

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.2.327>

JCCT 2023-3-41

소형드론 위협 사례와 대드론체계 발전방향

A Case Study on the Threat of Small Drone and the Development of Counter-Drone System

서강일*, 김기원**, 김종훈***, 조상근****, 박상혁*****

Kang-Il Seo*, **Ki-Won Kim****, **Jong-Hoon Kim*****,
Sang-Keun Cho****, **Sang-Hyuk Park*******

요약 2022년 12월 26일 북한의 드론 도발은 8년 만에 재개되었다. 이번 위협은 수도권은 물론 대통령실 경호를 위한 비행금지구역까지 해당되었으며, 이에 대한 우리 군의 대응이 적절하지 못해 큰 논란이 되고 있다. 이러한 가운데 국내에서는 소형드론의 비행 금지 및 제한구역의 불법 침입에 따른 문제점이 집중하고 있으며 해외에서는 테러 공격에 활용되는 등 그 위협이 실체화되고 있다. 본 고에서는 이러한 드론의 위협에 대해 '대드론(Counter-Drone)' 개념과 이와 관련된 기술을 고찰하고 국내 및 해외의 소형드론 위협 사례를 통해 함의를 도출, 대드론체계의 발전방향을 제시하였다. 북한의 드론위협은 더욱 다종화, 다량화, 고도화되어 보다 대담한 공격 및 도발로 이루어질 것으로 보인다. 따라서 우리 군은 통합관제체계 및 대드론체계의 조기 전력화, 소형드론의 위협에 대응한 합동 및 제병협동 차원의 대응, 한·미 대드론 연합작전 수행능력 등을 추진해 나아가야 할 것이다.

주요어 : 소형 드론, 대드론, 안티드론, 북한 드론, 드론 위협

Abstract On December 26, 2022, North Korea's drone provocation resumed for the first time in eight years. The threat covered not only the Seoul metropolitan area but also the no-fly zone for the presidential office's security, and the South Korean military's response to it is not appropriate, which is a major controversy. In the midst of this, problems caused by the prohibition of small drones' flight and illegal intrusion into restricted areas are increasing in Korea, and the threat is becoming a reality, such as being used for terrorist attacks abroad. In this paper, the concept of "Counter-Drone" and related technologies were considered for these drone threats, and implications were derived through domestic and overseas small drone threats, and the direction of development of the Counter-Drone system was presented. North Korea's drone threat is expected to be more diversified, massified, and advanced, resulting in bolder attacks and provocations. Therefore, the South Korean military should push for early powering of the integrated control system and the counter drone system, joint and military cooperation in response to the threat of small drones, and the ability to carry out joint operations between South Korea and the U.S.

Key words : Small-Drone, Counter-Drone. Anti-Drone, North Korean drones, Drone threat

*정회원, 육본 정책실 드론봇전투체계발전장교 (제1저자)

**정회원, 대경대학교 군사학과 교수 (참여저자)

***정회원, 육군 30기갑여단 참모장교 (참여저자)

****정회원, 육군대학 전략학처 전략학 교관 (참여저자)

*****정회원, 우석대학교 군사학과 조교수 (교신저자)

접수일: 2023년 2월 9일, 수정완료일: 2023년 3월 2일

게재확정일: 2023년 3월 10일

Received: February 9, 2023 / Revised: March 2, 2023

Accepted: March 10, 2023

*****Corresponding Author: plbas@hanmail.net

Dept. of Military Science, Woosuk Univ, Korea

I. 서론

지난, 2014년 3월 두 대의 북한발 소형드론(무인기, 이하 드론)이 각각 과주시와 백령도에 추락하여 발견된 후, 4월 강원도 삼척에서도 추가로 발견된 사건이 있었다. 이후, 8년 뒤 2022년 12월 26일 북한 드론 5대는 우리 영공을 침투하여 약 7시간 동안 서울·강화·과주시 일대를 비행하였으며 우리 군은 북한 드론 5대를 격추하지 못해 국민의 우려는 높아지고 있는 상황이다[1]. 또한, 대통령 경호목적의 비행금지구역인 P-73A공역(반경 1.6km)에 드론이 사전승인 없이 불법적으로 진입, 탐지된 사례는 2014년 12건에서 2015년 37건으로, 이듬해인 2016년에는 1월~7월에만 14건으로 증가하였다[2]. 최근 수도권 비행금지구역 불법비행 행정처분 건수도 2018년 3건, 2019년 9건, 2020년 이후에는 30건에 달할 정도로 크게 증가하였다. 이외에도 비행장, 원전 일대의 비행금지 또는 제한구역 내에서의 불법 드론 비행으로 갑작스러운 항공기 운항 정지, 원전 방호태세 격상 등의 문제가 지속적으로 발생하고 있다.

