

『유·무인복합전투수행방안』 발전을 위한 현실적 제언(드론 운용)

Practical suggestions for development of 『manned & unmanned complex combat performance plan』 (drone operation)

김 철 중^{1*} 김 보 람² 김 민 연³ 임 재 석⁴
Cheol-jung Kim Bo-Ram, Kim Min-Youn Kim Jae-Seok Lim

요 약

drone의 활용은 산업, 레저, 인명구조, 전쟁 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 군에서도 drone을 활용한 다양한 연구가 병행되고 있으며, 특히 육군 Army TIGER체계에 전력화 되는 다양한 무인체를 활용한 『유·무인복합전투수행방안』에서의 drone 활용은 전투병력의 피해를 최소화하면서 적에게는 최대피해를 발생 가능하게 하는 육군의 미래 전투수행 모습을 실현 가능하게 하는 최대 수단이 될 것으로 판단된다. 하지만 다양한 체계의 전력화가 진행되면서 각각의 체계를 활용한 전투수행방안은 발전 중이나 무인체의 조종자 입장에서의 제한사항을 식별, 해소하기 위한 연구가 부족하여 이를 발전시키기 위해 우크라이나군의 FPV drone 전투 사례를 기반으로 FPV 도입을 통한 원근감 제한사항 극복, 군 drone 전용 주파수 확보에 대해 drone 조종자 입장에서 제언을 하고자 한다.

☞ 주제어 : Army TIGER, drone, FPV, 주파수, 원근감

ABSTRACT

drones are used in a variety of fields, including business, leisure, lifesaving, and war. Various research using drones is being conducted in the military. In particular, the use of drones in 『Manned-Unmanned Complex combat performance plan』, powered by various unmanned vehicles deployed in the Army TIGER system, is expected to be a major factor realizing the Army's future combat performance that minimizes damage to ally combat troops while causing maximum damage to the enemy. As the deployment of various systems progresses, combat performance methods utilizing each system are evolving, but there is a lack of research to identify and resolve limitations in the perspective of unmanned vehicle operators. Based on the Ukrainian military's FPV drone combat case, we would like to make suggestions from the operator's perspective on overcoming perspective limitations through the introduction of FPV and the designation of military drone frequency.

☞ keyword : Army TIGER, drone, FPV, frequency, Perspective

1. 서 론

최근 drone을 활용한 산업, 레저, 인명구조, 전쟁 등 모든 분야에서 drone이 활용되는 것을 쉽게 확인할 수 있다.[1] 우크라이나 - 러시아 전쟁간 우크라이나군의 FPV (First Person View) drone을 활용한 공격사례는 drone의 활용에 제한이 없음을 증명하였다고 이야기 할 수 있다.[2]

육군에서도 Army TIGER체계의 전력화를 진행하면서 다양한 무인체를 군에 도입하고 있으며, 그 중에는 drone도 포함되어 있는 것을 확인할 수 있다.[3] 이 drone은 주둔지 경계, 정찰, 타격, 자폭 등 다양한 전투수행방안에

전투병력을 최소화하고 적의 피해를 최대화하기 위한 방안으로 포함되어 있다.[3]

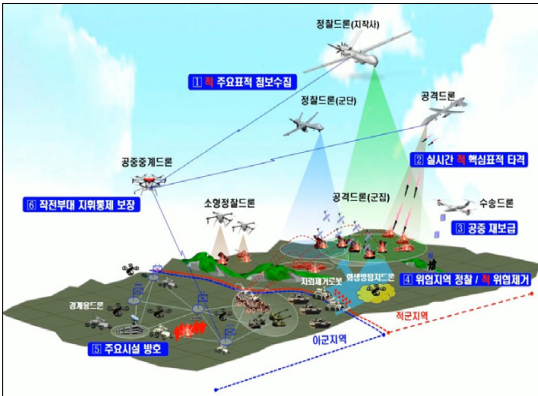
군은 전략적, 작전적 수준의 감시, 정찰, 타격, 심리전, 전자전 등 유사시 적 무인기, 핵·대량살상무기 등 다양한 비대칭 위협에 대한 억제와 방어, 공격 작전을 수행 할 드론작전사령부를 창설하였으며, 무인기를 활용한 다양한 조치방안을 논의 중에 있다.[4] 다양한 분야에 drone을 접목시키고 있어 미래 군 전투수행 방안에서 drone은 중요한 역할을 하게 될 것으로 판단된다.

