송신기', '안테나'로 구성되어 있다.



출처: https://frameworkfilms.net/facts/fpv-drone-build
그림 2. FPV 드론 기체 부품
Figure 2. FPV drone's components

또한, 기체 부품의 주요 기능은 아래 <표 1>과 같다.

구 분	기 능
프레임	레이싱 드론의 뼈대
PDB	전원의 원활한 흐름을 지원하는 부품
FC	주요 장치의 기능을 제어하는 핵심부품
Receiver	조종기와 드론을 연결해주는 부품
ESC	FC로부터 모터를 제어하는 부품
모터	드론을 비행하기 위해 실제 작동하는 부품
FPV카메라	비행을 1인칭 시점으로 경험하는 부품
영상송신기	FPV카메라 영상을 조종자에게 전송
안테나	영상송신기에 장착되어 영상을 전송

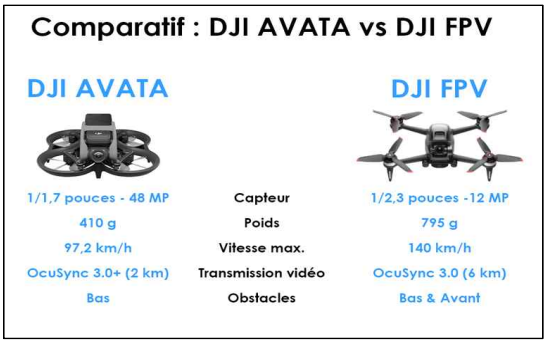
표 1. FPV드론 기체 구성품 및 기능
Table 1. FPVdrone vehicle components and functions

2.3. 주요 특성

FPV드론은 앞서 언급한 것처럼 최신 IT기술이 접목된 집약체로 발전에 발전을 거급해 왔고, 다음과 같은 특성을 띠고 있다.

첫째, 단순함. FPV드론은 속도를 겨루는 레이싱 대회에 특화되어 있기 때문에 140km/h이상의 비행속도를 내기 위해 기체는 휴대성이 용이하게 크기가 작으며, 비행과 제어에만 필요한 핵심 부품들로만 단순하게

구성되어 있다.

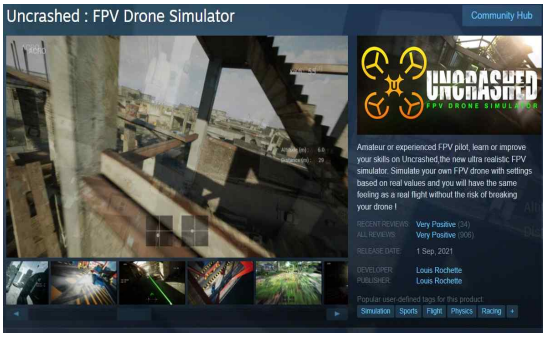


출처: https://boutique.dji-paris.com/blog/dji-avata-vs-dji-fpv-n157
그림 3. DJI사가 출시한 FPV드론
Figure 3. DJI's FPV Drone

둘째, 저렴한 비용. 대기업은 FPV드론을 거의 생산하지 않지만, 중국의 DJI사(社)는 2021년 DJI FPV 출시에 이어 2022년에는 FPV Avata 드론을 출시했는데, 비용은 999달러(124만원)이다.

FPV드론은 기체 한 대를 제작하는데 평균 200달러(25만원)에서 500달러(63만원)의 비용이 드는데, 구성품과 자체 제작 여부에 따라 비용의 차이가 발생 할 수 있지만 자동으로 비행하거나 자율 비행하는 고성능 센서가 탑재된 센서형 드론에 비해 매우 저렴하다. 또한, 고장 시에도 직접 부품을 교체할 수 있어 상용기성품(COTS, Commercial-Off-The-Shelf) 드론의 수리비용보다 훨씬 저렴하다[5].