이러한 소형드론 위협은 국내뿐만 아니라 해외에서도 사례를 다양한 찾아볼 수 있다. 지난, 2015년 일본에서는 40대 일본인이 날린 미량의 방사성 물질을 함유한 드론이 일본 총리 관저 옥상에 발견되었던 사례가 있었으며 2017년 2월에는 이슬람 무장세력 IS가 쿠르드족에게 폭탄이 탑재된 드론을 실어 보내 쿠르드족이 드론을 살펴보던 중 폭발한 사례가 있었다. 이외도 남아프리카 공화국 원전 내에서 발생한 허가되지 않은 드론 비행의 식별과 더불어 영국 런던에서 벌어진 여객기 드론의 충돌은 드론을 통한 전략시설에 대한 공격이 언제든지 가능한 것임을 주지시켜준다[3]. 따라서 본 연구는 국제적으로 문제가 대두되고 있는 소형드론의 실제 위협에 대해 국내 및 해외사례를 통해 대응방안을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

2.1 대드론(Counter-Drone) 개념

대드론(Counter-Drone)의 개념은 아직 충분히 논의되어 정립된 것은 아니다. 이 개념은 2021년 1월 미국 방부에서 발표한 ‘소형무인기체계 대응전략 보고서’에

서 최초로 다루어지고 있다. “소형드론의 급격한 진화가 국제질서를 혼란케 하고 아울러 美 합동군에 심각한 악영향을 유발할 수 있어 종합적인 대응 역량을 개발 및 추진해야 한다”라고 강조하며 카운터(Counter)라는 ‘대(對)’개념을 적용하고 있다. 2021년 1월에 美 국방부에서 발표한 첫 무인기 대응 전략보고서인 ‘소형무인기체계 대응전략(Counter-sUAS Strategy)’에서는 소형드론(600kg 미만의 드론을 적용)의 급격한 진화는 국제질서를 깨뜨리고, 美 합동군에 심각한 악영향을 끼칠 수 있어 종합적인 대응 역량을 개발하고 추진해야 한다고 밝히며[4]. 즉, 카운터(Counter)의 개념을 적용한 종합적인 소형드론의 위협에 대한 대응을 발전시키고 있다. 우리 군에서도 대침투작전(Counter-Infiltration Operation), 대테러작전(Counter-terrorism Operation)의 개념을 적용한 대드론(Counter-Drone)이란 용어로 사용 중에 있다.

반면, 산업계와 학계, 일부 정부기관에서는 ‘안티드론(Anti-Drone)’이란 용어로 사용중에 있는데, 불법드론이 테러에 사용될 가능성이 높아짐에 따라 ‘드론테러’의 개념이 생기면서 불법드론에 맞선다는 의미의 ‘안티(Anti)’개념을 적용한 ‘안티드론’을 실무적으로 사용하고 있다[5]. 두 용어 중에 어떠한 용어를 어떤 것을 사용해야하는지는 추가적인 연구가 필요하나, 본 연구에서는 ‘카운터(Counter)’의 의미를 적용하여 ‘대(對)드론(Counter-Drone, 이하 대드론)’으로 사용하고자 한다.

소형드론 기술이 고도화되면서 드론 대응기술도 함께 발전하여 대드론 시장도 크게 성장할 것으로 보인다[6]. 미국 시장조사기관 ‘Markets & Markets’는 대드론 시장이 2018년 9억 9,900만 달러에서 연평균 28.8%씩 증가하여 2024년에는 22억 7600만 달러에 이를 것으로 전망하였으며, 앞으로는 좀 더 단순하고 저비용의 대드론 기술로 진화할 것으로 예측하고 있다[7].

2.2 대드론 기술분류

불법드론이 다양한 양태로 위협적인 도구로 발전되는 과정에서 대드론은 구체적인 모습으로 구현되고 있는 과정 중에 있으며 이러한 대드론 기술에 대한 개발은 상당히 활발하여 아래 <표 1>과 같이 구체적인 기술이 개발되고 상용화되기에 이르렀다[8].