본 논문에서는 현재 육군에서 발전시키고 있는 유·무인복합전투수행방안을 현실화하기 위해 우크라이나 - 러시아 전쟁간 우크라이나군의 FPV drone 전투 사례를 기반으로 연구하였으며, 현재 육군의 팀 단위까지 전력화되는 멀티콥터형 drone에 대해 drone 조종자 측면에서의 제한사항을 제시하고 이를 극복하기 위한 제언을 하고자 한다.

¹ Department of Cyber protection, ROKA Signal school, Daejeon, 34066, Republic of Korea

* Corresponding author(army_ict_cyber@army.mil.kr)

[Received 4 October 2023, Reviewed 24 October 2023(R2 4 December 2023), Accepted 6 December 2023]



(그림 1) 미래 지상군 드론봇 전투체계 개념도(5)
(Figure 1) Conceptual diagram of future ground force dronebot combat system(5)

(표 1) drone 형상(예)(6)
(Table 1) drone shape(ex.)(6)



2. 무인항공기의 정의

무인항공기(無人航空機, unmanned aerial vehicle, UAV) 또는 무인기, 통칭 드론(drone)은 실제 조종사가 직접 탑승하지 않고, 지상에서 사전 프로그램된 경로에 따라 자동 또는 반자동으로 비행하는 비행체, 탑재 임무장비, 지상 통제장비, 통신장비, 지원장비 및 운용인력의 전체 시스템을 통칭한다.[7,8,9]

(표 2) drone 용어(7,8,9)
(Table 2) drone terminology(7,8,9)

무인항공기 시스템(drone, UAV system, UAS) : 조종사가 비행체제 직접 탑승하지 않고 지상에서 원격조종, 사전프로그램된 경로에 따라 자동 또는 반자동 형식으로 자율비행하거나 인공지능을 탑재하여 자체 환경판단에 따라 임무를 수행하는 비행체와 지상 통제장비 및 통신장비, 지원장비 등의 전체 시스템을 통칭
드론(drone)(1970년대 이전) : 초기에 이륙 또는 발사 시킨 후 사전 입력된 프로그램에 따라 정찰 지역까지 비행한 후 복귀된 비행체에서 촬영된 필름 등을 회수하는 방식의 무인비행체, 최근에 무인항공기를 통칭하는 용어
RPV(Remote Piloted Vehicle)(1980년대) : 지상에서 무선 통신으로 원격조종 비행하는 무인비행체
UAV(Unmanned/Uninhabited/Unhumanized Aerial Vehicle System)(1990년대) : 내·외부 조종사, 탑재장비 운용관이 동시 편성되어, 실시간 비행체 및 임무지역 상황을 지상통제소에서 원격 모니터링하여 운영하는 무인항공기 시스템
UAS(Unmanned Aircraft System)(2000년대) : 무인항공기가 일정하게 한정된 공역에서의 비행뿐만 아니라 민간 공역에 진입하게 됨에 따라, Vehicle이 아닌 Aircraft로서의 안전성과 신뢰성을 확보해야 하는 항공기임을 강조하는 용어
RPV(Remote Piloted Air/Aerial Vehicle) : 2011년 이후 유럽을 중심으로 새로 쓰이기 시작한 용어
RPAS : 국제민간항공기구(ICAO)에서 공식용어로 채택하여 사용하고 있는 용어, 비행체만을 칭할때는 RPA라 하고, 통제시스템을 칭할때는 RPS라고 한다.