셋째, 확장성. 모터스포츠가 자동차 기술의 발전을 가져왔듯이 FPV드론도 경량화와 내구성을 위해 재질과 고성능 초경량 카메라 개발 등 기술발전에 기여하고 있다. 이와 동시에 프레임의 다양한 형태에 따라 목적에 맞는 FPV드론을 맞춤 제작할 수 있고, 가상현실(VR, Virtual Reality)과 연계한 시뮬레이터 교육을 할 수 있는 등 드론 고유의 장점을 다 갖췄다고 볼 수 있다. 반면, 빠른 비행속도와 작은 크기로 인해 오랜 시간 비행할 수 없고, 빠른 속도로 좁은 틈과 장애물을 피하면서 이동해야 하기 때문에 일반적인 상용드론을 조종하는 것보다 정교한 비행능력을 요구하는 점이 있다.



출처: https://store.steampowered.com/app/1682970/Uncrashed__FPV_Drone_Simulator/
그림 4. FPV VR 게임
Figure 4. FPV VR game

이러한 FPV드론의 정교한 비행실력 요구에 대해 인공지능(AI)을 통해 극복하려는 다양한 연구가 진행 중에 있다. 2019년 3월, 미국의 대형방산기업 록히드마틴사(社)가 '알파파일럿(AlphaPilot)' 드론 레이싱 대회'를 개최했다. 복잡한 코스를 빠르게 주행해야 하는 드론 레이싱을 인간의 조종 없이 스스로 비행하는 AI를 개발한 우승팀에게 200만 달러(약 25억원)이상의 상금을 주겠다고 한 것이다[6]. 실제 우승한 팀의 AI 드론이세계 최고의 드론 레이서 가브리엘 코셰(Gabriel Kocher)와 드론 레이싱을 겨뤄 인간이 승리했지만, 록히드마틴사는 "인간 조종사의 우위는 오래가지 않을 것이며, 2023년경이면 AI가 제어하는 드론이 인간 조종사를 제칠 가능성이 높다"고 예측했다[7]. 이와 관련해서 우리나라에서도 미국 국방고등연구계획국(DARPA)의 그랜드 챌린지를 벤치마킹하여 '인공지능 그랜드 챌린지'를 개최하여 드론을 활용한 AI 알고리즘을 개발하는데 다양한 노력을 하고 있다[8].

III. 우크라이나군의 운용 사례

우크라이군은 FPV드론에 대전차수류탄(PKG-3) 및 RPG-7탄두를 탑재하여 러시아군을 정밀타격 하는 새로운 무기체계로 운용하고 있다. 이를 위해, 우크라이나군은 드론공방을 운용하면서 FPV드론을 조립하고, 폭약을 장착한 자폭용 FPV드론을 제작하고 있다[9]. 우크라이나군은 이와 같은 FPV드론을 활용하여 러시아군과 치열하게 전투중인 하르키우(Kharkiv), 아브디브카(Avdiivka), 마린카(Marinka) 지역 등에서 러시아

군에게 다음과 같은 심대한 타격을 입혔다.

3.1. 하르키우(Kharkiv) 전투

93기계화보병여단의 하차보병들은 2022년 7월 30일 하르키우 지역에 산재한 건물 속에 은·엄폐한 러시아군과 근접전투를 수행했다. 이때 우크라이나 전투원들은 전투원의 생존성을 보장하기 위해 비접촉 전투를 수행했는데, 이때 FPV드론이 운용되었다. 당시 러시아 전투원들은 건물과 건물 사이를 오가면서 방어를 실시했기 때문에 우크라이나군은 실시간 표적을 쉽게 획득할 수 없는 상황이었다. 하지만 우크라이나군이 폭탄이 장착된 FPV드론을 운용하자 상황은 반전되었다.

출처: https://observers.france24.com
그림 5. 우크라이군의 FPV드론
Figure 5. Ukraine's FPV drone

우크라이나군은 정찰드론을 운용하여 러시아군이 위치한 대략적인 건물지역을 식별했다. 이후 우크라이나 전투원들은 건물지역 상공에 FPV드론을 배회시켰다. 앞서 언급한 주요 특성처럼 우크라이나 전투병들이 착용한 고글에는 FPV드론에서 촬영된 영상이 실시간 현시되었다. 이후, 이들은 건물 속에 은·엄폐되어 있는 러시아군의 정확한 위치를 식별한 후 곧바로 FPV드론을 건물 내부로 돌진시켜 정밀타격했다.

