



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박사학위청구논문

2023학년도

드론 기반 위협의 시공간적 분석 및
드론위협 지수화에 관한 연구: ACLED
이벤트 데이터를 중심으로

Spatio-Temporal Analysis of Drone-based
Threats and the Development of a Drone Threat
Index: Focusing on ACLED Event Data

광운대학교 대학원

방위사업학과

김형석

드론 기반 위협의 시공간적 분석 및
드론위협 지수화에 관한 연구: ACLED
이벤트 데이터를 중심으로

Spatio-Temporal Analysis of Drone-based
Threats and the Development of a Drone Threat
Index: Focusing on ACLED Event Data



광운대학교 대학원

방위사업학과

김형석

드론 기반 위협의 시공간적 분석 및
드론위협 지수화에 관한 연구: ACLED
이벤트 데이터를 중심으로

Spatio-Temporal Analysis of Drone-based
Threats and the Development of a Drone Threat
Index: Focusing on ACLED Event Data

지도교수 조 재 희

이 논문을 공학 박사학위 청구논문으로 제출함.

2023년 12월 일

광운대학교 대학원

방위사업학과

김 형 석

김형석의 공학 박사 학위논문을 인준함

심사위원장 서 상 구 인

심 사 위 원 심 상 렬 인

심 사 위 원 최 재 운 인

심 사 위 원 박 규 동 인

심 사 위 원 조 재 희 인

광운대학교 대학원

2023년 12 월 일

감사의 글

광운대학교와 인연을 맺은 2013년부터 많은 교수님들의 가르침과 격려 속에서 새로운 도약을 위한 디딤돌을 마련할 수 있었습니다.

가장 먼저 수많은 날들을 넉넉한 미소로 지도 편달해 주신 조재희 교수님께 감사드립니다.

뚜렷한 목표를 지향하는 날카롭고 예리한 조언을 해 주셨던 서상구 교수님, 심상렬 교수님, 최재운 교수님, 박규동 교수님께 감사드립니다. 교수님들의 가르침을 발판으로, 앞으로 연구를 보완하면서 발전시켜 나아가도록 하겠습니다.

늘 배려와 애정으로 격려와 조언을 아끼지 않았던 김정대, 송명흡 동기에게 감사를 보냅니다. 매 순간마다 용기를 주고 힘을 실어 주었던 강준수 형님, 이상휘, 장병철, 갈준선, 이희범 장경수 동기에게도 깊은 감사를 포함합니다.

중요한 평가와 조언을 해주신 양병희 선배님, 신동호 박사님, 석종건 후배, 이정수 후배, 오세진 소장님 등 한국대드론산업협회 관계자분들과 운해연구원 김택권님, 김동은님, 황현재님, 박상래 후배에게 감사드립니다. 이론과 실제를 넘나드는 다양한 토의와 귀한 조언과 평가는 연구에 큰 도움이 되었습니다.

바쁜 와중에도 기꺼이 지원과 조언을 해주신 주(駐) 트리니다드토바고 대한민국 대사관 오동일 대사님, 항상 적극적으로 지원해 주시는 김준식 영사님, 늘 응원해 주는 UNIFIL 전우들 이철수, 김승호, 이태호, 조민기, 안창균 후배에게 고마움을 전합니다.

한미연합사령부에서 함께 했던 김용범 선배님의 깊이 있고 세심한 조언과 평가, 꼼꼼하게 평가해 준 이승훈, 신희주 후배 등, 이 모든 다양한 전문가들이 있었기에 의견을 묻고 연구를 보완하는 힘겨운 과정을 성공적으로 마칠 수 있었습니다.

육군본부에서 치열했던 근무를 생생히 기억하는 임평호 후배, 키르기스스탄에서 함께 고생했던 최형석 대령의 날카로운 평가는 큰 도움이 되었습니다. 비상계획관을 하면서 속 깊은 대화와 명쾌한 평가를 마다하지 않았던 최훈문 후

배와 제586부대장 재임 시 나를 도와주었던 엄기석 후배는 항상 신선한 아이디어를 제시해 주었습니다. 이들의 도움으로 뜻깊은 성취를 할 수 있었습니다.

변화의 순간에 멘토가 되어주시고 뜻깊은 일에 동참하게 해주신 채한태 박사님을 필두로 작은 정성이 휴전선 일대의 모든 중학교에 전달되게 하기 위해 열심히 수고해 주시는 홍익인간 이현재 부회장에게도 감사드립니다.

제 인생에서 가장 힘든 군 생활 시절에 정의로운 군인의 길을 일깨워 주시고 격려해 주신 박효준 사령관님과 용기를 주시고 힘이 되어주신 남보우 선배님과 윤성원 후배에게 감사드립니다.

무엇보다 ACLED(Armed Conflict Location & Event Data Project)의 도움이 없었다면 이 연구는 불가능했을 것입니다. ACLED에 대한 관심과 연구의 열정을 높이 평가해 주시고 접근하기 어려운 데이터를 연구할 기회를 주셨습니다. ACLED Client Relations Officer Ms.Emily Rothstein께 감사 드립니다.

First and foremost, this research would not have been possible without the assistance of the ACLED (Armed Conflict Location & Event Data Project). They appreciated my interest in ACLED and my passion for research, providing me with the opportunity to study data that was otherwise difficult to access. I would like to extend my gratitude to Ms. Emily Rothstein, ACLED Client Relations Officer, for her invaluable support.

學而時習之 不亦說乎兒

배우고 때때로 익히면 이 또한 즐겁지 아니한가

긴 시간 배우고 익히는 일을 게을리하지 않기 위해 노력했고, 드디어 작은 흔적을 남깁니다. 수많은 분들의 도움 없이는 이를 수 없었던 일이었기에 다시 한번 모든 분들께 감사드립니다.

사랑하는 아내와 믿음직스러운 아들 진휘, 정휘에게 이 논문을 바칩니다.

김형석 올림

국문 요약

드론(Drone)은 제1차 세계대전에서 대공사격 훈련용 표적기로 출발하여 기술적인 발전과 함께 전장(戰場)의 정보 수단으로 활용되고 있다. 최근에는 표적 공격, 폭탄 투하, 통신 중계, 전자전 등 군사적인 영역뿐만 아니라 안전 감시, 과학 연구, 촬영 및 레저 등에서 활용 범위를 넓혀가고 있다. 특히, 러시아-우크라이나전쟁과 북한 드론의 우리나라 영공침범을 계기로 드론은 더욱 주목받고 있다.

드론의 운용은 증가하고 있음에도 불구하고 드론 기반 위협의 실체에 관한 연구는 개념적이거나 제한된 사례를 기반으로 한정적으로 진행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 드론 기반 위협의 실체를 확인하기 위하여 ACLED(Armed Conflict Location & Event Data Project)에서 ‘드론’이라는 키워드로 13,636건의 데이터를 검색하여 분석하는 방법으로 드론 운용에 관한 시공간적 양상과 경향성을 파악하였다.

드론의 운용을 분석하기 위한 데이터마트 스키마에는 ACLED event라는 Fact table과 Date, Type, Actor, Target, Location이라는 5개의 차원 테이블과 함께 군집분석을 위한 1개의 하위 테이블인 Clustering 테이블로 구성되었다. 이렇게 구성된 다차원모델을 활용하여 시공간 분석을 하였으며, Hotspot 확인을 위하여 HDBSCAN 알고리즘을 사용하였다.

시공간 분석을 통하여 전쟁이 진행되고 있는 우크라이나, 예멘, 시리아 및 미얀마 등의 지역에서 드론이 집중적으로 운용되고 있으며, 지역과 시간을 종합적으로 볼 때 연도별로 지속적인 드론 기반 위협의 증가 현황과 시간적인 패턴을 확인할 수 있었다. 또한 분석에 사용된 데이터에서 드론 운용의 건수, 사망자 수, 부상자 수를 기반으로 드론위협 지수(Drone Threat Index)를 제안하였다. 연구를 통하여 드론이라는 특정 무기체계의 운용과 관련된 복잡한 역학 및 다각적인 특성과 함께 국가별로 드론 기반 위협을 계량화할 수 있는 방법을 확인하였다.

【중심어】 다차원분석, 시공간적분석, HDBSCAN, Hotspot, 위협지수, 드론



ABSTRACT

Drones, which originated as target aircraft for anti-aircraft fire training during World War I, have evolved technologically to become vital sources of information on the battlefield. Their usage has expanded beyond military applications such as targeted attacks, bomb deployment, communication relays, and electronic warfare to encompass civilian areas including safety surveillance, scientific research, photography, and recreation. The use of drones has garnered increasing attention, especially in light of events such as the Russia-Ukraine conflict and North Korean drones intruding into the Republic of Korea airspace.

Despite the rising operational deployment of drones, research into the reality of drone-based threats has been limited to conceptual frameworks or isolated instances. In this study, to examine the actuality of drone-based threats, we conducted a search and analysis of 13,636 records using the keyword 'drone' from the Armed Conflict Location & Event Data Project (ACLED), aiming to discern spatiotemporal patterns and tendencies in drone operations.

The schema for the data mart used in analyzing drone operations comprises an ACLED event fact table, along with five dimension tables: Date, Type, Actor, Target, and Location. Additionally, a sub-table, the Clustering table, was employed for cluster analysis. For the spatiotemporal analysis, a multidimensional model was utilized, while the HDBSCAN algorithm aided in identifying operational hotspots.

The spatiotemporal analysis indicated that drones are being heavily utilized in ongoing conflict zones, such as Ukraine, Yemen, Syria, and Myanmar. A comprehensive examination of regional and temporal data has confirmed a consistent annual escalation in drone-based threats

and identifiable patterns over time. Additionally, the research introduces a 'Drone Threat Index,' which is derived from the number of drone operations, the number of fatalities, and the number of injuries recorded in the dataset. This study has uncovered the intricate dynamics and diverse attributes associated with drone operations, as well as methodologies for quantifying drone-based threats on a country-by-country basis.

【Key-words】 Multidimensional Analysis, Spatiotemporal Analysis, HDBSCAN, Hotspot, Threat Index, Drone



차 례

| | |
|--|----------|
| 감사의 글 | i |
| 국문 요약 | iii |
| ABSTRACT | v |
| 차 례 | vii |
| 그림 차례 | x |
| 표 차례 | xi |
| | |
| I. 서 론 | 1 |
| 1. 연구의 배경 및 목적 | 1 |
| 2. 연구의 범위 및 방법 | 3 |
| | |
| II. 선행연구 및 이론적 고찰 | 7 |
| 1. 드론의 정의 및 역사 | 7 |
| 1.1 드론의 정의 | 7 |
| 1.2 드론의 역사 | 10 |
| 2. 드론의 구성요소 및 위협 | 20 |
| 2.1 드론의 구성요소 | 20 |
| 2.2 드론의 위협 | 22 |
| 3. 선행 연구 검토 | 27 |
| 3.1 드론 기반 위협과 대응책에 관한 연구 | 28 |
| 3.2 폭발물 또는 드론 기반의 테러리즘에 대한 시공간적 분석 | 30 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3 위협지수에 관한 연구 | 32 |
| 3.4 다차원모델과 데이터 시각화 연구 | 33 |
| 3.5 선행연구 종합 및 시사점 | 34 |
| III. 드론 기반 위협 분석용 데이터마트 설계 | 37 |
| 1. 원시데이터 수집 및 분석용 데이터 추출 | 37 |
| 1.1 드론 기반 위협 데이터의 종류 | 37 |
| 1.2 ACLED 데이터의 가치 및 유용성 | 39 |
| 1.3 ACLED 데이터의 검색 및 수집 | 40 |
| 1.4 ACLED 데이터를 활용한 연구 진행 과정 | 41 |
| 2. 원시데이터 전처리 및 차원, 차원계층구조 생성 | 42 |
| 2.1 분석을 위한 데이터 전처리 과정 | 42 |
| 2.2 분석 대상 국가와 기간 설정 | 45 |
| 3. 시공간 분석용 다차원모델 구축 | 46 |
| 3.1 시공간 분석을 위한 다차원모델 | 46 |
| 3.2 드론 기반 위협의 군집화 및 중심 좌표 산출을 위한 준비 | 48 |
| 3.3 ChatGPT-4를 활용한 Python 스크립트 작성 | 52 |
| IV. 시공간적 분석 | 61 |
| 1. 드론 기반 위협에 대한 공간적 분석 | 61 |
| 1.1 지역별 드론 기반 위협 빈발 국가에 대한 분석 | 61 |
| 1.2 위협 빈발 국가의 좌표에 대한 핫스팟 분석 | 69 |
| 1.3 위협의 주체와 사상자 수와의 관계 분석 | 75 |

| | |
|---|------------|
| 2. 드론 기반 위협에 대한 시간적 분석 | 80 |
| 2.1 연도별 드론 기반 위협의 변화 | 80 |
| 2.2 분기별, 월별, 요일별 위협의 변화 양상 | 82 |
| 2.3 시간적 변화와 사상자 수와의 관계 분석 | 85 |
| 3. 드론위협 지수(Drone Threat Index) 제안 | 87 |
| 3.1 드론위협 지수의 필요성 및 작성 방법 | 87 |
| 3.2 드론위협 지수 작성 및 활용 | 92 |
| 3.3 드론위협 지수에 대한 전문가 평가 | 96 |
| 4. 종합 및 시사점 | 99 |
| | |
| V. 결론 | 103 |
| 1. 연구 요약 및 의의 | 103 |
| 2. 연구의 한계 및 향후 과제 | 105 |
| | |
| 참고문헌 | 107 |
| | |
| 부록 | 119 |

그림 차례

| | |
|---|----|
| 그림 1. 연구의 구성 | 6 |
| 그림 2. 드론의 구성요소 | 21 |
| 그림 3. ACLED Dashboard 화면 | 40 |
| 그림 4. 데이터마트 개발 프로세스 | 41 |
| 그림 5. 국가별로 표시된 드론 기반 위협 이벤트 발생 현황 | 46 |
| 그림 6. 시공간 분석을 위한 다차원모델 | 47 |
| 그림 7. 알고리즘 선택을 위한 과정 | 52 |
| 그림 8. Python 스크립트(Script) 작성 과정 | 54 |
| 그림 9. 두 지점의 거리 | 56 |
| 그림 10. 100건 이상의 위협이 발생한 국가 | 63 |
| 그림 11. 전체의 좌표를 대상으로 한 Clustering | 70 |
| 그림 12. 우크라이나지역의 클러스터링 | 71 |
| 그림 13. 예멘지역의 클러스터링 | 72 |
| 그림 14. 시리아지역의 클러스터링 | 74 |
| 그림 15. 연도별 지역별 드론 기반 위협 | 80 |
| 그림 16. 연도별 국가별 드론 기반 위협 | 81 |
| 그림 17. 분기별, 월별 드론 기반 위협 | 82 |
| 그림 18. 주간 드론 기반 위협, 사상자 수 | 83 |
| 그림 19. 국가별 사상자 수의 변화 | 86 |
| 그림 20. 2022년 국가별 드론위협 지수 | 93 |

표 차례

| | |
|---|----|
| 표 1. 미 육군과 NATO의 드론 분류 | 8 |
| 표 2. KS W 9000을 근간으로 하는 우리나라의 드론 분류 | 9 |
| 표 3. 드론의 발전 역사 | 18 |
| 표 4. 드론 기술의 주요 발전 분야 | 19 |
| 표 5. 드론 기반 위협의 유형 및 주요 위협 내용 | 26 |
| 표 6. 선행연구자들의 주요 연구 내용 | 36 |
| 표 7. ACLED Event Data의 필드 구성 | 42 |
| 표 8. 지리좌표의 시공간적 정확도 | 44 |
| 표 9. 지역 및 국가 | 45 |
| 표 10. 지리좌표의 군집화 알고리즘 | 50 |
| 표 11. 군집 분석을 위한 Python 스크립트 구성 | 54 |
| 표 12. 지역별 드론 기반 위협 발생 빈도 | 61 |
| 표 13. 드론 기반 위협이 빈발하는 12개 국가 | 62 |
| 표 14. 위협 빈발 상위 3개 국가에 대한 위협 종류와 주체 | 65 |
| 표 15. 국가별 주요 공항 인근 좌표 분포 | 66 |
| 표 16. 도시와 드론 기반 위협 발생 건수 비교 | 67 |
| 표 17. 100개 이상 좌표로 클러스터가 형성된 지점 | 70 |
| 표 18. Actor와 Target에 따른 빈도 | 76 |
| 표 19. Actor와 Target에 따른 사상자 수 | 77 |
| 표 20. Actor와 Type에 따른 사상자 수 | 78 |
| 표 21. 국가별 Actor에 따른 사상자 수 | 79 |

| | |
|--|----|
| 표 22. 주간 드론 기반 위협 건수 및 사상자 수의 χ^2 검정 | 84 |
| 표 23. 드론위협 지수(Drone Threat Index) 작성 과정 요약 | 91 |
| 표 24. 계산된 드론위협 지수의 일부 | 92 |
| 표 25. 드론위협 지수에 대한 전문가 평가 | 98 |



I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

드론(Drone)은 일반적으로 조종사가 없는 비행체를 지칭한다. UAV¹⁾, UAS²⁾와 같이 다양한 이름으로 불리고 있는 드론은 민간과 군사 분야에서 폭넓게 주목받고 있다. 우리나라의 '드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률'에서는 무인비행장치와 무인비행체를 모두 포괄하여 드론이라고 정의하고 있으며, 드론의 사용을 규제하고 그 활용을 촉진하기 위한 근거로 제정되었다.³⁾ 본 연구에서는 이 법에 근거하여 조종자가 탑승하지 않은 무인비행장치와 무인비행체를 모두 포괄하여 드론이라고 통칭하였다.

위협(威脅, Threat)이란 '힘으로 으르고 협박' 하는 행위이다.⁴⁾ 위협은 협박하는 수단으로 힘을 사용하는 것이다. 위협에는 물리적인 수단에 의한 위협, 심리적인 수단에 의한 위협뿐만 아니라 환경적인 위협 등 다양하다. 군사적인 용어로 위협이란 '침투 및 도발이 예상되는 적의 능력과 기도가 드러난 상태'를 말한다.⁵⁾ 군사적인 측면에서는 적이라는 명확한 위협의 주체가 나타나 있다. 따라서 적이 물리적, 심리적 또는 기타 수단을 이용하여 으르고 협박하는 행위가 위협이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 드론 체계가 발명된 이후 군사적인 용도로 활용되었다는 관점에서 드론을 군사적인 위협 수단으로 상정하고 진행되었다. 드론은 주로 적의 능력과 기도를 분석하기 위한 정보를 수집하는 용도였으나, 이후 기술 발전에 따라 물리적인 공격의 수단으로도 활용되고 있다. 따라서 본 연구에서 드론 기반 위협이라는 용어는 이러한 드론의 능력을 포괄하여 하나의 무기체계로 운용

1) Unmanned Aerial Vehicle, 무인항공기

2) Unmanned Aircraft System, 무인항공기시스템

3) '드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률(법률 제18556호, 2022.6.8. 일부개정)', 약칭으로 '드론법' 제2조(정의) 1항

4) 국립국어원표준국어대사전 (<https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do> (검색일: 2023.11.15.))

5) 국방기술품질원, 국방과학기술용어사전, 미래미디어, 서울, 2011.12.

되면서 위협의 수단으로 사용되고 있는 현상을 분석하기 위해 사용되었다.

현대전에서 드론은 표적에 대한 감시 수단일 뿐만 아니라 직접적인 공격 수단으로 활용되고 있으며, 통신 중계, 심리전 및 전자전 등 다양한 목적으로 사용되고 있다. 이렇게 다양한 활용에도 불구하고 드론을 기반으로 하는 위협에 대한 자료는 일부 사례 및 소규모의 데이터만이 공개됨에 따라 학술적인 연구는 제한적으로 이루어지고 있다.

본 연구는 이러한 한계를 극복하고, 드론 기반 위협에 대한 체계적이고 심층적인 이해를 하기 위해 출발했다. 드론의 위협이 점차 증가하고 있는 상황에서, 이에 대한 구체적인 실체와 양상을 파악하는 것이 중요하기 때문이다. 연구에서는 드론으로 인한 위협의 빈도가 증가하고 있음을 전제로 하며, 위협의 구체적인 데이터 분석을 통해 실증적인 연구를 진행하고자 하였다.

연구는 공개 정보를 통해 수집된 전 세계 분쟁지역 데이터를 기반으로 드론 기반 위협의 지리좌표를 수집하고, 지리적으로 사건이 집중적으로 발생하는 핫스팟(Hotspot)을 발견하였으며, 이를 통해 드론 운용의 시공간적 양상과 경향성을 분석하는 방법으로 진행되었다. 이러한 접근을 통하여 드론 기반 위협의 실제 형태와 피해 규모, 그리고 경향성을 보다 정확하게 이해할 수 있었다. 또한 드론에 대한 단순하고 개념적인 이해를 넘어서 실제로 발생하는 위협 행위의 발생 지역과 그 양상을 정확히 파악할 수 있는 계기가 되었다.

드론 기반 위협의 핫스팟 발견 이후 본 연구에서는 드론위협 지수를 개발하고 제안하였다. 드론위협 지수는 시공간적으로 발생한 드론의 위협 빈도와 사상자 수를 활용하여 개발되었다. 이 지수는 드론으로 인한 위협이 각 국가와 지역에 미치는 영향을 연도별로 정량화하여 제공함으로써, 관련 기관과 정책 입안자가 더욱 체계적으로 위협을 관리하고 대응 전략을 수립할 수 있도록 지원하기 위한 것이다. 드론위협 지수는 드론의 활동 빈도와 그로 인해 발생하는 사상자 수를 바탕으로 지역별 위협의 수준을 평가하는 데 사용될 수 있다.

드론위협 지수는 이뿐만 아니라 위협에 대한 국제적인 인식을 환기하고, 국가 간의 협력을 촉진하는 데도 기여할 수 있을 것이다. 예를 들어, 드론위협 지수가 높은 국가들은 드론 방어 시스템의 개발 및 배치, 항공 규제 강화, 국경 감시 체계의 강화 등의 조치를 우선하여 고려할 수 있다. 드론 기반 위협이 국

계적으로 확산되는 것을 막기 위한 국제 협약이나 규제의 수립에도 데이터를 활용할 수 있다. 또한 이 지수를 시공간적으로 관찰할 수 있는 체계로 보완한다면, 위협의 긴급성을 평가하여 필요한 대응 자원을 효과적으로 배치하는 데 필수적인 도구로 활용될 수도 있을 것이다.

본 연구를 통하여 분석된 드론 기반 위협의 실체는 드론에 대한 효과적인 대응 전략을 수립하는 데 도움이 될 수 있다. 특히, 드론에 의한 위협이 집중되는 지역을 파악함으로써, 해당 지역에서 활동 시 드론 방어 대책을 강화하고, 미래의 위협을 예측하는 데 필수적인 정보를 제공할 수 있기 때문이다. 이와 함께, 북한의 우리나라 영공침범과 같은 사건과 러시아-우크라이나전쟁에서 나타나는 것처럼 드론 기반 위협이 증가하는 추세를 고려할 때, 본 연구는 점증하는 드론의 위협에 대응하기 위한 참고 자료가 될 수 있을 것이다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 전 세계적으로 분쟁, 충돌 또는 폭력적인 시위 등의 사회 혼란 행위가 발생하는 내용이 정리된 ACLED(Armed Conflict Location and Event Data Project)⁶⁾의 이벤트 데이터에 수집된 자료 중 드론 기반 위협이 발생하였거나 관련된 움직임이 있는 73개 국가이다.⁷⁾ 이 국가들은 지리적으로는 Africa, Asia, Caribbean, Europe, Middle East, North America, Oceania, South America의 8개 지역으로 구분된다.

본 연구의 시간적 범위는 2008년 8월 28일부터 2023년 9월 30일까지이다. 여기서 2008년 8월 28은 ACLED의 Event data에 드론이라는 키워드가 최초로 출현한 날짜이다. ACLED Event data는 전 세계적으로 수시로 발생하는 자료를 최신화하는 특성이 있으므로 데이터의 정리를 위하여 2023년 9월 30일까지로 데이터를 마감하였다.

6) ACLED는 2014년에 설립되어 세계 각국의 정치적 폭력과 시위 이벤트에 관한 자료를 수집, 분석 및 발행하는 비정부기관이다. (<https://acleddata.com/>)

7) 드론 기반 위협이 발생한 국가의 수는 2023년 9월 30일까지 이벤트 데이터가 입력된 자료를 바탕으로 하는 것이다. ACLED는 지속적으로 자료를 최신화하고 있으므로 데이터의 검색 시점과 기간에 따라 위협 발생 국가의 수는 다를 수 있다.

본 연구에서는 ACLED에서 작성한 전 세계적인 분쟁, 충돌 사건 및 정치적 폭력에 대한 데이터를 기반으로 시공간적인 분석을 위한 기초자료를 구축하고자 하였다. 드론 기반 위협의 분석에 사용된 이벤트 데이터는 연월일 및 지리적인 좌표와 함께 위협 구분, 공격의 주체, 표적과 사상자의 수 등이 정리되어 있다. 이러한 자료는 데이터의 발생 연월일로 정리되어 있으므로 드론 기반 위협이 발생일을 중심으로 한 시간적인 분석이 가능하였다.

본 연구에서는 드론 기반 위협에 대한 데이터를 이용하여 국가별로 Hotspot을 판별하였다. Hotspot이란 지리적으로 가깝게 위치한 좌표들이 공간적으로 집중된 지점을 말한다. 연구에서는 Hotspot 분석을 통하여 실제 분쟁 발생 또는 혼란 지역에서 이 지점이 어떠한 의미가 있는지를 검증하고자 하였다. 이와 함께 드론을 기반으로 하는 위협이나 폭력행위가 빈발하는 국가를 확인하고, 시공간적인 특성을 살펴보았다.

연구를 위하여 ACLED 데이터베이스에서 Drone, UAV, UAS로 키워드 검색을 하고 13,636건의 원시데이터를 구축하였다. 원시데이터로부터 연구에 필요하지 않은 숫자와 필드를 제거하고 부상자와 사건의 구분 재정리 등의 전처리를 한 후 정제된 데이터를 활용하여 분석을 위한 데이터마트를 구축하였다. 데이터마트를 이용한 분석 중심의 구체적인 연구 방법은 다음과 같다.

첫째, 기간별 국가별 드론 운용의 시간적 경향성을 살펴보고 지역별로 나타나는 연도별, 분기별, 월별, 주간별 드론 운용의 특징이 무엇인지를 확인한다. 이러한 분석을 바탕으로 지역적 국가적으로 드론 기반 위협이 발생한 지역의 시간적인 경향성을 확인하였다.

둘째, 드론 기반 위협의 지리좌표를 이용하여 Hotspot을 관찰하고, 지역적인 특성과 함께 드론 기반 위협이 빈발하는 지역과 그 지역의 특징이 무엇인지를 검토한다. 이 Hotspot에 대한 구체적인 분석을 통하여 드론을 기반으로 한 위협의 특징과 경향성을 확인하였다.

셋째, 드론 기반 위협의 시공간적 분석 내용을 바탕으로 위협의 계량적인 분석을 위하여 드론위협 지수(Drone Threat Index)를 제안하였다.

드론 기반 위협과 관련된 ACLED 데이터 확인과 시공간 분석을 위한 자료

의 생성을 위해 엑셀을 사용하였고, 계산과 Hotspot 산출을 위해서는 ChatGPT-4의 스크립트 작성 기능 및 파이선(Python)을 이용하였다. 데이터의 분석과 시각화를 위해서는 엑셀과 테블로(Tableau) 2023.2.1을 활용하였다.

본 연구는 제1장인 서론부터 제5장의 결론까지 총 다섯 개의 장으로 구성되었다. 제1장인 서론에는 연구의 배경, 목적, 범위 및 방법에 대해 기술하였다. 제2장에는 드론의 정의, 역사, 구성요소 및 위협과 관련된 이론적 고찰과 함께, 기존 연구자들의 선행연구를 정리하였다.

3장에서는 선행연구의 종합내용과 시사점을 바탕으로 드론 기반 위협 분석을 위한 데이터마트를 설계하였다. 이 과정에서는 원시데이터 수집 및 분석용 데이터 추출, 데이터 전처리와 차원 및 차원계층구조 생성 및 시공간 분석용 다차원모델을 구축하여 연구를 위한 데이터마트를 설계하였다.

4장에서는 설계된 데이터마트를 이용한 시공간적분석을 통하여 드론 기반 위협의 경향성 분석과 함께 위협을 계량화할 수 있는 드론위협 지수를 제안하였다. 결론인 5장에서는 본 연구의 학술적 이용 가치 및 향후 추가적인 연구가 필요한 부분에 대하여 정리하였다.

연구의 구성을 요약하면 그림 1과 같다.

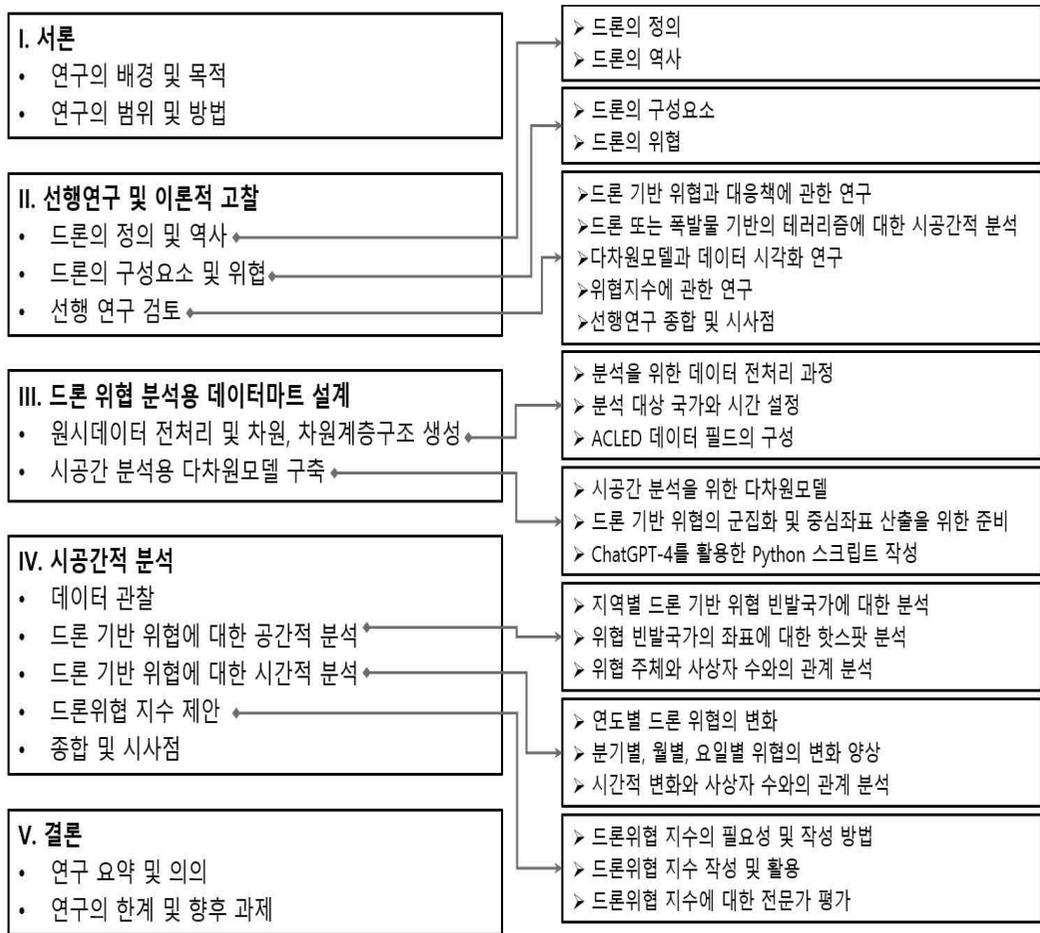


그림 1. 연구의 구성

Figure 1. Structure of the Study

II. 선행연구 및 이론적 고찰

1. 드론의 정의 및 역사

1.1 드론의 정의

드론(Drone)은 웅웅거리는 소리를 내는 벌(Bee)이라는 뜻이 있으며, 일반적으로 조종사가 탑승하지 않고 비행하는 비행체를 지칭한다.⁸⁾ 드론(Drone)은 무인기(無人機), 무인항공기(無人航空機), UAV(Unmanned Aerial Vehicle), UAS(Unmanned Aerial System), RPA(Remotely piloted Aircraft), RPV(Remotely piloted Vehicle), RPAS(Remotely piloted Aircraft System), Autonomous Aircraft(자율항공기) 등 다양한 이름으로 불리고 있다. 본 연구에서는 우리나라의 드론 활용의 촉진 및 기반 조성에 관한 법률(약칭 드론법)을 근간으로 이 모든 비행 체계를 드론(Drone)으로 통칭하였다.⁹⁾

드론이라는 명칭은 영국 공군에서 유래한 것으로 추정된다. 1935년 영국 공군은 드하빌랜드 타이거 모스(De Havilland Tiger Moth) 연습기를 무선조종 항공기로 개조한 무인 표적기인 DH.82B Queen Bee(여왕벌)를 개발하였다.¹⁰⁾ 이때 Drone(벌)에 관한 이름을 붙인 것이 무인기(無人機)를 Drone이라고 부르는 방법으로 이어진 것으로 보인다. 1936년에는 미 해군도 비슷한 무선조종 항공기를 Drone이라고 부르게 되는데, 상대적으로 작은 크기에 웅웅거리는 소리를 내는 항공기를 벌(Drone)에 비유한 것으로 보인다.¹¹⁾

드론은 종류, 형태 및 중량 등에 따라 다양하게 분류될 수 있다. 미군의 경우 다섯 개의 분류 그룹을 사용하고 있으며¹²⁾, NATO는 3개의 그룹으로 분류하

8) https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/drone_1?q=drone
(검색일: 2023.11.18.)

9) 드론에 대한 군사적인 표현은 일반적으로 Drone, UAV, UAS 등이기는 하나 본 연구의 목적을 위하여 드론이라는 단일 용어로 통일하였다.

10) <https://www.dehavillandmuseum.co.uk/aircraft/de-havilland-dh82b-queen-bee/>
(검색일: 2023.9.2.)

11) Angelina Long Callahan, Reinventing the Drone, Reinventing the Navy 1919-1939, US Naval War College Review Volume 67, 2014 November.

12) U.S. Army, Eyes of the Army U.S. Army Roadmap for UAV 2010-2035.

고 있다.¹³⁾ 표 1은 미 육군과 NATO의 드론 분류이다.

표 1. 미 육군과 NATO의 드론 분류

Table 1. The classification of drones in the U.S. Army and NATO

| Category | | MTOW ¹⁴⁾ | Operational Altitude | Notes |
|-----------|-----------|---------------------|----------------------|--|
| U.S. Army | Group 1 | 0~9.1kg | 370m AGL | AGL : Above Ground Level(지상 고도) |
| | Group 2 | 9.5kg~25kg | 1,100m AGL | |
| | Group 3 | 600kg | 5,500m MSL | MSL : Mean Sea Level(해발고도) |
| | Group 4 | 600kg | 5,500m MSL | |
| | Group 5 | 600kg | 5,500m MSL | |
| NATO | Class III | 600kg | ~ 20,000m | Strategic/National, Strike/Combat |
| | | | ~ 20,000m | Strategic/National, HALE ¹⁵⁾ |
| | | | ~ 14,000m MSL | Operational/Theater, MALE ¹⁶⁾ |
| | Class II | 150kg~600kg | ~ 5,500m AGL | Tactical Formation |
| | Class I | 150kg | ~ 1,500m AGL | Tactical Unit, Small (.15kg) |
| | | | ~ 900m AGL | Tactical Subunit, Mini (15kg) |
| | | | ~ 60m AGL | Tactical Subunit, Micro (66J) ¹⁷⁾ |

미국 육군은 MTOW와 Operational Altitude(운용고도)를 기준으로 분류하고 있다. NATO의 경우에는 세 개의 그룹으로 나누면서 MTOW가 600kg 이상으로, 다양한 고도에서 전략적/국가적 임무, 공격/전투 임무에 사용되는 HALE과 MALE을 Class III에 둔다. Class II는 MTOW가 150에서 600kg으로, 지상 고도 약 5,500m에서 운용되며, 전술용으로 사용된다. Class I은 가장 소형으로 MTOW가 150kg 미만으로, 작은 규모의 전술 제대나 소규모 부대에서 사용되며, 지상 고도 약 1,500m, 900m, 60m에서 다양한 작전을 수행하는데 사용된다.