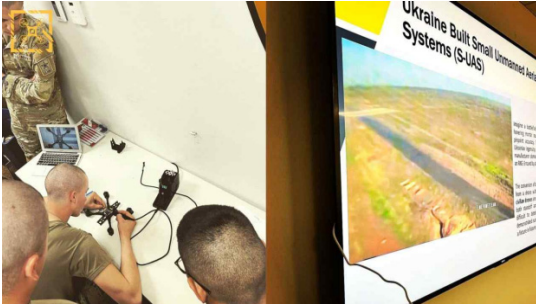
3. 우크라이나군 FPV drone 전투사례

drone을 군 전술에 적용하기 위해 중국 인민해방군(PLA)과 미 육군사관학교에서는 drone 제작 및 drone을 이용한 전술훈련을 진행하는 것을 확인 할 수 있다. 특히 PLA는 장갑병 공정학원에서 생도를 대상으로 DJI사 FPV drone운용 교육과 전술훈련, 레이싱 대회 등을 통해 운용능력을 극대화하고 있다.[10]



(그림 2) PLA의 FPV drone을 이용한 전술훈련(11)
(Figure 2) Tactical training using FPV drones of the PLA(11)

미 육군에서는 육사생도들을 대상으로 우크라이나군의 FPV drone 운용전술과 우크라이나군이 운용중인 자폭형 FPV drone을 만들기 위해 기체를 제작하고, 프로그래밍하며, 3D 프린터로 폭약키트를 만드는 방법을 교육중에 있다.[12]



(그림 3) FPV drone 제작 및 교육중인 미 육사생도들(13)
(Figure 3) U.S. Army cadets making and training FPV drones(13)

본 논문에서는 실 전장에서 전투성과를 달성한 우크라이나군의 FPV drone 전투사례를 통해 우리 육군에 전력화 예정인 drone에 FPV의 적용 가능여부를 판단하였다.

3.1 하르키우(Kharkiv) 전투

2022년 7월 30일 하르키우 지역에 산재한 건물 속에는·엄폐한 러시아군과 근접전투를 수행한 전투원들의 생존성을 보장하기 위해 비접촉 전투를 수행하였다. 건물과 건물 사이를 오가면서 방어를 실시하는 러시아 군에 대한 실시간 표적 획득이 제한되는 상황에서 폭탄이 장착된 FPV drone을 운용하여 상황을 반전시켰다.



(그림 4) 우크라이나군의 FPV drones(14)
(Figure 4) Ukraine's FPV drones(14)

3.2 아브디브카(Avdiivka) 전투

2022년 12월 17일 우크라이나군 정찰 drone이 러시아군 기계화부대가 일렬로 이동하는 상황을 식별 후 FPV drone을 활용하여 러시아군 전차의 선두 및 후미를 정밀 타격하여 정지시켰다. 이때 우크라이나군은 접촉신관을 이용한 대전차수류탄(PKG-3)을 FPV drone에 장착하여 러시아군 전차 및 장갑차를 정밀타격하였다.

3.3 마린카(Marinka) 전투

2023년 1월 12일 러시아군의 대규모 공격에 맞서 화력의 열세를 극복하고 원거리 전투를 수행하기 위해 FPV drone에 수류탄 및 85mm RPG-7 탄두를 장착하여 근접전투를 수행, 대열을 이탈하여 정지해 있는 전차를 타격한 결과 전차 내부에 화재가 발생, 폭발했다.



(그림 5) RPG-7탄두를 탑재한 FPV drone(15)
(Figure 5) FPV drone with RPG-7 warhead(15)

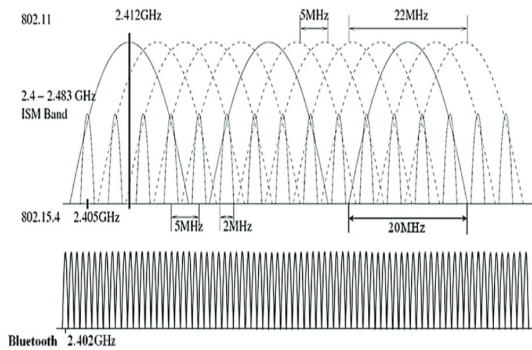
4. drone 조작성간 제한사항

3장에서 확인된 우크라이나군의 FPV전투사례를 통해 다른 국가의 군에서도 drone을 전술상황에 적용하기 위해 노력하고 있으며, 실 전투사례에서도 탁월한 효과를 발생시키는 것을 확인 할 수 있다. 4장에서는 현재 육군에서 전력화 중인 drone과 유·무인복합전투수행방안이 실 전투에서 활용 가능한 방안으로 발전되기 위해 개선되어야 할 제한사항을 drone의 성능 분야가 아닌 조종자 입장에서 작성하였다.