즉, 우크라이나 전투원들은 FPV드론을 운용함으로써 건물 내부와 같은 차폐(遮蔽)된 지역에서 방어 중인 러시아군을 식별하자마자 정밀타격하는 'Sensor to Shooter'를 전술적 수준에서 구현한 것이다. 이후, 우크라이나군은 전술(前述)한 FPV드론의 정밀타격 영상을 SNS에 공개하여 러시아군에 심리적 타격을 주는 전술적 수준에서의 인지전(Cognitive Warfare) 수행도 병행했다. 이에 대해 미 Forbes지(紙)는 '우크라이군이 FPV드론으로 러시아군을 저격하는 새로운 차원의 공격 전술을 보여주고 있다'고 평가했다[10].

① 정찰드론 운용, 표적 정보 최신화
⬇
② FPV드론으로 타격(저격수, 박격포, 대전차미사일 역할)
⬇
③ 정찰드론 : 전투피해평가(BDA) / 재타격
⬇
④ FPV · 정찰드론 : 표적 정밀타격 영상 촬영
⬇
⑤ 전투영상 SNS 게재 / 러시아군 심리적 타격 부과

표 2. FPV드론을 이용한 전투수행방법
Table 2. How to conduct combat using FPV drones

3.2. 아브디브카(Avdiivka) 전투

특수작전부대 오메가는 2022년 12월 17일 도네츠크 북부에 위치한 아브디브카 지역에서 접촉신관을 이용한 대전차수류탄(PKG-3)을 FPV드론에 장착하여 러시아군 전차 및 장갑차를 정밀타격하는 영상을 SNS에 공개했다. 당시 우크라이나군 정찰드론이 러시아군 기계화부대가 일렬로 이동하는 상황을 식별하자마자, FPV드론을 활용하여 러시아군 전차의 선두 및 후미를 정밀타격하여 정지시켰다. 곧바로 오메가 부대는 대전차 공격조를 운용하여 다수의 러시아군 전차 및 장갑차를 파괴했다. 이후 러시아군은 추격해오는 FPV드론을 소총과 대전차미사일로 격추하려고 시도했다. 하지만 속도가 빠른 FPV드론은 도주하는 러시아군의 장갑차를 정밀타격했다[11]. 또한, 오메가 부대는 참호 속에 은·엄폐 중인 러시아군을 FPV드론으로 정밀타격했다. 그 결과, 러시아군은 앞서 언급한 물리적 피해 뿐만 이나라 심리적 피해도 가중되었다[12].

3.3. 마린카(Marinka) 전투

79공중강습여단은 2023년 1월 12일 도네츠크 서부에 위치한 마린카 지역에서 러시아군과 치열한 전투 끝에 탈환하여 급편방어를 실시했다. 당시 79공중강습여단은 러시아군의 대규모 공격에 맞서 화력의 열세를 극복하고 원거리 전투를 수행하기 위해 FPV드론에 수류탄 및 85mm PG-7V(RPG-7) 탄두를 장착하여 근접전투를 수행했다. 실례로, 우크라이나군은 러시아군 전차 2대가 대열에서 이탈하여 정지해 있는 것을 정찰드론

으로 식별한 후 FPV드론으로 전차 후미를 1차 타격했다. 이후 전투피해평가 후 재타격하자 전차 내부에 화재가 발생하여 폭발했다.

출처: https://dronexl.co/2023/02/01/ukraine-fpv-drones-rpg-7/
그림 7. RPG-7 탄두를 탑재한 FPV드론
Figure 7. FPV drone with RPG-7 warhead

이와 함께, 우크라이나군은 FPV드론으로 또 다른 전차 상부를 정밀타격하여 격멸했는데, 이를 통해 FPV드론은 SB600과 유사한 대전차 타격능력을 보여주었다[13]. 이를 위해, 우크라이나군은 1kg이상의 대전차 고폭탄, 85mm RPG-7 탄두, 파이프에 C4 플라스틱 폭약을 채워 넣은 파이프 폭탄(Pipe Bomb) 등을 자체 제작하여 FPV드론에 장착하고 있다.