13) Szabolcsi, R. (2016). Beyond training minimums - A new concept of the UAV operator training program. International Conference Knowledge-Based Organization, 22(3), (STANAG 4670 Minimum Training Requirements for Unmanned Aircraft Systems (UAS) Operators and Pilots).

14) Maximum Take Off Weight, 최대이륙중량

15) High-altitude, long-endurance 고고도 장기체공

16) Medium-altitude, long-endurance 중고도 장기체공

17) 66J는 66 Joule을 의미한다. 이 도표에서는 드론이 충돌할 때 전달할 수 있는 최대에너지가 66 Joule 이하일 때 상당한 수준의 인명이나 재산 피해를 끼칠 가능성이 낮다고 간주하므로, 위험한 탑재물(폭발물, 독성물질, 생물학적 요소 등)을 운용할 수 있는 능력이 없다면 항공안전성, 훈련 등을 위해 분류할 필요가 없는 것으로 판단하는 것이다. 충돌시 전달할 수 있는 최대에너지 계산은 $E = \frac{1}{2} \cdot mv^2$ 으로 계산된다. 이때 m 은 kg단위이고, v 는 %단위이다. 일반적으로 1kg의 드론이 11.49%, 즉 시속 41.4km의 속도로 충돌했을 때 약 66 Joule의 에너지가 발생한다.

이러한 분류는 드론의 무게와 운용고도에 따라 다양한 목적과 임무에 따라 드론을 분류하여 사용하는 것이다. 우리나라에서는 KS W 9000에 표 2와 같이 드론을 분류하고 있다.¹⁸⁾

표 2. KS W 9000을 근간으로 하는 우리나라의 드론 분류

Table 2. The Classification of Drones in Korea Based on KS W 9000

| 구분 | 대분류 | | 세분류 | | 최대이륙중량 | |
|-------------------------|---|-------------------------|--------------------|--------|---------------|------------------|
| 최대이륙중량 | 대형무인항공기 | | | | 600kg 초과 | |
| | 중형무인항공기 | | | | 150kg ~ 600kg | |
| | 무인동력비행장치 | 중소형 무인동력비행장치(Light UAV) | | | | 25kg~150kg(자체중량) |
| | | 소형 무인동력비행장치(Small UAV) | | | | 2kg ~ 25kg |
| 초소형 무인동력비행장치(Micro UAV) | | | | 2kg 이하 | | |
| 운용고도 | 분류 | 상승한도 | 분류 | 상승한도 | | |
| | 저고도 무인비행체 | ~ 0.15km | 고고도무인비행체 | ~ 20km | | |
| | 중고도 무인비행체 | ~ 14km | 성충권무인비행체 | ~ 50km | | |
| 이착륙방식 | 분류 | | 특징 | | | |
| | 수직이착륙 무인비행체 | | 회전익, 틸트로터, 꼬리이착륙형 | | | |
| | 활주 이착륙무인비행체 | | 고정익, 틸트로터, 글라이더형 | | | |
| 조종방식 | 보조장치 이착륙 무인비행체 | | 발사대이착륙, 손으로 던지는 방식 | | | |
| | 무선전파 조종 무인 비행체, 인공위성 통신 조종 무인비행체, 통신망 조종 무인비행체, 유선 조종 무인비행체 | | | | | |

KS W 9000의 드론 분류는 미국과 NATO의 분류와 유사하지만, 대분류와 세분류에서 다양한 명칭을 사용하면서 최대이륙중량, 운용고도, 이착륙 방식 및 조종 방식에 따라 세분화하여 사용하고 있다. 먼저, 드론은 최대 이륙 중량에 따라 대형, 중형, 중소형, 소형, 초소형으로 나뉜다. 드론의 운용고도에 따라서는 저고도, 중고도, 고고도, 성충권으로 분류된다.

또한 이착륙 방식에 따라서는 수직이착륙 무인비행체와 활주 이착륙무인비행체, 그리고 보조장치 이착륙 무인비행체로 나뉜다. 수직이착륙 무인비행체는 회전익, 틸트로터, 꼬리이착륙형 등이 있고, 활주 이착륙무인비행체는 고정익, 틸트로터, 글라이더형 등이다. 보조장치 이착륙 무인비행체는 발사대를 이용하거나 손으로 던져 이착륙하는 방식을 사용한다.

마지막으로 조종 방식은 무선전파 조종, 인공위성 통신 조종, 통신망 조종,

18) KS W 9000은 현행 우리나라 항공법의 항공기의 분류와 무인 동력 비행장치에 대한 규정 및 ISO 등 국제기구에서 정한 무인항공기 시스템의 분류와 정의 등을 기초로, 좀 더 세분화하여 제정되었으며, 이륙중량, 운용고도, 조종 방식, 이착륙 방식 등 다양한 항목에 따른 분류가 제시되어 있다. (국방기술진흥연구소, 미래국방 2030기술전략, 2022.3.)

유선 조종 무인비행체 등이 있다. 이러한 분류 체계는 드론의 다양한 용도와 기술적 특성을 반영하며, 규제 및 관리, 그리고 활용 전략을 수립하는 기준을 제공하고 있다.

1.2 드론의 역사

드론과 같은 비행체를 전쟁에 사용하는 행위는 고대 전쟁에서 연에 불을 붙여서 적을 공격한 방식과 유사하다. 그러나 엄밀한 의미에서 드론의 사용은 날아다닐 수 있는 수단인 비행장치의 개발로 거슬러 올라간다. 최초로 기록된 드론 사용으로 볼 수 있는 것은 1849년 오스트리아가 폭발물을 채운 무인 풍선으로 베네치아를 공격했을 때였다고 할 수 있다.¹⁹⁾ 이후 드론이 조종사가 탑승하지 않은 비행체를 무선전파로 조종하는 개념으로 사용된 것은 20세기 초이다. 이때 드론은 대공사격의 표적 비행체의 역할이나 기초적인 정찰 도구였으며 공중 어뢰 또는 비행 폭탄으로 지칭되면서 발전하였다.²⁰⁾

제1차 세계 대전 및 제2차 세계 대전에서 초기 버전의 드론이 개발되기는 하였지만 사용은 제한적이었다. 최초의 군사 훈련용 무선 조종 항공기는 배우이자 발명가인 Reginald Denny가 1930년대에 개발한 Radioplane OQ-2이다.²¹⁾ 이 드론은 최초의 대량 생산 제품이었으며 제2차 세계 대전 중 대공사격 훈련의 표적 비행체인 표적기(標的機)로 사용되었다. 조종사가 없는 비행체를 지상에서 통제하여 표적으로 사용하는 무인 조종 체계를 적용한 것이었다.

제2차 세계대전 중 자폭 무인기의 개념도 발전되었는데, 미국은 기존의 폭탄으로는 파괴하기 힘든 병커 등을 파괴하기 위해서 폭격기 자체에 폭약을 싣고 자폭시키는 아프로디테(Aphrodite) 계획을 연구하였다. B-17, B-24 폭격기 중 낡은 기체에서 기관총, 방탄판, 좌석 등을 제거하고 무선조종으로 개조한 뒤 폭약을 가득 싣고 자폭시킨다는 개념이었다. 조종사가 직접 조종해서 이륙한 후 고도 약 600m에 도달하면 조종사는 낙하산으로 탈출하고, 멀리 떨어진 곳

19) <https://www.openculture.com/2021/09/the-first-air-raid-in-history.html> (검색일: 2023.9.1.)

20) <https://www.landmarkscout.com/fieseler-fi-103r-reichenberg-a-german-v1-based-suicide-jet/> (검색일: 2023.9.1.)

21) <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/196292/radioplane-oq-2a/> (검색일: 2023.11.12.)

에서 다른 폭격기가 무선으로 조종하는 방식이었다.²²⁾ 아프로디테 계획은 표적 파괴에는 긍정적인 결과를 얻지 못하였다. 그러나 이처럼 실패했던 아프로디테 계획은 드론 기술, 전자기술 및 원격조종 기술이 비약적으로 발전하는 계기가 되었다고 할 수 있다.

제2차 세계대전 이후에 표적기로 주로 활용되던 드론은 미국에 의해 정찰용 발전하게 되었다. 미국은 1950년대 후반부터 대공사격용 표적기를 개조한 정찰용 드론인 MQM-57 Falconer, SD-2 Overseer를 제작하여 사용하였다.²³⁾ 미국이 본격적으로 정찰용 드론을 개발하기 시작한 것은 1960년대에 제트엔진을 탑재한 고속 무인 표적기 Firebee를 개조한 Model 147 Lightning Bug부터이다. 정찰용 드론은 1950년대에 사람이 직접 조종하는 유인(有人) 정찰기가 잇따라 격추되면서 중요성이 부각되기 시작했다.²⁴⁾

1960년대에서 1970년대에 이르는 냉전 시기 미국과 소련은 고고도 정찰 드론을 시험하기 시작했다. 드론은 인간 조종사를 위협에 빠뜨리지 않고 감시하기 위한 대안으로 개발되었다. 드론의 실전적인 유용성이 확인되기 시작한 것은 베트남 전쟁에서였다. 미국은 AQM-34 Ryan Firebee와 같은 프로그램을 진행하면서 베트남 전쟁에 드론을 투입하였다.²⁵⁾ 베트남 전쟁에서 Ryan Firebee 시리즈는 적의 밀집된 방어로 정찰 및 표적 확인이 어려운 지역에서 조종사의 피격 위험이 없는 상태에서 전장 상황을 확인할 수 있었다. 이렇게 드론은 위협이 높은 전장 환경에서 운용되면서 정보, 감시 및 정찰(Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance, ISR)²⁶⁾에 유용한 무기체

22) <https://thefrontlines.com/story/ww2-project-aphrodite/> (검색일: 2023.11.12.)

23) <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/195784/radioplanenorthrop-mqm-57-falconer/> (검색일: 2023.11.12.)

24) 1950~60년대에 미국의 정찰기는 러시아, 북한 인근 등에서 격추당했고, 특히 미국이 절대 격추될 수 없다고 믿었던 U-2 정찰기가 격추당한 사태는 큰 우려를 낳았다. 그래서 사람이 타지 않으므로 격추당해도 정치적 부담이 적은 무인 정찰용 드론의 필요성이 부각된 것이다.

25) 1971년부터 1975년까지 미군은 베트남에서 Firebee, Lightning Bug 등으로 약 500번 이상의 정찰 임무를 실시하였다. https://www.militarytoday.com/aircraft/aqm_34_firebee.htm (검색일: 2023.11.12.)

26) 정보, 감시 및 정찰(ISR)은 적의 움직임, 자원, 의도를 파악하여 지휘 결심을 하고 전략을 수립하기 위한 필수적인 정보를 수집하는 활동을 말한다. 이러한 정보는 위성, 드론, 신호정보, 인간정보 등 다양한 출처를 통해 수집되며, 분석을 거쳐 전장에서 사용된다. ISR은 또한 적의 약점을 식별하고, 자신의 취약점을 보호하며, 장기적인 전략적 계획을 세울 때 중요한 역할을 한다. ISR 활동을 통해 제공된 정보는 신속한 대응을 가능하게 하고, 전장에서 성공적으로 임무를 수행하기 위한 핵심 요소이기도 하다.

계로 입증되었다고 할 수 있다.

현대적인 드론의 강국으로 주목받고 있는 이스라엘은 1970년대에 미국에서 Lightning Bug, Firebee 등을 수입해 사용하면서 전투 현장을 감시하는 전술형 드론으로 발전시켰다. 이스라엘이 드론을 이용한 정찰의 개념을 혁신적으로 변화시킬 수 있었던 것은 인구가 적어 인명 손실에 민감했기 때문이었다. 이스라엘로서는 인명 피해 발생 가능성이 높은 유인 항공기에 의한 정찰에 소극적일 수밖에 없었다. 이스라엘은 값싼 피스톤 엔진을 장착한 프로펠러, 데이터링크 기술을 이용한 원격조종 및 카메라로 찍은 영상을 직접 전송해 실시간에 적(敵)의 동태를 감시할 수 있게 하는 정찰 체계를 구축하였다.²⁷⁾

베트남 전쟁 이후 한동안 잊혀졌던 드론은 1980년대 이스라엘에 의해 수행된 중동전쟁을 통하여 현대전에서의 잠재력을 보여주었다고 할 수 있다.²⁸⁾ 1970년대에 Mastiff와 Scout이라는 두 종류의 무인기를 개발하였다. 이스라엘은 실용적인 기술을 바탕으로 드론 강국으로 부상하였고, Mastiff와 Scout은 1982년에 벌어진 제5차 중동전에서 활약하였다.²⁹⁾ 특히 베카 계곡(Bekaa Valley) 전투에서는 드론의 영상정보를 바탕으로 압도적인 전자전 능력을 과시하면서 시리아군 지대공 미사일 기지 28곳을 제압하였다.³⁰⁾ 그 후 이스라엘은 드론 개발의 핵심 국가로 성장했으며, 우리나라도 이스라엘에서 제작한 Searcher 무인기를 활용하고 있다.³¹⁾

드론의 역사에 있어 1990년대는 개발과 통합의 시대라고 할 수 있다. 이 시기에 미국 또한 이스라엘의 드론 기술을 발전시켜 보스니아와 코소보 지역의 작전에서 Pioneer 드론과 같은 시스템을 개발하고 배치했다. 이 시기에 드론은 실시간 감시 기능을 수행하는 필수적인 무기체제로 발전하였으며, 지상 작전과 드론을 운용하는 공중 작전이 통합되면 임무 성공률이 크게 높아질 수 있다는 사실을 실전에서 확인할 수 있었다.

27) <https://www.jpost.com/business-and-innovation/1970s-platform-offers-reminder-on-origins-of-israeli-drone-revolution-at-exhibition-415529> (검색일: 2023.11.18.)

28) <https://www.kida.re.kr/frt/board/frtBoardJatsxmlPop.do?idx=1689> (검색일: 2023.11.12.)

29) <https://www.airandspaceforces.com/article/0602bekaa/> (검색일: 2023.11.18.)

30) <https://geopolitiki.com/mole-cricket-19-syria-israel-air-force-battle/> (검색일: 2023.11.12.)

31) <https://m.khan.co.kr/politics/defense-diplomacy/article/201404051634351> (검색일: 2023.11.18.)

1990년대부터 감시장비가 빠르게 소형화하고, 고성능화됨과 동시에 데이터 링크 기술도 고도화되면서, 미국에서는 추후 시대적 아이콘 중 하나로 떠오르게 될 공격형 드론인 Predator를 개발하였다.³²⁾ 1990년에 발생한 걸프전은 드론의 유용성이 증명된 전쟁으로, RQ-2B Pioneer 등 40여 대가 투입되어 해병대와 해군의 표적 선정에 도움을 주었고, 작전 중인 공군자산에 실시간으로 표적 정보를 제공하는 등의 임무를 수행하였다. 유인 항공기 대비 드론의 손실률은 높았으나, 인명 손실이 없고, 주간 및 야간 영상 감지기를 탑재하여 전천후 작전이 가능하다는 것이 입증되었다.³³⁾

1999년의 코소보전에서는 Pioneer(이스라엘), Hunter(미국), Predator(미국), CL-289(독일), Phoenix(영국) 등 다양한 드론이 투입되었다. 비전투손실 10대를 포함하여 총 29대의 손실을 입은 사실을 통하여 지형 및 기상 이 드론 작전에 큰 영향을 미친다는 사실을 확인하였다. 이에 따라 작전 지휘관이 드론의 성능, 생존성, 정비, 제한사항 등을 숙지해야 한다는 교훈을 얻었다.³⁴⁾

프레데터(Predator)로 대표되는 2000년대는 본격적으로 드론이 전장을 주도할 수 있는 무기체계임을 확인하였다고 할 수 있다. MQ-1 Predator는 9.11 테러 사건 이후 미국이 주도하는 대(對)테러 전쟁의 상징이 되었다. 아프가니스탄에서는 MQ-1 Predator가 공대지 미사일 AGM-114 Hellfire로 적을 공격하였고, 육군과 해병대의 정찰용 드론도 다양한 임무를 수행하였다. 1990년대에 개발된 프레데터는 다양한 분쟁지역에서 정찰과 전투 기능을 수행하는 치명적인 무기체계로 알려지게 시대의 아이콘으로 각인되었다.

초기에 드론은 감시용으로 운용되었으나 점점 진화되면서 헬파이어 미사일로 무장하여 표적 공격에 사용되도록 진화된 것이다. 정밀한 유도무기체계로 무장한 드론은 부수적 피해를 최소화하고 인간 조종사에 대한 위험을 최소화한 상태에서 임무 수행이 가능하였다. 전투지역 상공의 드론으로부터 수집된 영상은

32) 1990년대 중반부터 사용되기 시작한 미국의 General Atomics사의 Predator는 길이 8.2m, 날개폭 14.8m, 작전 비행 고도 7,620m, 체공시간은 최대 24시간, 비행거리 최대 1,100km에 엔진 소음도 작으므로 비행 중에는 사람이 눈으로 보거나 귀로 듣고 발견하기는 거의 불가능한 수준으로 알려져 있다.

33) 강한태, 미래전 대비, 무인기의 군사적 운용 방향, 한국국방연구원 국방정책연구, 2019, vol. 35, no.1, 통권 123호 pp. 7-33 (27 pages)

34) 류창하, 코소보전쟁 특성에 관한 연구-사이버전 및 군사혁신(Revolution in Military Affairs, RMA)을 중심으로, 군사연구 제139집 pp.319-347, 2015.

적을 포함한 작전환경 인식을 위한 수단이 되었으며, 공격을 위한 표적을 선정하는 데 결정적인 역할을 하였다. 이와 함께 전장 상공의 비행체가 증가함에 따라 이를 통제하기 위한 공통의 C4I(Command, Control, Communication, Computer and Intelligence) 체계가 필요함을 인식하게 되었다.

2003년의 이라크전에서도 드론을 활용한 정밀유도무기 투발과 함께 특수목적 탄약이 핵심표적 무력화에 운용되었다. 특히 MQ-1 Predator가 보편화되면서 드론으로 획득한 정보의 중요성이 입증되었고, 향상된 분석 능력 및 전문인력 양성의 중요성이 대두되었다. 특히 드론은 유인기에 적용되는 수준의 기술과 임무 장비인 터보팬 엔진, 고성능 EO/IR(Electro-optics/Infrared) 센서³⁵⁾와 SAR³⁶⁾를 탑재하여 임무 고도에서 50cm급의 표적을 식별하고 데이터 전송이 가능하였을 뿐만 아니라 자동 임무 비행으로 이륙과 착륙에서 운용자의 부담을 감소시키는 다양한 변화가 있었다.³⁷⁾

2010년대부터는 소형화와 컴퓨터, 통신 분야의 기술 발전으로 더욱 정교한 기능을 갖춘 드론이 개발되었다. ISR과 전투 임무가 주를 이뤘던 드론은 2010년대로 들어서면서 전자전, 군수지원 등의 다양한 역할을 하게 되었다. 이 시기에 MQ-9 Reaper와 같은 드론은 ISIS³⁸⁾에 대항하는 작전에서 중요한 역할을

35) 전자 광학 센서(電子 光學 sensor, Electro-optical Sensor)와 적외선센서(赤外線 sensor, Infrared Sensor)를 사용하는 체계이다. 전자 광학 센서는 반도체 소자인 전하 결합 소자(CCD)를 감지 센서로 사용하여 표적으로부터 카메라에 들어오는 영상을 디지털 방식으로 획득하며, 이를 압축하여 전송하는 센서이다. 기술 진보에 따라 광학센서에서 전자 광학센서로 바뀌어 가는 추세이다. 정찰 거리가 멀어지거나 시계가 나쁜 상태에서는 광학센서보다 양호한 성능을 발휘한다. 광학 영상 센서가 주로 가시광선 영역에 반응하는 반면, 전자 광학 센서는 적외선의 일부 영역에까지 더 넓은 대역에 반응한다. 적외선센서는 목표물에서 방사되는 적외선 신호나 반사된 적외선 신호를 탐지하여 표적의 위치, 거리 등을 탐지하는 센서이다. (국방 과학 기술 용어 사전, 국방기술품질원, 2011년)

36) SAR(Synthetic Aperture Radar)는 항공기, 위성 등에서 지표면에 전파를 방사하고 반사 신호를 합성하여 고해상도의 영상을 획득하는 레이더이다. 구름, 안개, 비, 주간 및 야간에 무관하게 광역 관측 및 정밀 정찰이 가능하다. SAR는 임무 지역의 고해상도 영상 정보를 획득할 수 있으므로 조기 경보, 정밀 타격 지원을 위해 사용될 수 있다. SLAR(Side-looking Airborne Radar)와 달리 횡 방향에 대한 표적 분해능도 플랫폼 이동 속도에 따라 발생하는 도플러 효과를 이용하여 신호를 영상합성 기법으로 처리함으로써 고분해능의 영상을 제공할 수 있다. 기존의 실개구레이더(RAR : Real aperture radar)가 항공기나 위성에 탑재하는 레이더의 길이가 길수록 더 좋은 해상도를 얻을 수 있었던 반면에 SAR는 짧은 안테나를 사용하면서도 영상의 해상도를 개선하였다. (국방 과학 기술 용어 사전, 국방기술품질원, 2011년)

37) 김문국 외 2인, 현대 전쟁에서의 드론 역할 분석을 통한 차세대 드론 발전 방향 연구: 걸프전쟁부터 우크라이나전쟁까지를 중심으로, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 24, No. 10 pp. 656-664, 2023.

했다. 이와 함께 중국 DJI(Da Jiang Innovation)사의 레저용 드론이 활발하게 사용된 것도 이 시기의 특징이다. 저가의 레저용 드론은 소형 정찰장비의 형태로 전장에서 사용되기도 하였으며, 군용 소형 드론도 일반화되었다. 이 시기에는 쉬운 조립, 간단한 개조를 통한 IED³⁹⁾로의 변형, 다양한 활용 범위 등이 확인되면서 드론은 국가 및 비국가 행위자 모두가 사용하는 중요한 무기체계가 되었으며, 이에 따라 드론에 대응하는 대(對)드론(Counter-Drone) 대책에 관한 관심도 증가하기 시작했다.

2010년대에는 초보적인 군집 드론 공격 및 암살용 드론이 등장하기 시작했다. 2018년 1월, 폭발물이 장착된 드론에 의한 시리아 서부 러시아 공군기지(Khmeimim Air Base) 공격은 군집 드론의 실전 운용 가능성을 보여준 사례였다. 소형 엔진, 저렴한 기체 재질, 다수의 소형 박격포 포탄으로 조립되어 50km 이상 떨어진 곳에서 발사된 약 13대의 드론에 의한 공격이었다.⁴⁰⁾ 모든 드론은 파괴되거나 추락했지만, 이 사례는 소형 드론으로 군집 공격이 가능함을 보여준 최초의 사례라고 할 수 있다. 또한 2018년 8월 4일에는 베네수엘라 대통령 니콜라스 마두로가 카라카스에서 열린 군사 퍼레이드에서 연설하던 중 드론 공격을 받았다.⁴¹⁾ 국제적인 논란이 있는 사건임에도 불구하고 공격의 실상이 정확히 확인된다면 상업용 드론으로 국가 원수를 공격한 최초의 사례가 될 것이다.⁴²⁾

비국가 행위자에 의한 드론의 운용은 이란의 지원을 받는 예멘의 후티 반군이 대표적이다. 이란은 2016년부터 시작된 예멘 내전에서 후티 반군에 대한 군사 지원의 하나로 카세프 1 드론 부대를 제공하고 있는 것으로 알려지고 있

38) ISIS(Islamic State of Iraq and Syria)는 중동지역에서 극단적인 이슬람 국가를 수립하려는 목표를 가지고 활동하는 국제 테러 조직으로 ISIL(Islamic State of Iraq and the Levant)이나 IS(Islamic State)라고도 불린다.

39) IED(Improvised Explosive Device)는 즉석에서 만든 폭발 장치를 의미한다. ‘급조폭발물’로 번역되기도 한다. IED는 전통적인 군사 폭발물이 아닌, 비전통적인 방법으로 만들어진 폭발 장치로, 게릴라전이나 테러 행위에 주로 사용된다.

40) 러시아 국방부의 2018년 1월 8일과 10일 발표에 따르면 13대의 무장 드론의 동시다발적 공격이 있었고, 러시아군은 전자공격을 통하여 이를 격퇴하였다고 하였다.

41) <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-45073385> (검색일: 2023.11.18.)

42) 이 사건은 불명의 공격자들이 온라인에서 드론을 구매하고 각각 1kg의 군용 C-4 폭발물을 탑재한 DJI M600 드론 2대를 사용하여 공격했다고 한다. 암살 시도가 마두로 반대 세력에 의한 행위인지, 자작극인지 등 여러 가지 의심이 있으며, 여전히 여러 나라에서는 독립적이고 공정한 조사를 요청하고 있다.

다.⁴³⁾ 후티 반군의 드론은 사우디아라비아의 수도 리야드의 공항, 정유시설뿐만 아니라, UAE 본토를 공격하였다.⁴⁴⁾ 후티 반군은 최근 이스라엘의 가자지구 충돌에도 관여하면서 Loitering Munition(자폭 드론)을 발사하는 등 드론 운용에 대한 기술력을 과시하고 있다.⁴⁵⁾

드론 기반 전투의 위력을 전장에서 실전적으로 보여준 것은 2020년 9월 27일에 아제르바이잔이 Martuni를 공격하면서 시작된 나고르노-카라바흐 지역의 분쟁이었다.⁴⁶⁾ 아제르바이잔군은 공격 드론과 자폭 드론을 적극적으로 활용하면서 드론 전투를 수행하였다. 아제르바이잔군은 또한 드론으로 수집한 전투 영상으로 자신들에게 유리한 영상을 SNS로 공개하여 아르메니아를 심리적으로 압박하는 전술도 구사하였다. 아르메니아군은 분쟁 막바지 단계에서 러시아가 지원하는 전자전 장비로 아제르바이잔군의 드론에 대한 방어작전을 수행하였으나, 전세는 이미 기울어진 뒤였다. 취약한 공중공간을 노출하였던 아르메니아군에 비해 아제르바이잔군은 상대적으로 우세한 드론 기반의 비대칭전을 수행한 결과 압승으로 전쟁은 종료되었다.

2022년에 시작된 러시아와 우크라이나전쟁을 통하여 더욱 정밀해지고 다양해진 드론 능력이 주목받고 있다. 러시아-우크라이나전쟁은 2022년 2월부터 시작된 분쟁으로, 우크라이나와 우크라이나 내 친러 분리주의 세력 간의 분쟁에 러시아가 개입하면서 시작된 것이다. 러시아와 우크라이나 모두 지속적으로 드론을 광범위하게 사용하고 있다. 이러한 드론에는 전술 제대에 사용되는 상업용 및 개조형 쿼드콥터부터 군용 드론에 이르기까지 다양하다.⁴⁷⁾

상업용 드론은 저렴함과 함께 손쉽게 사용할 수 있다는 특징이 있으므로 러

43) 인남식, 예멘 내전의 배경, 함의 및 전망, IFANS 주요국제문제분석 2018-29.

44) 반군의 드론은 아부다비에서 1,300여km 떨어진 반군의 근거지인 예멘 사나에서 출격하였으며 사전 입력된 항로를 비행하는 방법을 사용하였다.

45) https://www.hani.co.kr/arti/international/international_general/1114597.html (검색일: 2023.11.13.) 여기서 Loitering Munition은 공통된 한글 번역 용어가 없는 상태로, 영어를 그대로 번역하면 배회(Loitering)하는 형태의 탄약이며, 배회형탄약, 배회폭탄, 어슬렁탄, 자폭병기, 킬러드론, 자폭드론 등 다양한 용어가 사용되고 있다. 본 논문에서는 일반적으로 이해하기 쉬운 용어라는 측면에서 Loitering Munition을 자폭드론으로 사용하였다.

46) https://bemil.chosun.com/site/data/html_dir/2020/12/09/2020120901074.html (검색일: 2023.11.13.)

47) <https://www.droneshield.com/blog-posts/lessons-from-drones-in-ukraine-war> (검색일: 2023.11.13.)

시아-우크라이나전쟁에서 근실시간(Near real time) 표적 획득과 자폭 공격 등에 사용되고 있다.⁴⁸⁾ 군용 드론은 중고도에서 광범위한 영상정보 지원 및 장거리 타격 능력을 보여주고 있다. 러시아-우크라이나전쟁은 여전히 진행 중이기는 하지만 전장의 드론 운용 상황을 볼 때 기동부대 드론 운용의 필요성이나 제공권을 완전하게 확보하지 못한 상태에서는 대형 드론보다 소형 드론을 운용하는 것이 유리할 수 있다는 측면 등 다양한 사례 분석을 할 수 있을 것이다.

러시아-우크라이나전쟁의 또 다른 측면은 드론이 군사 작전에 필수적인 정교한 시스템으로 발전하면서 비행체에 탑재된 컴퓨터를 사용하여 자율 비행에 사용될 수 있는 프로그래밍을 하기도 한다는 사실이다. 이는 드론 시스템 개발에 자율성(Autonomous) 관련 기술이 적용되는 것으로, 인간의 개입 없이 드론이 인간을 살해하는 결정을 내릴 수 있다는 윤리적, 전략적 논쟁의 대상이 되고 있다. 이와 더불어 민간인이 상업용 드론을 사용하여 전투를 지원하거나 공격을 수행할 때 드론 운용자를 전투원의 범주에 포함할 것인가에 대한 논의도 이어지고 있다.

2023년 10월 7일 하마스(Hamas)의 준군사부대인 이즈 알-딘 알-카쌌(Izz al-Din al-Qassam)여단이 가자지구(Gaza Strip)에서 이스라엘을 공격했다. 가자지구 충돌에서 하마스는 멀티콥터 드론과 단방향 자폭 드론 등을 사용하여 이스라엘 방어의 취약점을 정확하게 타격하는 전술을 사용하였다. 알-카쌌여단이 공개한 동영상에서는 멀티콥터 드론을 사용하여 IED를 투하하는 모습이 담겨 있다.⁴⁹⁾ 멀티콥터 드론은 가자지구를 둘러싼 장벽을 따라 탑에 설치되어 원격 조작되는 0.50 구경 기관총을 무력화하기 위해 연소하는 퓨즈가 달린 원시적인 IED를 투하했다. 멀티콥터 드론에 폭발물을 장착하여 비행할 경우, 육안 사격으로도 격추가 가능하나, 하마스의 로켓과 박격포 공격이 이루어지는 상태에서 이스라엘군은 대피소에 대피한 상태였기 때문에 이스라엘군의 대응에 제한이 있었던 것으로 보인다.

대형 멀티콥터 드론에서 이스라엘 전차에 투하된 RPG-7 로켓 발사기용 탠덤(Tandem, 이중탄두 대전차 탄) 역시 취약점을 공격하는 아이디어였다. 이스

48) <https://www.eurasiantimes.com/army-of-drone-ukraine-flaunts-2000-china-made-uavs/> (검색일: 2023.11.13.)

49) <https://www.businessinsider.com/hamas-drones-take-out-comms-towers-ambush-israel-2023-10> (검색일: 2023.10.9.)

라엘의 Merkava IV 전차의 능동방어체계인 Trophy는 직 상방에서 공격하는 탄두를 요격하기 위해 설계되지 않았으므로 공격하는 이중탄두 대전차탄에 방어가 제한되면서 피격당할 수밖에 없었다. 이와 함께 하마스는 Al-Zouari 드론을 처음으로 사용했다고 발표했다.⁵⁰⁾ Al-Zouari 드론은 기수 부분에 카메라가 장착된 전기로 구동되는 일방향 공격용 자폭 드론으로 비디오 링크를 통해 운영자가 표적으로 조종하여 자폭 공격을 할 수 있다. 이처럼 현대전에서 드론은 기술적인 수준에 따라 맞춤형 무기체계로 광범위하게 운용되고 있다.

드론 발전의 역사를 요약하면 표 3과 같다.

표 17. 드론 발전의 역사

Table 3. The History of Drone Development

| 구분 | 드론의 발전 |
|------------------------|---|
| 고대 | 연에 불을 붙여서 신호를 보내거나 공격에 사용 |
| 1849년 | 오스트리아가 폭발물을 채운 무인 풍선으로 베네치아를 공격 |
| 제1차 세계 대전 | 대공포나 전투기의 사격훈련에 쓸 무인 표적기로 드론을 운용하기 시작 |
| 제2차 세계대전 | 세계 최초로 무선조종 항공기가 규격화되어 대량 생산 |
| 1950년대 후반 | 미국은 MQM-57(Falconer), SD-2 (Overseer) 표적기를 개조한 정찰용 드론을 제작·사용 |
| 제5차 중동전(1982년) | 이스라엘군은 Drone으로 적의 움직임을 효과적으로 파악·대응하였음. SD-2(Overseer) 표적기를 개조한 정찰용 Drone을 제작·사용 |
| 발칸반도, 이라크 전쟁 (1990년대) | 드론 운용의 본격화, 미국은 Predator로 정보, 감시, 정찰 등 독립적인 임무 수행 |
| 테러와의 전쟁(2001년~) | 드론은 정보, 감시, 정찰 능력과 함께 즉각적인 공격을 수행하는 전장의 핵심 요소로 발전 |
| 상업용 Drone의 시대 (2010년~) | 중국의 DJI社를 중심으로 상업용 드론 시장이 폭발적으로 확대되면서 성장하고 있으며, 전장에서도 상업용 드론이 사용됨 |
| 아제르바이잔-아르메니아 전쟁(2020년) | 45일간 전투에서 아제르바이잔은 드론 기반 전투라는 비대칭전으로 완승을 거둠 |
| 러시아-우크라이나전쟁 (2022년~) | ISR, 공격, 군집, 상업용·군사용의 구분 파괴 등 혁신적 변화가 표출됨 |
| 이스라엘 가자지구 충돌 (2023년~) | 쿼드콥터 드론을 이용한 재래식 폭발물 투하 및 무선조종으로 운용하는 일방향 공격용 자폭 드론이 기습에 사용됨 |

50) <https://english.almayadeen.net/news/politics/al-qassam:-al-zouari-suicide-drones-played-key-role-in-the-o> (검색일: 2023.10.9.)

드론 기술의 발전 추세를 확인하기 위해서는 기존의 동향과 연구를 기반으로 다양하게 진화하는 드론의 개발 경향을 분석하는 것이 중요하다. 공개된 자료를 기반으로 드론의 기술적인 발전을 단기 및 장기로 분류하여 예측하는 방법도 있으며, 이러한 예측은 새로운 정보와 기술이 등장함에 따라 계속하여 변경될 수 있다. 드론과 관련된 기술을 시간적으로 단기와 장기로 구분하여 예측하여 보면 다음의 표 4와 같다.