상용 drone을 사용시 공개된 주파수에 의한 재밍으로 발생하는 조종자의 위치 노출, drone 탈취와 지형 및 원근감을 미 고려한 전투수행방안 수립에 따른 문제점을 서술한다.

4.1 공개된 주파수에 의한 제한사항

현재 민간에서 제작되어 판매되고 있는 drone은 대부분 1.5Ghz, 2.4Ghz, 5.4Ghz, 5.8Ghz 주파수를 주로 사용하고 있어 drone에 대한 제밍공격을 위한 주파수 스캔이 별도로 필요없다. 또한 drone에서 사용중인 주파수는 블루투스, 와이파이에서 사용하는 주파수와 동일한 대역으로 도심지역 작전간 개인 휴대용 상용 정보통신 장비에 의해서도 주파수 간섭이 발생 가능하다. [16]



(그림 6) 주파수 대역별 사용 용도(WiFi, BT)(17)
(Figure 6) Purpose of use by frequency band(WiFi, BT)(17)

산악, 적 지역에서 작전시에는 상용 정보통신 장비에 의한 주파수 간섭은 최소화 될 것으로 판단되나 drone의 기능을 상실시키기 위한 제밍장비의 제작은 매우 간소화 될 것으로 판단된다.

(표 3) 주파수 대역별 사용 용도(drone)
(Table 3) Purpose of use by frequency band(drone)

1.5Ghz	2.4Ghz	5.4Ghz	5.8Ghz
GPS 수신	조작 및 영상 신호 송 수신		

아래 그림은 자체 제작한 drone 제머로서 유효 범위는 15m이내이나 민간 쇼핑몰에서 구매가 가능한 제품을 조합하여 GPS, drone 조작 및 영상신호 송수신 기능을 무력화하는 것이 가능하였다.

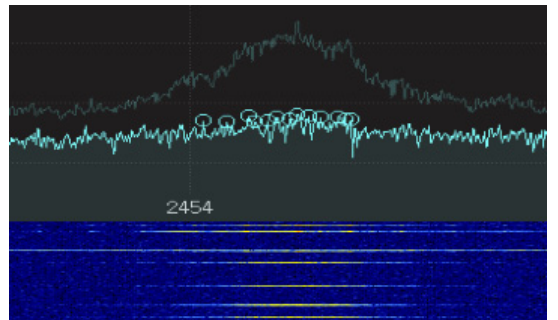


(그림 7) 자체제작 drone 제머
(Figure 7) Self-made drone jammer



(그림 8) 자체제작 drone 제머 개념도
(Figure 8) Self-made drone jammer concept diagram

민간에서 판매되는 제품을 통해 손쉽게 drone 제머의 제작이 가능한 이유는 상용 drone에서는 GCS와 통신을 위해 사용되는 주파수 대역을 분할하여 일정 방식으로 조작신호를 송·수신하고 있기 때문이다. 자체 제작한 drone 제머는 drone에서 송·수신하는 주파수 대역에 대역 제밍을 실시하여 제조사별 상이한 송·수신 방식과 무관하게 제밍이 가능한 것이다.



(그림 9) drone 조작간 송·수신 신호
(Figure 9) Transmission and reception signals during drone operation



(그림 10) drone 재밍 2.4Ghz 모듈 테스트 화면
(Figure 10) drone jamming 2.4Ghz module test screen



(그림 11) drone 재밍 5.8Ghz 모듈 테스트 화면
(Figure 11) drone jamming 5.8Ghz module test screen

육군에 전력화 중인 drone의 제품 및 조종을 위한 송·수신 방식은 군사보안 문제로 확인이 제한되거나 전력화시 상용 주파수 대역을 동일하게 사용한다면 drone을 보호하기 위한 송·수신 주파수에 대한 암호화 및 도약방식 적용은 drone 보호를 위한 수단으로 적합하지 못하다.

공개된 주파수에 의한 제한사항은 법적인 문제로 해소 불가능한 것으로 판단 될 수 있으나 본 논문에서 서술하고자 하는 부분은 Fail-Safe 기능에 의한 조종자 위치 노출로 발생 가능한 아군 인명피해, 기능상실로 인해 추락된 drone의 탈취로 발생하는 장비 정보유출, drone 조종자의 활용제한 등이 예상되어 이를 극복하기 위한 대책이 필요하다는 것이다. 상용 drone의 도입시 빠른 전력화가 가능하겠지만 위 제한사항을 극복하기 위해 군 전용 주파수를 사용하는 장비의 제작 및 도입을 고려해야 할 것이다.