대드론은 탐지하는 기술과 무력화시키는 기술로 구분할 수 있다. 탐지하는 기술은 음향탐지(드론이 동작

할 때 발생하는 특유의 소음을 탐지), 방향탐지(조정자와 드론에서 발생하는 RF 신호의 방향과 위치 탐지), 영상(EO/IR 영상정보를 활용하여 탐지), 레이더(RF 신호를 송출, 표적에서 반사되는 신호를 수신하여 탐지)가 있다. 무력화 기술은 드론을 포획하는 방식(그물망, 맹금류), 드론을 파괴하는 방식(드론에 직접 물리력을 가해 파괴), 전파를 교란하는 방식(중종신호를 받는 주파수대역에 방해전파를 방사)등이 있으며, 제도적으로 예방(드론/조종사 등록, 지오펜싱설정)하는 방식도 있다[9].

표 1. 대드론 기술 분류

Table 1. Counter-drone technology classification

구분	항목별 분류	
규제 및 제조기능 표준화	· 사전관리 체계(드론등록번호/조종자 면허 부여) · 지오펜싱 기술(Geo fencing)	
수동적 수단	· 사람들을 안전한 곳으로 이동 · 건물을 나무나 커튼 등으로 가려 시야를 차단 · 출입문이나 창문 등을 잠그는 것	
적극적 수단	물리적 무력화	드론을 포획하는 방식 · 그물 사용 · 독수리를 사용 드론에 직접 손상을 가하는 방식 · 레이저 사용 · 화기 사용
	전자적 무력화	전파방해기술 · 전파방해장치 · 드론 건

출처 : 박찬정·김기용(2020) 재인용.

III. 소형 드론 위협 사례 논의

3.1 국내사례

지난, 2014년 3월 24일 경기도 파주시에서 발견된 북한의 소형드론은 날개폭 1.92m, 동체길이 1.43m, 높이 55.7cm, 무게 약, 15kg에 해당되는 제원이다. 이것은 엔진고장으로 추락하여 파주시 일대 야산에서 발견되었고, 분석한 결과 청와대를 비롯한 서울 시가지 사진이 담겨있었으며, 탑재 카메라는 '캐논 EOS 550D'이었다. 특이사항으로는 레이더 전파에 잡히는 면적을 줄이기 위한 소위, '가오리형' 디자인으로 제작되었다[10].

출처 : 대한민국 국방부(2014)

그림 1. 경기도 파주시에 추락한 북한드론

Figure 1. A crashed drone found in Paju, South Korea 이후, 2014년 3월 31일 인천광역시 백령도에서 발견된 북한의 소형드론은 날개폭 2.45m, 동체길이 1.83m, 높이 0.78m, 무게 약, 12.7kg에 해당되는 제원이다. 이



것은 연료부족으로 추락한 것으로 분석되었으며 특이 사항으로 전파 분산을 위한 '쌍미형' 디자인 즉, V자형 꼬리날개로 레이더 탐지 범위를 줄이려는 흔적을 볼 수 있었다. 추락한 기체를 분석한 결과, 군사시설을 비롯한 소청도, 대청도 등 서북도서 일대의 중요 군사시설을 촬영한 것으로 밝혀졌다[11].



출처 : 대한민국 국방부(2014)

그림 2. 인천시 백령도에 추락한 북한드론

Figure 2. A crashed unmanned drone is seen on Baengnyeongdo, an South Korean island near the border with North Korea

2014년 4월 6일 강원도 삼척시에서 발견된 북한의 소형드론은 날개폭 1.92m, 동체길이 1.22m, 높이 55.7cm, 무게 15kg에 해당되는 제원으로, 탑재된 카메라는 2014년 3월 24일 파주시에서 발견된 것과 같으며, 이것 또한 레이더 전파에 잡히는 면적을 줄이기 위해 '가오리형'으로 제작되었다. 추락 기체를 확인한 결과, 강원도와 동해안 일대지역의 군사시설을 촬영한 사진이 담겨져 있었다[12].