표 4. 드론 기술의 주요 발전 분야

Table 4. Major Areas of Drone Technology Development

| 구분 | 주요 기술 발전 분야 |
|------------------------------|--|
| 단기적인 드론 기술 발전 ⁵¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> • 군집 능력 향상 : 드론은 군집을 기반으로 상호 협력하는 방법으로 더욱 정교해지고 대응하기 어려운 공격이 가능할 것임 • 스텔스 및 대응책 : 드론은 스텔스 기술과 대응책을 사용하여 대공 방어체계의 탐지 및 표적 획득 체계를 회피할 수 있을 것임 • 자율적 의사결정 : 자율적으로 의사결정을 내릴 수 있는 AI 시스템이 장착되어 예측할 수 없는 행동과 잠재적 오용 위험성이 증가될 것임 • 소형화 및 무기화 : 드론이 더 작아지고 민첩해짐에 따라 접근하기 어려운 위치에서 무기를 운반하거나 ISR에 적극적으로 사용될 것임 |
| 장기적인 드론 기술 발전 ⁵²⁾ | <ul style="list-style-type: none"> • 고급 AI 및 자율성 : 고급 AI 및 자율성 기능을 갖춘 드론은 인간의 개입 없이 복잡한 임무를 수행할 수 있으므로 의도하지 않은 결과에 대한 위험이 증가할 것임 • 에너지 확보 능력 : 다양한 환경에서 작동에 필요한 에너지를 확보할 수 있는 능력을 갖춘 드론은 운용 시간이 길어지면서 더욱더 연속적이고 치명적인 위협이 될 수 있을 것임 • 우주 기반 위협 : 드론은 위성 간섭 또는 우주 쓰레기 제거와 같은 우주 응용 분야에 사용될 수 있으며 우주 안보에 새로운 도전으로 등장할 것임 |

단기적으로 드론의 군집 능력 향상을 통한 상호 협력 공격, 스텔스 기능과 대응책을 이용한 탐지 회피, AI에 기반한 자율적 의사결정과 그로 인한 예측

51) Michael C. Horowitz et al., The Consequences of Drone Proliferation: Separating Fact from Fiction, William M. Fleischman, Just Say “NO!” To Lethal Autonomous Robotic Weapons - Or, Why Is It So Difficult For Ethics To Discuss This Subject?의 내용과 연구자의 의견을 종합적으로 정리한 것이다.
 52) Konstantinos Karantzalos, and Kostas Alexis, “UAV Photogrammetry for Mapping and 3D Modeling - Current Status and Future Perspectives”의 내용과 연구자의 의견을 종합적으로 정리한 것이다.

불가능한 행동 증가, 그리고 소형화 및 무기화를 통해 접근이 곤란한 위치에서의 운용 등이 포함될 것이다. 장기적으로 발전하는 드론 기술은 고급 AI 및 자율 기능의 증대로 인한 복잡한 임무 수행 능력과 의도치 않은 결과 및 위험의 증가, 에너지 확보 능력 향상으로 인한 운용 시간 연장과 연속적인 위협 가능성, 우주 기반 위협으로의 활용 및 우주 안보에 대한 새로운 도전 등이 예상된다. 이러한 발전은 드론 기술이 미래의 전쟁 양상을 어떻게 변화시킬지에 현상을 바라볼 수 있는 통찰을 제공할 수 있을 것이다.

이러한 경향성과 함께 드론과 관련된 기술은 드론에 대한 대응 기술, 환경에 대한 적응성, 통신체계의 발전에 따른 적응성, 인간과 기계의 팀 구성, 전기 및 하이브리드 시스템과 같은 첨단 추진 기술에 많은 영향을 받을 것이다. 이뿐만 아니라 이를 활용하여 드론의 효율성을 높이고 소음을 줄이는 능력 및 양자 컴퓨팅·통신과 같은 양자 기술의 통합은 데이터 처리, 암호화 및 보안성이 강화된 통신과 같은 영역에서 기술적인 능력은 지속적으로 향상될 것으로 보인다.

전통적으로 드론은 군사적으로는 ISR을 목적으로 하는 무기체계가 주류를 이루고 있었으나, 기술 발전에 따라 다양한 자폭 드론의 등장, 스텔스 능력 보강, 극초음속 드론의 등장, 드론 간의 전투 수행, 자율성이 강화된 드론의 일반화 등의 형태로 드론은 계속하여 발전할 것이다. 특히 주요 군사 강대국들의 관심을 볼 때 2030년대 전장 환경 변화의 핵심 무기체계는 군집 드론의 형태가 될 것으로 보인다.⁵³⁾ 군집 전술은 네트워크로 연결되고 동기화된 다수의 드론이 집단의 시너지효과를 발휘하면서 적을 압도하는 개념이다.

2. 드론의 구성요소 및 위협

2.1 드론의 구성요소

드론은 일반적으로 무인비행체, 지상통제장치, 통신체계, 소프트웨어 및 지원 장비라는 요소로 구성되어 있다. 무인비행체는 항공기의 본체와 비행통제장치, 항법 센서 등으로 구성되어 있으며, GPS, 연료 또는 배터리, 엔진 등이 포함된다. 지상통제장치(GCS)는 드론 운용자가 조종을 위해 사용하는 시스템이며,

53) 국방기술진흥연구소, 미래국방 2030기술전략, 2022.3.

통신체계는 지상과 드론 간의 데이터 전송을 담당한다. 소프트웨어는 비행 점검, 통제 및 데이터 처리를 수행하며, 자율비행을 위한 프로그래밍도 포함된다. 마지막으로 지원 장비는 드론의 테스트, 운용, 운송 등을 위해 필요한 다양한 도구를 말한다. 드론과 이를 조종하고 통제할 수 있는 장치로 구성되어 작동되는 구조와 구성요소를 도식화하면 그림 2와 같다.⁵⁴⁾

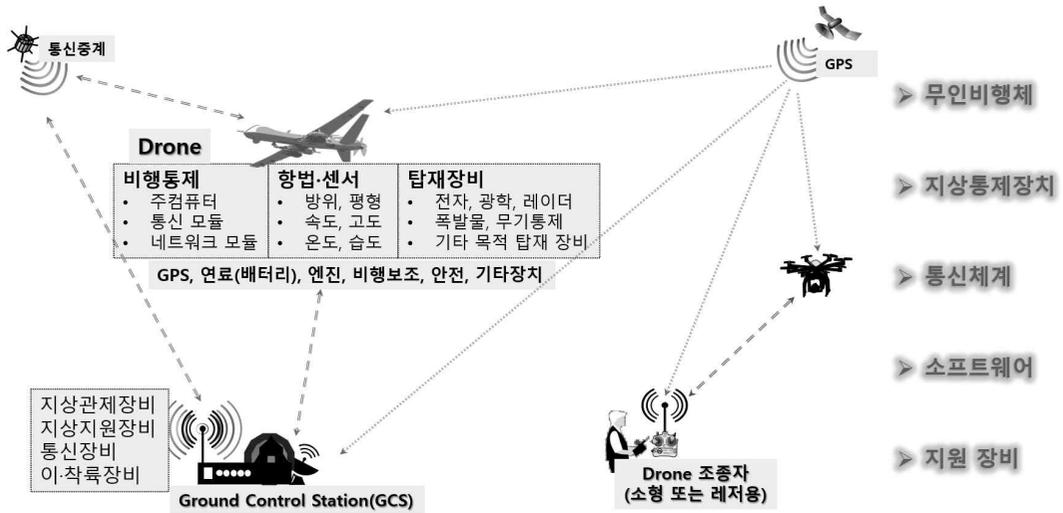


그림 2. 드론의 구성요소

Figure 2. Drone Components

드론의 첫 번째 구성요소인 무인비행체는 동체와 함께 비행통제장치, 항법 센서 등의 장비로 구성된 부품이 탑재되어 있다. GPS(Global Positioning System), 연료 또는 배터리, 엔진, 비행 보조장치, 안전장치와 함께 이륙과 착륙에 사용되는 각종 장치로 구성되어 있다. 비행체에 탑재된 탑재 장비는 각종 센서, 폭발물, 전자기 신호 발신 장치 등 다양하게 구성될 수 있다.

드론의 두 번째 구성요소인 지상통제장치(Ground Control Station, GCS)는 운용자가 드론을 작동하기 위한 것이다. 지상의 관제장비, 지상지원장비, 통신 장비 및 이륙과 착륙을 위한 각종 장치로 구성되어 있다. 소형의 레이저용 또는 군사용 드론은 휴대용 조종 장치이거나 소형의 컴퓨터에 통합된 체계로 충분하

54) GrzeGorz Pietrek, Threats to critical infrastructure: The case of unmanned aerial vehicles. p.122, JOURNAL OF MODERN SCIENCE TOM 2/49/2022.

지만, 군사용을 포함한 대형 기종에는 복잡한 지상통제장치가 사용된다.

통신체계는 드론의 세 번째 구성요소이다. 통신체계는 조종사가 없는 상태에서 드론이 운용될 수 있도록 비행체를 조종하는 핵심적인 체계이다. 지상통제장치와 공중의 무인비행체 간의 통신 기능을 포함하여 주변 시설과 지휘 채널 간의 통신 기능을 수행한다. 통신체계는 군사용의 경우 보안장비를 포함하는 비화(秘化) 통신체계를 사용하며, 상업용일 경우에도 디지털 통신의 특성상 일정한 수준의 간섭 현상을 배제하기 위하여 보안성이 있는 통신체계를 사용한다. 통신체계는 GPS 수신장치와는 별개로 구성된 요소이다.

네 번째 구성요소인 소프트웨어는 비행체의 점검, 통제, 수집된 자료의 데이터베이스화, 분석, 보고 등의 기능을 수행하는 것이다. 조종사가 없는 상태에서 비행하기 위한 각종 지휘 및 통제 기능이 모두 소프트웨어를 통해서 이루어진다고 할 수 있다. 최근 관심이 증대되고 있는 자율 비행이 가능한 드론은 비행체에 탑재된 컴퓨터를 사용하여 자율 비행을 위해 프로그래밍을 한 것이다.

다섯 번째 구성요소인 지원 장비는 드론 체계의 시험, 운용, 이동 등을 위한 각종 수단의 집합체이다. 지원 장비는 드론의 비행체에도 탑재된 이동 및 운용을 위한 장비와 더불어 드론의 각종 개발시험, 비행 전 시험 등을 위하여 사용되는 장비가 포함된다.

2.2 드론의 위협

드론이 누구나 사용할 수 있는 도구가 되면서 비행체라는 특성상 인간의 조종에 의한 의도적인 위협과 함께, 사용상의 부주의나 고장 등에 의한 추락, 폭발 등도 발생할 수 있다. 드론은 다양한 이점에도 불구하고 안전(Safety), 보안(Security) 및 기타 측면에서 위협적인 도구로 사용될 수 있다. 본 논문에서도 드론은 하나의 위협 수단으로 사용되고 있는 현상을 분석하고 있다.

현대적인 드론은 소형의 레저용 쿼드콥터부터 고급 센서와 무기를 갖춘 대형 군용 무기체계까지 크기와 기능이 다양하다. 군사용으로 출발한 드론이지만 기술적인 발전에 따라 산업 및 과학기술용이나 레크리에이션 등의 목적으로 다양하게 활용되고 있다. 이에 따라 위협의 형태도 다양하게 분류할 수 있다.

먼저 안전 측면에서는 드론의 위협은 공역 안전, 공항 운영 방해, 긴급활동 방해 등을 들 수 있다. 공역 안전(Airspace safety)의 위협은 무책임하게 비행하거나 제한된 지역에서 비행할 때 다른 공역의 사용에 위협을 초래할 수 있다는 것이다. 유인 항공기의 비행 방해, 충돌 또는 승인 없이 통제된 공역에 진입하면 잠재적으로 위험한 상황이 발생할 수 있다. 한 가지 예로 2018년 런던 히스로공항 근처에서 드론이 여객기와 충돌할 뻔한 사건이 발생하여 공역 안전에 대한 우려가 제기되었다.⁵⁵⁾

안전 측면에서 두 번째의 위협은 공항 운영 방해이다. 공항 인근을 비행하는 드론은 공항 운영에 심각한 문제를 야기시켜 지연, 취소 및 잠재적인 안전 위협을 초래할 수 있다. 공항에서 드론과 관련된 사고는 항공기 이착륙 방해, 공항의 일시적인 운영 중단 등 상당한 경제적 영향을 끼칠 수 있다. 이러한 사례로는 2018년 12월 런던 개트워 공항에서 드론 목격으로 인해 공항이 33시간 동안 폐쇄된 사건이 있다. 이 사건으로 약 1,000편의 비행이 중단되고 140,000명 이상의 승객이 피해를 입었다.⁵⁶⁾

안전 측면에서 세 번째의 위협은 긴급활동 방해이다. 재난 현장 또는 비상 대응 작업 중에 있는 지역의 인근을 비행하는 드론은 소방 항공기, 수색 및 구조 팀 또는 의료 헬리콥터와 같은 긴급 대응 활동을 방해할 수 있다. 예를 들어 2018년 8월 미국 캘리포니아주 오렌지 카운티 화재 당시 소방 항공기는 해당 지역을 비행하는 무단 드론으로 인해 일시적으로 작업을 중단해야 했다. 이 드론은 항공기와 화재 진압 승무원에게 위협을 초래했으며 중요한 시기에 소방 활동을 방해했다. 또한 2017년 12월 미국 캘리포니아주 샌디에이고 카운티 라일락에서는 화재 진압 중 드론의 간섭으로 소방 헬리콥터가 약 1시간 동안 착륙할 수밖에 없었다. 드론으로 인하여 헬리콥터 비행에 위협을 초래했고, 작업을 중단해야 했으며 화재가 계속 확산되는 부정적인 영향을 미쳤다.⁵⁷⁾

안보 측면에서 드론의 위협은 중요 기반 시설에 대한 위협, 테러의 도구 또는 무기화와 함께 밀수 및 불법 행위의 도구로 활용되는 것이다. 안보 측면 위

55) <https://www.theguardian.com/world/2014/dec/07/drone-near-miss-passenger-plane-heathrow> (검색일: 2023.4.6.)

56) <https://simpleflying.com/gatwick-drone-sightings-recap/> (검색일: 2023.4.6.)

57) <https://wildfiretoday.com/2017/07/01/drone-operator-arrested-for-interfering-with-firefighting-aircraft/>, (검색일: 2023.4.6.)

협약의 첫 번째는 발전소, 통신 네트워크, 운송 시스템과 같은 중요 기반 시설에 대한 위협이다. 드론은 이러한 시설에 대한 감시 또는 물리적 공격에 사용할 수 있다. 예를 들어 2019년 사우디아라비아의 Abqaiq 및 Khurais 석유 시설에 대한 드론 공격으로 하루 약 570만 배럴의 원유 생산이 중단되었다.⁵⁸⁾ 특히 2022년 12월 26일 북한 드론의 대한민국 영공침범으로 인하여 우리나라의 드론의 운용과 대응 방책에 관한 관심은 더욱 높아지고 있다.

안보 측면에서 두 번째 위협은 드론이 테러 행위에 사용되거나 무기화될 수 있다는 것이다. 테러리스트 또는 범죄자들은 폭발물, 화기 또는 기타 유해 물질을 드론에 탑재하여 사람이나 기반 시설을 표적으로 공격을 수행할 수 있다. 드론에 폭발물을 탑재하여 주요 인사의 암살을 시도하거나, 국가적으로 중요한 시설물에 충돌하는 등의 사례가 있으며, 2016년 이후 드론을 이용한 테러 사건은 288건이 확인되고 있다.⁵⁹⁾

안보 측면에서 세 번째 위협은 드론이 밀수 및 불법 활동에 사용될 수 있다는 것이다. 범죄자들은 드론을 사용하여 밀수행위를 하거나 교도소, 구치소 등의 제한 구역으로 금지 물품을 운송할 수 있다. 이와 함께 특정한 목적의 불법 감시 및 산업 스파이 활동에도 사용될 수도 있다. 예를 들어 2021년 4월, 뉴질랜드 오클랜드의 한 교도소 근처에서 마약과 휴대전화를 운반하는 드론이 적발되기도 하였다.⁶⁰⁾

드론에 의해 야기되는 기타 위협에는 사생활 침해, 사이버 보안 위험, 대중적 폐해 유발, 환경 영향 등 다양하다. 먼저 사생활(Privacy) 침해 위협이다. 카메라 및 다양한 센서가 장착된 드론은 주택가, 사무실, 공공기관 등의 사적 또는 공적인 공간에 있는 정보 주체의 동의 없이 영상을 촬영하여 사생활을 침해할 수 있다. 예를 들어 2015년에 미국 켄터키의 한 남성이 자신의 사생활을 침해한다고 주장하며 자신의 주택 위를 맴돌던 드론을 격추시켰다.⁶¹⁾

58) <https://edition.cnn.com/2019/09/14/business/saudi-oil-output-impacted-drone-attack/index.html>, (검색일: 2023.4.6.)

59) <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-45073385>, (검색일: 2023.4.6.)

60) <https://www.nzherald.co.nz/world/watch-drone-delivers-drugs-mobile-phones-to-prisoner/VT4WJ6DJXVEWDDJQWU5VISHFAY/>, (검색일: 2023.4.6.)

61) <https://www.vox.com/2015/7/31/9078383/drone-shooting-privacy-kentucky>, (검색일: 2023.4.6.)

기타 위협 중 두 번째는 사이버 보안의 위협이다. 드론은 해킹이나 하이재킹으로 무단 제어 또는 잠재적 오용으로 이어질 수 있다. 지난 2011년 12월 이란은 미국 RQ-170 Sentinel 드론의 제어 시스템을 해킹하여 강제 착륙시켰다고 주장했다.⁶²⁾ RQ-170 Sentinel은 이란 영공 감시 임무를 수행하고 있었으므로 해킹 공격으로 드론이 강제 착륙된 것이 사실이라면, 민감한 정보가 손상될 가능성을 보여준다고 하겠다.

사이버보안 위협의 다른 측면은 드론으로 수집한 데이터가 제대로 보호되지 않으면 도난이나 조작에 취약할 수 있다는 점이다. 2023년에 보안 전문가들은 드론 제조업체 DJI의 소프트웨어에서 치명적인 취약점이 있다고 발표했다. 이 결함으로 인해 해커는 사용자 계정을 제어하고 비행 기록, 사진 및 라이브 카메라 피드에 액세스할 수 있다고 했다.⁶³⁾ 악용 사례는 아직 보고되지 않았지만, 이러한 발견은 드론 기술의 잠재적 위험과 개인 정보 보호 문제점을 보여주고 있다. 사이버보안 위협으로 인한 피해를 정확하게 정량화할 수는 없지만 정보 손실 및 국가안보에 미치는 영향은 상당할 것으로 보인다.

드론에 의한 기타 위협의 세 번째는 대중적 피해를 유발할 수 있다는 것이다. 무책임하게 비행하는 드론은 일반 대중에게 소음, 시각적 방해 또는 괴롭힘을 유발하여 주거 지역이나 공공장소에서의 개인적인 삶의 질에 영향을 미칠 수 있다. 무분별하게 이웃집 상공으로 드론을 날리거나 시끄럽게 하여 공공 소란을 일으킨다면 이는 심각한 위협이 될 수 있다.⁶⁴⁾

기타 위협 중 마지막은 환경적 영향이다. 드론이 민감한 생태 지역에서 무책임하게 비행할 때 야생 동물이나 환경에 해를 끼칠 수 있다. 예를 들어 2016년 드론이 옐로스톤 국립공원의 온천에 충돌하여 환경 문제를 초래한 사건은 민감한 생태계를 보호하기 위하여 드론에 대한 규제가 필요하다는 측면에서 관심을 끌었다.⁶⁵⁾

이러한 드론 기반의 위협은 책임감 있는 드론 운영, 규제 강화, 드론과 관련

62) <https://www.reuters.com/article/uk-iran-usa-idUKTRE7B826W20111209>, (검색일: 2023.4.6.)

63) <http://m.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=30965>, (검색일: 2023.4.6.)

64) <https://m.lawtimes.co.kr/Content/Article?serial=147588>, (검색일: 2023.4.6.)

65) <https://time.com/3088792/drone-yellowstone-park/>, (검색일: 2023.4.6.)

된 교육 및 훈련, 드론 탐지 및 대응 기술 개발을 통해 일부 완화할 수 있다. 위협에 대한 구체적인 인식과 실체를 확인한 이후 위협에 대응하는 절차를 구축하고 그에 따른 각종 법규를 정비하는 것이다. 이를 위하여 위협의 실제 확인이 가장 우선되어야 한다. 또한 위협에 대한 실제 확인 후 어떤 절차를 거쳐서 분석되고 평가되는지도 중요하다.⁶⁶⁾ 이러한 드론의 위협을 공개된 자료를 기반으로 정리하여 요약하면 표 5와 같다.

표 5. 드론 기반 위협의 유형 및 주요 위협 내용

Table 5. Types and Main Contents of Drone-based Threats

| 구분 | 위협 유형 | 주요 위협 내용 |
|------------------|-----------|---|
| 안전 (Safety) | 공역 안전 위협 | • 항공기와의 충돌, 관제 공역 무단진입으로 비행 방해 |
| | 공항 운영 방해 | • 항공기 지연 및 취소, 공항 운영 중단 및 경제적 영향 |
| | 긴급활동 방해 | • 응급 서비스 방해, 소방 항공기 방해 • 수색 및 구조 작업 방해, 의료용 항공기 운영 방해 |
| 안보 (Security) | 기반 시설 공격 | • 시설 감시, 사이버 공격, 물리적 공격 |
| | 테러 및 무기화 | • 테러리즘에 활용 • 폭발물, 총기류 또는 유해 물질로 인적·물적 대상 공격 |
| | 불법 행위 | • 밀수품 운송, 군사시설, 교도소 등 제한 구역 침투, • 불법 감시 및 산업 스파이 |
| 기타 | 사생활 침해 | • 정보 주체의 동의 없이 사적인 공간에서 사진이나 동영상을 촬영하는 행위, 민감한 개인정보 수집 |
| | 사이버 보안 위협 | • 드론을 이용한 Hacking 또는 Hijacking으로 수집된 데이터의 도난 또는 조작에 활용될 가능성 |
| | 대중적 피해 유발 | • 소음 공해, 시각적 방해, 주거 지역 또는 공공장소에서 불편함 등을 유발 |
| | 환경 영향 | • 야생 동물의 교란, 민감한 생태 지역에 대한 피해 |

드론은 미래 기술 발전에 따라 상호운용성, 자율성, 네트워크 보안 및 인간-기계의 협업 측면에서 발전을 추구할 것이다. 이러한 양상은 기술 발전, 자율성

66) 위협의 식별 이후에는 취약성을 식별하는 단계로 진행된다. (이상희, 이주락, 물리보안의 정의에 관한 연구 - 위협평가 이론을 중심으로, 韓國産業保安研究 - 第7卷 第2號 (2017): 33-52, 2017.12.20.) 특히 위협의 식별에서는 인위적인 위협(Man made threat)과 자연적인 위협(Natural threat)으로 구분하고 있으므로, 드론의 위협으로 인하여 재난의 원인이 될 수 있다는 측면을 고려한다면 위협은 사회재난의 범주에서 개념을 확장하여 논의할 수 있을 것이다. (재난 및 안전관리기본법[시행 2023. 1. 5.] [법률 제18685호, 2022. 1. 4., 타법 개정] 참조)

증가, 무인전투체계의 등장, 군집 작전 능력 추구, 비정부 군사 조직이나 테러리스트 그룹에 의한 사용이 증가 등의 형태로 나타날 것이다. 드론 기술의 지속적인 발전으로 고도의 인공지능, 더 나은 센서 기술, 높은 비행 지속 시간, 그리고 향상된 무기 시스템이 통합될 것으로 예상된다.

특히 인공지능(Artificial Intelligence, AI)의 발전으로 드론은 자율적 기능이 발전하게 될 것이므로 복잡한 임무 수행 능력 향상은 물론, 인간의 개입 없이 표적을 탐지하고 공격할 수 있는 능력까지 확장될 것이다. 드론은 센서와 카메라를 통해 환경을 탐지하고 인식하므로 발전된 인공지능 기술로 물체 인식, 행동 패턴 분석 등을 통해 특정 인물이나 물체를 정확히 식별하고 추적하는 기술이 통합될 것으로 보인다. 드론이 더욱 정확하고 다양한 정보를 수집하고, 분석할 수 있게 될 것이므로, 이에 따른 위협도 계속 증가할 것이다. 이런 측면에서 본 연구에서는 정량적 방법을 적용하여 드론으로 인해 발생할 수 있는 위협에 대한 분석과 함께 위협 측정과 관련된 지표를 제시할 것이다.⁶⁷⁾

3. 선행 연구 검토

드론 기반 위협에 관한 기존의 연구는 드론 자체의 위협과 폭발물 테러에 대한 시공간적 분석 등으로 확인이 가능했다. 드론 기반 위협의 종류에 대해 명시적인 항목을 구분하여 목록화한 국내 연구자료는 없었다. 연구자들은 드론의 위협에 대한 대응이라는 관점에서 사례 분석 위주로 연구를 진행하였고, 폭발물 테러에 관해 계량적으로 분석하고 있었다. 위협지수와 관련된 연구는 사회적인 위협에 대한 지수를 개발하거나 테러리즘, 사이버 및 국가별 불안정지수를 활용하는 연구가 주를 이루고 있었다. 드론 기반 위협의 분석 과정에서 이벤트 데이터를 기반으로 한 시공간적인 분석에 대한 자료는 일부 있었으나, 데이터마트 구성이나 다차원분석을 직접적으로 시도한 사례는 확인할 수 없었다.

67) 위협의 식별 이후에는 취약성을 식별하는 단계로 진행된다. (이상희, 이주락, 물리보안의 정의에 관한 연구 - 위협평가 이론을 중심으로, 韓國産業保安研究 - 第7卷 第2號 (2017): 33-52, 2017.12.20.) 특히 위협의 식별에서는 인위적인 위협(Man made threat)과 자연적인 위협(Natural threat)으로 구분하고 있으므로, 드론의 위협으로 인하여 재난의 원인이 될 수 있다는 측면을 고려한다면 위협은 사회재난의 범주에서 개념을 확장하여 논의할 수 있을 것이다. (재난 및 안전관리기본법[시행 2023. 1. 5.] [법률 제18685호, 2022. 1. 4., 타법 개정] 참조)

3.1 드론 기반 위협과 대응책에 관한 연구

드론 기반의 위협과 대응책에 관한 국내외의 연구는 개념적인 정의와 한정된 사례를 기반으로 드론의 위협에 어떻게 대응할 것이냐는 방법론 위주의 연구가 주를 이루고 있었다. 국내 연구로 허준 외 1인(2017)은 드론 기반 위협을 범 죄행위로 정리하면서 드론 자체를 직접 공격의 수단으로 삼는 경우와 드론의 탑재 기능을 이용하여 테러를 자행하는 경우로 나누어 사례를 분석하였다. 연구자들은 드론을 이용한 범죄와 이를 예방하기 위한 대책을 제시하였다. 정병수(2019)는 드론 테러의 사례 분석과 함께 이에 대한 대응 방안으로 법·제도 적인 측면과 기술·물리적인 측면에 대하여 연구하였다.

황순필 외 1인(2020), 안효춘 외 4인(2020), 손창근 외 3인(2020), 류영기(2021), 김세일 외 1인(2022), 채수환 외 2인(2022) 및 안용운(2022)은 국가중요시설에 대한 드론의 위협을 구체적으로 분석하였다. 이들 연구자는 드론을 이용한 테러 위협, 항공기 운항 방해, 원전 등 핵심 시설 공격, 북한 드론에 의한 주요시설 촬영, 원전 인근에서 불법 드론 출몰 등을 드론의 위협으로 보았다. 이러한 드론의 위협에 대응하기 위하여 능동적인 체계 구축, 국가중요 시설의 공중감시·방어체계 구축, 스마트 대공방어 체계 제안 등의 드론 대응 대책을 연구하였다.

김용태(2022)는 사우디아라비아 정유시설 공격에 사용된 콰세프-1(Qasef-1) 드론을 모델로 원자력발전소의 물리적 방호계통 설계를 위한 드론 기반 위협평가 절차 개발에 대하여 연구하였다. 손순호 외 1인(2022)은 드론에 탑재된 영상 장비가 공중에서 개인의 모습을 정보 주체의 사전 동의 없이 무단으로 촬영할 수 있으므로, 이는 헌법에서 보장하는 사생활 자유를 침해하는 것이라는 측면에서 드론에 의한 프라이버시의 침해 규제 방안에 대하여 연구하였다.

국외의 연구자들 중 Janusz Dudczyk et al.(2022)는 기술 발전에 따라 드론은 비행거리, 속도 및 탑재중량이 확대되고 있으며 이러한 장비를 부정적인 목적으로 운용할 때 위협이 될 수 있다는 전제하에 6종의 상업용 소형 드론을 대상으로 다중스펙트럼을 사용한 탐지 방법에 관하여 연구하였다. Chris Cole(2019)은 최대이륙중량 150kg 이상의 군용 드론 추락과 관련하여 2009

년부터 2018년까지의 데이터를 수집하여 분석하였다. 연구에서는 대형 드론의 추락에 따른 인명 및 시설 피해 가능성과 사례를 제시하여 실제 발생한 드론으로 인한 실생활에서의 위협을 분석하였다.

Bert van den Broek et al.(2020)은 국경 지역 드론 기반 위협의 자동적인 분류를 위하여 ALFA(Advanced Low Flying Aircraft Detection and Tracking) 체계를 활용하였다. 연구에서는 위협을 분류함에 있어 Rule Based Fusion with fuzzy reasoning, Probabilistic fusion(Bayes) 및 Evidential belief fusion(Dempster-Shafer)의 방법으로 위협을 자동으로 분류하였다. 이 연구에서는 위협을 별도로 정의하지는 않았고 국경 지역으로 진입하는 드론을 탐지하는 측면에 집중하였다. Jawad Yousaf et al.(2022)는 드론은 잠재적으로 잘못 사용될 때 중요한 시설에 위협이 되며, 사생활에 관련된 범죄 수단으로 악용될 수 있다는 측면에서 드론을 운용하는 지상 통제기의 탐지 및 위치 확인 방법에 관해 연구하였다.

드론 기반 위협의 정의라는 관점에서 미 국방부는 2021년 7월에 공개한 소형무인기시스템 대응전략서(Counter-sUAS Strategy)에서 국가 행위자, 비국가 행위자와 범죄자의 손에 의해 소형 무인 항공기체계(small Unmanned Aerial System, sUAS)는 더 강력한 무기가 되고 미군의 공중, 지상 및 해상 영역에서 작전에 위협을 초래할 수 있다고 정리하였다.⁶⁸⁾

이처럼 드론 기반의 위협과 대응책에 관한 국내외의 연구는 위협에 대한 개념적인 정의와 함께 드론 기반 위협에 대응하는 방법에 대한 연구가 주를 이루고 있었다. 드론 위협에 대한 사례는 미디어의 공개자료를 근간으로 한정적인 분석을 하였고, 실제 드론을 운용하는 실험의 경우에는 상업용 또는 군용 드론 비행을 탐지하는 방법 측면에서 접근하였다.

68) The exponential growth of small unmanned aircraft systems (sUAS) creates new risks for the Department of Defense (DoD). Technology trends are dramatically transforming legitimate applications of sUAS while simultaneously making them increasingly capable weapons in the hands of state actors, non-state actors, and criminals. Small UAS may also pose hazards to DoD operations in the air, land, and maritime domains when controlled by negligent or reckless operators. The Department must protect and defend personnel, facilities, and assets in an environment where increasing numbers of sUAS will share the skies with DoD aircraft, operate in the airspace over DoD installations, and be employed by our Nation's adversaries.

3.2 폭발물 또는 드론 기반의 테러리즘에 대한 시공간적 분석

시공간적 분석에 관한 국내외의 연구는 폭발물 테러리즘 관련 연구가 주를 이루었으며, 다량의 드론 기반 위협 데이터를 기반으로 하는 연구는 제한적으로 나타나고 있었다. 폭발물 및 테러리즘에 관한 연구로 김은영(2010)은 영국과 북 아일랜드에서 발생한 1972년부터 2005년까지의 폭탄테러 사건을 대상으로 지리 정보 체계 분석 도구인 ArcMap을 사용하여 지리 공간적 분포의 패턴을 분석하였다.

윤민우(2013)는 START⁶⁹⁾의 GTD⁷⁰⁾를 기반으로 아프가니스탄에서 2002년 1월 1일에서 2011년 12월 31일 사이에 발생한 폭탄테러 사건을 분석하였다. 이 연구에서는 지리적인 분석, 기술적 통계분석, 카이제곱 검증, 로지스틱 회귀분석 기법 등을 사용하여 폭탄테러 사건을 계량 분석하였다. 또한 테러 사건이 어떤 특성과 경향성을 띠는지를 분석하면서 빈도와 사상자 수에 영향을 미치는 주요한 예측 요인 존재에 대해서 연구하였다.

드론 테러 사건에 대한 분석으로 김태영 외 2인(2021)은 START 프로그램의 GTD에서 추출한 자료를 바탕으로 2016년부터 2019년까지 전 세계에서 발생한 126건의 드론 테러 사건에 대한 빈도분석 및 주요 교차분석을 하였다. 이 연구에서 드론 테러는 내전 등 정치적 갈등이 지속되고 있는 중동과 북아프리카를 중심으로 하계에 발생하고 있다고 분석했다. 또한 전 세계적으로 일반화된 테러의 양상인 Soft target 위주의 테러 공격과는 달리 국가중요시설, 핵심 시설 등 Hard target 위주로 발생하고 있고, 동시다발적인 복합테러 형태의 공격에 드론이 연계되면 테러 성공에 높은 영향을 미치는 것으로 분석하였다.

이새롬 외 1인(2023)은 GTD 자료를 활용하여 드론 기반 테러의 현황과 특성을 분석하였다. 1970년부터 2021년까지 GTD 자료 중 드론을 테러의 수단으로 사용한 315건의 이벤트 데이터를 바탕으로 테러 조직 중에는 예멘의 후티 반군이 211건으로 드론 테러를 가장 많이 시도한 집단으로 분석하였다. 드론 테러의 성공률은 ISIL⁷¹⁾이 91.7%로 가장 높았고 드론 테러의 수단은 90% 이상이 폭발물이라고 분석하였다. 또한 군대와 민간인을 표적으로 하는

69) National Consortium For The Study of Terrorism and Response to Terrorism

70) Global Terrorism Database

71) Islamic State of Iraq and the Levant

테러 비율이 가장 높다고 분석하였다.

국외의 연구로 Ewalter Enders et al.(2000)은 1968년부터 1997년까지 다국적 테러 사건에 대한 정보가 포함된 ITERATE⁷²⁾ 데이터 세트를 기반으로 시계열 분석을 사용하여 시간이 지남에 따라 변화하는 패턴과 증가하는 초국가적 테러 위협에 대하여 분석하였다. Gary LaFree et al.(2007)은 GTD를 기반으로 1970년부터 2007년까지 전 세계적으로 발생한 170,000건 이상의 테러 사건에 대한 오픈소스 데이터베이스를 기반으로 GTD, 코딩 시스템 및 자료수집 방법론을 소개하며 테러 연구에서 GTD의 가치를 강조하였다.

Aaron Clauset et al.(2007)은 GTD 및 RAND연구소의 MIPT⁷³⁾ 데이터 중 1968년부터 2004년까지의 테러 사건을 기반으로 통계 모델을 사용하여 사건의 빈도가 멱함수 분포를 따른다는 사실을 분석하였다. Patrick T. Brandt et al.(2010)은 1968년부터 2007년까지 다국적 테러 사건에 대한 정보가 포함된 ITERATE 데이터 세트를 기반으로 다국적 테러리스트의 표적 선호도를 조사하여 그들의 선호도가 시간이 지남에 따라 변했고 대테러 노력이 어느 정도 영향을 미쳤다고 분석하였다.

Elio Marchione et al.(2012)은 2004년부터 2009년까지 90,000명 이상의 민간인 사망을 포함하는 IBC(Iraq Body Count) 데이터를 기반으로 시공간 모델링을 사용하여 이라크의 반란 및 반군 패턴을 분석하여 반대 세력 간의 전략적 상호 작용을 분석하였다. Yannick Veilleux-Lepage et al.(2022)은 GTD와 ACLED 데이터를 기반으로 중동지역에서 활동하는 5개 비정부 그룹의 드론 프로그램을 분석하였다. 헤즈볼라, 하마스, 후티 반군, 이슬람 국가⁷⁴⁾, 쿠르드 노동자당⁷⁵⁾ 등이 드론 사용에 있어 전술 및 기술 혁신에 적극적이며 드론과 관련된 기술에 대한 장기적인 전략 및 개발 역량이 있음을 확인하였다.