(표 4) drone 제품별 사용 주파수(16)

(Table 4) Frequency of use by drone product(16)

제품명	사용 주파수	
S*****	기체	· 2404.056 · ~2479.095(송/수신)
	조종기	· 2404.056 · ~2479.095(송/수신)
C***** *	기체	· 2413~2473(수신)
	조종기	· 2413~2473(송신)
P***** **	기체	· 2400~2483.5 · 5725~5850
	조종기	· 2400~2483.5 · 5725~5850
M***** *	기체	· 2400~2483.5 · 5725~5850
	조종기	· 2400~2483.5 · 5725~5850 · 5150~5250
S***	기체	· (WiFi) 2412~2472 · (5 Mhz 모드)2412~2462 · (5 Mhz 모드)5745~5825
	조종기	· (WiFi) 2412~2472 · (5 Mhz 모드)2412~2462 · (5 Mhz 모드)5745~5825
T****	기체	· 2400~2483.5
	조종기	-
A****	기체	· 2412~2462 · 5180~5220 · 5745~5825
	조종기	· 2412~2462 · 5180~5220 · 5745~5825
B***** **	기체	· 2412~2472 · 5180~5220 · 5745~5805
	조종기	· 2412~2472
M****	기체	· 2408~2480
	조종기	· 2402~2480
W***	기체	· 2412~2472 · 5180~5240(영상전송)
	조종기	· 2420~2465
Z*	기체	· 2412~2472
	조종기	· 2410~2474

4.2 지형 및 원근감을 미고려한 전투수행방법에 따른 제한사항

현재 육군에서 발전시키고 있는 유·무인복합전투수행방안은 전력화 장비에 대한 효율적 운용 및 전투피해 최소화를 위해 다양한 분야에 적용을 고려하고 있으나 도상으로 전투수행방안을 판단하여 실질적인 drone의 운용간 제한사항이 발생할 것으로 판단된다.

4.2.1 지형을 미고려한 제한사항

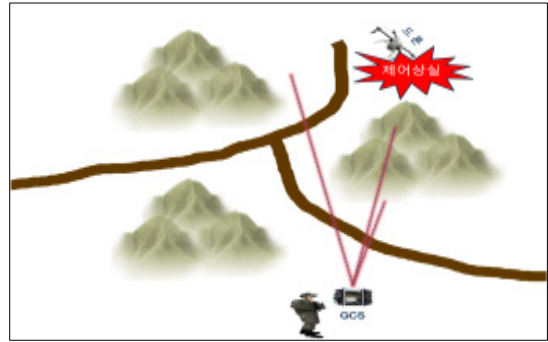
현재 육군에서 발전중인 유·무인복합전투수행방안은 모든 전장에서 drone의 사용이 가능한 것으로 판단하고 있다. 전 정장에서 drone의 사용이 가능하다고 판단하는 이유는 지형을 미고려 하였기 때문이다. 이는 전 영역에서 drone의 사용이 가능한 것으로 인식하게 되어 실 작전간 추가 소요가 발생 가능하다.

drone 조종자의 이동(drone과 가시선 확보), 경계 작전을 위한 추가 부대편성의 소요가 발생 할 수 있으며 또한 drone의 무리한 운용으로 drone의 추락, 유실 및 탈취 확률도 높아지며, 공격 및 자폭 drone의 탈취는 아군의 무기체계에 의해 아군 피해가 발생하는 상황이 발생 가능하다.



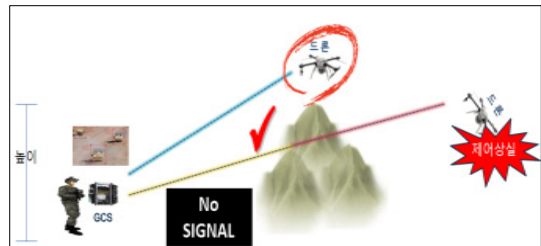
(그림 12) 도상으로 판단된 유·무인복합전투수행방안(예)
(Figure 12) Manned & unmanned complex combat execution

본 논문에서 이야기하고자 하는 지형의 미고려는 아래의 그림과 같이 산악지역에서 지형의 높이로 인해 발생하는 조작능력 상실이 도상판단에서는 미반영되었다는 것이다. 상용 drone의 원거리 조작거리는 제원상 1Km ~ 3Km를 초과하나 가시선이 미확보된 상태에서는 수 m 앞에서도 조작할 수 없다.