출처 : 대한민국 국방부(2014)

그림 3. 강원도 삼척시에 추락한 북한드론

Figure 3. The wreckage of a crashed unmanned aerial vehicle on a mountain in Samcheok, South Korea

2014년 9월 15일 인천광역시 백령도 서쪽 해안가에 서 북한의 소형드론이 또다시 발견되었고, 이는 같은 해 3월 24일 파주시에서 발견된 것과 동일했다. 2년 9개월 뒤인 2017년 6월 9일 강원도 인제군 야산에서 추락한 북한의 소형드론이 발견되었는데, 이것은 인천광역시 백령도 인근에 추락한 것과 매우 유사하게 생겼다. 이것의 메모리 카드를 분석한 결과, 주한미군의 사드(THAAD; 고고도 미사일 방어체계)가 배치된 경북 성주 골프장 일대를 정밀하게 정찰하면서 약 555장의 사진을 촬영한 것으로 밝혀졌다[13]. 이후, 8년 뒤 2022년 12월 26일에 북한드론 5대가 우리 영공을 침범하여 약 7시간 동안 서울·강화·파주시 일대를 비행하였지만 단 한 대도 격추시키지 못한 사건이 있었다.

이와 같은 추세를 볼 때, 북한의 목적은 군사적으로 소형드론을 활용하여 작전수행능력을 확대하고, 주요 군사표적에 대한 정밀한 정보를 수집하는 것으로 보인다. 또한, 정치적으로는 남남갈등을 유발하고 우리 군의 대군 신뢰도를 저하시키기 위한 것으로 보인다.

3.2 해외사례

지난 2011년, 9월 소형드론(small-drone)을 원격으로 조종하여 미 워싱턴 의사당과 국방부에 테러를 가하려 한 혐의로 매사추세츠주 애슬랜드에 거주하는 미국 국적의 레즈완 페르도스가 검거됐다. 보스턴 소재 노스이스턴대학에서 물리학을 전공한 페르도스는 국제 테러 조직 알카에다의 추종자로 밝혀졌다. 그러나 그는 미 연방수사국(FBI)의 수사 결과 알카에다와 직접적인 관련은 없고, 조기에 체포되어 모든 음모는 미수에 그쳤다. 하지만 미국 시민, 게다가 중산층 지식인이 기획한 자생적 테러 시도란 점, 공항 보안검색에서 자유로운 드론을 이용하려 했다는 점에서 미 언론들은 충격으로 받아들이고 있다[14].

2018년 8월, 니콜라스 마두로 베네수엘라 대통령이 수도 카라카스에서 열린 군 행사에 참석해 연설하던 중 소형드론에 의한 암살 공격 시도를 받았으나 살아남았다[14]. AP통신 등에 따르면 이날 국가경비대 창설 81주년 기념식을 생중계하던 국영방송에서 마두로 대통령은 야외 연설을 갑자기 중단했다. 연설 도중 굉음이 나자 놀란 표정으로 위쪽을 쳐다봤고, 당시 중계

화면도 심하게 흔들렸다. 정렬해 있던 수백 명의 군인들이 사방으로 달라가면서 흩어지는 장면도 생생히 전파를 탔다[15].



출처 : Daily Express(2018)

그림 4. 베네수엘라 대통령의 연설간 실시된 드론 공격
Figure 4. Venezuelan Nicolas Maduro was attacked while giving a speech at a military parade

호르헤 로드리게스 정보부 장관은 이와 관련, 폭발물을 실은 드론 등에 의한 ‘대통령 공격’이 있었다고 밝혔다. 폭발물을 적재한 드론이 연설 중이던 마두로 대통령 근처에서 폭발했다는 의미로 해석된다. 반군도 트위터를 통해 “C4 폭발물로 포장돼 있는 소형드론 2대를 저격수에 격추되기 전에 마두로 대통령의 주변에서 터뜨렸다”고 주장했다고 AP통신은 전했다[16].

또한, 2019년 9월에는 사우디아라비아 석유 시설이 소형드론으로부터 공격을 받았다. 아랍코 핵심 석유시설의 공격으로 인해 국제유가는 1991년 이후, 최고 수준으로 급등했고, 세계증시가 급락했다. 세계 2위인 산유국 사우디아라비아의 심장을 타격한 것은 예멘 후티 반군이 한 대에 수억 원이 아닌 대당 1,800만 원에 불과한 저가의 드론을 사용했다. 이는 4차 산업혁명의 총아(寵兒)로 불리우는 드론기술이 급격하게 발전하면서 저비용 고성능화 되고, 특히 소형화됨에 따라 군사적으로는 물론, 비 국가단체 등 적대세력들이 드론을 이용한 테러 공격으로 국가 기반시설을 무력화시킬 수 있다는 점이 재차 확인되었다[17].