드론 또는 폭발물 기반의 테러리즘에 대한 시공간적 분석에서는 이벤트 데이터인 GTD, ITERATE, IBC 데이터가 활용되었다. GTD와 ACLED 데이터를 동시에 활용하여 중동지역에 한정된 드론 기반 위협 분석연구가 있었다.

72) International Terrorism: Attributes of Terrorist Events

73) Memorial Institute for the Prevention of Terrorism

74) Islamic State, IS

75) Partiya Karkerên Kurdistanê, PKK

3.3 위협지수에 관한 연구

위협지수에 관한 연구는 사이버 관련 지수 개발이 가장 많았으며 정부의 정책 관련 지수와 사회 현상에 대한 지수를 개발하고 활용하기 위한 제안이 있었다. 사이버 위협지수와 관련된 국내의 연구자들은 다양한 지수를 개발하고 있었다. 송재욱 외 1인(2011)은 기업의 사이버보안 개념을 예방, 탐지, 대응 등의 3가지 차원으로 구성된 다차원적인 개념으로 정의하고, 금융권을 대상으로 하는 사이버보안지수를 개발하기 위하여 ISO와 OECD의 지수개발 원칙을 따랐다. 이들은 연구에서 개발된 지수체계를 실증하기 위해 금융권의 설문을 통해 지수를 산출한 다음 지수의 결과를 기반으로 순위를 부여했다.

이강수 외 2인(2008)은 다속성함수와 시뮬레이션을 이용한 다속성위험평가 모델을 통해 정보 시스템의 위협을 평가하는 기법을 제안하면서, 정보 시스템 위험 분석의 이론적 및 실무적 틀을 제공하였다. 국외 연구자 중 Valentyna Kravets(2019)는 글로벌 사이버보안 지수(GCI), 국가 사이버보안 지수(NCSI), 사이버보안 지수(ICS)의 구조, 방법론 및 적용을 비교 분석하였다.

국내 연구자 중 윤경화(2021)는 안티드론 산업과 관련된 정책 평가 지표를 개발하기 위해 삼각검증법을 사용하여 정부 정책 평가 지표를 제안하였다. 김인걸(2012)은 국가의 평화 정도를 나타내는 지표인 세계평화지수(Global Peace Index, GPI)를 이용하여 해당 국가에서 발생하는 국제 테러 빈도와와의 관계를 조사하는 방법으로 한 국가 내부 및 외부의 분쟁과 그로 인한 사망자 수, 이주민 수의 증가는 국제 테러리즘의 증가와 직접적인 연관이 있다는 것을 확인하였다. 외국 연구자들 중 Samuel Nzaramba et al.(2017)은 드론 프로젝트의 생태계 견고성을 평가하는 드론 준비도 지수(Drone Readiness Index)를 제안하였으며, 이 지수는 다양한 요소를 기반으로 각국의 드론 프로젝트 준비 상태를 평가한다.

또한, 여러 기관에서 개발한 지수들도 있으며, 이들은 평화와 사이버보안 분야에 크게 기여하고 있다. coalitioninc.com(2022)에서는 전통적인 취약점 점수 시스템인 CVSS(Common Vulnerability Scoring System)가 충분하지 않다고 보고, 새로운 취약점 예측 및 평가 시스템인 CESS(Coalition Exploit Scoring System)을 개발했다. 이 시스템은 CVSS 점수를 예측할 수 있는 머

신러닝 모델과 취약점의 공격 가능성 및 사용 가능성을 예측하는 모델을 포함하여 새로운 취약점에 대한 위험도와 영향력을 계산한 후 취약점의 심각도를 평가하여 보안 대응팀이 위협 수준에 따라 대응과 자원을 우선순위에 따라 배분할 수 있도록 0에서 10 사이의 점수를 할당하는 Cyber Threat Index를 개발하였다.

IEP(2023)에서 매년 발표하는 Global Peace Index(GPI)는 평화를 측정하는 지표로, 국내 및 국제 분쟁, 사회 안전 및 보안, 군사화 등 세 가지 영역으로 구성되어 있다. Global Terrorism Index(GTI) 역시 같은 기관에서 발행되며, 테러리즘의 잠재적 영향을 측정한다. FFP(2023)에서 발행하는 취약국가지수(Fragile States Index, FSI)는 전 세계의 국가별 취약성을 평가하며, 갈등 평가 시스템 도구에 기반한 데이터 소스의 통합과 방법론을 적용하여 지수를 발표하고 있었다.

3.4 다차원모델과 데이터 시각화 연구

다차원모델과 데이터 시각화 연구는 시공간 데이터를 이해하고 분석하는 데 중요한 도구로 자리 잡고 있다. 국내외 연구에서는 다차원모델의 접근 방식을 이용하여 복잡한 데이터 세트에서 패턴과 인사이트를 추출하고, 공공 보건, 교통, 환경 등 다양한 분야에 관해서 연구하고 있다.

국내 연구로 조재희 외 1인(2006)은 시공간적인 데이터 분석을 위한 다차원모델과 이를 활용한 시각적 표현에 관하여 연구하면서 교통 패스카드를 사용하는 지하철 인구 이동의 시공간적 시각화를 보여주었다. 백의영 외 1인(2013)은 우리나라 인천과 일본 나리타 국제공항 여객의 출발과 도착 데이터를 활용하여 두 공항의 네트워크 패턴에 관해 연구하였다. 김태우(2022)는 T맵 검색지와 썸트렌드 데이터를 이용하여 코로나19와 같은 사회적 문제가 발생하였을 때 관광객들의 관심도와 최종 목적지에 어떤 영향을 어떻게 주는지에 대해 강원도의 4개 도시를 대상으로 분석하였다.

국외 연구로는 Torsten Högerstrand(1970)은 시간 지리학의 개념을 도입하며, 공간과 시간을 결합한 다차원 분석의 중요성을 강조하면서, 공간과 시간을 통해 이동하는 경로를 시각화하는 아이디어를 도입하여, 시공간 수족관

(space-time aquarium) 또는 시공간 큐브(Space-time cube)로 설명하였다. Jim Gray et al.(1996)은 다차원모델의 데이터 큐브의 기본 개념을 소개하였고, Serina Chang et al.(2020)은 미국 내에서 COVID-19의 전파를 이해하기 위해 스마트폰 위치 데이터를 기반으로 개인들의 이동성 패턴과 COVID-19 확진 사례 간의 관계를 분석하면서 세계적인 감염병의 확산을 이해하는 데 있어 시공간 분석을 활용하였다.

다차원모델과 데이터 시각화 연구에서 국내외 연구자들은 이러한 접근 방식을 통해 복잡한 데이터 세트에서 패턴과 인사이트를 추출하고, 다양한 분야에 적용하고 있다. 연구들은 다차원모델과 데이터 시각화로 드론 기반 위협에 관한 내용을 분석하지는 않았으나, 다차원모델이 복잡한 시공간 데이터를 효과적으로 분석하고 이해하는 데 중요한 역할을 하고 있음을 보여주고 있었다.

3.5 선행연구 종합 및 시사점

드론 기반 위협의 시공간적인 분석과 드론 위협지수에 관한 연구는 드론과 폭발물 테러에 대한 시공간적 분석, 사회적인 위협 현상에 대한 지수를 개발하거나 테러리즘, 사이버 및 국가별 불안정지수를 활용하는 연구가 주를 이루고 있었으며, 다차원모델과 데이터 시각화 연구는 시공간 데이터를 이해하고 분석하는 도구로 사용하고 있었다.

드론 기반의 위협과 분석에 관한 기존의 연구는 위협의 개념 설명 및 대응 방법 연구가 주를 이루고 있었다. 국내 연구의 경우 폭발물 테러리즘에 대한 데이터를 기반으로 한 분석은 START 프로그램의 GTD 데이터를 분석하는 연구가 있었다. 국외의 연구는 ITERATE, IBC 등의 자료와 함께 GTD 데이터를 기반으로 하는 테러리즘에 관한 연구가 주류를 이루고 있다. 그러나 드론의 위협에 대한 시공간적인 데이터 분석을 기반으로 하는 전 세계적인 경향성이나 구체적인 연구는 제한되었다.

테러리즘의 측면에서 폭발물 공격에 대한 시공간적 분석에서도 GTD 데이터 세트가 활용되었다. 이 중 국내 연구자들은 GTD 데이터를 기반으로 전 세계에서 발생한 드론 기반 테러 사건에 대한 빈도분석, 주요 변수 분석, 테러의 성공

을 및 표적에 대해 분석하였다.

국외에서는 GTD와 ACLED 데이터를 기반으로 Yannick Veilleux-Lepage et al.(2022)가 중동지역에서의 드론 테러리즘에 대해 구체적으로 분석하였다. 이 연구에서는 수량이 확인되지 않는 GTD와 ACLED 데이터를 동시에 활용하여 중동지역에서 활동하는 5개 비정부 그룹의 드론 프로그램을 분석하였다. 헤즈볼라, 하마스, 후티 운동, IS, PKK 등이 드론 사용에 적극적이며 관련된 기술에 대한 장기적인 전략 및 개발 역량이 있다는 분석을 제시하였다.

위협지수와 관련된 국내 연구는 사회적인 현상이나 사이버 위협에 대한 평가를 위한 지수의 개발이 주를 이루고 있었고, 국외에서는 Samuel Nzaramba et al.(2017)이 드론 프로젝트의 생태계 견고성을 평가하는 드론 준비도 지수를 제안하였다. 위협과 관련된 지수는 IEP에서 개발한 GPI와 GTI가 있었으며 FFP에서 개발하여 매년 발표하는 FSI가 있었다. 이들 지수는 국가별 안정도, 테러리즘 또는 불안정을 정량적으로 비교할 수 있는 도구로 사용될 수 있었다.

다차원모델과 데이터 시각화 연구에서 국내외 연구자들은 이 접근 방식을 통해 복잡한 데이터 세트에서 패턴과 인사이트를 추출하고, 다양한 분야에 적용하였다. 국내에서는 교통, 공항 네트워크, 관광 등의 분야에서 다차원모델을 활용한 연구가 진행되었다. 국외에서는 시간 지리학의 개념을 도입하고, COVID-19의 전파와 같은 글로벌 이슈에 대한 시공간 분석을 수행하였다. 이러한 연구들은 다차원모델과 데이터 시각화가 복잡한 시공간 데이터를 효과적으로 분석하고 이해하는 데 중요한 역할을 하고 있음을 보여주고 있었다.

드론 기반 위협에 관한 기존의 연구에서는 다양한 국가를 대상으로 드론과 관련된 위협 데이터를 활용하여 직접적인 분석을 한 자료는 제한적이었다. 일반적으로 수집이 가능한 자료인 GTD의 이벤트 데이터로 폭발물 공격에 대한 시공간적 분석과 특정 국가의 공격 능력에 대한 분석 등은 확인할 수 있었다. 본 연구에서 사용하는 ACLED의 이벤트 데이터를 활용한 연구는 중동지역에 국한되어 있었다.

이러한 선행연구를 전체적으로 요약하면 표 6과 같다.

표 20. 선행연구자들의 주요 연구 내용

Table 6. Primary Research Focus of Previous Scholars

| 구분 | 연구자 | 주요 내용 |
|------------------------------|--|--|
| 드론의 위협 및 대응책에 관한 연구 | 허준 외 1인(2017), 정병수(2019), 황순필 외 1인(2020), 안효춘 외 4인(2020), 손창근 외 3인(2020), 류영기(2021), 김세일 외 1인(2022), 채수환 외 2인(2022), 안용운(2022), 김용태(2022), 손순호 외 1인(2022), Janusz Dudczyk et al.(2022), Chris Cole(2019), Bert van den Broek et al.(2020), Jawad Yousaf et al.(2022) | <ul style="list-style-type: none"> • 드론 기반 위협에 대한 정의, 사례 분석 및 대응 방안 • 국가중요시설에 대한 드론의 위협 분석 및 대응체계 구축 • 드론에 의한 프라이버시의 침해 규제 방안 • 드론 탐지 방법, 대형 드론의 추락에 따른 인명 및 시설 피해 가능성과 사례 • 위협의 자동 분류 및 국경 지역의 드론 탐지 |
| 드론, 폭발물 기반의 테러리즘에 대한 시공간적 분석 | 김은영(2010), 윤민우(2013), 김태영 외 2인(2021), 이새롬 외 1인(2023), Ewalter Enders et al.(2000), Gary LaFree et al.(2007), Aaron Clauset et al.(2007), Patrick T. Brandt et al.(2010), Elio Marchione et al.(2012), Yannick Veilleux-Lepage et al.(2022) | <ul style="list-style-type: none"> • 폭발물, 드론 등 테러리즘의 지리 공간적 분포, 통계적 패턴을 분석 • 초국가적 테러 위협에 대한 시계열 분석 및 오픈소스 데이터베이스를 기반으로 하는 분석기법 소개 • 중동지역에서 활동하는 테러 세력 간의 전략적 상호 작용 및 드론을 이용한 위협 활동 분석 |
| 위협지수에 관한 연구 | 송재욱 외 1인(2011), 이강수 외 2인(2008), 윤경화(2021), 김인걸(2012), Valentyna Kravets(2019), Samuel Nzaramba et al.(2017), IEP(2023), FFP(2023) | <ul style="list-style-type: none"> • 사이버 위협, 사회 현상, 정부 정책 평가, 드론 준비도 등 다양한 현상 관련 지수개발 • Global Peace Index(GPI), Global Terrorism Index(GTI), Fragile States Index(FSI) 등의 각종 지수개발 방법 |
| 다차원모델과 데이터 시각화 연구 | 조재희 외 1인(2006), 백의영 외 1인(2013), 김태우(2022), Torsten Hägerstrand(1970), Jim Gray et al.(1996), Serina Chang et al.(2020) | <ul style="list-style-type: none"> • 복잡한 데이터 세트에서 패턴을 추출 • 시공간 데이터를 효과적으로 분석 • 공공 보건, 교통, 환경 등 다양한 분야에 관한 연구 • 코로나19와 전염병의 확산을 이해하거나 사람들의 관심도와 최종 목적지 분석 |

III. 드론 기반 위협 분석용 데이터마트 설계

1. 원시데이터 수집 및 분석용 데이터 추출

드론 기반 위협을 시공간적으로 분석하기 위한 Data set은 인터넷에서 정부 기관 및 비영리단체의 데이터베이스를 검색하고 적절한 데이터가 계속하여 최신화되는지를 확인하는 과정으로부터 출발하였다. 전 세계적으로 드론 기반 위협에 대한 데이터를 전담하여 수집하여 유지하는 기관은 한정적이었으며, 테러리즘과 관련된 데이터베이스는 일부 확인할 수 있었다. 연구 과정에서 접촉하여 확인한 데이터베이스는 FAA, Drone Wars UK, GTD, Jane's Terrorism and Insurgency Center Database, ACLED Event Data였으며 기타 기관은 한정적인 자료만을 제시하고 있었다.

1.1 드론 기반 위협 데이터의 종류

드론 기반 위협에 대한 데이터를 전문적으로 수집하여 유지하는 기관은 미국 연방항공관리국(Federal Aviation Administration, FAA)에서 운영하는 UAS Sightings Report가 있었다. UAS Sightings Report는 미국 내에서 조종사, 공항 관계자 및 다양한 부류와 계층의 신고자들에 의해 보고되거나 신고된 드론과 관련된 관측, 항공기 방해 행위, 위법행위 등에 관한 내용을 종합한 것이다. 2014년 11월부터 2023년 6월까지 분기별로 종합되어 홈페이지에 게시되어 있다.⁷⁶⁾ 이 데이터 세트는 미국이라는 한정적인 공간에서 드론의 위법행위 또는 관측 위주로 수집된 것이다.

영국의 비영리단체인 Drone Wars UK에서 운영하는 Drone Crash Database는 자체적으로 수집한 대형 군용 드론(Class II, Class III)의 추락과 관련된 일시, 장소, 드론의 종류, 운용 국가 등에 관한 내용을 정리하여 홈페이지에 게시한 것이다. 2007년 1월 1일부터 2023년 6월 21일까지 474건을 게

76) https://www.faa.gov/uas/resources/public_records/uas_sightings_report (검색: 2023.11.13.)

시하고 있었고, 영국 공군과 드론에 의한 공격 데이터도 제한적으로 정리하고 있었다.⁷⁷⁾

드론이라는 키워드 검색이 가능한 테러리즘 데이터베이스는 국내에서 자주 활용되는 START(National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism) 프로그램의 GTD(Global Terrorism Database)였다. GTD는 1970년 7월 2일부터 2021년 6월 30일까지 214,666건의 데이터를 유지하고 있었다. 공개된 자료에서 Drone, UAV, UAS로 키워드 검색을 할 때 527건의 자료수집이 가능하나 테러리즘에서 운용되었던 드론으로 한정되며, 46건의 데이터에서는 지리좌표가 없었다. 이 자료는 테러리즘에 대한 분석에는 유용한 자료였지만, 2021년 6월 이후 일반인에게는 더 이상 전체 자료를 공개하지 않고 있다는 측면에서 최신화된 경향성을 확인하기 어려웠다.

국제적인 테러리즘 데이터베이스에는 GTD 이외에도 사설 기관인 iHS Jane's Information Group에서 운영하는 Jane's Terrorism and Insurgency Center(JTIC)의 Events Database가 있다. 테러리즘과 관련된 이벤트 데이터 위주로 정리된 자료는 유료 회원에 한하여 제한적으로 공개하고 있어서 드론이라는 키워드의 검색으로 세부적인 내용 확인은 어려웠다.

ACELD(Armed Conflict Location and Event Data Project)는 2014년 설립 이후 100개 이상의 국가에서 발생한 분쟁, 충돌, 폭력 및 시위 사건 등의 자료를 공개 정보 기반으로 수집하고 있다. 이 데이터에는 폭력 유형, 연루된 행위자, 위치 및 기타 상황별 세부 사항에 대한 정보가 포함되어 있었고 키워드 검색도 가능하였다.

이외에도 시카고대학교에서 운영하는 CPOST-SAD(Chicago Project on Security and Threat-Suicide Attack Database), RAND 연구소의 RAND Database of Worldwide Terrorism Incidents, NCTC(National Counter-terrorism Center)의 WITS(Worldwide Incidents Tracking System)와 미국 정부의 Open Data 홈페이지에서 테러리즘과 관련된 Data set을 일부 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 자료는 제한된 공개를 하고 있어 드론과 연관된 키워드 검색에서 실질적인 데이터를 확인하기는 어려웠다.

77) <https://dronewars.net/drone-crash-database/> (검색일: 2023.11.13.)

1.2 ACLED 데이터의 가치 및 유용성

본 논문에서는 ACLED의 데이터 수집 및 검토 과정, 정치적 폭력 및 시위에 관한 실시간 데이터의 신뢰할 수 있는 출처, 조직적인 역사 및 영향력을 바탕으로 데이터를 제공해 왔다는 측면에서 본 연구의 데이터 분석에 사용하였다. ACLED는 2005년 창립자 겸 이사인 클리오나드 롤리(Clionadh Raleigh)의 박사학위 연구로 시작되어 아프리카 국가를 중심으로 분석되었다. 2014년부터 미국의 비영리단체로 운영되고 있으며, 현재까지 국가별로 다양한 유형의 분쟁, 충돌, 정치적 폭력 및 시위 등에 대한 데이터를 수집하고 있다.⁷⁸⁾

ACLED 데이터는 특정 언어 능력과 국가에 대한 지식과 경험을 가진 연구자들에 의해 수집 및 분석되고 있다. 이 데이터는 국가별, 지역별 및 전 세계적으로 정확성과 방법론적 일관성을 보장하기 위해 여러 검토 과정을 거치고 있다.⁷⁹⁾ ACLED는 세계적으로 정치적 폭력과 시위에 관한 가장 널리 사용되는 실시간 데이터 및 분석 소스로 인정받고 있다. 이러한 인정의 배경에는 연구자, 저널리스트, 정부 등에 의해 현재의 갈등 및 무질서 패턴에 관한 최신의 신뢰할 수 있는 자료를 제공받는 과정에 기인한다.⁸⁰⁾

ACLED는 이처럼 전 세계에 위치한 훈련된 데이터 전문가들에 의해 수집되며, 미디어, 정부 보고서, 새로운 미디어 출처, 그리고 전 세계 50개 이상의 현지 데이터 수집 파트너들의 출처를 활용하여 데이터를 수집하고 있다. 이러한 출처의 다양성과 데이터 수집가의 전문성은 데이터의 신뢰성에 크게 기여한다고 할 수 있다. ACLED에서는 일반적으로 검색일 기준 3개월 이내의 자료만 공개하고 있다. 그러나 본 연구를 위한 연구자의 자료 요청에 대해 ACLED는 다운로드된 데이터를 연구 목적에만 사용하는 조건으로 제공하였다.

78) https://en.wikipedia.org/wiki/Armed_Conflict_Location_and_Event_Data_Project
(검색일: 2023.11.13.)

79) <https://acleddata.com/knowledge-base/how-is-the-quality-of-aced-data-ensured/>
(검색일: 2023.11.13.)

80) <https://acleddata.com/knowledge-base/how-is-the-quality-of-aced-data-ensured/#::~:txt=ACLED%20is%20the%20highest%20quality,current%20conflict%20and%20disorder%20patterns> (검색일: 2023.11.13.)

1.3 ACLED 데이터의 검색 및 수집

데이터는 1997년 1월 1일부터 검색할 수 있으며, 2023년 11월 4일 현재 997,143건이 있으나, 모든 데이터를 다운로드하는 것은 정책적으로 불가능하였다. 그림 3은 ACLED의 홈페이지에 게시된 Dashboard의 전시 내용이다.⁸¹⁾

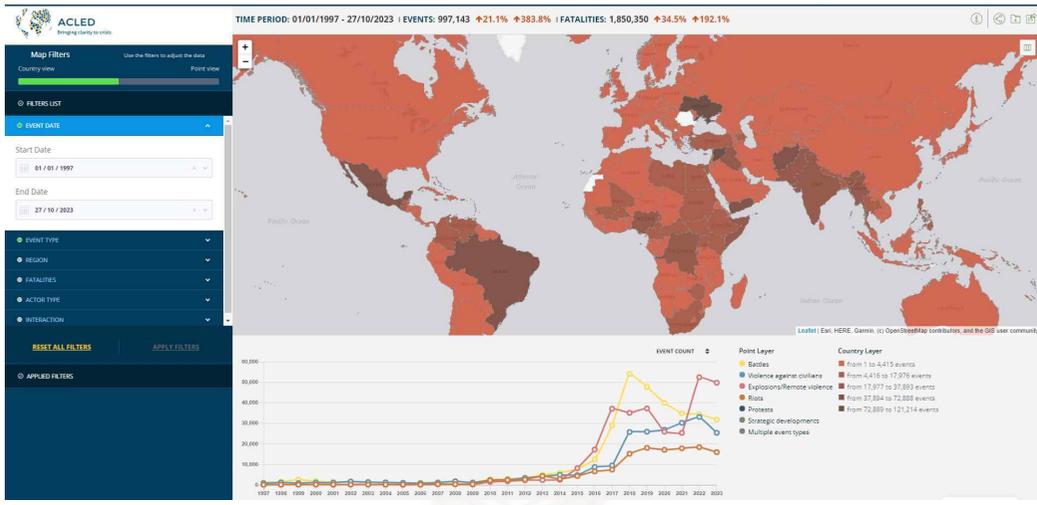


그림 5. ACLED Dashboard

Figure 3. The Screenshot of ACLED Dashboard

ACLED의 데이터 중 특정한 부분을 선택하여 다운로드하는 기능을 사용할 수 있으므로, 직접적인 충돌 및 분쟁과 연관이 있는 전투(Battles), 폭발(Explosions/Remote violence), 시위(Protests, Riots), 전략적 움직임(Strategic developments) 등의 범주로 구분된 데이터를 Data Export Tool을 활용하여 수집할 수 있었다. Data Export Tool은 제공된 양식에 키워드를 입력하여 데이터를 선택하는 방식으로 구성되어 있다.

전 세계적인 분쟁과 정치적 폭력 등에 대한 데이터 중에서 드론과 관련된 데이터를 추출하기 위하여 Drone, UAV, UAS라는 키워드로 최초 출현 일로부터 2023년 9월 30일까지 검색하여 13,636건을 확인할 수 있었다. 이 데이터에는 드론에 의한 직접적인 공격, 드론을 이용한 경찰 활동 등이 주류를 이루었다. 시위대에 대응하기 위해 드론을 이용하여 감시하거나 최루가스를 살포하

81) <https://acleddata.com/dashboard/#/dashboard> (검색일: 2023.11.4.)

는 등 직접적인 연관성이 있는 것은 포함되었고, 드론의 공격에 항의하는 평화적 시위나 단순 항의 등의 활동은 제외하였다.

1.4 ACLED 데이터를 활용한 연구 진행 과정

제공받은 ACLED의 데이터를 활용한 연구 진행 과정은 그림 4와 같다.

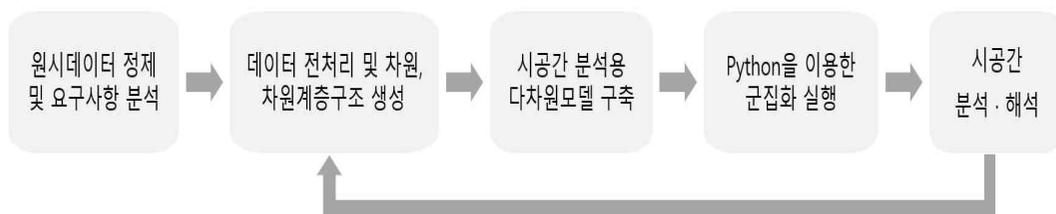


그림 6. 데이터마트 개발 프로세스

Figure 4. Datamart Development Process

본 연구의 최초단계는 요구사항 분석으로 연구의 목적과 요구사항을 명확히 이해하고 분석하는 단계이다. 이 단계에서는 자료수집 및 정제 과정이 중요하다. 다음 단계로 정제된 데이터에 대한 전처리와 함께 자원 및 차원계층구조를 생성한 이후 다차원모델을 구축한다. 이러한 과정에서 시공간적 분석을 위한 데이터가 정리된다.

다음은 Python을 이용한 데이터 처리로 군집화를 통한 Hotspot 분석 과정이 진행된다. 다양한 좌표의 공간적인 분포 형태 중에서 지리적으로 가깝게 위치한 사건들을 그룹화하여 서로 간의 연관성을 파악하는 것이다. 여기서 Hotspot은 사건의 지리적 집중지역을 의미한다. 이렇게 정리된 데이터와 분석 내용은 시공간적인 분석을 거치면서 적절한 수준의 분석 결과물을 산출하게 된다. 이 단계에서는 수정할 부분을 확인하여 데이터의 전처리 단계로 돌아가 전처리 과정의 문제점과 이에 대한 수정작업, 추가적인 데이터의 수집이나 수정 등을 이어가면서 유사한 과정을 반복하는 절차를 통해서 데이터분석의 정확성을 높이고, 연구의 목표에 도달하게 되었다.

2. 원시데이터 전처리 및 차원, 차원계층구조 생성

2.1 분석을 위한 데이터 전처리 과정

ACLED의 Event data는 통계적인 분석이 쉽도록 필드가 사전에 구성되어 있다. 필드의 구성은 표 7과 같다.

표 21. ACLED Event Data의 필드 구성

Table 7. Field Composition of ACLED Event Data

| ACLED Event Code | Type | Example |
|--------------------|--------|--|
| event_id_cnty | 문자열 | UKR112049 |
| event_date | 날짜 | 2023-07-20 |
| year | 숫자(정수) | 2023 |
| time_precision | 숫자(정수) | 1 |
| disorder_type | 문자열 | Political violence |
| event_type | 문자열 | Explosions/Remote violence |
| sub_event_type | 문자열 | Air/drone strike |
| actor1 | 문자열 | Military Forces of Russia (2000-) Air Force |
| assoc_actor_1 | 문자열 | Military Forces of Russia (2000-) Navy |
| inter1 | 숫자(정수) | 8 |
| actor2 | 문자열 | Civilians (Ukraine) |
| assoc_actor_2 | 문자열 | State Emergency Service of Ukraine |
| inter2 | 숫자(정수) | 7 |
| interaction | 숫자(정수) | 78 |
| civilian_targeting | 텍스트 | Civilian targeting |
| iso | 숫자(정수) | 804 |
| region | 문자열 | Europe |
| country | 문자열 | Ukraine |
| admin1 | 문자열 | Odesa |
| admin2 | 문자열 | Odeskyi |
| admin3 | 문자열 | Odeska |
| location | 문자열 | Odesa |
| latitude | 숫자(실수) | 46.4639 |
| longitude | 숫자(실수) | 30.7386 |
| geo_precision | 숫자(정수) | 1 |
| source | 문자열 | 24 Channel |
| source_scale | 문자열 | National |
| notes | 문자열 | On 20 July 2023, Russian land forces, navy and kamikaze drones struck an administrative building in Odesa, Odesa. 1 civilian was killed, 8 civilians were wounded, among them 3 employees of the State emergency service of Ukraine. |
| fatalities | 숫자(정수) | 1 |
| tags | 문자열 | local administrators |
| timestamp | 문자열 | 1690294195 |

각각의 이벤트를 구분하는 키는 `eveny_id_cnty`로 국가와 이벤트별로 3개의 문자와 5개의 숫자로 구성되어 있다. 이어서 연월일 및 공간에 대한 정보와 이벤트의 종류, 발생한 국가, 활동의 촉발자, 표적, 관련된 조직 및 지리적인 좌표가 표시되어 있다. 이러한 데이터 필드는 각 이벤트의 상세한 상황과 관련 주체, 위치, 결과 등을 정리하여 기록하는 데 사용되었다.

ACLED 데이터베이스의 구성은 다양한 변수를 통해 복잡한 사건들을 정리하고 분류하기 위한 것이다. 이 구성은 사건의 기본적인 정보인 날짜, 위치, 관련된 당사자부터, 정치적 폭력, 시위 등의 사건 성격, 공격 유형, 표적이 된 집단 등의 특정 사건에 대한 상세한 정보를 포함하면서 사건의 내용을 포괄적으로 정리하고 있다. 각 필드는 사건의 특정 측면을 기록하기 쉽게 설계되었으며, 이는 연구자들이 데이터를 분석할 때 다양한 변수를 기반으로 복잡한 분석을 할 수 있게 해준다. 특히 위치 좌표와 시간 데이터는 시공간적인 분석을 가능하게 한다.

이벤트의 출처는 대부분 공개된 미디어의 자료를 근거로 하고 있으므로 출처는 `source`에서 확인할 수 있다. 세부적인 사건의 내용은 `note`에 기록되어 있으며 사상자의 숫자는 `fatalities`에 기록되어 있다. 기존의 ACLED 데이터가 통계분석이 쉽도록 조직화한 형태의 데이터로 정리되어 있기는 하나, 본 연구는 드론 기반 위협의 시공간적인 분석이라는 목적에 맞게 기본 데이터를 변형시키지 않는 범위에서 재분류 및 재작성하였다.

ACLED Event Data는 ID에서부터 Timestamp까지 31개의 필드로 구성되었으나 일부 필드는 추가적인 작업이 필요하였다. 예를 들어 서술형으로 기록된 주석형식의 Notes에서 부상자의 수를 추출하는 작업이 필요하였다. 드론의 위협이라는 측면보다는 ACLED의 데이터 작성 목적에 따라 분쟁의 형태와 세부 형태로 정리된 `disorder_type`, `event_type`, `sub_event_type` 등도 notes의 주석 부분을 검색하여 이벤트의 종류(Type)와 세분류(Subtype)를 재작성하였다. 이러한 수정 활동은 기본적으로 데이터마트로 구성된 필드를 중심으로 분석하기 위한 것이다.

ACLED의 각 이벤트에 대한 지리적인 정보는 위도와 경도로 표시되어 있다. 이 위도와 경도는 기관 자체적으로 확인할 수 있는 GIS(Geographic

Information System)에서 검증된 내용에 따라 지역 구분, 국가, 행정구역, 특정 지역의 이름 및 지리좌표로 정리되어 있다. 그러나 ACLED가 공개 정보를 활용하여 자료를 수집하고 분석한다는 측면에서 각 이벤트에 대해 정밀한 위치를 식별하기에는 어려운 부분이 있다. ACLED 데이터는 이러한 지리적인 모호성을 보완하기 위하여 정확성(Geo-precision)에 따라 1, 2, 3의 세 가지 유형으로 표시되어 있다. 1은 가장 정확한 좌표이고, 2는 이벤트가 발생한 지점 인근의 마을이나 도시, 3은 지리좌표 확인이 곤란한 지역이나 가장 가까운 자연적 위치나 행정구역의 중심 좌표를 특정한다.

ACLED의 각 이벤트에 대한 시간정보는 이벤트가 발생한 연월일로 표시되어 있다. 지속적인 군사 작전, 예를 들어 1999년 3월 1일부터 3월 5일까지 지속될 때는 보고된 작전 활동이 발생한 날마다 하나씩 5개의 별도 사건으로 정리되어 있다. 따라서 시간상 빈도의 수는 개별 사건의 수와 정확하게 일치하지 않는 경우도 있다.

연월일의 정확성은 1, 2, 3으로 구분되어 있다. 출처가 정확한 날짜를 제공하는 경우에는 1로 표시된다. 특정 주(Week)에 발생한 것으로 보고되면 2로 할당되면서 해당 주 또는 주말의 중간을 기준 날짜로 사용한다. 출처가 발생 월만 언급하는 경우 월의 중간 지점이나 월의 시작 또는 종료가 지정된 경우 첫 번째 또는 마지막 날짜로 선택되고 3으로 지정된다.⁸²⁾ 13,636건에 대한 시공간적 정확도 및 분포 비율은 표 8과 같다.

표 22. 지리좌표의 시공간적 정확도

Table 8. Spatiotemporal Accuracy for the Geographical Coordinates

| 구분 | 1 | 2 | 3 | 계(건) |
|--------|----------------|---------------|------------|---------------|
| 공간 정확도 | 4,607 (33.8%) | 8,189 (60.1%) | 840 (6.2%) | 13,636 (100%) |
| 시간 정확도 | 13,285 (97.4%) | 328 (2.4%) | 23 (0.2%) | 13,636 (100%) |

표에서 볼 수 있듯 공간적 정확도 측면에서, 데이터는 공간 정확도 2 수준이 전체의 60.1%인 8,189건으로, 다수의 데이터가 이 범주에 속한다. 시간적 정확도에서는 정확도 1 수준이 97.4%에 해당하는 13,285건으로 분류되고 있다. 따라서 공간적 정확도보다 시간적 정확도가 전반적으로 높다는 것을 나타내고 있다.

82) ACLED, Armed Conflict Location & Event Data Project(ACLED) Codebook.

2.2 분석 대상 국가와 기간 설정

본 연구를 위한 드론 기반의 공격이 발생한 국가는 아프가니스탄, 아르메니아 등을 포함한 총 73개국이었으며 이를 대륙을 기반으로 하는 지역별로 구분하면 표 9와 같다.

표 23. 지역 및 국가

Table 9. Region and Country

| 지역 (국가 수) | 국가 |
|-------------------|--|
| Africa (21) | Algeria, Burkina Faso, Cameroon, Central African Republic, Chad, Democratic Republic of Congo, Egypt, Ethiopia, Gambia, Kenya, Libya, Mali, Mauritania, Morocco, Mozambique, Niger, Nigeria, Somalia, South Sudan, Sudan, Uganda |
| Asia (18) | Afghanistan, Armenia, Azerbaijan, China, Georgia, India, Indonesia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Myanmar, North Korea, Pakistan, Philippines, South Korea, Sri Lanka, Taiwan, Tajikistan, Thailand |
| Caribbean (2) | Haiti, Trinidad and Tobago |
| Europe (9) | Belarus, Croatia, France, Greece, Kosovo, Moldova, Romania, Russia, Ukraine |
| Middle East (14) | Bahrain, Cyprus, Iran, Iraq, Israel, Jordan, Lebanon, Oman, Palestine, Saudi Arabia, Syria, Turkey, United Arab Emirates, Yemen |
| North America (3) | El Salvador, Mexico, United States |
| Oceania (1) | Solomon Islands |
| South America (5) | Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, Venezuela |

특정 국가가 드론을 운용하여 드론 기반 위협이 발생한 지역은 전쟁이 계속되고 있는 러시아, 우크라이나 등 유럽지역뿐만 아니라 분쟁이 지속되고 있는 이스라엘, 레바논, 팔레스타인 및 예멘이 위치한 중동, 아시아와 아프리카의 전 지역별로 분포되어 있음을 알 수 있다.