(그림 13) drone 조작능력 상실 #1
(Figure 13) Loss of ability to operation drone #1

위 그림을 측면에서 확인해 보면 아래의 그림과 같은 모습이 되며, 조종자와 drone간 가시선이 미확보되어 drone의 조작이 제한되는 것을 확인할 수 있다. 대부분이 산악지역으로 이루어진 작전지역을 고려시 drone의 제원을 최대한 활용하는 것은 제한된다. 이는 drone의 조작을 위해 조종자가 가시선이 확보된 지역으로 이동하는 소요가 다수 발생하게 되고 경계부대 편성 및 조종자의 인명피해가 예상된다.



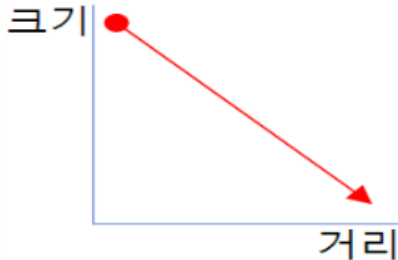
(그림 14) drone 조작능력 상실 #2
(Figure 14) Loss of ability to operation drone #2

위의 내용과 같이 유·무인복합전투수행방안 연구간 drone과 조종자간의 가시선을 확보한 상태에서 전투수행방안이 연구되어야 하며, drone의 제원을 100% 사용 가능하다는 인식을 지워야 할 것이다.

4.2.2 원근감을 미고려한 제한사항

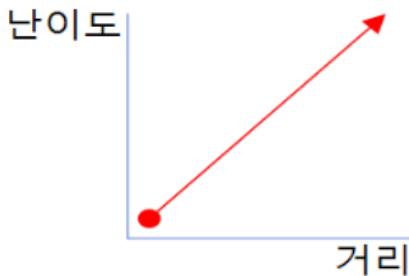
원근감을 미고려한 제한사항은 가시선과는 상이한 개념으로 가시선이 확보된 상태에서 drone을 조작하는 조종자의 제한사항이다. 가시선이 3Km가 확보된 상황에서 drone을 조작한다고 가정하였을 때 조종자의 시력이

3Km 밖의 drone을 조작할 수 있는지가 이 주제의 관건이 될 것이다.



(그림 15) 이격거리에 따른 drone 크기 변화
(Figure 15) drone size change according to distance

위 그림과 같이 drone과 조종자간의 거리가 이격될 때마다 조종자가 느끼는 drone의 크기는 점점 작아진다. drone의 크기가 작아지게 되면 미세조작이 제한 될 뿐 아니라 적을 식별하고 타격하기 위한 조작도 힘들어진다.



(그림 16) 이격거리에 따른 drone 조작 난이도
(Figure 16) Difficulty of operation according to distance

미세조작이 제한되는 상황에서 drone이 유실, 추락하게 되면 장비를 적에게 탈취되어 아군의 피해가 발생 할 수 있다. 본 논문에서는 단순히 거리에 의해 작아지는 drone의 크기, 조작 난이도의 상승 외 추가로 조종자 측면의 제한사항을 한 가지 더 서술한다.

drone의 원근감을 고려시 주변 환경에 의해 발생하는 원근감의 방해요소도 고려가 필요하다. 원근감의 방해요소는 대부분 drone을 조작하게되는 주변 풍경이다. drone과 조종자간 주변 환경의 영향이 없는 경우 drone의 조작 난이도는 낮아지며, 특별한 제한사항이 없을 것이다.

그러나 drone을 이용한 작전 환경을 판단 시 도심, 산악지역을 예상할 수 있다. 군 작전간 도심지역, 산악지역

등 외부적 방해요소가 없을 것으로 판단할 수 있으나 조종자 시력에 의존하거나 또는 GCS의 소형 모니터에 의존하여 조작할 수밖에 없다. 이때 도심, 산악지역은 조종자의 원근감에 방해요소로 발생하게 된다.