출처 : BBC NEWS(2019)

그림 5. 사우디아라비아 드론 테러

Figure 5. Fires burning after drone strike in Saudi Arabia

IV. 대드론체계 발전방향

북한은 지난 2021년 1월 14일 노동당 제8차 당대회



에서 '500km 전방중심까지 정밀 정찰할 수 있는 드론 개발'을 발표한 바 있다[18]. 이는 지난 1970년대부터 중국의 드론기술을 벤치마킹하여 드론의 연구개발을 착수한 것으로 알려지고 있다. 이후, 1990년대 소형 드론인 '방현'을 개발하고 지속적으로 성능을 개량하고 있으며 2000년대에는 다양한 드론을 개발하는 가운데 2010년대 이후, 자체 전력화한 드론을 운용하고 있다.[19]

그 결과, 북한은 무인헬기 등 8종, 500여 대 이상의 드론을 운용하고 있는 것으로 추정되며 실제 남한의 레이더를 회피하여 청와대, 사드 기지 등 남한 내 중요 시설에 대한 정찰 활동을 실시하다가 추락하여 발견된 사례가 있다[20]. 이와 관련하여 미국의 전략문제연구소 부국장인 윌리엄은 “북한도 상당한 소형드론 기술을 보유하고 있고, 중국, 이란 등의 드론 역량 확산과 분리해서 생각할 수 없으며, 유사시 THADD의 AN / TPY-2 레이더 공격을 통해 미사일방어체계를 무력화시킬 수 있는 상황도 상정할 수 있다”고 언급했다[21].



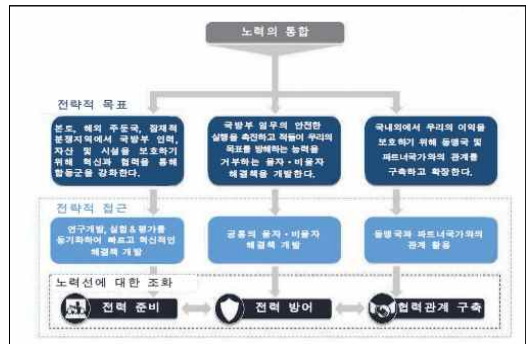
출처 : The drive(2022)
 그림 6. 드론으로 드론을 격추하는 코요테(Coyote) 드론
 Figure 6. Coyote drone shooting down a drone with a drone

이에 따른 우리 군의 대드론체계 발전방향은 다음과 같다. 첫째, 드론을 대응할 수 있는 통합관제체계 및 대드론체계를 조기 전력화하는 것이다. 육군에는 다양한

종류의 드론을 운용중에 있는데, 다양한 드론을 탐지하고 운용할 수 있는 제대별 통합관제체계를 조기 전력화 하고, 현재 현용 및 전력화 예정인 무기가 대부분 제밍(Jamming) 등 소프트 킬(Soft-Kill)위주로 계획되어 있어 근본적인 대응이 제한된다.

이에 미국 등 군사선진국에서 군집드론까지 파괴시킬 수 있는 '고출력전자기파', '레이저', '드론으로 드론을 격추하는 드론(예 : Coyote Drone)' 개발 등을 고려하여 다양한 소형드론 위협에 대응할 수 있는 하드킬(Hard-Kill) 방식의 무기체계에 대한 연구개발은 물론, 필요시 해외도입 등 조기 전력화가 필요하다.

둘째, 소형드론의 위협을 합동 및 제병협동 차원에서 대응해야한다. 소형드론의 위협은 그 어느 때보다 복잡하고 다양하여 과거 소형드론이 취미용 완구로 간주되었지만, 오늘날 합동군에 위협 또는 위협으로 영향을 미칠 가능성이 매우 크다. 이를 위해, 지상, 해상, 공중, 우주 등의 영역을 고려하여 노력의 통합 차원에서 소형드론에 대응할 수 있는 합동 작전개념 및 교리를 개발할 필요가 있다. 미 국방부에서 2019년 11월에 설립한 합동소형무인기대응국(Joint Counter-sUAS, JCO)를 벤치마킹하여 우리군의 합동참모본부에 관련조직을 창설하는 방안도 고려해볼 필요가 있다.