아프리카 지역에서는 총 21개 국가이며, 이들은 북부의 알제리부터 동부의 소말리아, 중앙아프리카 공화국과 같이 다양하다. 아시아지역에서는 18개 국가가 포함되어 있으며, 이 중에는 미얀마, 인도네시아, 카자흐스탄, 태국과 같이 광범위한 지역에 걸친 국가들이 포함된다. 유럽은 발칸반도의 크로아티아부터 동유럽의 우크라이나까지 9개국이 포함되어 있다. 중동지역은 이란, 이라크, 이스라엘 등 14개국을 포함하고 있다. 이 분포를 통하여 드론은 전 세계적으로

다양한 지역에 걸쳐 운용되고 있음을 알 수 있다. 드론 기반으로 하는 위협이 발생한 지리좌표를 지도상에 도식하면 그림 5와 같다.

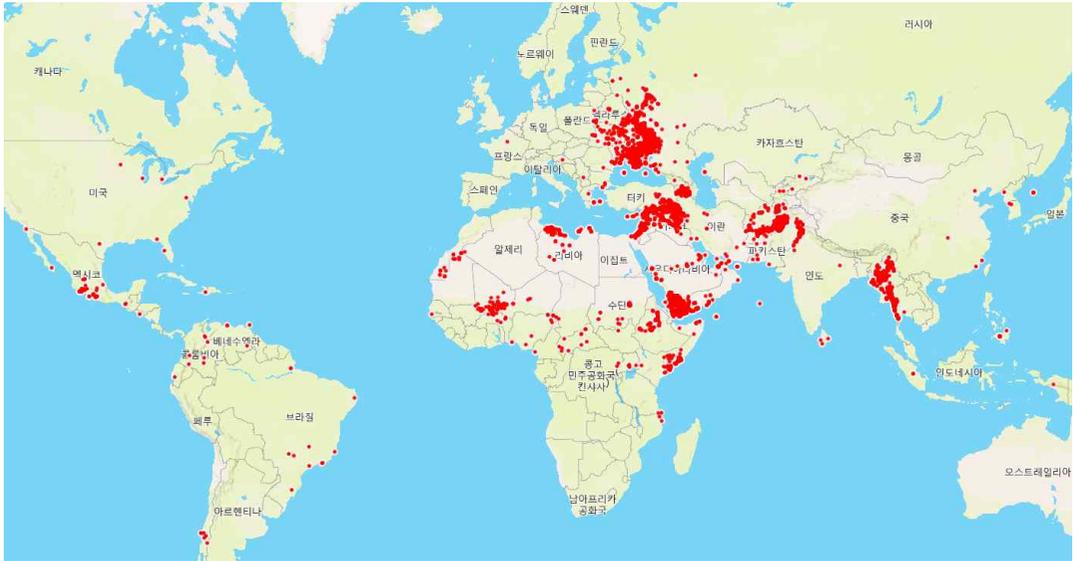


그림 7. 국가별로 표시된 드론 기반 위협 이벤트 발생 현황
Figure 5. Drone-based Threat Events Occurring by Country

지도상의 빨간색 표시는 특정 국가나 조직이 드론을 운용하여 위협이 발생한 좌표를 나타내며, 이는 키워드 검색으로 확인된 좌표를 태블로(Tableau) 2023.2.1.를 사용하여 도식한 것이다. 지도에서 볼 수 있듯이 드론의 운용에 따른 위협은 전 세계적으로 분포되어 있으며 특히 중동, 남아시아, 그리고 아프리카의 일부 지역에서 더 빈번하게 발생하는 경향이 있음을 보여주고 있다. 이러한 데이터의 경향성만으로도 특정 지역에서 드론이 집중적으로 운용되는 패턴을 파악하고, 이에 대한 대응책을 수립하는 데 도움이 될 수 있을 것이다.

3. 시공간 분석용 다차원모델 구축

3.1 시공간 분석을 위한 다차원모델

드론의 시공간적분석을 위한 분석용 데이터베이스인 데이터마트(Datamart)를 구축하기 위해서는 테이블 형태로 작성된 운영계 데이터베이스를 다차원적

으로 분석할 수 있도록 형태를 변환시켜야 한다. 이렇게 변환된 다차원모델은 비즈니스 정보(Business Intelligence)에 대한 모델로 사용자가 원하는 분석 목적에 맞도록 설계되어 특정한 비즈니스를 표현할 수 있는 가장 자연스럽게 논리적인 형태가 된다.⁸³⁾

다차원 데이터 모델 개발을 위한 방법에는 소스 데이터를 분석해서 논리적인 데이터 스키마로 설계하는 데이터 중심적인 방법, 데이터마트 등을 사용하고자 하는 기업의 전략 및 비즈니스 목적에 맞추어 설계하는 목적 중심적인 방법, 그리고 사용자의 요청에 주목하여 요구사항 분석 프로세스로 설계의 목적을 집중하여 최종 사용자의 참여를 촉진하는 사용자 중심적인 방법 등이 있다.⁸⁴⁾ 본 연구에서는 데이터마트를 사용하고자 하는 드론 기반 위협의 분석이라는 전략 및 목적에 맞추어 설계하는 목적 중심적인 방법을 사용하였다. 드론 기반 위협 분석용 다차원모델(스노우플레이크 스키마)는 그림 6과 같이 구축하였다.

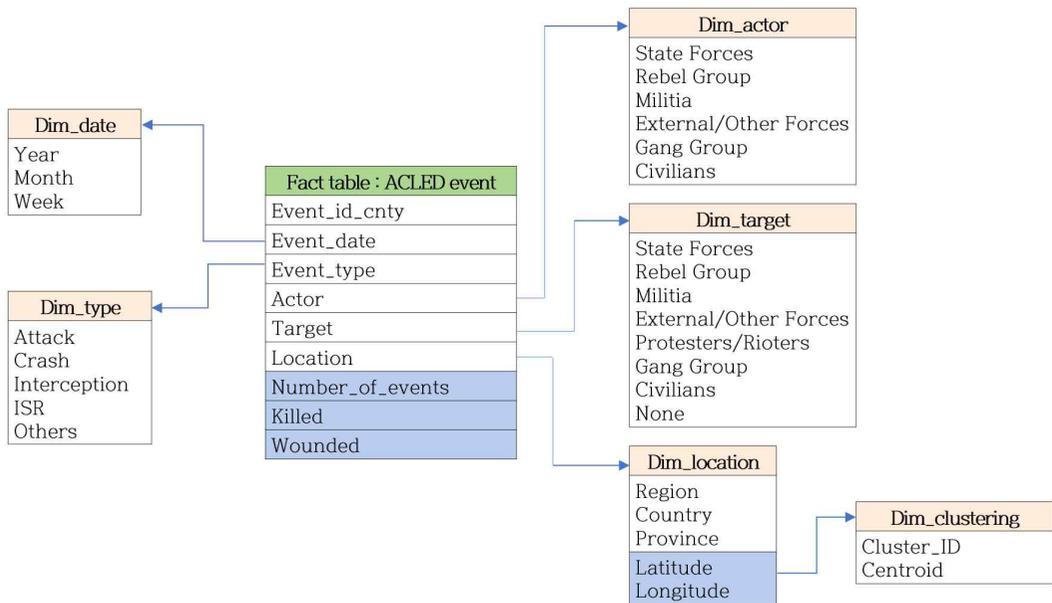


그림 8. 시공간 분석을 위한 다차원모델

Figure 6. Multidimensional Model for Spatiotemporal Analysis

83) 조재희, 박성진, OLAP 테크놀러지, 시그마컨설팅그룹, 서울, 1999.2.20.

84) 김태우, T맵 검색지와 썬드랜드 데이터를 이용한 관광인기도 분석방법론 연구: 강원도 4개 도시를 중심으로, 광운대학교 일반대학원, 2022.

드론 기반 위협 분석용 다차원모델에는 ACLED event라는 Fact table과 Date, Type, Actor, Target, Location이라는 5개의 차원 테이블과 함께 클러스터 분석을 위한 1개의 하위 테이블인 Clustering 테이블로 구성되었다. 시공간분석의 스키마는 'Fact table: ACLED event'라는 하나의 사실 테이블에서 파생되어 차원을 이룬 Dim_date, Dim_type, Dim_actor, Dim_target, Dim_location이라는 5개의 클래스가 있다. Dim_location의 하위 클래스로 클러스터 분석을 위하여 위도와 경도를 기반으로 하는 Dim_clustering이 있다.

Dim_date의 속성에는 시간적인 비교를 위하여 Year, Month, Week을 구분하는 속성을 하위에 구성하였다. Dim_type의 속성에는 드론 기반 위협의 종류인 Interception(요격), Attack(공격), Crash(추락), ISR(정보·감시·정찰), Others(기타)를 구분하는 속성이 하위에 있다. Dim_actor의 속성에는 위협의 행위자인 Rebel Group(반군 단체), State Forces(정규군), External/Other forces(외부세력), Militia(군벌), Gang Group(범죄단체), Civilians(민간인)로 구분하였다. Dim_target의 속성에는 드론 기반 위협의 표적을 분석하기 위하여 State Forces(정규군), Rebel Group(반군), Militia(군벌), Civilians(민간인), External/Other Forces(외부세력), Protesters/Rioters(시위/폭동자), Gang Group(범죄단체)으로 구분하였고 Actor의 단독활동으로 종료되었을 때 None(없음)으로 구분하였다.

Dim_location은 지리적인 분석을 위한 Region, Country, Province를 구분하였고 지리좌표를 사용하여 클러스터 명칭, 중심점 및 포함된 좌표의 수를 확인하기 위한 Cluster_ID와 Centroid를 구분하는 속성이 하위에 있다.

3.2 드론 기반 위협의 군집화 및 중심 좌표 산출을 위한 준비

군집분석(Clustering Analysis)이란 여러 개체 중에서 유사한 속성을 지닌 대상을 특정한 규칙에 따라 몇 개의 집단으로 나눈 다음 각 집단의 특징을 파악하여 전체 구조에 대해 이해하고자 하는 탐색적인 방법으로, 본 연구에서 진행한 군집 분석은 드론 기반 위협을 지리적으로 서로 가까운 거리에 있는 것들끼리 그룹화하여 분석하는 것이다. 군집분석의 방법에는 크게 계층적 군집분석, 비계층적 군집분석 및 하나의 개체가 여러 군집에 동시에 포함될 수 있는 중복

군집 등 세 가지로 분류된다.⁸⁵⁾

본 연구의 목적에 따라 하나의 개체, 즉 지리좌표가 여러 군집에 동시에 포함되는 중복군집 기법은 제외한 상태에서 Clustering을 위한 알고리즘을 검토하였고, K-Means Clustering, Mean Shift Clustering, OPTICS⁸⁶⁾, Agglomerative Hierarchical Clustering, HDBSCAN⁸⁷⁾, DBSCAN⁸⁸⁾ 등의 알고리즘이 확인되었다. 여기서 K-Means Clustering과 Mean Shift Clustering은 비계층적 군집분석 방법이고, Agglomerative Hierarchical Clustering과 HDBSCAN은 계층적 군집분석방법이다. DBSCAN과 OPTICS는 일반적으로 엄격하게 계층적이거나 비계층적으로 분류되지는 않지만, 밀도를 고려한 계층적 방법과 연관될 수 있다.

알고리즘에 따라 Cluster를 구성하고 분석을 실시할 때, 특성이 잘 반영되고 적절한 수로 분류되었다고 해도, 각각의 군집이 실제 현상을 반영하지 못하면 군집으로 의미를 찾기 어렵다. 본 연구를 위한 드론 기반 위협의 분석에 있어서도 위협이 발생한 지점을 거리의 근접도와 지리상의 좌표의 밀도에 의하여 군집을 형성하여야 한다는 측면에서 각 알고리즘에 대한 장단점을 충분히 검토할 필요가 있었다.

각 알고리즘은 특정 상황과 데이터 특성에 따라 장단점이 있었다. 먼저 K-Means Clustering은 이해하고 구현하기 쉽다는 장점이 있으며 큰 데이터 세트에도 효과적이기는 하지만 군집의 수를 미리 지정해야 하고 초기 중심값에 민감하다는 단점이 있다. K-Means Clustering과는 다르게 DBSCAN은 군집의 수를 미리 지정할 필요가 없으며 임의 형태의 군집을 찾을 수 있고 잡음(Noise) 데이터를 구분할 수 있는 장점이 있다. 그러나 밀도 차이가 큰 데이터 세트에서는 잘 작동하지 않을 수 있고 차원이 높아질수록 성능이 저하되는 경향이 있다.

Agglomerative Hierarchical Clustering이 경우 군집의 수를 미리 지정할 필요가 없고 나무 형태의 구조인 수형도(樹型圖, Dendrogram)로 결과를 시각화할 수 있지만, 데이터 세트가 크면 연산량이 많아 비효율적이며 한 번 합쳐진 군집

85) 이훈영, 이훈영교수의 SPSS를 이용한 데이터분석(제2판), 도서출판청람, 서울, 2015.3.10.

86) Ordering Points To Identify the Clustering Structure

87) Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise

88) Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise

을 다시 나눌 수 없다는 단점이 있다. OPTICS는 DBSCAN과 유사하지만 밀도에 민감하지 않고 다양한 밀도의 군집도 잘 구분하는 장점이 있다. 그러나 알고리즘이 복잡하고 연산량이 많다는 단점이 있다. Mean Shift Clustering은 군집의 수를 미리 지정할 필요 없이 임의 형태의 군집을 찾을 수 있지만, 계산 복잡성이 높고 대규모 데이터 세트에는 부적합하다는 단점이 있다.

마지막으로 HDBSCAN은 군집의 수를 미리 지정할 필요 없이 임의 형태의 군집을 찾을 수 있으며 밀도 기반으로 서브클러스터를 형성하고 다양한 밀도의 클러스터를 잘 다루면서 잡음(Noise) 데이터를 구분할 수 있다는 점에서 우수하다. HDBSCAN 알고리즘의 복잡성과 큰 데이터 세트에서의 연산 시간이 길어질 수 있다는 단점에도 불구하고 다양한 구조와 밀도를 가진 데이터에서도 효과적인 군집화를 제공한다는 장점이 있다. 다양한 군집화 알고리즘과 그 장단점을 정리하면 다음 표 10과 같다.

표 24. 지리좌표의 군집화 알고리즘

Table 10. Clustering Algorithm for Geographical Coordinates

| 구분 | 장점 | 단점 |
|---------------------------------------|--|---|
| K-Means Clustering | <ul style="list-style-type: none"> 이해하기 쉽고 구현하기도 간단 큰 Data set에도 효과적 | <ul style="list-style-type: none"> 군집의 수(K)를 미리 지정 초기 중심값에 민감 |
| DBSCAN | <ul style="list-style-type: none"> 군집의 수를 미리 지정할 필요 없음 임의 형태의 군집을 찾을 수 있음 Noise 데이터를 구분할 수 있음 | <ul style="list-style-type: none"> 밀도 차이가 큰 Data set에서는 잘 작동하지 않을 수 있음 차원이 높아질수록 성능이 저하 |
| Agglomerative Hierarchical Clustering | <ul style="list-style-type: none"> 군집의 수를 미리 지정할 필요 없음 나무 형태의 구조(Dendrogram)로 결과를 시각화할 수 있음 | <ul style="list-style-type: none"> Data set이 크면 연산량이 비효율적 합쳐진 군집은 다시 나눌 수 없음 |
| OPTICS | <ul style="list-style-type: none"> DBSCAN과 유사하지만, 밀도에 민감하지 않음 다양한 밀도의 군집도 잘 구분 | <ul style="list-style-type: none"> 알고리즘이 복잡(구현, 이해 곤란) DBSCAN보다 연산량이 더 많음 |
| Mean Shift Clustering | <ul style="list-style-type: none"> 군집의 수를 미리 지정할 필요 없음 임의 형태의 군집을 찾을 수 있음 | <ul style="list-style-type: none"> 계산 복잡성이 높음 대규모 Data set에는 부적합 |
| HDBSCAN | <ul style="list-style-type: none"> 군집의 수를 미리 지정할 필요 없음 임의 형태의 군집을 찾을 수 있으며, 밀도 기반으로 서브클러스터를 형성 Noise 데이터를 구분할 수 있으며, 다양한 밀도의 클러스터를 잘 다룸 | <ul style="list-style-type: none"> 알고리즘이 복잡 큰 Data set에서는 연산 시간이 길어질 수 있음 |

이 도표에서 볼 수 있듯 HDBSCAN은 데이터 세트의 다양한 밀도 영역에 적용하는 DBSCAN 알고리즘이 확장된 형태이다. DBSCAN은 좌표 간의 거리와 밀도 임계값을 기반으로 함께 밀집된 포인트를 그룹화하여 작동한다. DBSCAN 알고리즘에 계층적인 접근 방식을 적용한 것이 HDBSCAN 알고리즘이다. 따라서 사용자는 지리좌표의 범위에 대하여 미리 클러스터 수를 지정하지 않고도 공간적으로 일관된 클러스터를 식별할 수 있다.⁸⁹⁾ HDBSCAN은 DBSCAN보다 계산이 훨씬 복잡하므로 연산 시간이 오래 걸린다는 측면에서 대규모 데이터 세트의 군집화에는 연산 시간이 길어진다.

HDBSCAN 알고리즘은 다양한 좌표의 밀도에서 밀도 연결 클러스터를 기반으로 나무와 같은 구조의 수형도를 구성한다. HDBSCAN은 계층 전체에서 클러스터 안정성 측정을 최적화함으로써 데이터에서 가장 중요하고 가장 높은 밀도에 해당하는 클러스터를 계속하여 형성하는 방법으로 클러스터를 결정해 나아간다. 결국 HDBSCAN은 최적의 클러스터 수를 자동으로 결정하는 기능과 함께 다양한 밀도의 클러스터를 처리하는 기능을 가지므로 상대적으로 DBSCAN에 비해서 더 정확한 클러스터링을 할 수 있다.⁹⁰⁾

이에 따라 본 연구에서는 드론 기반 위협의 좌표, 다양한 밀도와 그룹 형성의 정확성이라는 측면에서 계층적 군집화와 밀도 기반 군집화의 특징을 모두 갖추고 있는 HDBSCAN 알고리즘을 선택했다. 제한된 수량의 드론 기반 공격 좌표의 군집화에 대한 분석이라는 측면에서 군집의 정밀도가 더욱 높은 알고리즘이 필요하였다. HDBSCAN 알고리즘이 대규모 데이터 세트의 군집화에는 연산 시간이 소요된다는 단점은 있으나, 13,636건의 좌표라는 제한된 수량의 드론 기반 위협 좌표의 군집화 측면에서 Cluster에 포함되지 않는 Noise를 정확하게 구분할 수 있고 복잡한 구조의 데이터에서도 견고한 클러스터를 형성할 수 있다.

89) <https://choco-life.tistory.com/45> (검색일: 2023.9.4.)

90) [https://godongyoung.github.io/%EB%A8%B8%EC%8B%A0%EB%9F%AC%EB%8B%9D/2019/07/15/HDBSCAN-%EC%9D%B4%ED%95%B4%ED%95%98%EA%B8%B0-\(with-python\).html](https://godongyoung.github.io/%EB%A8%B8%EC%8B%A0%EB%9F%AC%EB%8B%9D/2019/07/15/HDBSCAN-%EC%9D%B4%ED%95%B4%ED%95%98%EA%B8%B0-(with-python).html) (검색일: 2023.11.4.)

3.3 ChatGPT-4를 활용한 Python 스크립트 작성

ChatGPT는 OpenAI에 의해 개발된 GPT⁹¹⁾ 아키텍처 기반의 대화형 인공지능 언어 모델이다. ChatGPT는 학습한 데이터를 바탕으로 사용자의 질문에 텍스트로 답변을 제공하면서 정보 제공, 문제 해결, 대화 등을 수행한다.⁹²⁾

본 연구를 위하여 가장 먼저 ChatGPT-4의 대화형 질의응답 기능을 활용하여 지리좌표에 적합한 클러스터링 방법과 정확한 클러스터 생성에 대한 조건을 검색하였다. 연구를 위한 데이터가 전 세계적으로 분포된 지리좌표라는 점과 클러스터링의 장단점을 질의하고 ChatGPT-4의 응답을 확인하였다.

ChatGPT-4는 군집기법으로 앞에서 논의한 K-Means Clustering, Mean Shift Clustering, OPTICS, Agglomerative Hierarchical Clustering, HDBSCAN, DBSCAN 기법을 제시하였다. 이후 분석기법에 따른 장단점 분석과 함께 광범위한 좌표에 적합한 클러스터링 방법, 정확한 클러스터의 생성 등에 대한 조건을 입력하고 최적의 클러스터링 기법을 제시함에 따라 이를 Python 스크립트로 작성할 수 있는지 확인한 후 클러스터링 방법을 결정한 것이 HDBSCAN 알고리즘이다.

연구를 위한 군집화 알고리즘을 선택하기 위하여 다음의 그림 7과 같은 과정을 거치면서 ChatGPT를 활용하였다.

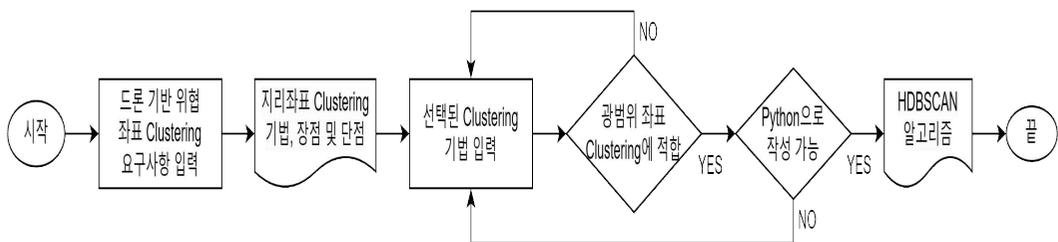


그림 9. 알고리즘 선택을 위한 과정

Figure 7. Process for Selecting the Algorithm

91) Generative Pre-trained Transformer

92) <https://openai.com/chatgpt> (검색일: 2023.9.7.)

HDBSCAN은 DBSCAN 알고리즘을 기반으로 하여 일부 기능을 개선한 밀도 기반 클러스터링 방법으로 데이터 포인트들이 밀집해 있는 영역을 클러스터로 간주한다. HDBSCAN 알고리즘은 먼저, 모든 데이터 포인트 사이의 거리를 계산한다. 이때 사용하는 거리 측정 방법은 유클리디안 거리 계산, 맨해튼 거리 계산 등의 기법을 사용한다. 다음으로 각 데이터 포인트에 대해 주변에 있는 다른 포인트들의 밀도를 계산한다. 밀도는 주어진 반경 내에 있는 데이터 포인트의 수로 정의되며, 이때 사용하는 반경의 크기는 사용자가 설정할 수 있다.

다음 단계는 계산된 밀도를 기준으로 데이터 포인트들을 내림차순으로 정렬한다. 밀도가 높은 포인트부터 낮은 포인트까지 순서대로 정렬한 후 최소 스패닝 트리(Minimum Spanning Tree, MST)를 생성한다. MST는 모든 데이터 포인트를 연결하면서, 연결된 거리의 합이 최소가 되도록 구성된다.

MST는 그래프 이론에서 중요한 개념 중 하나이다. 그래프는 Node와 이들을 연결하는 Edge로 구성되어 있으며, 각 Edge에는 가중치가 할당되어 있다. MST는 그래프의 모든 Node를 포함하면서, Edge의 가중치 합이 최소가 되는 트리를 의미한다. 즉, MST는 원래 그래프의 모든 Node를 연결하면서, 총가중치가 가장 작은 부분 그래프이다.

HDBSCAN 알고리즘의 다음 단계에서는 MST를 기반으로 클러스터의 계층 구조를 생성한다. 이 과정에서 밀도가 낮은 지역을 기준으로 트리를 잘라내어 별도의 클러스터로 분리한다. 이후 생성된 클러스터 계층구조에서 가장 의미 있는 클러스터를 선택한다. 이때, 클러스터의 크기, 밀도, 안정성 등을 고려하여 최종 클러스터를 결정한 후 선택된 클러스터들을 결과로 출력한다.

각 데이터 포인트가 속한 클러스터의 번호나, 포인트가 클러스터에 속하지 않는 경우 -1 과 같은 특별한 값을 가지게 된다. 이러한 과정을 통해 HDBSCAN 알고리즘은 데이터 포인트들을 의미 있는 클러스터로 묶어주며, 특히 밀도가 불균일한 데이터에 대해서도 잘 작동한다.

HDBSCAN 알고리즘을 최적의 클러스터링 기법으로 결정한 이후 ChatGPT-4를 활용하여 HDBSCAN 알고리즘을 적용하는 스크립트를 작성하였다. ChatGPT-4와의 입력, 오류 수정 및 최종 정리 과정은 그림 8과 같다.

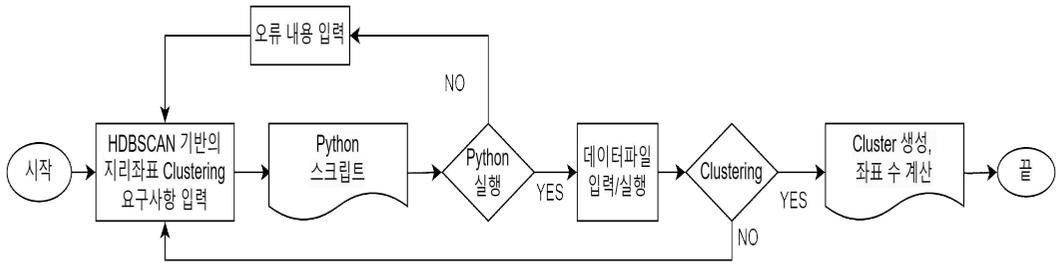


그림 10. Python 스크립트(Script) 작성 과정
 Figure 8. Process for Writing the Python Script

작성된 스크립트는 Python 3.11.2 환경에서 실행하였다. ChatGPT-4로 작성된 코드는 Python의 실행 과정을 거치면서 오류의 수정과 함께 새롭게 수정된 코드를 재실행하는 과정을 거쳤다. 최종적으로는 모든 오류가 수정된 스크립트를 실행하여 ACLED 이벤트 데이터에서 드론 기반 위협에 대해 추출된 좌표의 군집화를 실행하였다. 이러한 과정을 통해 Python의 기본적인 입출력 기능만을 알고 있는 사용자도 ChatGPT-4의 도움을 받아 고급 사용자 수준의 스크립트 작성이 가능함을 확인하였다. 스크립트의 세부 내용을 요약하면 표 11과 같으며, 작성된 스크립트는 부록에 정리하였다.

표 25. 군집 분석을 위한 Python 스크립트 구성
 Table 11. Structure of Python Script for Cluster Analysis

| 단계 | 주요 내용 |
|----------------|---|
| logging과 경고 설정 | • 로그 파일을 설정하고, warning 메시지를 저장 |
| 환경 변수와 폴더 설정 | • 출력 폴더를 사용자에게 물어보고 설정 |
| 데이터 읽기 | • 데이터 파일을 선택하라는 창을 띄우고, 파일을 읽어 들임 |
| 데이터 전처리 | • 좌표가 빠진 행 제거, 동일 좌표에 대해 미세 노이즈 추가 |
| 군집화 알고리즘 설정 | • HaversineHDBSCAN 인스턴스를 초기화 |
| 군집화 실행 | • min_samples와 min_cluster_size를 기반으로 Clustering 실행 |
| 클러스터 레이블 분배 | • 각 데이터 포인트에 클러스터 레이블을 할당 |
| 클러스터 정보 계산 | • 클러스터 중심점, 클러스터에 포함된 좌표의 수를 계산 |
| 결과 저장 | • 클러스터링 결과와 클러스터 정보를 Excel 파일로 저장 |

HDBSCAN은 밀도 기반의 계층적 클러스터링 알고리즘이다. HDBSCAN은 밀도의 연결성을 기반으로 클러스터를 형성하는 방식을 사용하면, 여기서 ‘계층화(Hierarchical)’는 데이터 포인트 간의 밀도 연결성을 계층적 구조로 나타내는 것을 의미한다.

먼저 스크립트에서는 tkinter를 이용하여 사용자가 데이터를 선택하고 결과를 저장할 위치를 지정할 수 있도록 인터페이스를 제공하였다. 분석하려는 지리좌표 데이터는 위도와 경도 값으로 구성되어 있다. 각 데이터 포인트 간의 거리를 계산하여 거리 행렬을 생성한 이후 데이터 포인트 간의 밀도 연결성을 기반으로 계층적 클러스터링을 수행하는 것이다.

통상 최소 거리 또는 커널 밀도 추정치를 사용하여 데이터 포인트의 밀도를 추정하고, 이 밀도를 기반으로 데이터 포인트 간의 연결성을 결정한다. 계층적 구조의 간소화로 계층적 클러스터링 결과를 바탕으로 불필요한 클러스터를 제거하고, 주요 클러스터만을 추출하는 과정에서 사용되는 주요 파라미터는 min_cluster_size와 min_samples이다. 이들은 클러스터의 최소 크기와 데이터 포인트의 최소 밀도를 결정하는 데 사용된다. 간소화된 계층적 구조를 바탕으로 각 데이터 포인트에 최종적으로 클러스터 레이블을 할당한다.

2.3.1 하이퍼파라미터 검색 공간 설정

이 부분은 스크립트에서 사용되는 HDBSCAN 알고리즘의 두 가장 중요한 하이퍼파라미터 값을 상수로 정의한 부분이다. 먼저 HDBSCAN_MIN_CLUSTER_SIZE는 클러스터링 과정에서 형성될 수 있는 클러스터의 최소 크기를 나타낸다. 예를 들어, 값이 3으로 설정된 경우, 3개 미만의 데이터 포인트로 이루어진 그룹은 클러스터로 간주하지 않고 잡음(Noise)으로 분류된다. 클러스터의 최소 크기를 정하는 것은 클러스터링 결과의 해석성을 높이고, 너무 작은 크기의 클러스터가 형성되는 것을 방지하는 데 도움이 된다.

HDBSCAN_MIN_SAMPLES는 데이터 포인트를 핵심 포인트로 간주하기 위한 이웃 포인트의 수를 나타낸다. 예를 들어, 값이 3으로 설정된 경우, 특정 데이터 포인트의 이웃으로 3개 미만의 포인트가 있으면 해당 데이터 포인트는 핵심 포인트로 간주하지 않는다. 이 값은 주로 데이터의 밀도와 관련이 있으며, 데이터 포인트의 밀도가 낮은 지역을 잡음(Noise)으로 구분하기 위한 것이다.

HDBSCAN 알고리즘은 데이터의 밀도 기반으로 클러스터링을 수행하는 알고리즘이며, 이런 하이퍼파라미터들을 통해서 데이터의 밀도를 어떻게 해석할 것인지를 조절할 수 있다. 이는 본 연구를 위한 알고리즘에서 컴퓨터의 효율성과 모델 성능의 합리적인 추정 사이의 균형을 제공하는 일반적으로 사용되는

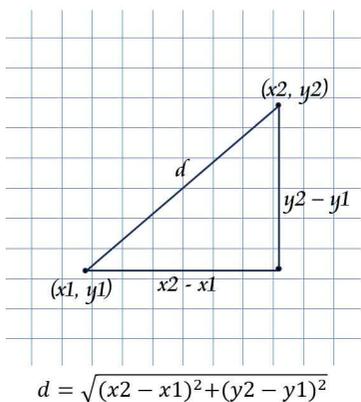
숫자이며 데이터의 성질이나 종류에 따라서 다양한 상수를 정의할 수 있다.

2.3.2 데이터 읽기

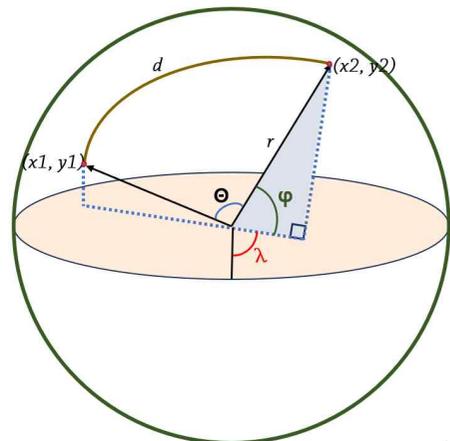
`read_data()`를 이용하여 데이터를 읽어 들인 후 `tkinter`를 사용하여 사용자에게 데이터 파일을 선택하게 한다. 선택된 파일은 읽어 들인 후 `DataFrame`으로 반환하였다.

2.3.3 좌표 변환 및 거리 계산

두 지점 간의 거리를 계산은 `calculate_bearing()`과 `haversine()`을 사용하였다. HDBSCAN 알고리즘은 일반적으로 유클리드 거리를 사용하여 데이터 포인트 간의 거리를 측정한다. 그러나 본 연구와 같이 지구 표면의 지리적 좌표는 3차원 구 형태의 지구에서 특정지점 간의 거리이므로 단순 평면상의 측정인 유클리드 거리(Euclidean Distance)는 적합하지 않았으므로, 3차원의 거리 측정 방법인 하버사인공식(Haversine Formula)을 이용하였다.⁹³⁾



Euclidean Distance



$$d = 2r \cdot \arcsin \sqrt{\sin^2\left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \sin^2\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right)}$$

Haversine Distance

그림 11. 두 지점의 거리

Figure 9. Distance Between Two Points

93) Euclidean distance 계산법으로 두 지점 간의 거리를 10km로 가정할 때, Haversine distance 계산법으로 하면 약 10.5738km가 나온다. 이는 Euclidean distance와 Haversine distance 사이에 약 0.5738km의 차이가 있다는 것이다. 두 지점 간의 거리가 멀어지면 두 계산법의 차이가 크게 나오나, 거리가 가까워지면 거의 차이가 없어진다.

그림 9의 왼쪽에서 볼 수 있듯이 점 (x_1, y_1) 과 점 (x_2, y_2) 의 두 점 간의 거리를 구하기 위해서 삼각형의 빗변에 해당하는 최단 거리 d 를 계산하는 것이 유클리드 거리 공식이다. 여기서 d 는 피타고라스 정리에 따라 x 의 크기와 y 의 크기 즉, 직각변들의 차이를 제곱하여 더한 후 제곱근을 구하는 것이다.

하버사인 거리 공식은 그림 9의 오른쪽에서 볼 수 있듯이 점 (x_1, y_1) 과 점 (x_2, y_2) 가 있을 때, 두 지표 점 사이의 거리는 3차원 공간상에서 보면 직선이 아닌 호(弧, Arc)의 모양이라는 특성을 적용한다. 여기서 r 은 반지름, d 는 두 지점 간의 거리이며, θ 는 두 점을 잇는 호의 중심각을 Radian 단위로 표시한 값이다. ϕ 는 해당 지점의 위도를 Radian 단위로 표시한 것이고 λ 는 해당 지점의 경도를 Radian 단위로 표시한 값이다.