아래의 그림은 한국과 우크라이나의 지형을 비교한 것으로 기후와 환경은 상이하나 지형에서 발생하는 제한사항은 유사하다.

(표 5) 원근감 방해요소(도심, 산악)

(Table 5) Perspective obstructions(City, mountain)

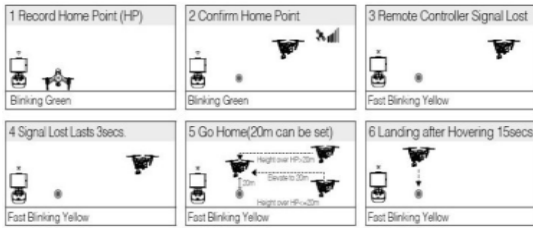
한 국	
도심	산악
우크라이나	
도심	산악

주변의 환경은 기상에 의해서도 다양하게 변화하기에 위 그림과 같이 도심, 산악에서 이격된 거리의 drone 조작이 제한 될 수 있음을 유·무인복합전투수행방안 발전간 고려요소로 반영해야 할 것이다.

5. 방 안

육군 Army TIGER 유·무인복합전투수행방안 발전을 위한 현실적 제언은 FPV를 활용한 원근감 제한사항 극복, drone 전용 군 주파수 확보로 구분하여 서술한다.

본 논문에서 서술하는 내용은 새로운 체계나 기술을 적용한 획기적인 개선사항을 제안하는 것은 아니나 현 운용중이거나 전력화 예정인 drone에서 식별 가능한 문제



(그림 20) drone Fail-Safe 동작원리(21)
(Figure 20) Operating principle of drone Fail-safe(21)

Fail-Safe 기능은 drone이 GCS와 연결해제 또는 주파수 간섭에 의해 정상적인 조종이 제한되는 경우 이륙시 저장된 위치로 복귀하는 기능으로 Fail-Safe 기능[20]에 의해 아군의 위치가 노출될 수 있다.

drone 전용 주파수 확보는 drone의 생존성을 향상시키고 재밍공격시 발생하게되는 유실 및 추락, 탈취, 위치 노출에 의한 피해방지가 가능할 것으로 판단된다.

6. 결 론

민·관·군 모든 분야에서 신기술을 개발 및 실험하고 끊임없는 변화를 추구하고 있으며, 군 역시 신 기술을 도입하고 지속적으로 변화하는 전장에서 승리를 위한 게임 체인저를 찾기위해 꾸준히 노력중이다.

육군이 전력화중인 Army TIGER에는 로봇, drone, 무인 차량, 인공지능 등 다양한 체계가 전력화 진행 중이며, 전력화되는 체계들은 육군의 미래 전투수행 모습을 변화시키는 혁신적인 역할을 할 것이 분명 할 것이다. 그 중 drone의 경우 산악, 도심지역 등 다양한 전술상황에 적용이 가능하여 미래 전장에서의 핵심적인 게임 체인저가 될 것이다.



(그림 21) 드론봇전투체계 운용개념도(22)
(Figure 21) Conceptual diagram of dronebot combat system(22)

drone이 육군 미래 전장의 핵심요소로 자리잡고 즉각 활용 가능한 체계가 되길 바라며, FPV의 도입과 군 drone 전용 주파수 확보에 대한 방안을 제시하였다. 제시한 방안에 대한 추가적인 연구와 실험이 필요하지만 전력화 체계 도입시 제한사항이 극복되어 Army TIGER 체계 전력화 이후 높은 효율성과 활용성을 기대한다.