출처 : 교육사, 미 국방부 소형무인기대응전략 번역서(2021)
 그림 7. 합동소형무인기대응국(JCO)의 노력의 통합
 Figure 7. Joint Counter-sUAS(JCO) Unity of Effort

마지막으로, '韓·美 대드론 연합작전수행능력'을 구비하는 것이다. 미국은 소형드론의 위협에 종합적으로 대응하기 위해 동맹국 및 파트너국가 등과 협력을 통한 상호운용성 극대화를 노력 중에 있다[22]. 이와 관련하여 韓·美 대드론 군사기술교류 및 정보공유를 통한 '대드론체계 연합작전 수행개념'을 발전시켜 다양한 소형드론 위협에 공동으로 대응하는 체계를 구축하는

방안에 대한 검토가 필요하며 결국, 본 연구는 국·내외적으로 복잡하고 다양하게 대두되고 있는 소형드론의 실제 위협 사례들을 제시함과 동시에 우리 군의 대드론체계 발전방향에 대해 제시하였다. 앞으로 4차 산업혁명의 발전으로 대드론체계에 접목할 수 있는 첨단 과학기술은 많아질 것이다. 따라서 이에 대한 연구는 본 연구에 이어서 후속연구로 진행될 필요가 있다.

References

- [1] <http://www.pennmike.com/news/articleView.html?idxno=59573>
- [2] http://www.youtube.com/watch?v_yVNaHi4Zlc
- [3] D. W. Cha, J. O. Park, C. H. Son, Y. W. Park & K. W. Kim. (2018). Current status of military drones and countermeasures against drones. *Defense & Technology*, (417), 140-153.
- [4] U.S. Department of Defense(2021). Counter-sUAS Strategy, pp.3
- [5] D. H. Lee, W. Kang(2019). A Study on the Establishment of Anti-Drone Concept and Effective Response System, *Korean Security Journal*, No. 60. pp.9-31.
- [6] T. H. Hong, S. H. Lee(2018). A Study on counter-measures against drone-terror threat of national important facilities, *Korean National Security and Public Safety Association*, No. 7. pp. 90-115.
- [7] www.marketsandmarkets.com/PressReleases/anti-drone.asp
- [8] K. H. Ka, Y. H. Yeong, Y. M. Lee(2021). A study on Responding System against Illegal Drone at Airport, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, 19(3), pp. 15-32.
- [9] H. J. Kim, B. M. Kim(2019). A Study on the Evolution of Drone Technology and Anti-Drone Jamming, *The Journal of Police Science*, 19(3), pp.123-151.
- [10] S. J. Oh, J. M. Jeong, J. M. Lee(2017). A Study on the Anti-Drone Market and Related Technology, *The Korean Society of Disaster Information*, pp. 99-100.
- [11] S. H. Choi, J. S. Chae, J. H. Cha, J. Y. Ahn(2018). Recent R&D Trends of Anti-Drone Technologies, *Electronics and telecommunications trends* 3(3), pp.78-88.
- [12] <https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE06999440>
- [13] <https://www.yna.co.kr/view/AKR20170621064251014>
- [14] <https://www.hankookillbo.com>
- [15] M. J. Jang(2020). The problems and countermeasures of the threats of drone terrorism, Master's thesis at Yongin University.
- [16] S. H. Park, S. K. Cho, K. W. Kim(2021). A Study on the Threat of Military Drone in the 4th Industrial Revolution, *The Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 5(2). pp. 281-286.
- [17] U.S. Department of Defense(2021). Counter-sUAS Strategy, p. 5.
- [18] <https://www.dailynk.com>
- [19] S. H. Park, S. K. Cho, K. W. Kim(2021). A Study on the Threat of Military Drone in the 4th Industrial Revolution, *The Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 5(2). pp. 281-286.
- [20] S. S. Yoon. (2019). Cyber Threats from Drone. Master's thesis, AJou University Graduate School of Information and Communication.
- [21] https://www.voakorea.com/a/korea_korea-politics_dod-report-suav-strategy-implications/6053550.html
- [22] U.S. Department of Defense(2021). Counter-sUAS Strategy, p. 15.