이러한 지구 표면의 특징을 적용하면 같은 두 점을 잇는 호의 Radian 단위 중심각 값 $\theta = \frac{d}{r}$ 가 나온다. 하버사인공식은 구면코사인법칙(Spherical law of cosine)을 적용하여 다음의 수식 (1)과같이 표시된다.

$$hav(\theta) = hav(\phi_2 - \phi_1) + \cos(\phi_1)\cos(\phi_2)hav(\lambda_2 - \lambda_1) \dots \dots \dots (1)$$

여기에서 ϕ_1, ϕ_2 는 1, 2지점 위도(Latitude)의 Radian단위 값이고, λ_1, λ_2 는 1, 2지점 경도(Longitude)의 Radian단위 값이다. Haversine은 versine의 절반을 의미하므로 $hav(\theta)$ 는 다음의 수식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$hav(\theta) = \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{1 - \cos(\theta)}{2} \dots \dots \dots (2)$$

여기에 지구의 반지름 r (일반적으로 6,371km)을 적용하여 거리를 구하려면 역함수인 아크하버사인(Arc-Haversine)을 곱해준 후 아크사인으로 변환하여 계산하면 하버사인 거리 계산 공식이 나온다. 여기서 h 로 $hav(\theta)$ 를 간략하게 표현하면 $d = r \cdot archav(h) = 2r \cdot \arcsin(\sqrt{h})$ 가 된다. 이를 정리하면 다음의 수식 (3)과, 사인과 코사인함수로 Python 스크립트에서 사용할 수 있는 수식 (4)를 만들 수 있다.

$$d = 2r \cdot \arcsin\left(\sqrt{hav(\phi_2 - \phi_1) + \cos(\phi_1)\cos(\phi_2)hav(\lambda_2 - \lambda_1)}\right) \dots \dots \dots (3)$$

$$d = 2r \cdot \arcsin\left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) + \cos(\phi_1)\cos(\phi_2)\sin^2\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right)}\right) \cdot \dots \cdot (4)$$

Python 스크립트에서는 HaversineHDBSCAN 클래스에서는 HDBSCAN 알고리즘을 사용하여 지리적 좌표를 클러스터링하고, 내부에서 하버사인 거리 측정 방식을 사용한다. haversine method에서는 두 지점의 좌표(위도와 경도)를 입력으로 받아, 두 지점 사이의 하버사인 거리를 계산한다. 입력된 좌표는 라디안으로 변환되고, 이 변환된 좌표를 바탕으로 두 지점 사이의 거리를 계산한다. 거리는 지구의 반지름인 R=6,371km를 고려하여 km 단위로 반환된다.

_pairwise_distance method에서는 주어진 모든 지점의 조합에 대한 거리 행렬을 계산한다. 여기에서는 scipy.spatial.distance 모듈의 cdist 함수를 사용하여 모든 지점의 조합에 대한 거리를 계산하며, 거리 측정 메트릭으로 haversine method가 사용된다. score method는 클러스터링의 결과 품질을 평가하기 위해서 실루엣 점수를 계산한다. method에서는 먼저 fit_predict method를 사용하여 클러스터링을 수행하고 결과 레이블을 얻는다.

레이블에 두 개 이상의 고유한 값이 있는 경우, 즉 클러스터가 두 개 이상 생성된 경우, 실루엣 점수를 계산하며 이때 거리 측정 메트릭으로 Haversine 거리 측정 방식이 사용된다. 실루엣 점수는 클러스터링 결과의 품질을 평가하는 데 사용된다. 각 좌표가 다른 클러스터와 비교하여 자체 클러스터와 얼마나 유사한지를 측정하는 것으로 범위는 -1에서 1까지이다. 실루엣 점수가 높을수록 클러스터링 품질이 우수함을 나타낸다.

2.3.4 군집의 중심점 및 좌표의 수 계산

각 군집에 대한 중심 좌표, 군집 내의 데이터 포인트 수의 분포를 계산하기 위하여 calculate_centroids_and_count()를 사용하였다. calculate_centroids_and_count(df)는 클러스터의 중심점(centroid) 계산과 클러스터 내 좌표의 개수(count) 계산 등 두 가지의 중요 작업을 수행한다.

먼저 클러스터로 그룹화(groupby('cluster'))는 입력 DataFrame df를 'cluster' 열을 기준으로 그룹화한다. 예를 들어, df가 5개의 클러스터와 20개의 Noise 포인트를 가진다면, cluster_groups에는 총 6개의 그룹이 들어 있을

것이다. 중심점 계산(`agg('mean')`)은 각 클러스터 그룹에 대해서 'latitude'와 'longitude'의 평균을 계산하여 클러스터의 중심점을 찾는다. 이 결과는 `centroids_df`라는 새로운 DataFrame에 저장된다.

두 번째는 `to_dict('index')`를 사용해서 딕셔너리(Dictionary) 형태로 변환한다. 딕셔너리의 키는 클러스터의 이름이고, 값은 클러스터 중심점의 좌표이다. 다음은 `size().to_dict()`를 사용하여 각 클러스터 그룹의 좌표 수에 따른 크기를 계산한다. 이 자료는 `cluster_counts`라는 딕셔너리에 저장된다. 그룹에 포함되지 못하는 NOISE는 계산에서 제외된다. 마지막으로 이렇게 계산된 중심점과 점의 개수에 대한 정보를 딕셔너리 형태로 반환하는 것이 `calculate_centroids_and_count(df)` 함수이다. 이 정보들은 다른 분석이나 결과 저장 등에 사용될 수 있다.

2.3.5 HDBSCAN 알고리즘 수정

HaversineHDBSCAN은 HDBSCAN 클래스를 상속받아 haversine 거리 계산법을 사용한다. HDBSCAN 클래스를 상속하여 HaversineHDBSCAN이라는 새로운 클래스를 만들고 거리 측정 방식을 하버사인 공식으로 바꾸는 작업이 필요하다. 이를 통해 지리적 좌표를 더 정확하게 군집화할 수 있게 되기 때문이다. 이렇게 클래스를 상속하여 수정하는 방식은 Python의 객체 지향 프로그래밍의 특성을 활용한 것으로, 기존의 라이브러리나 클래스가 제공하는 기능을 그대로 사용하면서 필요한 부분만을 사용자의 요구에 맞게 정리할 수 있게 해준다.

2.3.6 Clustering 수행

`main()` 함수에서는 HDBSCAN을 사용하여 클러스터링을 수행하는 과정에서 가장 먼저 HaversineHDBSCAN이라는 사용자 정의 클래스를 초기화하고 'latitude'와 'longitude' 열에서 좌표 데이터를 추출하여 NumPy 배열 형식으로 변환한 후 HDBSCAN 알고리즘의 입력 데이터로 사용된다. 각 데이터 포인트는 `fit` 메서드를 사용하여 가장 가까운 클러스터에 할당되거나, 밀도가 충분히 높지 않아 특정한 클러스터에 할당되지 못하는 잡음(Noise)을 분류된다.

`main()` 함수는 지금까지 작성된 알고리즘의 전체적인 실행을 통제하므로 결

정된 클러스터 레이블을 데이터 프레임에 추가하는 과정을 거치면서 각 데이터 포인트가 어떤 클러스터에 속하는지 식별한다. 다른 클러스터와는 얼마나 멀리 떨어져 있는지를 측정하는 지표로 클러스터링의 품질을 평가하기 위해 실루엣 점수를 계산한 후 클러스터를 구성하는 모든 좌표의 평균인 각 클러스터의 중심점을 계산하는데 이것은 클러스터의 위치를 나타낸다.

마지막으로 클러스터링 결과와 각 클러스터의 정보를 엑셀 파일로 저장하는데, 파일은 사용자가 선택한 출력 폴더에 저장되며, 각 파일의 이름은 현재 날짜와 시간을 포함하여 만들어진다. 이러한 과정을 거치면서 이 스크립트는 HDBSCAN 알고리즘을 사용하여 지리적 데이터의 클러스터링을 수행하고, 클러스터링 결과를 분석하여 저장한다.



IV. 시공간적 분석

1. 드론 기반 위협에 대한 공간적 분석

1.1 지역별 드론 기반 위협 빈발 국가에 대한 분석

본 연구에 사용된 ACLED 데이터 세트의 드론 운용은 2008년 8월 28일 수단에서 벌어진 드론의 요격(추락) 사건에서 시작하여 2023년 9월 30일까지 총 13,636건이 정리되어 있다. 지역별로 이들 드론 운용 상황을 구분하여 보면 표 12와 같다. ACLED 데이터의 특성상 드론의 운용은 국가별로 드론 기반 공격, 드론 기반의 감시 및 정찰 등 위협과 밀접한 관계가 있다.

표 26. 지역별 드론 기반 위협 발생 빈도

Table 12. Regional Frequency of Drone-Based Threat

| 지역 | 국가 수(국) | 드론 기반 위협(건) | 비율(%) |
|---------------|---------|-------------|--------|
| Europe | 9 | 5,707 | 41.85 |
| Middle East | 14 | 5,197 | 38.11 |
| Asia | 18 | 2,118 | 15.53 |
| Africa | 21 | 510 | 3.74 |
| North America | 3 | 73 | 0.54 |
| South America | 5 | 28 | 0.21 |
| Caribbean | 2 | 2 | 0.01 |
| Oceania | 1 | 1 | 0.01 |
| 계 | 73 | 13,636 | 100.00 |

드론이 가장 많이 운용되는 지역은 이 도표에서 보듯이 러시아-우크라이나 전쟁이 진행되고 있는 유럽지역에서 5,707건으로 전체 드론 운용 건수의 41.85%를 차지하고 있었다. 다음은 분쟁이 계속되고 있는 이스라엘, 팔레스타인 및 예멘이 위치한 중동지역으로 5,197건인 38.11%였다. 아시아지역은 미얀마를 중심으로 분쟁이 격화되고 있어 2,118건으로 15.53%를 차지하고 있었다. 아프리카 지역에서도 리비아, 소말리아 등 분쟁이 진행되거나 혼란이 발생하고 있는 지역에 따라 드론과 관련된 이벤트가 다수 발생하고 있음을 알 수 있다. 이처럼 지역적인 분포를 통해 드론이 빈번하게 운용되는 국가군을 확인할 수 있다.

드론 운용에 따른 위협이 발생한 73개국 중에서 발생 빈도(頻度)가 100건 이상인 국가를 도표화하면 표 13과 같다.

표 27. 드론 기반 위협이 빈발하는 12개 국가

Table 13. 12 Countries with Frequent Drone-based Threats

| 국가 | 빈도(건) | 국가 | 빈도(건) |
|---|-------|--------------|-------|
| Ukraine | 5,099 | Afghanistan | 548 |
| Yemen | 2,816 | Pakistan | 396 |
| Syria | 1,058 | Saudi Arabia | 387 |
| Myanmar | 904 | Palestine | 183 |
| Iraq | 572 | Libya | 149 |
| Russia | 568 | India | 132 |
| ※ 빈도 100건 이하인 국가는 Somalia, Turkey, Azerbaijan 등이었다. | | | |

위협이 빈발하는 12개 국가에서 발생한 이벤트는 12,813건으로 전체 이벤트의 94%를 차지하고 있었다. 위협이 가장 많이 발생한 국가는 우크라이나였다. 우크라이나는 러시아와의 전쟁이 시작된 2022년 이후 급속히 빈도가 증가하였다. 예멘, 시리아, 미얀마, 이라크, 아프가니스탄 등의 국가는 테러와의 전쟁, 국내 정정 불안 등으로 인하여 드론 기반 위협 빈도가 높았다.

먼저 우크라이나와 러시아에서 드론 관련 사건의 높은 발생률은 지역 내 진행 중인 분쟁과 밀접한 관련이 있었다. 드론은 감시, 정찰 및 표적 공격 등이 있었고, 지정학적 긴장으로 인하여 국경감시, 경계 등에 사용되고 있었다. 러시아의 경우 우크라이나와 시리아와 같은 분쟁지역에서 정찰용 드론 사용과 같은 군사 활동이 포함되었으며, 내부 보안을 위한 드론 사용도 발생하고 있었다.

예멘, 시리아 및 리비아는 내전에 참여한 지역적인 권력 및 외부 세력으로 인해 드론은 감시, 표적 암살, 폭격을 위해 여러 조직에 의해 사용되고 있었다. 특히 사우디아라비아가 주도하는 연합세력은 드론을 빈번하게 운용하면서 사우디아라비아 내부의 석유 시설과 같은 내부 기반 시설도 표적이 되고 있다.

미얀마는 군사 쿠데타 이후의 정치적 혼란은 군에 의한 시위대와 무장한 민족 단체에 대한 감시용 드론 사용이 많았으며, 정부군에 맞서기 위해 비국가 행위자들에 의해서도 드론이 사용되고 있었다. 이와는 다른 형태가 팔레스타인이다. 이 지역에서 드론은 이스라엘에 의해 팔레스타인의 감시, 군중 통제, 표적 작전을 위해 자주 사용되며, 정보 수집과 보안을 목적으로 사용되고 있었다.

테러와의 전쟁이 진행되었던 이라크와 아프가니스탄은 여전히 ISIS와 같은 극단주의 그룹들에 대한 감시와 공격뿐만 아니라 내부 안전을 관리하기 위하여 드론을 운용하고 있었다. 특히 아프가니스탄에서 드론 활동은 주로 탈레반과 ISIS 파벌에 대한 공격과 관련이 있다. 외국군의 철수 이후, 불안정한 보안 상황을 관리하기 위해 드론에 대한 의존도가 증가한 부분도 있었다.

인도와 파키스탄의 경우 카슈미르와 같은 지역에서 국경 보안 및 감시를 위한 활동이 있었다. 인도의 경우 드론은 대테러 작전과 내부 보안 문제를 관리하기 위한 감시에 사용하고 있었으며, 파키스탄은 복잡한 안보 환경, 즉 부족 지역에서의 반군 작전이나 적대적 활동을 감시하는 행위에 집중되어 있다.

그림 10은 100건 이상의 드론 기반 위협 발생 국가를 지도에 도식한 것이다.

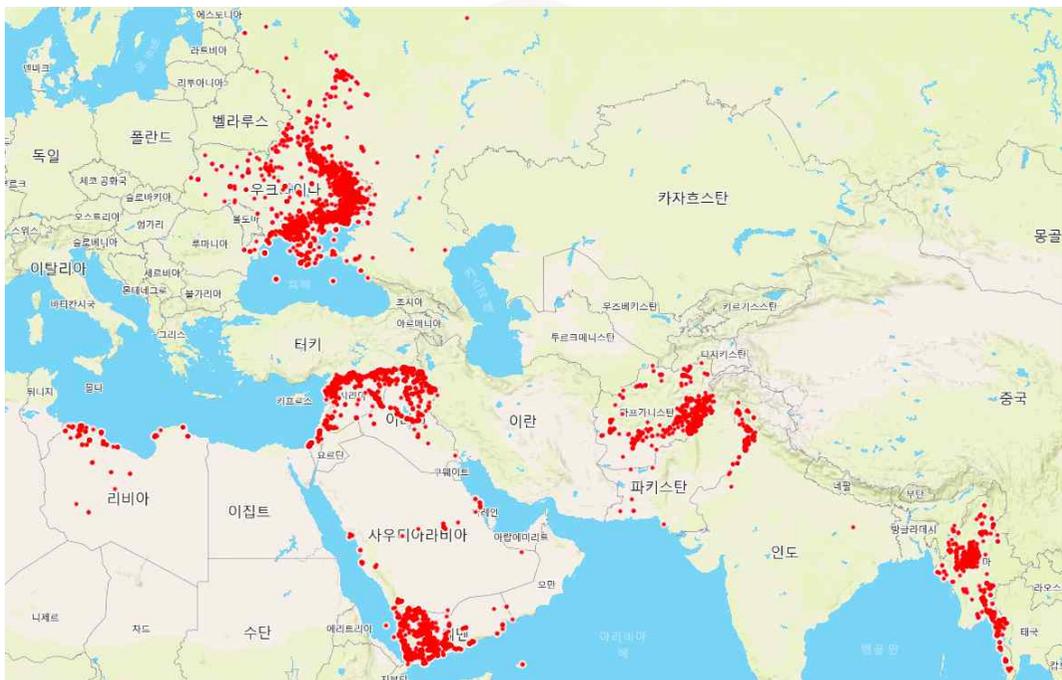


그림 12. 100건 이상의 위협이 발생한 국가
Figure 10. Countries with Over 100 Drone-based Threat Incidents

드론 기반 위협 빈도가 가장 높은 국가인 우크라이나는 5,099건으로 전체의 37.4%를 차지하고 있었다. 러시아와의 전쟁이 심각한 수준임을 알 수 있다. 2

2022년 2월 24일 러시아의 선제공격으로 시작된 전쟁은 장기간의 고강도 분쟁으로 지속되고 있다. 러시아와 우크라이나의 전쟁에서는 이전에는 볼 수 없었던 드론의 집중 운용이라는 전쟁 양상이 관심을 끌고 있다. 전쟁 개시 이후 군사용 및 상업용 드론을 다양하게 운용하여 전장 상황 인식의 도구로 활용하고 있다. 우크라이나의 경우 Mosquito Air Force(모기 공군)라고 불릴 정도로 다양한 군사용 및 상업용 소형 드론을 운용하고 있다.⁹⁴⁾

위협이 빈발하고 있는 12개국 중 예멘, 시리아, 이라크, 아프가니스탄, 사우디아라비아, 팔레스타인, 리비아 등 국가의 이벤트가 다수를 차지하고 있어 중동지역의 불안정 수준이 높다는 것을 알 수 있다. 예멘은 자이드 시아파⁹⁵⁾인 반군 후티와 아덴으로 피난한 원래의 만수르 하디(Mansur al-Hadi) 정부, 하디정부를 지원하는 사우디아라비아 주도 연합군, 하디 정부와 갈등하는 남예멘 분리주의자, 알카에다 등 테러 집단 사이에 치열한 전투가 벌어지고 있다. 예멘이라는 국가 전체를 보면 만수르 하디 정부, 북부 예멘지역을 점거하고 있는 후티 반군(Houthi rebellion), 아덴의 남부과도위원회 등 세 개의 정부가 내전을 벌이고 있다.⁹⁶⁾

아시아지역에서는 미얀마의 904건은 네 번째로 높은 빈도를 보인다. 이는 2021년 2월 1일에 발생한 미얀마의 군사 쿠데타 이후 시민들에 의한 전국적인 불복종 운동을 군부가 강경 진압하는 상황에서 저항과 적극적인 폭력 시위 형태로 변화된 것이다. 특히 군부와 적대관계에 있는 소수민족 무장단체가 미얀마 국경 지역을 중심으로 교전하는 내전 양상으로 진행되고 있으며, 군부와 소수민족 무장단체 간 교전은 상당 기간 지속될 것으로 예상된다.⁹⁷⁾

드론 기반 위협이 빈발하고 있는 상위 3개 국가인 우크라이나, 예멘 및 시리아의 위협을 구체적으로 세분하여 보면 표 14와 같다.

94) Kerry Chávez, Learning on the Fly: Drones in the Russian-Ukrainian War, ARMS CONTROL TODAY, January/February 2023

95) 자이드(Zayd) 시아파의 자이드는 이맘 후세인의 손자 이름에서 유래했다. 자이드 시아파는 이슬람의 수니파와 시아파 중 시아파의 한 분파로 열두 이맘 가운데 후세인의 아들로 끝나는 제 4대 이맘까지만을 인정한다. 북부 예멘에 많이 분포하고 있다.

96) <https://www.kiep.go.kr/aif/issueDetail.es?mid=a30200000000&systemcode=05&brdctsNo=346296> (검색일: 2023.9.9.)

97) <https://csf.kiep.go.kr/aif/issueDetail.es?mid=a30200000000&systemcode=03&brdctsNo=330313> (검색일: 2023.9.9.)

표 28. 위협 빈발 상위 3개 국가에 대한 위협 종류와 주체

Table 14. Threat Types and Actors in the Top 3 Countries with Frequency

| Country | Event Type | Actor | | | | Total |
|---------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|---------|-------|
| | | State Forces | Rebel Group | External/Other Forces | Militia | |
| Ukraine | Attack | 949 | 2 | 2 | 36 | 989 |
| | Crash | 4 | | | | 4 |
| | Interception | 4,002 | | | 74 | 4,076 |
| | ISR | 2 | | | | 2 |
| | Others | 11 | | | 17 | 28 |
| Yemen | Attack | 376 | 32 | 16 | 4 | 428 |
| | Crash | 8 | 1 | 1 | | 10 |
| | Interception | 455 | 142 | 74 | 1 | 672 |
| | ISR | 20 | 4 | 1 | | 25 |
| | Others | 25 | 5 | 1 | | 31 |
| Syria | Attack | 502 | 85 | 228 | 44 | 859 |
| | Crash | 5 | | 1 | | 6 |
| | Interception | 79 | 67 | 10 | 16 | 172 |
| | ISR | 6 | 1 | | | 7 |
| | Others | 7 | 3 | 1 | 3 | 14 |
| Total | | 6,451 | 342 | 335 | 195 | 7,323 |

우크라이나, 예멘, 시리아 등 3개 국가에서의 드론 운용 빈도는 해당 국가의 정치적, 군사적 상황에 따라 차이가 있다. 우크라이나에서는 정규군에 의한 드론 요격이 주를 이루며, 예멘과 시리아는 외부/기타 세력의 공격이 빈번한 것으로 나타나고 있다. 이러한 패턴은 각각의 국가에서 진행 중인 분쟁의 성격과 드론의 전략적 용도에 따라 다르게 나타나고 있음을 시사한다.

우크라이나는 총 5,099건이 발생하였다. 이 중 드론 Interception(요격)이 4,076건으로 약 79.9%에 해당하며, 주로 정규군에 의해서 실행되었다. 공격 유형으로는 공중 공격과 포격/포병/미사일 공격이 주를 이루며, 무장 충돌과 무기 사용 방해 사건도 있었다. 주된 행위 주체는 정규군이었으며 민병대와 반군 그룹, 외부/기타 세력도 관여하고 있었다.

예멘은 총 2,816건의 사건이 있었고, 이 중 Attack(공격)이 2,067건으로 대다수를 차지했고, 드론 요격은 674건이었다. 주로 발생한 유형은 공군을 포함한 드론 공격이며, 이는 외부 세력이나 기타 세력에 의한 것이었다. 이 외에도 예멘에서는 재산 파괴 및 약탈, 무장 충돌 등이 있었으며, 주로 정규군, 반군, 민병대가 관여하고 있었다.

시리아는 총 1,058건으로 이 중 859건이 Attack(공격)이었다. 드론 요격은 172건으로 나타났다. 공격 유형 중 가장 많은 것은 공중/드론 공격으로, 주로 정규군과 외부/기타 세력에 의해 수행되었다. 무장 충돌, 포격/포병/미사일 공격, 재산 파괴 및 약탈 등 다양한 유형의 사건이 포함되어 있으며, 반군 그룹과 민병대의 활동도 확인되었다.

드론 기반 위협 좌표가 주요한 시설물 인근에서 발생하는지를 확인하기 위해, 공항과 주요 도시 인근에 분포된 좌표의 수를 정리하여 보았다. 먼저 인터넷에 공개된 주요 국제공항의 좌표를 활용하여 공항 인근에서 위협이 발생한 좌표의 수를 비교하였다.⁹⁸⁾ 총 39개국의 공항 인근 10km에서 866건의 위협이 발생한 것을 확인할 수 있었다. 표 15는 공항 인근 10km 이내에 분포된 좌표 중 10개 이상의 좌표가 있는 국가만을 정리한 것이다.

표 29. 국가별 주요 공항 인근 좌표 분포

Table 15. Distribution of Coordinates Near Major Airports by Country

| Country | Total Number of Threats | 1km | 3km | 5km | 10km |
|--------------|-------------------------|-----|-----|-----|------|
| Russia | 569 | - | - | 14 | 265 |
| Saudi Arabia | 387 | 83 | 83 | 156 | 167 |
| Pakistan | 396 | - | - | 107 | 127 |
| Syria | 1,058 | 50 | 50 | 80 | 100 |
| Sudan | 64 | - | - | 11 | 33 |
| Myanmar | 904 | - | - | 25 | 29 |
| Afghanistan | 548 | - | - | 1 | 24 |
| Somalia | 88 | - | - | 2 | 12 |
| Ethiopia | 53 | - | - | - | 10 |

도표에서 확인할 수 있듯이 다수의 국가에서 공항에서 약 10km 범위에 드론 기반 위협 집중되어 있었다. 러시아의 경우 공항 인근 10km 이내가 256건으로 총 위협의 46.6%를 차지하고 있었다. 사우디아라비아의 경우에는 267건으로 43.2%였다. 사우디아라비아와 시리아에서는 공항에서 1km 이내의 근접 거리에서도 위협이 발생하고 있었다. 이외에도 파키스탄, 수단, 미얀마 등에서도 공항 인근에서 다수의 위협이 발생하고 있었다.

98) <https://www.partow.net/miscellaneous/airportdatabase/index.html#Downloads> (검색일: 2023.11.13.). 이 자료에는 예멘과 같이 본 연구에서 다수의 위협이 발생한 국가의 공항 좌표는 확인할 수 없었으며, 군사용으로 건설되어 사용 중인 공항에 대해서도 제한적으로 확인할 수 있었다.

국가별로 국제공항과 도시는 중요시설로 관리하고 있을 것이며, 다양한 수준의 드론 대응체계를 구축하고 있을 것이다. 따라서 적대적인 드론과 이러한 대응체계와 접촉하는 과정에서 요격, 추락 등의 활동이 활발하게 일어날 수 있다. 또한 분쟁지역의 경우 도시 인근에서는 다양한 충돌이 발생할 가능성이 크므로 이들 좌표에 대한 분석은 드론 기반 위협의 발생지역에 대한 공간적인 분석을 가능하게 할 것이다.

다음으로 인구 10,000명 이상의 도시⁹⁹⁾ 인근 10km의 범위를 기준으로 좌표를 비교하였다. 본 연구에서 사용된 73개 국가의 인구 10,000명 이상의 도시는 21,988개였고, 3.1%인 686개 도시에서 드론 기반 위협이 발생하고 있었다. 드론 기반 위협으로 보면 총 13,636건 중 9.0%인 1,234건의 위협이 발생하고 있었다. 다음의 표 16은 드론 기반 위협이 100건 이상이었던 상위 12개 국가를 중심으로 인구수 1만 명 이상의 도시와 드론 기반 위협이 해당 도시 10km 이내에서 발생한 빈도를 비교한 것이다.

표 30. 도시와 드론 기반 위협 발생 건수 비교

Table 16. Comparison of Number of Cities and Drone-based Threats

| 국가 | 1만 명 이상 도시 수 | 드론 기반 위협 발생 도시 | | 총 드론 위협(건) | 1만 명 이상 도시 드론 기반 위협 | |
|--------------|--------------|----------------|-------|------------|---------------------|-------|
| | | 도시 수 | 비율(%) | | 발생 위협 수(건) | 비율(%) |
| Ukraine | 370 | 172 | 46.5 | 5,099 | 365 | 7.2 |
| Yemen | 28 | 24 | 85.7 | 2,816 | 118 | 4.2 |
| Syria | 83 | 58 | 69.9 | 1,058 | 170 | 16.1 |
| Myanmar | 67 | 22 | 32.8 | 904 | 36 | 4.0 |
| Iraq | 74 | 29 | 39.2 | 572 | 47 | 8.2 |
| Russia | 1,516 | 77 | 5.1 | 569 | 89 | 15.6 |
| Afghanistan | 72 | 29 | 40.3 | 548 | 39 | 7.1 |
| Pakistan | 357 | 7 | 2.0 | 396 | 7 | 1.8 |
| Saudi Arabia | 70 | 18 | 25.7 | 387 | 27 | 7.0 |
| Palestine | 58 | 11 | 19.0 | 183 | 33 | 18.0 |
| Libya | 44 | 17 | 38.6 | 149 | 25 | 16.8 |
| India | 2,965 | 24 | 0.8 | 132 | 30 | 22.7 |

표 16을 분석해 보면, 우크라이나와 예멘에서 드론 기반 위협의 분포는 상당히 대조적이다. 우크라이나는 1,516개의 도시 중 172개 도시에서 위협이 확인되었으며, 이는 전체 도시의 약 46.5%를 차지한다. 하지만, 총위협 건수

99) https://public.opendatasoft.com/explore/dataset/geonames-all-cities-with-a-population-1000/export/?disjunctive.cou_name_en&sort=name (검색일: 2023.11.10.)

5,099건 중에서 인구 1만 명 이상의 도시에서 발생한 위협은 365건으로 전체의 7.2%에 불과하다. 이는 드론 기반 위협이 도시에 집중되어 있음에도 불구하고 전국적으로 넓게 분산되어 있음을 나타낸다.

반면 예멘은 28개 도시 중 24개 도시에서 드론 기반 위협이 발생했고, 이는 전체 도시의 85.7%에 해당한다. 그러나 총위협 2,816건 중 인구 1만 명 이상 도시에서 발생한 것은 118건으로, 4.2%에 불과하다. 이는 드론 기반 위협이 주로 인구가 많은 도시에 집중되어 있지 않고, 더 넓은 지역에 분산되어 있음을 보여준다.

시리아는 총 83개의 도시 중에서 58개 도시에서 드론 기반 위협이 발생했다. 이는 도시 수 대비 위협 발생 도시의 비율이 약 69.9%로 상당히 높은 수준이다. 드론 기반 위협은 총 1,058건 중 170건이 인구 1만 명 이상의 도시에서 발생했으며, 이는 전체 위협의 약 16.1%에 해당한다. 이를 통하여 시리아에서의 드론 기반 위협은 주요 도시들에 집중되어 있음을 알 수 있다.

미얀마의 경우, 67개 도시 중 22개 도시에서 드론 기반 위협이 확인되었고, 이는 도시 수 대비 위협 발생 도시의 비율이 약 32.8%이다. 전체 위협 904건 중에서 인구 1만 명 이상의 도시에서 발생한 위협은 36건으로, 전체의 약 4.0%에 불과하다. 미얀마의 주요 도시에서는 드론 기반 위협이 낮은 비율로 분포하고 있으며, 나머지 많은 위협이 작은 도시나 지역에 분산되어 있다는 것을 알 수 있다.

러시아의 경우에는 1,516개의 도시 중 77개 도시에서 드론 기반 위협이 발생하여, 도시 대비 위협 비율이 5.1%로 낮다. 하지만 전체 위협 569건 중 인구 1만 명 이상의 도시에서의 위협은 89건, 비율은 15.6%로 다른 국가들에 비해 높다. 이는 드론 기반 위협이 특정 지역에 집중되어 있을 가능성을 시사하고 있다. 실제로 러시아는 국경 지역의 도시와 모스크바에 드론 기반 위협이 집중되어 있다.

인도의 경우는 다소 특이한 현상을 보였다. 인구 1만 명 이상의 도시가 2,965개 중 드론 기반 위협이 발생한 도시는 24개에 불과하다. 그러나 전체 위협 중 인구 1만 명 이상의 도시에서 발생한 위협은 30건으로 22.7%의 높은 비율을 보인다. 이는 인도 내 드론 기반 위협이 1만 명 이상 인구가 많은 도시

에 상대적으로 집중되어 있다는 것을 말하는 것이다.

이처럼 국가적으로 중요한 시설 인근의 드론 기반 위협 집중에 대한 분석을 통하여 국가별로 드론에 대한 대응 전략을 수립하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. 예를 들어 시리아와 미얀마를 비교한다면 드론 방어 전략을 각각의 특성에 맞게 조정할 필요가 있다. 시리아는 주요 도시에 대한 방어 대책에 대한 강화가 필요할 것으로 보이며, 미얀마는 드론 기반 위협에 대한 전반적인 감시와 대응체계를 넓은 지역으로 확대할 필요가 있어 보인다.

공항과 주요 도시 인근의 드론 기반 위협 자료 분석은 대응 대책을 어떤 방법으로 수립할 것인가에 대한 전략을 수립할 수 있는 근거로 활용될 수 있다. 주요 공항 인근은 항공기가 이착륙해야 하는 지역이므로 드론과 같은 비행체에 대한 엄격한 통제가 있어야 한다. 드론 통제의 방법으로는 공항 인근의 비행금지구역 설정, 다양한 방공체계의 배치 및 드론 대응 장비의 배치 등의 수단이 있다.

이러한 체계를 바탕으로 불법적인 비행체의 활동을 통제하고 있음에도 불구하고 분쟁이 빈발하는 지역이거나 분쟁에 개입하고 있는 국가에서는 드론 기반 위협 활동이 다수 발생하고 있으며, 이는 드론 대응체계의 효율성에 대한 지속적인 분석이 필요하다는 사실을 보여주는 것이다. 동시에 전체 위협 중 비교적인 비율이 인구가 많은 도시에서 발생한다면, 드론 방어 전략은 도시뿐만 아니라 더 넓은 지역을 아우르는 방법으로 설계되어야 할 것이다.

1.2 위협 빈발 국가의 좌표에 대한 핫스팟 분석

본 연구에 사용된 ACLED의 드론 기반 위협 전체 좌표를 대상으로 클러스터링한 결과 국가적으로 1, 2건의 매우 소수인 국가에 대한 클러스터까지 포함되어 1,152개의 클러스터와 1,615개의 Noise가 발생하였다. 여기서 Noise는 HDBSCAN 알고리즘으로 클러스터링하였을 때 클러스터에 포함되지 않은 좌표로 전체 좌표의 11.8%였다.

연구에 사용된 73개국 전체를 대상으로 클러스터링을 진행한 것이므로, 클러스터와 Noise가 다수 확인된 것이다. 이러한 분석은 드론 기반 위협에 대한 전

세계적인 분포와 집중 지점에 대한 분석을 위하여 필요한 것이다.

전체 좌표를 대상으로 클러스터에 포함된 좌표의 위치와 수를 색조와 원의 크기로 도식하면 다음의 그림 11과 같다.

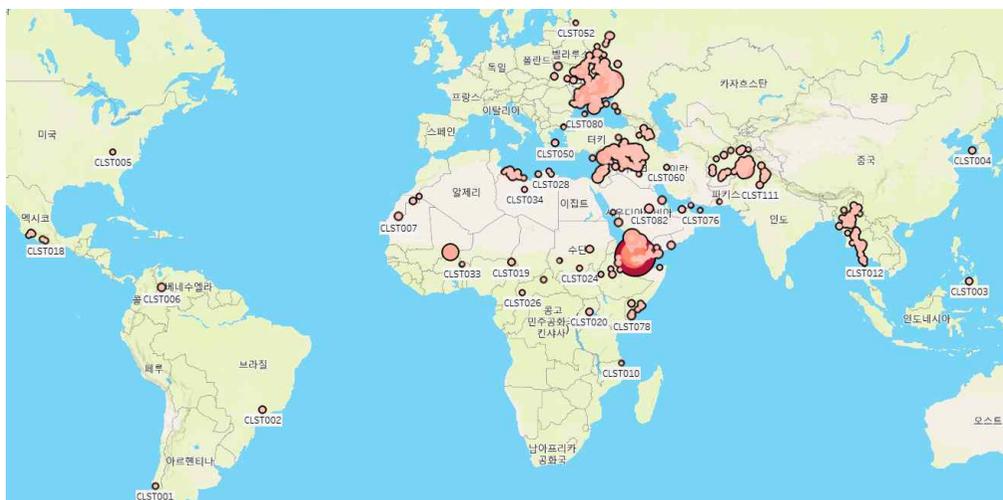


그림 13. 전체의 좌표를 대상으로 한 Clustering

Figure 11. Clustering Result for the Whole Coordinates

전체적인 도식을 보면 우크라이나, 예멘, 시리아, 아프가니스탄, 미얀마 등 분쟁이 발생한 지역을 중심으로 클러스터가 구성된 것을 확인할 수 있다. 그러나 분쟁지역의 확인을 제외한다면 전체적으로 클러스터에 대한 특별한 분석 내용은 찾기는 어려웠다. 다수의 좌표가 모인 클러스터로 볼 수 있는 100개 이상의 좌표로 구성된 지점은 5개로 표 17에 열거한 내용과 같다.