출처: https://t.me/xronikabpla/3238
그림 8. 파이프폭탄(C4 플라스틱 폭약)을 장착한 FPV드론
Figure 8. Pipebomb FPV drone with C4 plastic explosives

이처럼 FPV드론의 전술적 타격능력이 입증되자, 우크라이나군은 저렴하고 민첩한 FPV드론을 전술적으로 확대 운용하려고 예산을 확보하고 있다. 'Hero of Ukrain'에서 최대 운용거리 5km, 탑재중량 1kg, 최대속도 120km/h, 비용 800달러의 FPV 자폭드론을 구매하기 위한 기금을 모금중에 있으며[14], 우크라이나 정보국(GUR) 소속의 크릴라(Kryla) 특수작전부대는 FPV드론 자폭소대를 편성하기 위해 최대 10km 거리에서 운용할 수 있는 FPV드론 1,000대를 도입하기 위한 자금을 모금하고 있다[15].

.

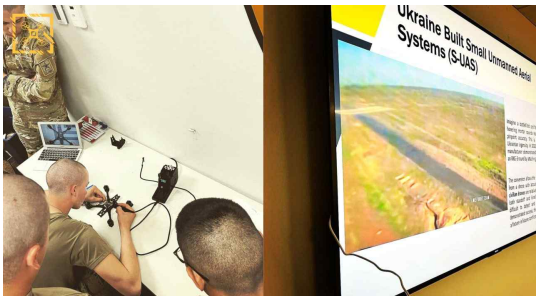
Ⅳ. 시사점

이번 우-러전쟁에서 우크라이나군은 다윗, 러시아군을 골리앗으로 비유되고 있다.[16] 이는 우크라이나군이 선전으로 비롯된 것이다. 전술한 것처럼 FPV드론도 우크라이나군의 선전을 견인하고 있는데, 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, FPV드론은 소부대 전투의 게임체인저로 운용할 수 있는 비대칭 타격자산이다. 우크라이나군이 운용하고 있는 FPV드론은 탑재하는 폭탄의 양에 따라 저격소총, 박격포, 대전차미사일 등의 효과를 발휘할 수 있는 가성비 높은 비대칭 정밀타격자산이다.

출처: https://t.me/china3army/17845?single
그림 9. PLA의 FPV드론을 이용한 전술훈련
Figure 9. Tactical training using FPV drones of the PLA

이와 같은 전술적 이점으로 중국 인민해방군(PLA)도 FPV드론을 운용하기 위한 교육 및 전술훈련을 시행 중에 있다. 특히, 장갑병 공정학원에서는 생도를 대상으로 DJI사 FPV드론 운용 교육과 전술훈련, 레이싱 대회 등을 통해 FPV드론 운용능력을 극대화하고 있다[17]. 또한, PLA는 FPV드론을 도시지역작전에 투입하여 건물 내부를 정찰하고, 필요시 자폭하여 표적을 격멸하는 훈련도 병행하고 있다.



출처: https://t.me/quadro_news/1895
그림 10. FPV드론 제작 및 교육중인 미 육사생도들
Figure 10. U.S. Army cadets making and training FPV drones

이와 더불어, 미 육군에서도 육사생도들을 대상으로 우크라이나군의 FPV드론 운용전술과 우크라이나군이 운용중인 자폭형 FPV드론을 만들기 위해 기체를 제작하고, 프로그래밍하며, 3D프린터로 폭약 키트를 만드는 방법을 교육중에 있다. 이는 미 육군도 FPV드론이 소부대의 전술적 타격자산으로 효과를 확인함은 물론, 전장에서 새롭게 등장한 기술들을 실험하며, 끊임없이 변화하는 전장에서 소부대의 게임체인저를 찾기 위한 다양한 노력을 하고 있음을 알 수 있다[18].