참고문헌(Reference)

- [1] KS W 9000 UAS(Unmanned Aircraft System) – Part 1 : Classification and Definition
<https://oshri.ks.or.kr/search/stddetail.do?itemNo=K001010133836>
- [2] Kang-II Seo, Sang-Keun Cho, Sang-Hyuk Park, “A Case Study on FPV drone Combats of the Ukrainian Forces”, The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT) Vol. 9, No. 3, pp.263-270, May 31, 2023.
<https://www.earticle.net/Article/A430589>
- [3] 육군본부, Army TIGER 종합발전 실행계획
- [4] YTN, “드론작전사령부 창설... 北 무인기 도발시 압도적인 대응” 2023.9.2.
https://www.ytn.co.kr/_ln/0101_202309011911165514
- [5] 한국군사과학기술학회, 탄약투발형 소형 드론 시스템의 필요성 및 발전방향, 2018 추계 학술대회
<https://blog.naver.com/jhst3103/221410101046>
- [6] 파이낸셜뉴스, “드론작전사령부 입법예고 감사·타격·전자기전까지... 전력 구축”, 23.4.26
<https://www.fnnews.com/news/202304261451566133>
- [7] ISO, 21384 Unmanned aircraft systems part4: Terms and definitions <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:21384:-4:dis:ed-1:v:1:en>
- [8] 3GPP, TR 21.905 Vocabulary for 3GPP Specifications Abbreviations
<https://www.tech-invite.com/3m21/tinv-3gpp-21-905.html>
- [9] ICAO, Annex2 Rules of the air chapter1 Definitions http://khk.kamunet.net/docs/sinav_konulari/sivil_havacilik.pdf
- [10] https://t.me/quadro_news/1742
- [11] <https://t.me/china3army/17845?single>
- [12] https://t.me/quadro_news/1895
- [13] https://t.me/quadro_news/1895
- [14] <https://observers.france24.com>
- [15] <https://dronex1.co/2023/02/01/ukraine-fpv-drones-rpg-7/>

[16] 국립전파연구원, “저고도 소형드론 식별·주파수 무선설비 기술기준 선행 연구”
https://www.rra.go.kr/ko/reference/researchList_view.do?bd_seq=1168&cpage=4&bd_type=&searchCon=&searchTxt=&sortOrder=

[17] Sangsoon Lim, Sanghyun Seo, “Towards Interference-Aware ZigBee Transmissions in Heterogeneous Wireless Networks”, Computers, Materials & Continua, <https://doi.org/10.32604/cmc.2020.013430>

[18] <https://www.redd.tube/video/c9f85afa1877c217322c82abc283a7c49251c54f>

[19] <https://www.hellot.net/mobile/article.html?no=63770>

[20] Hyung-Su Kim, Young-Hwan Han, “Implementation of Fail-Safe During drone’s Flight”, Journal of KIIT. Vol. 15, No. 2, pp. 33~40, 2017
<https://doi.org/10.14801/jkiit.2017.15.2.33>

[21] <https://phantompilots.com/threads/return-home-rth.63199/>

[22] http://journal.kidet.or.kr/download/view_fig

❶ 저 자 소 개 ❶



김 철 중(Cheol-jung KIM)

2004년 관동대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2008년~2009년 국군 간호사관학교 교양학과 전산학교수
2015년 아주대학교 정보통신대학원 정보보호/C4I학과(공학석사)
2022년~현재 교육사령부 육군정보통신학교 사이버/C4I학처 운영체제보안교관
관심분야 : 시스템보안, drone
E-mail : lfordeath9484@gmail.com



김 보 램(Bo-Ram KIM)

2014년 숙명여자대학교 ROTC 52기 임관
2018년~2019년 육군 사이버작전센터 사이버교육훈련평가장교
2019년~2020년 육군 사이버작전센터 사이버정보분석장교
2020년~현재 연세대학교 정보대학원 재학 중
2022년~현재 교육사령부 육군정보통신학교 사이버/C4I학처 사이버방호체계교관
관심분야 : 네트워크보안, drone
E-mail : whitekristal@naver.com



김 민 연(Min-yeon KIM)

1995년 육군 3사관학교 32기 임관
2012년 아주대학교 정보보호(공학석사)
2006년~현재 교육사령부 육군정보통신학교 사이버/C4I학처 시스템취약점분석교관
관심분야 : 취약점 분석, 시스템보안, drone
E-mail : sleep381@gmail.com



임 재 석(Jae-seok LIM)

2005년 한국교통대학교 전자통신공학과(공학사)
2023년 아주대학교 정보통신대학원 사이버보안/C4I학과(공학석사)
2020년~현재 교육사령부 육군정보통신학교 사이버/C4I학처 시스템관리담당/교관
관심분야 : 네트워크보안, drone
E-mail : js486pp@army.mil.kr