표 31. 100개 이상 좌표로 클러스터가 형성된 지점

Table 17. Clusters Formed from More than 100 Coordinates

| Name | Centroid | | Country | Number of spots |
|----------|----------|---------|---------|-----------------|
| CLST410 | 13.9316 | 43.4830 | Yemen | 424 |
| CLST315 | 14.0725 | 43.1589 | Yemen | 193 |
| CLST316 | 14.1031 | 43.1016 | Yemen | 155 |
| CLST274 | 14.6359 | 43.0544 | Yemen | 138 |
| CLST1028 | 49.0495 | 38.2179 | Ukraine | 100 |

이 지점은 예멘지역에 4개, 우크라이나에 5개가 형성되었다. 밀도 기반 클러

스터링이라는 HDBSCAN 알고리즘의 특성으로 인하여 지역적으로 분포된 좌표를 위치만으로 클러스터를 구성한 결과이다. 이들 클러스터를 국가별로 분석할 경우에 동일한 지점에 모두 클러스터가 형성되는 것은 아니므로 이 지점을 국가별 Hotspot으로 보기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 위협 발생 좌표의 수를 바탕으로 1,000건 이상의 좌표를 확인할 수 있었던 우크라이나, 예멘 및 시리아에 대한 클러스터링을 분석하는 방법으로 범위를 축소하면서 Event data가 특정 지역에 집중하는 Hotspot을 찾아보았다.

1.2.1 우크라이나

러시아-우크라이나전쟁의 주요 전투 현장인 우크라이나는 5,099건의 드론 기반 위협이 발생했다. 우크라이나에서 발생한 드론 기반 위협 지리좌표를 HDBSCAN 알고리즘 기반의 클러스터링 분석을 한 결과 448개의 클러스터와 470개의 Noise가 발생하였다. 여기서 Noise는 HDBSCAN 알고리즘으로 클러스터링하였을 때 클러스터에 포함되지 않은 좌표로 전체 좌표의 9.2%이다. 연구에 사용된 전체 좌표에 대한 클러스터링을 한 후 클러스터에 포함된 좌표의 위치 및 자료의 수를 색조와 원의 크기로 도식하면 다음의 그림 12와 같다.

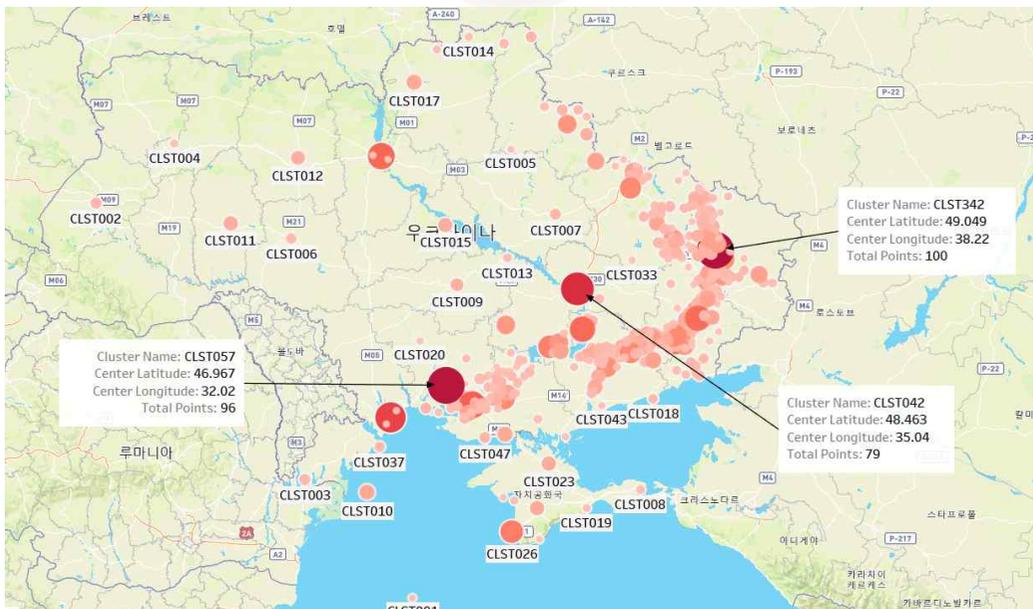


그림 14. 우크라이나지역의 클러스터링

Figure 12. Clustering in Ukraine

드론 기반 위협은 러시아와 우크라이나의 국경을 중심으로 빈발하고 있으며, 이는 러시아와 우크라이나의 전쟁이 동부의 하르키우, 도네츠크, 헤르손 등과 남부의 크림반도 인근을 중심으로 전개되고 있음을 알 수 있다. 이러한 드론 기반 위협의 빈발 지역은 2022년 2월부터 진행된 전투의 경과와 일치하고 있다. 대부분의 좌표들은 주요 전투가 진행되었던 국경 지역과 도네츠크, 루한스크, 하르키우, 자포리지아 주(洲) 등에 집중되어 있음을 알 수 있다.

다수의 좌표로 형성된 클러스터는 루한스크의 CLST342, 미콜라이우의 CLST057, 드니프로의 CLST042 등이었다. 이들 지점은 2022년부터 2023년 걸쳐 치열한 전투가 계속되고 있는 지역이다. 이러한 Hotspot의 확인으로 러시아-우크라이나전쟁의 전투 빈발 지역에 대한 시각적 확인이 가능하였다. 이러한 현상은 드론이 전투에서 중요한 무기체계로 정착하였다는 사실과 함께 빈번하게 사용되고 있는 현상을 명확하게 설명해 주는 것이다.

1.2.2 예멘

예멘의 드론 기반 위협은 2,816건 발생하였다. 예멘에서 발생한 드론 기반 위협 좌표를 HDBSCAN 알고리즘 기반의 클러스터링한 결과 155개의 클러스터와 209개의 Noise가 발생하였다. Noise는 전체 좌표의 7.4%이다. 클러스터에 포함된 좌표를 색조와 원의 크기로 도식하면 다음의 그림 13과 같다.

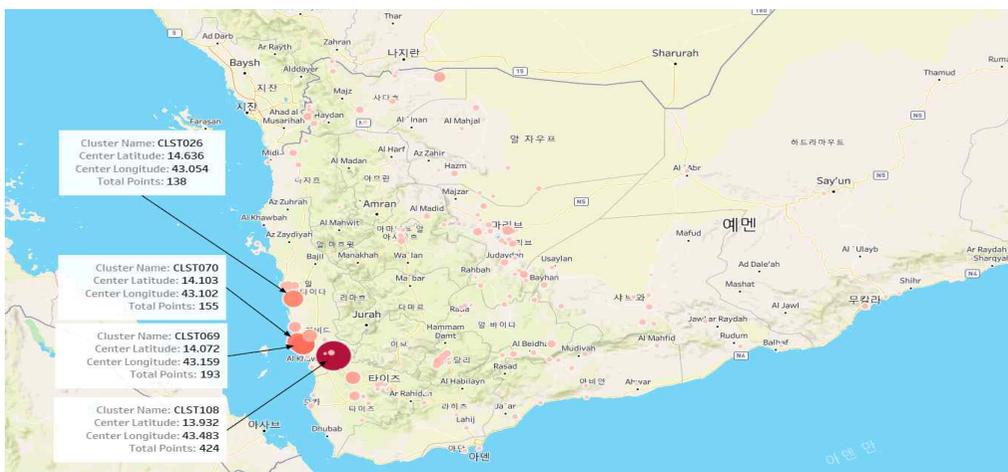


그림 15. 예멘지역의 클러스터링

Figure 13. Clustering in Yemen

예멘에서 발생한 드론 기반 위협 좌표는 전국에 걸쳐 발생하고 있다. 예멘은 527,968km²로 한반도의 2.4배라는 넓은 면적을 가진 국가이기도 하나 전체 면적의 반 이상인 54.5%가 사막이거나 불모지이다.¹⁰⁰⁾ 예멘 내전의 양상은 Centroid 분포를 보면 더욱 확연히 드러나고 있다. 주요 전투지역을 중심으로 드론 기반의 위협이 집중적으로 발생했기 때문이다.

예멘 내전의 특성상 원래의 하디 정부 세력, 후티 반군, 하디 정부를 지원하는 사우디아라비아 주도 연합군, 남예멘 분리주의자, 알카에다 등 집단 사이에 치열한 전투가 전국적으로 벌어지고 있으므로 각각의 전투지역에서 드론이 집중적으로 운용되었다는 사실을 알 수 있다. 예멘지역에서 클러스터가 대규모로 형성된 Hotspot은 CLST108 하이즈(Hays)이다. 이 지역은 후티 반군과의 교전이 치열하게 진행되는 지역으로 예멘 내전의 특성인 외부 세력에 의한 공격이 빈번하다. 이는 사우디아라비아 주도 연합군의 공습과 반군의 교전이 다수 발생하였다는 측면에서는 의미가 있는 것으로 보인다.

이러한 현상은 CLST069 알 마티나(Al Matinah), CLST 070 알 파자(Al Fazah), CLST026 아드 다이르 바흐미(Ad Dayr Bahmi)와 같은 지역에서 유사하게 발생하고 있다. 이처럼 예멘에서도 드론 기반 위협이 집중적으로 발생하는 Hotspot은 전투가 빈번하게 진행되는 지역이다. 특히 예멘 전투의 특성상 외부 세력에 의한 드론 기반 공격이 일방적으로 이루어지는 경우가 다수였다.

1.2.2 시리아

시리아에서 발생한 드론 기반 위협은 1,058건이었다. 시리아에서 발생한 드론 기반 위협 좌표를 HDBSCAN 알고리즘 기반의 클러스터링한 결과 94개의 클러스터와 181개의 Noise가 발생하였다. Noise는 전체 좌표의 1.7%이다. 시리아는 지리적인 특성상 전 국토의 약 55%가 사막으로 서부와 북부를 중심으로 도시가 형성되어 있고 특정 지역을 중심으로 거주지가 형성되어 있다.

클러스터에 포함된 좌표를 색조와 원의 크기로 도식하면 다음의 그림 14와 같다.

100) <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/yemen/#geography> (검색일: 2023.9.14.)

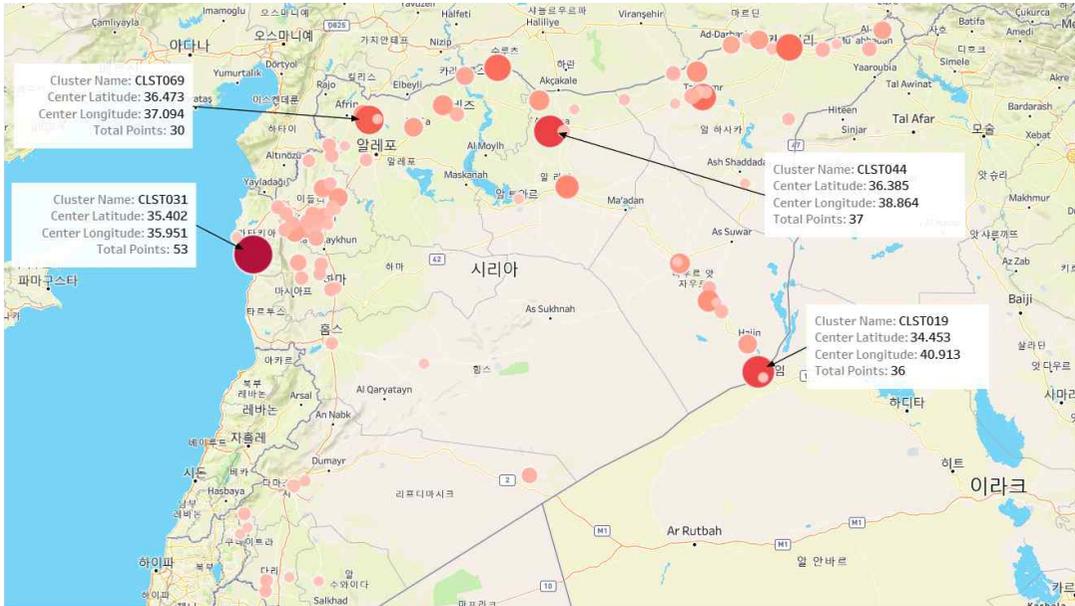


그림 16. 시리아지역의 클러스터링
Figure 14. Clustering in Syria

시리아의 내전은 2011년에 아랍권 각지를 휩쓴 아랍권 민주화 운동인 ‘아랍의 봄’에서부터 촉발되었다. 시리아의 남부 데르아(Deraa)에서 2011년 3월에 대통령인 바샤르 알아사드(Bashar al-Asad) 정권에 맞선 시위가 각 도시로 퍼져나가며 시작되어 지금도 계속되고 있다.¹⁰¹⁾

시리아의 드론 기반 위협 분포를 보면 사막 지역을 제외한 자블레, 이들리브, 알레포 등의 도시를 중심으로 좌표가 분포된 것을 확인할 수 있다. 가장 많은 수의 좌표로 클러스터가 형성된 CLST031은 자블레(Jableh)이다. 이 지역은 바셀 알-아사드 국제공항(Bassel al-Assad International Airport)으로 북부의 이들리브와 알레포까지 연결되는 집중적인 전투가 이루어지고 있는 지역이며, 드론에 의한 일방적인 공습이 다수를 차지하고 있다. 특히 인근인 이들리브는 ‘벽이 없는 감옥’이라고 불릴 정도로 혼란이 지속되고 있다.¹⁰²⁾

시리아에서도 드론 기반 위협이 집중적으로 발생하는 Hotspot은 전투가 빈번하게 진행되는 지역이다. 지역의 특성상 러시아, 연합군, 정부군의 다양한 드

101) <https://diverseasia.snu.ac.kr/?p=5968> (검색일: 2023.9.10.)

102) <https://msf.or.kr/article/idlib-latest-chapter-war-syria> (검색일: 2023.9.10.)

론이 공습, 자폭 공격 등을 계속하고 있는 곳이다. 시리아의 전투는 예멘과 유사하게 외부 세력에 의한 드론 기반 공격이 일방적으로 이루어지는 경우가 다수였다.

이처럼 1,000건 이상의 드론 기반 위협 좌표를 확인할 수 있었던 우크라이나, 예멘 및 시리아에 대한 클러스터링을 분석하는 방법으로 범위를 축소하여 Hotspot을 분석하여 본 결과, 해당 지역은 전투가 빈번하게 발생하여 드론이 다수 운용되는 지역임을 확인할 수 있었다. 특히 우크라이나와 시리아와 같은 지역은 특정 지역을 중심으로 Hotspot이 형성되고 있었으며 예멘의 경우 전국적으로 형성되고 있다고 볼 수 있었다. 이러한 공간적인 분포는 국가별 불안정의 상태, 즉 충돌의 발생 경향성과 유사한 것으로, 드론 기반 위협이 국가적인 불안정 상태를 관찰할 수 있는 수단이 될 수 있음을 보여주었다.

1.3 위협의 주체와 사상자 수와의 관계 분석

위협의 주체와 사상자 수 간의 관계 분석에서는 연구에 사용된 13,636건의 좌표를 드론 기반 공격을 주도한 주체인 Actor와 표적인 Target으로 구분하여 분석하였다. 여기서 Actor라는 의미는 드론을 직접적으로 사용한 그룹을 말하며 Target은 공격받은 그룹이다. Actor가 먼저 활동한 그룹이기는 하나 공격자가 아닐 경우도 있다. 예를 들어 경찰 활동을 하는 드론을 사격으로 격추했을 때 Actor는 사격을 실시한 주체가 되고 Target은 드론을 운용한 그룹이 되기 때문이다.

2.3.1 Actor 구분에 따른 빈도분석

드론 기반 공격 행위의 주체와 표적을 구분하여 분석하기 위하여 Actor와 Target을 구분하였다. 이러한 빈도의 분석을 바탕으로 공격의 주체와 표적 사이의 집단적인 구분과 함께 위협을 초래한 조직의 구분 및 이에 따른 위협의 빈도라는 경향성을 파악할 수 있다.

Actor와 Target의 구분에 따른 빈도는 표 18과 같다. Actor의 구분 중 State Forces는 국가별 정부군이고, External/ Other Forces는 분쟁에 개입하는 외부 국가의 정규군 또는 연합군이다. Rebel Group은 정부에 대항하는

반군조직이고, Militia는 다양한 조직으로 형성될 수 있는 군벌(軍閥) 조직이다. Rioters는 폭동을 일으키는 무리이고, Protesters는 평화적인 시위를 벌이는 군중이다. Civilians는 순수한 민간인이고, Gang Group은 범죄조직이다. Target이 NONE인 것은 Actor의 일방적인 활동을 의미한다.

표 32. Actor와 Target에 따른 빈도
Table 18. Frequency by Actor and Target

| Target \ Actor | State Forces | External/ Other forces | Rebel Group | Militia | Gang Group | Civilians | Total |
|------------------------|--------------|------------------------|-------------|---------|------------|-----------|--------|
| State Forces | 5,571 | 410 | 1,120 | 246 | 4 | 0 | 7,351 |
| NONE | 1,191 | 1,185 | 38 | 86 | 3 | 0 | 2,503 |
| Rebel Group | 1033 | 1,052 | 103 | 42 | 0 | 0 | 2,230 |
| Civilians | 363 | 240 | 61 | 74 | 11 | 1 | 750 |
| Militia | 404 | 107 | 36 | 12 | 0 | 0 | 559 |
| External/ Other Forces | 185 | 5 | 16 | 1 | 0 | 0 | 207 |
| Protesters/ Rioters | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| Gang Group | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8 |
| Total | 8,781 | 2,999 | 1,375 | 461 | 19 | 1 | 13,636 |

위협을 주체인 Actor와 Target을 구분하여 볼 때 정규군 간의 충돌이 5,571건으로 가장 많고, 정규군의 단독 행동이 1,191건으로 그다음을 차지하고 있다. 정규군의 활동은 8,781건으로 전체 드론 기반 위협의 64.4%를 차지하고 있다. 드론은 일정한 기술, 능력 및 조직을 갖춘 국가에 의해 운용될 수 있다는 측면에서 자연스러운 현상이라고 할 수 있다.

도표에서 추가로 확인할 수 있었던 사실은 Actor로 활동한 Militia와 Rebel Group의 드론 운용은 1,386건으로 전체의 13.5%를 차지한다는 것이었다. 이는 군사용 드론으로 대표되던 기술이 다양한 조직에서 실제 사용이 가능한 수준으로 일반화되었다는 것으로, Yannick Veilleux-Lepage et al.(2022)의 데이터분석에서 확인하였던 내용과 일치한다. 중동지역의 5개 비정부 그룹이 드론 기술의 혁신에 적극적이며 드론과 관련된 기술에 대한 장기적인 전략 및 개발 역량이 있음을 확인할 수 있었듯이, 본 연구를 통하여 확인되는 Militia, Rebel 및 Gang Group 등 정부에 속하지 않는 조직들도 활발하게 드론을 운용하고 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

2.3.2 Actor 구분에 따른 사상자 수 분석

Actor 간의 충돌에 따른 사망자와 부상자 수는 ACLED 데이터 테이블의 fatalities와 note 필드에서 확인할 수 있다. 서술식으로 작성된 내용에서 사망자와 부상자 수를 구분한 것이다. 여기서 사망자 수는 복수의 이벤트 발생, 분쟁의 장기화 등으로 다양한 양상을 보임에 따라 일차적인 평가에 따라 숫자를 정리하였다.¹⁰³⁾

구분된 사상자의 수는 드론의 공격 또는 추락 등 직접적인 위협으로 발생한 사상자 수를 종합한 내용이 아니다. ACLED 데이터는 드론 기반 위협의 발생에 따른 사상자의 수를 기록한 자료이므로, 드론의 정찰에 따른 포병이나 공군의 공격이나 자폭 드론과 함께 포병, 미사일이나 공군이 합동 공격으로 사상자가 발생한 경우에도 이를 사상자 수로 정리하였다. 표 19는 Actor의 구분에 따른 사상자의 수를 정리한 것이다.

표 33. Actor와 Target에 따른 사상자 수

Table 19. Number of Casualties by Actor and Target

| Target \ Actor | State Forces | External/ Other forces | Rebel Group | Militia | Gang Group | Total |
|------------------------|---------------|------------------------|--------------|------------|------------|---------------|
| Rebel Group | 3,659 | 7,057 | 257 | 119 | 0 | 11,092 |
| State Forces | 6,751 | 319 | 2,987 | 276 | 8 | 10,341 |
| Civilians | 1,538 | 1,096 | 162 | 80 | 1 | 2,877 |
| Militia | 170 | 538 | 40 | 12 | 0 | 760 |
| Protesters /Rioters | 167 | 0 | 0 | 0 | 0 | 167 |
| External/ Other Forces | 55 | 22 | 12 | 0 | 0 | 89 |
| NONE | 17 | 0 | 6 | 0 | 0 | 23 |
| Gang Group | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | 10 |
| Total | 12,362 | 9,032 | 3,469 | 487 | 9 | 25,359 |

사망자 수에서는 정규군(State Forces)의 공격으로 인해 12,362명이 발생하였고, 그다음에 External/Other Forces의 공격으로 9,032명이 발생하였다.

103) fatalities: The number of reported fatalities arising from an event. When there are conflicting reports, the most conservative estimate is recorded. (ACLED, Armed Conflict Location & Event Data Project (ACLED) Codebook. p.7). '사망자 수 : 사건에 따라 보고된 사망자 수이다. 보고가 상호 충돌할 때 가장 보수적인 추정치가 기록된다.'

사상자들은 실제 전투의 주체인 State Forces, External/Other Forces에 의한 사상자가 21,358명으로 전체의 84.2%에 달했다. 반군(Rebel Group)에 의한 사상자도 3,469명이 발생하여 전체의 13.7%에 달하고 있었다.

Actor와 Target으로 구분된 사상자의 수에서는 외부 세력(External/Other Forces)에 의한 사상자가 가장 많았고 정규군 간의 충돌과 정규군에 의한 반군의 공격으로 인한 사상자가 그다음을 차지하고 있었다. 이러한 경향은 러시아와 우크라이나의 전쟁에서의 사상자는 국가 간의 전쟁이라는 사실을 보여주는 것이다. 또한 예멘과 시리아와 같은 내전에서 외부 세력이 개입하여 국내 내부적인 분쟁이 격화되고 있기 때문이다.

Actor의 공격 종류에 따른 사상자 수를 분석하면, 어떤 공격이 좀 더 치명적인 결과를 초래할 수 있는지 확인할 수 있는 자료이다. 이에 따라 Actor의 공격이 어떤 종류였는지에 따라 사상자의 수도 차이가 있었다. 다음의 표 20은 Actor의 공격 방법이나 행위의 종류에 따른 사상자 수이다.

표 34. Actor와 Type에 따른 사상자 수

Table 20. Number of Casualties by Actor and Type

| Actor Type | State Forces | External/Other forces | Rebel Group | Militia | Gang Group | Total |
|--------------|--------------|-----------------------|-------------|---------|------------|--------|
| Attack | 10,446 | 8,968 | 3,232 | 482 | 2 | 23,130 |
| Interception | 1,687 | 4 | 214 | 4 | 0 | 1,909 |
| ISR | 99 | 55 | 17 | 0 | 0 | 171 |
| Others | 117 | 0 | 2 | 1 | 7 | 127 |
| Crash | 13 | 5 | 4 | 0 | 0 | 22 |
| Total | 12,362 | 9,032 | 3,469 | 487 | 9 | 25,359 |

Actor의 행위 중 공격(Attack)에 따른 사상자는 23,130명으로 전체 사상자의 91.2%에 달한다. 특히 State Forces에 의한 공격으로 10,446명의 사상자가 발생하고 있고, External/Other forces에 의한 공격이 다음으로 많은 사상자가 발생하였다. Rebel Group이나 Militia에 의한 공격으로도 3,936명의 사상자가 발생하고 있다. 특히 드론의 요격(Interception)에 의해서도 1,909명의 사상자가 발생하는 현상은 드론에 탑재된 폭발물에 의한 추가적인 피해 발생 때문이다.

국가별로 어떤 공격 주체(Actor)에 의해서 사상자가 발생하였는지를 확인하는 것도 중요한 분석 요소이다. 공격 주체의 위협이 심각할수록 사상자의 수가 더 많이 발생할 가능성이 있기 때문이다. 국가별로 공격의 주체에 따른 사상자의 수는 표 21에 정리하였다.

표 35. 국가별 Actor에 따른 사상자 수
Table 21. Casualties per Actor by Country

| Country | Actor | State Forces | External/Other forces | Rebel Group | Militia | Gang Group | Total |
|-----------------|-------|--------------|-----------------------|-------------|---------|------------|--------|
| Ukraine | | 5,502 | 6 | 8 | 60 | - | 5,576 |
| Afghanistan | | 371 | 3,600 | 51 | 92 | - | 4,114 |
| Pakistan | | 66 | 2,860 | 19 | 33 | - | 2,978 |
| Myanmar | | 322 | 9 | 2,458 | 141 | - | 2,930 |
| Yemen | | 1,482 | 904 | 57 | 1 | - | 2,444 |
| Syria | | 845 | 572 | 279 | 90 | - | 1,786 |
| Iraq | | 778 | 194 | 151 | 18 | - | 1,141 |
| Ethiopia 등 33개국 | | 2,996 | 887 | 446 | 52 | 9 | 4,390 |
| Total | | 12,362 | 9,032 | 3,469 | 487 | 9 | 25,359 |

국가별로 구분할 때 가장 많은 사상자가 발생하고 있는 국가는 우크라이나이다. 현재 전쟁이 진행되고 있으므로 정규군에 의한 사상자가 다수 발생하고 있다. 다음으로 다수의 사상자가 발생하는 곳은 아프가니스탄과 파키스탄으로 외부 세력(External/Other forces)의 활동으로 인한 사상자이다. 2002년에 시작된 테러와의 전쟁의 중심지였기 때문에 연합군 및 외부의 세력들에 의한 전투가 지속되었고 이로 인한 사상자의 발생으로 보인다.

미얀마, 예멘 및 시리아는 현재까지도 내전이 계속되고 있어 사상자는 계속 늘어날 것으로 보인다. 미얀마는 반군에 의한 사상자가 대부분을 차지하고 있으며, 예멘과 시리아는 정부군과 외부 세력에 의한 사상자가 다수를 차지하고 있다. 에티오피아 등 33개국은 소수의 사상자가 발생하였으므로 도표에서는 통합하여 정리하였다. 드론 기반 위협에 의한 사상자의 수에서도 전반적으로 드론이 현대전에 일반적으로 사용되고 있음을 알 수 있었다.

2. 드론 기반 위협에 대한 시간적 분석

2.1 연도별 드론 기반 위협의 변화

드론 기반 위협에 대한 시간적인 분석을 위하여 ACLED 이벤트 데이터의 드론 기반 위협을 시간의 변화에 따라 지역별로 도식하면 그림 15와 같다.

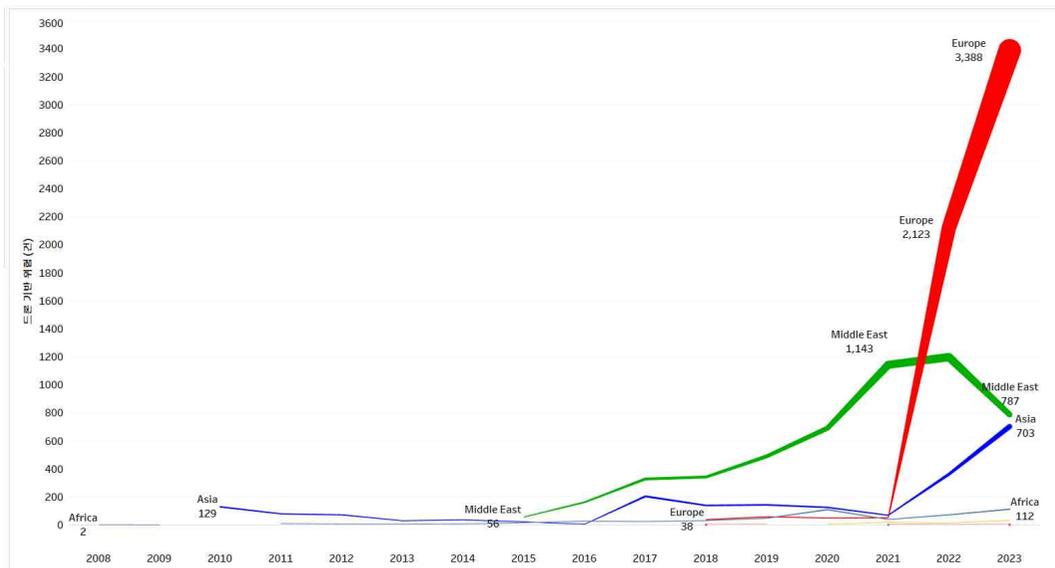


그림 17. 연도별 지역별 드론 기반 위협

Figure 15. Drone-based Threats by Year and Region

드론 기반의 위협은 2008년부터 꾸준히 늘어 2022년 이후 급격하게 증가하고 있다. 이는 2022년부터 시작된 러시아-우크라이나전쟁이 심화되면서 드론 사용이 급증했기 때문이다. 2023년 9월 30일 현재 유럽에서 3,388건이 발생한 것을 보면 이를 확인할 수 있다. 혼란 상황이 지속되어 온 중동지역은 다소 하강하고 있으나, 미얀마로 대표되는 아시아지역에서 드론 기반 위협은 급격하게 증가하고 있다. 이러한 드론 기반 위협의 증가는 2018년 이후 글로벌 드론 시장이 지속적인 성장세라는 사실과 무관하지 않다.¹⁰⁴⁾ 전 세계적으로 드론 사

104) 글로벌 드론 시장 변화 추이는 정보통신산업진흥원, 품목별ICT시장동향(드론), 2022.10.28. (2021년~2030년)와 KOTRA, 2020 드론 주요 시장 보고서, 2019.12.(2018년~2020년)의 자료를 통합하여 추세를 확인하였다.

용이 많아지면서 드론을 기반으로 하는 위협도 증가할 것으로 보인다.

국가별로 구분하여 드론 기반 위협의 시간적인 추이를 확인할 때 국가별 혼란 상태의 변화를 좀 더 쉽게 확인할 수 있다. 드론은 특정 무기체계에 속하므로 이로 인한 사상자 발생이나 전투의 횡수가 전체적인 전투의 수와 일치하지는 않는다. 드론 단독 공격, 드론과 포병, 드론과 미사일의 혼합공격 또는 드론을 ISR 수단으로 운영하면서 전투를 수행할 때 드론과 관련된 Event가 발생한다. 이러한 현상은 드론 기반 위협이 전투 현장의 움직임과 밀접하게 연관되어 있으며, 유사한 패턴을 보일 수 있음을 의미한다. 국가별로 드론 기반 위협이 증감하는 추세를 도식해 보면 좀 더 세밀하게 확인할 수 있다. 다음의 그림 16은 연도별 국가별 드론 기반 위협의 변화를 도식한 것이다.

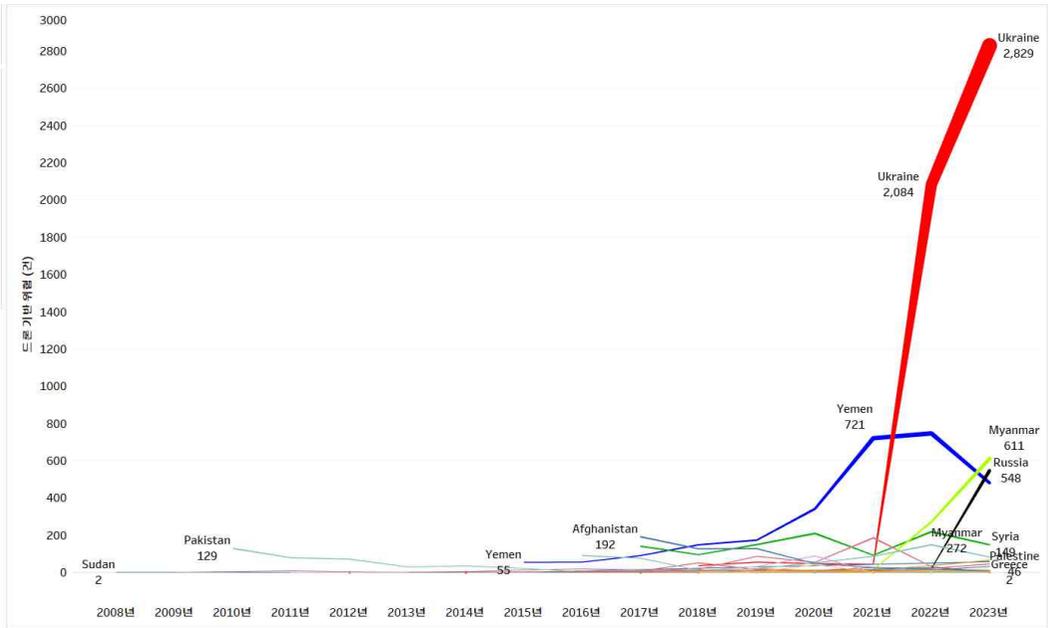


그림 18. 연도별 국가별 드론 기반 위협

Figure 16. Drone-based Threats by Year and Country

전쟁이 진행 중인 우크라이나의 드론 기반 위협은 2023년에는 9월 30일까지의 누적 자료임에도 불구하고 2022년 2,084건에서 2023년 2,829건으로 늘어났다. 우크라이나를 제외하면 대부분 국가가 하향 추세를 유지하고 있으나 우크라이나와 전쟁을 벌이고 있는 러시아의 드론 운용도 증가하는 추세이다.

우크라이나에서 드론 운용이 2022년을 기점으로 급격히 증가하고 있음을 보여주고 있는 현상은 상업용 드론을 대량으로 사용하는 우크라이나군의 ‘아래로부터의 혁명’이라는 분석이 있다.¹⁰⁵⁾ 군사용 드론의 일반적인 운용과 상업용 드론의 광범위한 사용에서 드론 기반 위협의 빈도를 급격하게 증가시킨 요인이 된 것으로 보인다. 또한 아시아에서 미얀마의 드론 기반 위협은 2022년 이후 증가하고 있다. 이는 2021년 2월 1일에 발생한 미얀마의 군사 쿠데타 이후 시민들의 저항, 군부의 강경 진압 및 소수민족 무장단체 활동 등으로 혼란 상태를 지속하고 있기 때문이다. 이러한 미얀마의 혼란이 계속되는 한 드론 기반 위협의 빈도는 계속 상승할 것으로 보인다.

2.2 분기별, 월별, 요일별 위협의 변화 양상

분기별, 월별, 요일별 위협의 변화 양상은 시간적인 위협 발생의 패턴을 분석하기 위한 것이다. 먼저 분기 및 월별 분석을 위하여 그림 17의 그래프를 작성하였다.

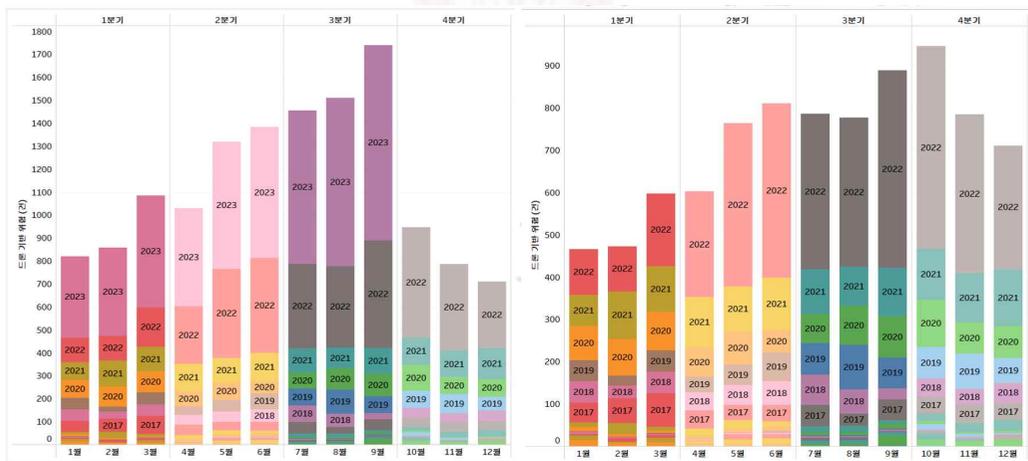


그림 19. 분기별, 월별 드론 기반 위협

Figure 17. Drone-based Threats by Quarter and Month

분기별 및 월별 드론 기반 위협 빈도의 변화를 분석한 두 그래프는 시간의 흐름에 따른 드론 활동의 변화와 계절적 요인의 영향을 시사한다. 이러한 분석

105) Dmitry Astrakhan, “Drones in the Clear Sky: How Drones Change the Course of the SVO,” Izvestia, October 24, 2022.