둘째, FPV드론은 전투원의 생존성을 보장하면서 비접촉 전투 수행이 가능한 정밀타격자산이다. 일반적인 FPV드론은 기체가 작고 탑재량(Payload)이 적으며, 통신범위가 1km 이내로 운용거리가 짧아 운용에 한계가 있다. 그러나 이번 전쟁에서 우크라이군은 FPV드론에 1kg 이상의 폭약을 장착하고, 최소 5km에서 운용하며 비접촉 전투를 수행하고 있다.

출처: https://www.team-blacksheep.com/products/prod:xf_nanotx_startset
그림 11. TBS 'Cross Fire' 장거리 외장형 수신기
Figure 11. TBS Crossfire Nano TX Starter Set

또한, FPV드론에 TBS사(社)의 'Cross Fire'와 같은 장거리(Long Range) 외장형 수신기를 장착할 경우 최대 20km까지 운용할 수 있어전술한 FPV드론의 제한사항을 해결할 수 있다. 이와 관련하여, 미국의 한 대학생은 2015년 FPV드론에 권총을 장착하여 사격하는 영상을 SNS에서 공개하기도 했다. 물론, FPV드론은 속도와 기민성이 생명이기 때문에 관련 과학기술이 성숙될 때까지 소화기를 장착하여 운용하는 것은 실제 전술적 상황에서는 제약요소가 따를 수도 있다. 즉, FPV드론은 원거리로부터 적 은거 예상지역으로 투입되어 배회하면서 식별된 적을 신속·정확하게 핀포인팅(Pinpointing)할 수 있는 정밀타격자산인 것이다[19].

출처: https://youtu.be/NS1KFmFw2Dw
그림 12. 에어소프트 권총을 장착한 FPV드론
Figure 12. Airsoft gun mounted on FPV drone

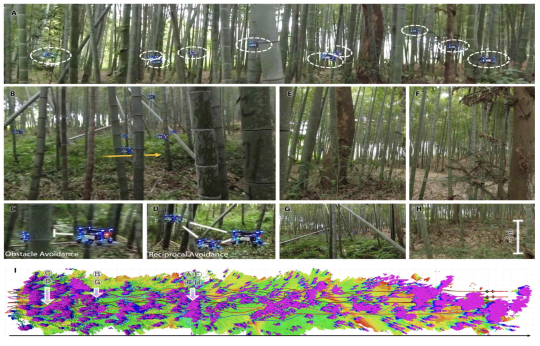
셋째, FPV드론은 도시·지하전투에서 고도의 전투력을 발휘할 수 있다. 일반적인 소형드론은 운용자의 관측이 확보되는 지역에서 주로 운용된다. 반면, FPV드론은 앞서 언급한 것처럼 촬영되는 영상이 전투원이 착용한 고글에 실시간 현시되기 때문에 도시의 건물 내부나 지하시설처럼 차폐된 지역에서도 제한적으로 운용이 가능하다.

출처: https://www.youtube.com/watch?v=NgtA05sYs80
그림 13. 우크라이나군 전투원이 FPV드론을 운용하여 건물 내부에 은엄폐하고 있는 러시아군을 정밀 타격하는 영상
Figure 13. The footage that a Ukrainian FPV drone operator strikes Russian soldiers inside the building

향후, 통신 네트워크 기술이 발전한다면 차폐지역에서도 자유자재로 운용할 수 있는 FPV드론이 등장할 것으로 보인다. 이처럼 FPV드론은 차폐된 도시지역이나 지하에서도 전투원의 생존성을 보존하면서 표적을 식별하자마자 정밀타격하는 'Sensor to Shooter'를 구현할 수 있을 것이다.

V. 결 론

이처럼 FPV드론은 산악·도시·지하전투의 혁신을 견인하는 게임체인저가 될 수 있다. 향후 FPV드론에 AI 기술이 접목되고 군집으로 운용할 경우 임의지역에 대한 수색정찰 뿐만 아니라 식별된 다수의 적을 원거리에서 정밀타격할 수 있을 것이다[20]. 즉, FPV드론은 낮은 비용으로 가성비가 높은 정밀타격자산으로 운용할 수 있을 것이다.



출처: https://techxplore.com
그림 14. 군집드론을 이용한 수풀지역 수색 및 매핑
Figure 14. Forest area search and mapping using swarm drones

또한, FPV드론은 기체가 작아서 드론자격증이 없이도 쉽게 조종할 수 있어 인력양성이 쉽다. FPV드론은 마니아층이 형성되어 있어 군 내에도 붐 조성이 쉽다. 무엇보다도, 소음이 작고 은밀한 임무수행이 가능하다. 이로 인해, 소부대는 물론, 특수작전부대에도 유용하다. 미 육군과 PLA가 FPV드론 관련 교육 프로그램일 진행하고 있는 이유가 여기에 있다.

이와 같은 FPV드론의 장점은 한반도의 전장환경에서도 적용될 수 있을 것이다. 특히, 대량살상무기 대부분을 지하화한 북한의 상황을 고려했을 때 앞서 언급한 것처럼 인공지능 기술 기반의 군집형 FPV드론은 북한의 비대칭성을 상쇄할 수 있는 게임체인저가 될 수 있을 것이다.

출처: https://www.mirror.co.uk
그림 14. 대량살상무기로 운용되는 군집드론
Figure 14. Swarm drones used as WMD

이에 따라, 우리 군도 FPV드론의 군사적 활용성을 평가한 후 한반도 작전환경에 걸맞은 싸우는 방법을 구체화하고, 관련 기술을 최적화할 필요가 있다. 이런 노력이 축적된다면 우리 군은 생존성과 치명성은 동시에 강화할 수 있는 게임체인저를 확보할 수 있을 것이다. 본 연구는 이를 위한 마중물일 뿐이다. 앞으로 다양한 후속연구를 통해 본 연구의 부족한 부분이 채워져야 할 것이다.

References

[1] https://www.washingtonpost.com/world/2022/12/02/drones-russia-ukraine-air-war/
[2] Army TRADOC, "Ukraine-Russia War Drone Combat Cases and Development Direction of Drone bot Combat System".
[3] https://dronedj.com/2022/08/03/ukraine-fpv-drone/
[4] http://www.danbinews.com/news/articleView.html?idxno=12421
[5] https://observers.france24.com/en/europe/20220808-ukraine-russia-modified-commercial-drones-battlefield-donations-weapons
[6] https://www.lockheedmartin.com/en-us/news/events/ai-innovation-challenge.html
[7] https://blog.naver.com/tech-plus/221733779830
[8] http://robotnews.tistory.com/8383

[9] https://engineerine.com/ukraine-is-building-diy-drones/
[10] https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2022/08/01/ukraine-racing-drone-converted-into-loitering-munition-makes-precision-strike-through-doorway/?sh=4ea2ed406157
[11] https://www.forbes.com/sites/sebastienroblin/2022/12/29/ukrainian-commandos-decimate-russian-mechanized-force-using-racing-hobby-drones/?sh=2582939546d5
[12] https://newsis.com/view/?id=NISX20221228_0002139353&cID=10101&pID=10100
[13] https://www.stopcor.org/section-uanews/news-marunovi-bereti-pokazali-urazhennya-bronetehniki-rf-na-donechchini-bez-shansiv-dlya-vorozhih-tankistiv-video-13-01-2023.html
[14] https://heroesukraine.org/en/serial-production-fpv-drones/
[15] https://gur.gov.ua/content/spetspidrozdil-kryla-zapuskaie-proekt-stvorennia-flotylii-fpv-droniv.html
[16] https://www.joongang.co.kr/article/25138201
[17] https://t.me/quadro_news/1742
[18] https://t.me/quadro_news/1895
[19] https://www.sciencealert.com/nightmarish-video-of-gun-firing-drone-to-be-investigated-by-us-aviation-authorities
[20] https://www.mirror.co.uk/news/uk-news/how-slaughterbots-could-become-terrifying-12041155