을 통해, 특정 시기에 드론 기반 위협이 증가하거나 감소하는 경향을 더 잘 이해할 수 있다. 먼저 분기별 변화를 보면 그래프는 1분기부터 3분기까지 일관된 증가 추세를 보여준다. 이는 드론 사용이 봄과 여름으로 접어들면서 증가하는 경향이 있음을 나타낸다. 4분기에 들어서면서 위협 빈도가 감소하는 것을 볼 수 있는데, 이는 기상 조건이 악화되는 겨울철에 드론 작전이 감소하는 경향과 일치하는 것이다.

월별 변화를 보면 10월까지의 월별 위협 빈도가 증가하는 경향을 보이다가, 11월부터 이듬해 4월까지의 감소하는 추세가 나타나고 있다. 이는 기상 조건이 변화하는 가을과 겨울에 드론 작전의 수행이 어려워지기 때문일 수 있다. 봄과 여름에 빈도가 증가하는 것은 드론 운용에 유리한 기상 조건과 일조량이 많은 시기가 드론의 활용도를 높일 수 있음을 나타낸다고 할 수 있다.

특정 월에 드론 기반 위협 빈도가 높은 이유는 군사 훈련, 정치적 또는 사회적 사건에 따른 활동의 증가나 정치적 또는 군사적 긴장이 변화하는 지역적 상황 등에 기인할 수 있다. 예를 들어 평화 협정의 실패, 국제 관계의 변화 등과 같은 외부 요인에 의해 영향을 받을 수 있는 것이다. 따라서, 이러한 분기별 월별 도식을 통하여 단순히 계절적 패턴을 넘어서는 다양한 인간 활동과 자연환경 변화가 드론 활동에 미치는 영향을 포괄적으로 이해하는 데 중요한 정보를 제공한다고 할 수 있다.

월별 또는 분기별 변화와 함께 주간 단위 변화도 확인할 필요가 있다. 전체적인 드론 기반 위협의 빈도를 주간으로 정리한 것은 그림 18과 같다.

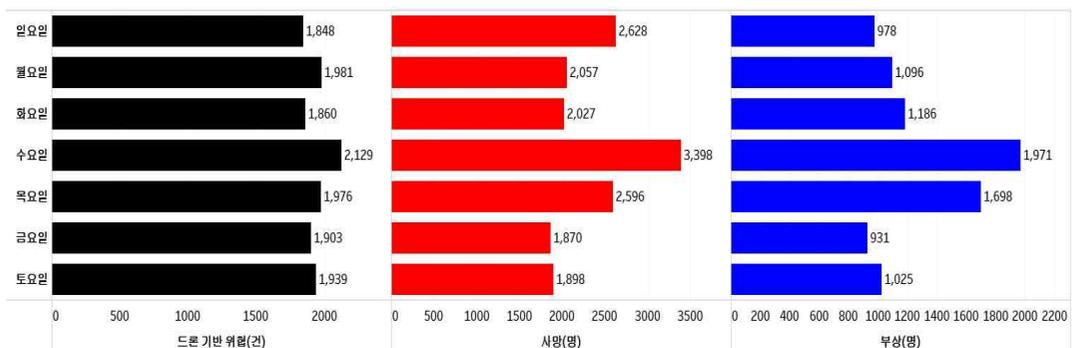


그림 20. 주간 드론 기반 위협, 사상자 수

Figure 18. Weekly Drone-based Threats, Number of Casualties

그림 18에서는 드론 기반 위협의 건수, 사망자 수 및 부상자 수가 요일에 따라 일정한 규칙성이 있을 가능성을 보여준다. 특히 수요일에는 드론 기반 위협의 빈도와 사상자 수가 증가하고 있으며, 토요일과 일요일에는 감소함을 알 수 있다. 이러한 패턴을 보이는 주간적인 변화를 확인하기 위하여 요일과 드론 기반 위협의 건수, 사망자와 부상자의 수에 대한 교차분석을 하였다. 세부 내용은 표 22와 같다.¹⁰⁶⁾

표 36. 주간 드론 기반 위협 건수 및 사상자 수의 χ^2 검정

Table 22. χ^2 Test of Weekly Drone-based Threat and Number of Casualties

| Week | Number of Events | Number of Killed | Number of Wounded | Total |
|-------|------------------|------------------|-------------------|--------|
| Sun | 1,848 | 2,628 | 978 | 5,454 |
| Mon | 1,981 | 2,057 | 1,096 | 5,134 |
| Tue | 1,860 | 2,027 | 1,186 | 5,073 |
| Wed | 2,129 | 3,398 | 1,971 | 7,498 |
| Thu | 1,976 | 2,596 | 1,698 | 6,270 |
| Fri | 1,903 | 1,870 | 931 | 4,704 |
| Sat | 1,939 | 1,898 | 1,025 | 4,862 |
| Total | 13,636 | 16,474 | 8,885 | 38,995 |

- For Number of Events, χ^2 value: 27.969199, P-value: 9.52260e-05
- For Number of Killed, χ^2 value: 791.915383, P-value: 8.59449e-168
- For Number of Wounded, χ^2 value: 766.752383, P-value: 2.34596e-162

분석 결과, 위협의 건수 $\chi^2 = 27.969199$, $P = 9.52260e-05$, 사망자 수 $\chi^2 = 791.915383$, $P = 8.59449e-168$, 부상자 수 $\chi^2 = 766.752383$, $P = 2.34596e-162$ 로 나타났다. 유의수준 0.05 기준에서 통계적으로 유의미하게 나타남에 따라 귀무가설은 기각되고, 대립가설이 채택되었다. 따라서 ‘요일과 드론 기반 위협의 건수, 사망자 수 및 부상자 수는 연관성이 있다’ 라고 할 수 있다.

χ^2 검정 결과, 요일과 각 변수(사건, 사망, 부상) 간에 통계적으로 유의미한 연관성이 있는 것으로 나타났으나, 데이터 세트에 관측값이 많아서 작은 차이도 감지하여 유의미할 가능성이 있다. 따라서 χ^2 독립성 검정의 효과 크기를

106) χ^2 검정은 관찰된 빈도가 기대된 빈도와 얼마나 다른지를 평가하기 위해 사용된다. p-값은 귀무가설을 기각할 확률을 제공하며, 일반적으로 p-값이 0.05 또는 0.01 이하일 경우 귀무가설을 기각하고, 관찰된 패턴이 우연이 아닌 것으로 간주한다.

측정하기 위하여 크래머 V(Cramér's V) 값을 계산하여 보았다.¹⁰⁷⁾ 계산 결과 위협의 건수 0.05, 사망자 수 0.22, 부상자 수 0.30으로 연관성의 강도가 나타났다. 0.05 값은 매우 약한 연관성을 나타내고, 0.22는 약하거나 중간 정도의 연관성을 나타내며, 0.30은 중간 정도의 연관성이 나타났다.

따라서 요일과 사건, 사망 및 부상 수 사이에 통계적으로 유의미한 연관성이 있지만 이러한 연관성의 실제 강도는 약함에서 중간까지 다양하다는 것이었다. 실제로 요일은 이러한 변수에 어느 정도 영향을 미치지만 지배적인 요소는 아니라고 정리할 수 있다. 인간 의지로 진행되는 전장(戰場)의 참모 활동과 국제적인 지원과 협력이 공존하는 분쟁의 특성상 국가별로 진행되는 업무 패턴과 유사하게 전투 현장 상황이 전개된다고 볼 수도 있으나 요일이 지배적인 요소라고 단정하기는 어렵다.

분기별, 월별 및 요일별 드론 기반 위협의 경향성을 볼 때, 분기별 및 월별 드론 기반 위협의 패턴은 계절에 따라 일부 경향성을 띠는 수가 있음을 확인할 수 있었다. 요일에 따라 위협의 건수와 사상자 수가 변화하는 주간 패턴도 다소 있을 수 있다는 가능성도 확인되었다. 이러한 경향성은 무기체계 운용에 대한 시간적인 패턴 분석으로 상대방의 패턴을 무너뜨리기 위한 대책이나 아군의 패턴이 노출되지 않도록 유지하는 작전보안 활동 등에 활용될 수 있을 것이다.

2.3 시간적 변화와 사상자 수와의 관계 분석

ACLED Event data의 사상자 기록은 미디어, SNS 등의 공개자료를 기반으로 정리하였다. 본 연구를 위하여 Notes의 세부 내용에서 부상자 수를 재정리하였다.¹⁰⁸⁾ 드론 기반 전투의 Event Data에 나타난 사상자는 25,359명으로,

107) 두 범주형 변수 사이에 유의미한 연관성을 측정하는 χ^2 검정 통계는 표본 크기의 영향을 받기 때문에 표본 크기가 클수록 작은 효과에도 더 높은 χ^2 값이 생성될 수 있다. 표본 크기가 충분히 크면 작은 차이나 연관성이라도 통계적으로 유의미한 카이제곱 값(작은 p-값으로 표시됨)을 얻을 수 있다. 카이제곱 통계와 달리 Cramér의 V는 표본 크기에 관계없이 0(연관 없음)에서 1(완벽한 연관성) 범위로 표준화된다. χ^2 통계에서 파생되지만 크기를 고려하는 정규화이므로 Cramér의 V가 연관성이 실제로 얼마나 강한지를 보다 정확하게 반영할 수 있기

때문이다. Cramér의 V 값은 $V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n \times \min(k-1, r-1)}}$ 으로 계산된다. 이때 χ^2 은 카이제곱 검정의 값이고, n은 총 관측치 수, k는 데이터의 열 수, r은 데이터의 행 수이다.

108) notes에 서술된 내용을 기초로 해당 수 또는 범위로 표시되었을 때는 최소 숫자, Dozens로

이는 드론 기반 전투로 인한 사상자 수이다. 그러나 이러한 사상자 수가 드론 단독의 폭발이나 공격으로 발생한 사상자를 분리하여 정리한 것은 아니다. ACLED 데이터의 notes 필드를 보면 드론이 활동한 사건이기는 하나, 드론 단독 공격이나 드론과 포병의 합동 공격 또는 드론, 미사일과 포병이 합동으로 공격을 실시하여 사상자가 발생하는 내용이 기록되고 있다.

이처럼 본 연구의 시간적, 공간적 범위에서 사상자의 수는 순수하게 드론을 운용하여 발생한 사상자 수가 아니라 드론을 운용하는 과정에서의 사상자 수라고 할 수 있다. 전투 또는 분쟁의 현장에서 드론이 운용되었고, 이에 따라 다양한 형태로 사상자가 발생하는 것이다. 다음의 그림 19는 국가별 사상자 수의 시간적 변화이다.

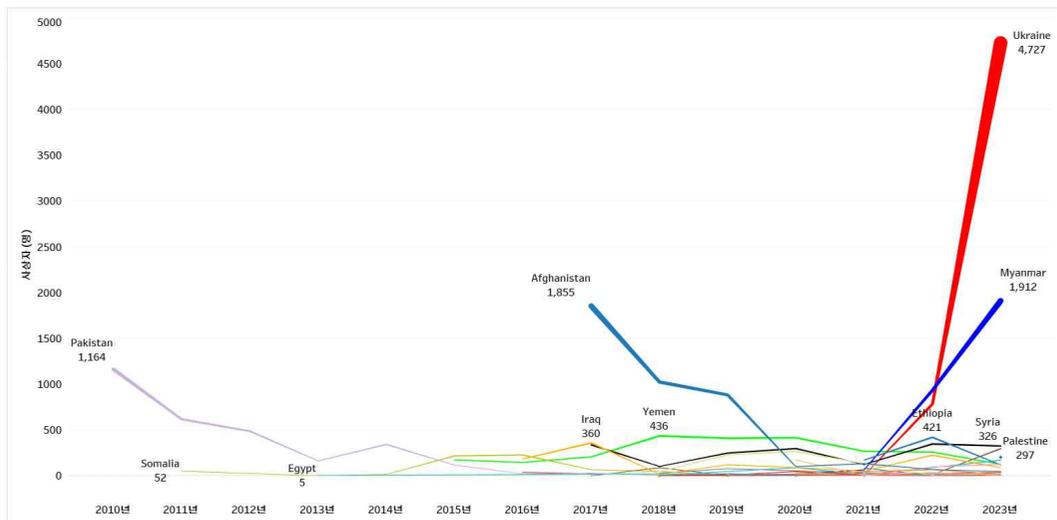


그림 21. 국가별 사상자 수의 변화

Figure 19. Changes in Casualty Numbers by Country

2001년에 시작된 테러와의 전쟁의 주요 국가였던 파키스탄은 Event가 기록된 2010년 이후 계속하여 줄어들었고, 아프가니스탄은 2017년 이후부터 감소하고 있다. 이러한 사상자 수의 감소에 대한 시작점은 ACLED의 Event 기록 시점을 중심으로 정리된 것이므로, 실제 드론 기반 위협이 발생한 시점과는 다를 것으로 보인다.

표시되었으면 12명, several, many 등 서술식으로 명시되었을 때는 5명으로 표시하였다.

이와는 달리 소말리아, 예멘, 이라크 등의 국가들은 혼란이 계속되고 있으므로 오랫동안 사상자가 계속 발생하고 있다. 우크라이나의 경우 2022년을 기점으로 사상자가 급속하게 증가하고 있는데, 이는 러시아-우크라이나전쟁으로 인한 사상자의 증가 때문이다. 2023년 9월까지의 사상자 수가 4,727명으로 수십 명 단위의 사상자가 발생하는 국가를 확인하기 어려울 정도로 대규모의 사상자가 발생하고 있다.

미얀마의 경우 유사한 국가 내부의 혼란 상태이지만 사상자 발생 양상은 다르다. 2021년을 기점으로 미얀마의 사상자는 급격하게 증가하고 있다. 이는 2021년부터 시작된 국가적인 혼란 상태가 지속되면서 사상자가 증가하고 있기 때문이다. 그래프에서는 나타나 있지 않으나 시리아, 예멘 및 팔레스타인 등의 국가에서도 다수의 사상자가 발생하고 있다.

3. 드론위협 지수(Drone Threat Index) 제안

복잡한 국제 관계와 국가 간 또는 정부와 비정부 단체 간 분쟁이 증가하는 상황에서 드론 관련 기술의 확산은 안보와 전쟁의 양상을 근본적으로 바꾸어 놓고 있다. 미국 주도의 테러와의 전쟁, 아제르바이잔과 아르메니아의 전쟁, 러시아와 우크라이나의 전쟁 및 중동의 장기적인 긴장 상황에서 드론 사용은 증가하는 추세에도 불구하고 드론 기반 위협 수준을 평가하고 정량화할 수 있는 체계적인 접근방법은 제한된다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 위협 데이터 세트를 활용하여 드론 기반 위협을 계량적으로 표현할 수 있는 지수를 제안하였다.

3.1 드론위협 지수의 필요성 및 작성 방법

지수(Index)는 복잡한 정보와 데이터를 이해하기 쉬운 단일 수치로 표현하는 방법이다. 지수를 이용한 정량적 방법으로 특정 현상이나 상태를 이해할 수 있으며, 비정량적인 개념도 숫자로 계량화하여 지수화할 수 있다. 전 세계적인 위협과 관련된 지수에는 테러리즘 위협지수(Global Terrorism Index), 사이버 위협지수(Cyber Threat Index), 불안정지수(Fragile State Index) 등이 있다.

먼저 테러리즘 위협지수는 각 국가의 테러리즘 위협 수준을 평가하고 있다. 이 지수는 테러 공격의 수, 사망자 수, 부상자 수 및 재산 피해를 기준으로 정량적인 평가를 거쳐서 국가별로 일정한 수준을 정한다. 사이버 위협지수는 국가별로 사이버 공격의 위협 수준을 평가한다. 이 지수는 사이버 공격의 빈도와 그로 인한 피해를 기준으로 국가들의 순위를 정하고 있다. 국가별 불안정지수의 경우 매년 178개 국가를 대상으로 각 국가가 직면한 위험 및 취약성을 12가지 지표를 통해 평가하고 순위를 정하고 있다.¹⁰⁹⁾

위협지수는 무기체계에도 적용되어 군사 분야에서도 특정 무기체계의 위협 수준을 평가하고 분석하는 데 사용될 수 있다. 무기체계의 전력 지수를 바탕으로 군사력을 비교·평가 방법도 있다. 이 방법을 사용하기 위해서는 먼저 무기체계의 성능자료를 계량화하여 개별 무기별로 무기효과지수를 산출해야 한다. 이어서 부대가 보유한 유효무기 수량을 무기효과지수와 곱하여 합산한 수치를 부대의 전투잠재력으로 산정한다.¹¹⁰⁾

지수를 만드는 방법은 전문가의 평가에 의존하는 주관적 방법과 구체적인 데이터에 기반한 객관적 방법으로 나눌 수 있다. 두 방법 모두 각기 장단점을 가지고 있으며, 목적에 따라 적절한 방법을 선택해야 한다.¹¹¹⁾ 먼저, 전문가 평가에 의존하는 주관적 방법으로 만들어진 지수에는 평화 상태를 평가하기 위해 산출되는 세계평화지수(Global Peace Index), 인권 상황을 평가하는 인권지수(Human Rights Index), 민주주의 수준을 평가하기 위한 민주주의지수(Democracy Index), 언론의 자유도를 평가하여 순위를 매기는 언론자유지수(Press Freedom Index), 국가의 부패 수준을 전문가와 사업가의 인식 조사를 통해 산출하는 부패인식지수(Corruption Perceptions Index) 등이 있다.

이 방법은 평화나 불안정과 같이 정확한 측정이 어려운 현상을 평가할 때 주로 사용된다. 이 경우, 분야별 전문가들이 일련의 기준에 따라 각국이나 지역의 상태를 평가하고, 이를 종합하여 지수를 산출한다. 예를 들어, 평화지수는 각국의 군사 지출, 내부 및 외부 분쟁의 유무, 범죄율 등 다양한 지표를 기반으로

109) <https://fragilestatesindex.org/about/> (검색일: 2023.10.30.)

110) 진재일, 전력지수에 의한 군사력 평가: 현황 및 발전방향, 주간국방논단, 제1298호(10-10) 2010. 3. 8.

111) <https://www.spglobal.com/spdji/en/research-insights/index-literacy/methodology-matters/> (검색일: 2023.11.18.)

전문가들의 평가를 거쳐서 만들어진다. 이러한 주관적인 방법으로 만들어진 지수는 복잡한 사회적 현상이나 정서적 상태를 포괄할 수 있는 장점이 있지만, 전문가별로 주관의 개입될 수 있으며 편향의 가능성이 있다는 단점이 있다.

구체적인 데이터에 기반한 객관적 방법으로 만들어진 지수에는 GTI, 교육 수준, 기대 수명, 1인당 국내총생산(GDP) 등의 구체적인 데이터를 기반으로 작성되는 인간개발지수(Human Development Index), 경제 데이터와 성과 지표를 바탕으로 국가별 경쟁력을 평가하는 세계경쟁력지수(Global Competitiveness Index), 투자 자유, 재산권 보호, 정부 크기 등의 경제적 지표를 기반으로 산출하는 경제자유지수(Index of Economic Freedom), 물가 데이터, 생활필수품 및 서비스 비용을 바탕으로 한 생활비용지수(Cost of Living Index) 등이 있다.

이 방법은 데이터가 명확하고 검증할 수 있으므로 객관성을 확보할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 데이터 기반 지수는 시간이 지남에 따라 변화하는 추세를 파악하기 쉽고, 통계적 분석이 가능하여 다양한 연구와 정책 결정에 활용될 수 있다. 그러나 이 방법은 신뢰할 수 있는 자료수집이 어렵거나, 중요한 변수 측정이 곤란할 때 모호한 결과가 나올 수 있다는 단점이 있다.

이러한 다양한 방법과 장단점에 따라 지수를 효율적으로 만들기 위해서는 객관적인 데이터와 주관적 평가의 조합, 다차원적 접근 및 동적 조정과 같은 방법이 고려될 수 있다. 먼저 객관적 데이터와 주관적 평가의 조합은 객관적 데이터를 수집하고 이를 기반으로 전문가의 평가를 통해서 보정하는 혼합 방식을 사용하는 것이다. 이는 객관성과 복잡한 현상의 다면성을 모두 포괄할 수 있다는 장점이 있다.

다음은 다차원적 접근으로 단일 지표보다는 여러 지표를 조합하여 복합적인 현상을 측정하는 다차원적 지수를 개발하는 것이다. 예를 들어, 경제, 사회, 정치적 안정성을 함께 고려하는 지수를 만들 수 있다. 마지막으로 동적 조정은 시간에 따라 변화하는 현상을 반영하기 위해서 정기적으로 데이터를 최신화하고 지수를 재조정하는 시스템을 구축하는 것이다.

지수들은 각각의 특정 목적과 활용도에 맞춰 설계되었으며, 상황에 따라 적절히 활용되고 있다. 전문가의 평가에 의존하는 지수는 주관적인 요소가 강하고, 구체적인 데이터를 기반으로 하는 지수는 객관적인 데이터에 더 의존한다

는 특징이 있다. 데이터의 정확성, 일관성, 범위 및 시의성을 확보할 수 있을 때에는 객관적인 데이터에 기반한 지수가 효율적이고 신뢰할 수 있다. 반면, 데이터만으로는 포착하기 어려운 현상의 뉘앙스와 복잡성을 반영하기 위해서는 전문가의 평가가 필요하다. 따라서, 이상적인 지수의 개발에는 여러 데이터와 방법론을 통합하여 신뢰성과 정확성을 추구하는 과정이 필요하다.

본 논문에서는 구체적인 데이터에 기반한 객관적 방법으로 제작된 드론위협 지수(Drone Threat Index, DTI)를 제안하였다. DTI는 ACLED Event Data를 기반으로 국가별 Event 건수, 사망자 수 및 부상자 수를 산출하여 계산하는 방법을 사용하였다. 이러한 접근법은 GTI에서도 유사하게 적용된다. IEP에서 작성하는 GTI는 전 세계 163개 국가를 대상으로 해당 연도에 발생한 테러 사건의 건수, 사망자 수, 부상자 수 및 테러로 인해 발생한 물적 피해라는 네 가지 항목을 통해 각 국가를 평가한다. 각 지표는 0에서 3 사이의 가중치를 적용하며, 사망자 수에는 가장 높은 가중치가 부여된다.¹¹²⁾

본 연구에서도 ACLED Event Data에서 국가별 드론 기반 위협 건수, 사망자 수 및 부상자 수를 산출하였다. 각각의 건수는 0 이상의 양수이다. 드론으로 인한 이벤트는 분쟁, 내란 등의 국가적 상황과 매우 밀접하게 관계되어 있으므로 일부 국가는 빈도가 매우 높다. 따라서 드론 기반 위협 건수, 사망자 수 및 부상자 수에 대한 데이터는 정규 분포를 따르지 않는 것으로 나타났다.

이러한 데이터의 분포를 개선하기 위해 Log 변환을 적용하였다.¹¹³⁾ 로그 변환은 데이터의 극단적인 값을 완화시켜 분포의 왜곡을 줄이는 데 도움을 주나, 로그 변환을 적용한 후에도 데이터는 여전히 정규 분포를 따르지 않았으므로, 정규 분포와 관련된 통계적인 도구를 사용할 수 없었다. 이에 따라 Min-Max Scaling 방법을 추가로 적용하여 데이터의 범위를 0과 1 사이로 조정하였다. 이러한 데이터 전처리 과정을 통해 분석의 정확성과 신뢰성을 높일 수 있었다.

Min-Max Scaling을 사용하기 위하여 수식 $x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ 을 사용하여 데이터에서 최솟값을 빼고 전체 범위로 나누었다. 여기서 x' 은 표준화된 수, x

112) The Institute for Economics & Peace, Global Terrorism Index 2023, March 2023.

113) 극단적인 값의 변화는 일반적으로 Log 함수를 따르는 수준이기는 하나, 드론 활동으로 인한 사망 및 부상은 국가마다 반드시 이러한 패턴을 따르지는 않을 수도 있다.

는 표본의 값, x_{max} 는 해당 표본의 최댓값, x_{min} 은 해당 표본의 최솟값이다. Min-Max Scaling은 데이터의 최솟값을 0, 최댓값을 1로 변환하여 모든 값을 같은 범위 내에 위치시키는 방법이다. 이를 통해 데이터의 상대적인 크기와 분포를 유지하면서도 분석을 위해 데이터를 더 쉽게 다룰 수 있게 되었다. 이러한 두 단계의 데이터 전처리를 통해 왜곡된 분포를 개선하고, 분석의 정확성과 신뢰성을 높일 수 있었다.

다음 단계에서는 해당연도의 이벤트, 즉 드론 기반 위협 빈도, 사망자 수 및 부상자 수를 73개국 전체를 고려하여 최댓값과 최솟값을 계산하였다. 드론 기반 위협은 실제 연도별로 지역에 따라서 다양하게 발생할 수 있다. 따라서 위협이 발생한 특정 국가만을 대상으로 연도별 최댓값과 최솟값을 구분하는 것보다 해당 연도의 전체적인 드론의 위협에 대한 최댓값과 최솟값을 계산하여 국가별로 반영하는 방법이 더 합리적이기 때문이다. 여기서 나온 최댓값과 최솟값을 반영하여 국가별 연도별로 빈도, 사망자 수, 부상자 수를 표준화하였다.

다음 단계에서는 이렇게 표준화된 수에 가중치를 부여한다. 가중치에 대한 논의는 다양하게 있을 수 있다. 특히 가중치의 부여는 전문가 패널의 협의를 통하여 연구되는 중요한 요소이다. 그러나 DTI의 최초 제안 목적상 100%를 기준으로 할 때 해당 국가에서 드론 기반 위협이 발생한 건수와 사망자 수에는 각각 동일한 수준으로 40%를 부여하고 부상자가 발생한 수에는 20%를 부여하였다. 가중치가 부여된 숫자를 모두 합하면 국가별 연도별 드론위협 지수(DTI)가 산출된다. 산출된 지수는 쉽게 인지할 수 있도록 0에서 100의 단위로 변환하였다. 이러한 단계를 도표로 작성하면 다음의 표 23과 같다.

표 37. 드론위협 지수(Drone Threat Index) 작성 과정 요약

Table 23. Summary of the Process for Creating the Drone Threat Index

| 순서 | 주요 작업 | 수식 표현 |
|----|---|--|
| 1 | 연도별, 국가별 드론 기반 위협 건수, 사망자 수, 부상자 수에 대한 자료를 수집한 후 표로 정리. | 드론 기반 위협이벤트의 수(E), 사망자 수(D) 및 부상자 수(I) |
| 2 | Log 함수를 적용하여 데이터의 극단적인 값을 완화하여 E' , D' , I' 을 계산. | $E' = \log(E + 1)$ $D' = \log(D + 1)$ $I' = \log(I + 1)$ |
| 3 | 해당 연도의 전세계적인 드론 기반 위협을 바탕으로 Min-Max를 산출하고, 최댓값과 최솟값을 바탕으로 | $E'' = \frac{E' - \min(E')}{\max(E') - \min(E')}$ |

| | | |
|---|--|---|
| | 연도별, 국가별로 Min-Max Scaling으로 E'', D'', I''을 계산. | $D'' = \frac{D' - \min(D')}{\max(D') - \min(D')}$ $I'' = \frac{I' - \min(I')}{\max(I') - \min(I')}$ |
| 4 | 드론 기반 위협이 발생한 건수와 사망자 수에는 각각 같은 수준으로 40%를 부여(W _E , W _D)하고 부상자가 발생한 수에는 20%의 가중치를 부여(W _I). | $W_E = E'' \times 0.4$ $W_D = D'' \times 0.4$ $W_I = I'' \times 0.4$ |
| 5 | 가중치가 부여되어 산출된 수를 합산하여 드론 기반 위협 지수(T)를 계산. | $T = W_E + W_D + W_I$ |
| 6 | 최종 드론 기반 위협 지수(T _{final})를 0에서 100 사이의 수로 조정, 이때 min(T)와 max(T)는 해당연도의 전체 최솟값과 최댓값. | $T_{final} = \frac{T - \min(T)}{\max(T) - \min(T)}$ |

3.2 드론위협 지수 작성 및 활용

산출된 드론위협 지수(DTI)를 도표화한 표 24는 전체 73개 국가 중 일부를 표시한 것이다.

표 24. 계산된 드론위협 지수의 일부

Table 24. Part of Calculated Drone Threat Index

| Country | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Average | Average (Without 2023) | |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|---------|---------------------------|------|
| Pakistan | - | - | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 78.8 | 46.3 | 41.2 | 27.7 | 5.4 | 7.5 | - | 23.9 | 22.1 | 47.1 | 48.7 | |
| Yemen | - | - | - | - | - | - | - | 88.9 | 92.2 | 71.8 | 89.5 | 94.5 | 95.3 | 98.4 | 81.0 | 63.3 | 48.4 | 47.4 | |
| Somalia | - | 40.0 | - | 51.3 | 44.1 | 21.7 | 47.1 | 86.0 | 82.5 | 48.3 | 51.2 | 22.0 | - | - | - | 9.2 | 31.5 | 33.0 | |
| Afghanistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.0 | 98.7 | 93.6 | 72.7 | 71.4 | 50.0 | 35.7 | 32.6 | 32.4 | |
| Syria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 82.6 | 74.7 | 88.3 | 91.5 | 73.9 | 71.6 | 65.0 | 34.2 | 32.2 | |
| Iraq | - | - | - | - | - | - | - | - | 92.4 | 78.7 | 38.7 | 63.4 | 72.1 | 63.7 | 71.5 | 52.1 | 33.3 | 32.0 | |
| Libya | - | - | - | 6.3 | - | 25.8 | - | 6.9 | 38.8 | 27.8 | 50.8 | 75.3 | 81.1 | 4.2 | 10.6 | - | 20.5 | 21.8 | |
| Turkey | - | - | - | - | - | - | - | - | 54.6 | 36.4 | 34.9 | 46.3 | 43.6 | 37.8 | 32.4 | 29.7 | 19.7 | 19.1 | |
| Ukraine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 35.7 | 38.3 | 55.0 | 40.9 | 97.8 | 100.0 | 23.0 | 17.8 |
| Saudi Arabia | - | - | - | - | - | - | - | 6.9 | 12.3 | 8.4 | 50.1 | 72.6 | 27.6 | 48.0 | 26.9 | 21.2 | 17.1 | 16.8 | |
| Palestine | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 18.9 | 65.9 | 31.0 | 17.0 | 54.1 | 31.7 | 53.1 | 17.4 | 15.0 | |
| Myanmar | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | - | - | 38.5 | 59.2 | 89.2 | 85.5 | 17.4 | 12.9 | |
| Mali | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | 18.4 | - | 53.6 | 28.6 | 42.9 | 48.5 | 12.4 | 10.0 | |
| Azerbaijan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.3 | 8.5 | 72.6 | 17.3 | 35.8 | 18.1 | 10.4 | 9.9 |
| Ethiopia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 71.6 | 69.1 | 40.3 | 11.3 | 9.4 | |
| Egypt | - | - | - | - | - | 22.5 | - | - | - | 35.0 | - | 45.4 | 7.5 | 12.4 | - | - | 7.7 | 8.2 | |
| Armenia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | 48.6 | 6.7 | 46.7 | 27.9 | 8.5 | 7.2 |
| India | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 28.5 | 17.6 | 20.6 | 19.0 | 34.0 | 7.5 | 5.7 | |

표의 세로축에는 국가명이 나열되어 있으며, 가로축에는 연도별 DTI가 표시되어 있다. DTI는 숫자와 빨간색의 농담(濃淡)으로 표시되며, 높은 숫자일수록 그 국가에서 드론의 위협이 높다는 것을 의미한다. 평균 칼럼은 2008년부터

다. 북한 드론의 영공침범이 있었던 우리나라와 북한도 낮은 수준이지만 5.8과 3.6로 나타나고 있다. 이처럼 DTI를 통하여 국가별로 드론 기반 위협의 변화를 확인할 수 있으므로, 이 지수는 특정한 국가에서 드론이 어느 정도 위협적으로 운용되고 있는지를 확인할 수 있는 지표가 될 수 있을 것이다.

본 연구를 통하여 제시하는 드론위협 지수는 국가안보, 군사 전략, 민간 항공 안전 등 여러 분야에서의 응용할 수 있을 것이다. 가장 먼저 DTI는 국가안보와 관련된 정책 결정에 중요한 정보를 제공할 수 있다. 드론에 의한 위협이 증가하는 상황에서, 이를 모니터링하고 대응하는 것은 국가안보 기관에는 필수적인 활동이다. 민간 영역뿐만 아니라 군사 영역에서도 드론의 운용을 일반화되고 있으므로, 이로 인한 위협을 체계적으로 파악하고 평가하는 것이 중요하기 때문이다. 예를 들어, DTI가 높은 지역은 드론 방어 시스템의 배치, 경계 강화, 항공 규제 강화 등의 조치를 취하여야 한다. 또한 국제 협력의 차원에서, 드론 활동이 활발한 지역에 대한 정보 공유와 공동 대응을 촉진하는 데도 사용될 수 있다.

DTI의 가장 큰 장점은 드론 기반 위협을 정량화함으로써 비교적 간단하고 명확하게 드론 기반 위협을 이해할 수 있다는 점이다. 국가별로 수치화된 지표를 통해, 각 국가는 자국의 위협 수준을 이웃 국가나 전 세계 평균과 비교할 수 있다. 이러한 비교는 국가가 자체적인 위협 수준을 평가하고, 적절한 자원 배분과 전략 수립을 가능하게 할 것이다. 또한, DTI는 시간의 흐름에 따라 드론 기반 위협의 추세를 분석하는 데도 유용하다.

반면 DTI를 계산하는 데 사용된 데이터의 정확성과 완전성에 의존한다는 점은 개선의 여지가 있다. 공개 정보를 기반으로 하는 데이터 수집의 특성상 일부 국가에서는 드론 사건에 대한 보고가 불완전하거나 편향적일 수 있으며, 이는 DTI의 신뢰성을 저하시킬 수 있다. 또한, DTI는 시간에 따른 데이터를 축적하여 평가하는 지표이기 때문에, 최신의 급변하는 드론 기반 위협의 동향을 실시간으로 반영하기 어려울 수 있다. 이는 특히 신속한 대응이 요구되는 안보 상황에서는 한계로 작용할 수 있다.

DTI의 한계 중 하나는 복잡한 현실을 단일 지표로 축약한다는 것이다. 드론 기반 위협의 다차원적 특성을 완벽하게 반영하기 어렵기 때문에, 이 지표만으

로 모든 위협 요소를 이해하는 것은 제한적일 수 있다. 또한, DTI는 상대적 지표이므로, 국가 간 비교 없이는 그 의미를 정확하게 파악하기 어렵다. 이는 DTI가 특정 국가의 절대적인 위협 수준을 나타내지 않기 때문이다. 따라서, DTI를 해석할 때는 다른 국가들과의 상대적 위치와 전체적인 추세를 함께 고려해야 할 것이다.

이러한 관점에서 DTI가 국가별 드론 기반 위협의 수준을 전체적으로 표시하기에는 한계가 있다. 예를 들어 2022년에 우리나라와 북한의 DTI는 각각 5.8과 3.6이다. 전 세계적으로 비교된 DTI만으로 보면 한반도의 드론 기반 위협 수준은 매우 낮으나, 2022년에 발생한 북한 드론의 영공침범은 드론의 위협에 대한 경각심을 일깨워 주는 중요한 사건이었다. 이에 따라 우리나라는 드론 대응책에 대한 다양한 논의가 이루어지면서 국방전략에서 대(對) 드론 대책이 중요한 분야가 되었다.¹¹⁴⁾ 이처럼 드론의 위협은 국가별로 인지하고 있는 수준이나 사건의 발생에 따라 다양한 반응을 보이므로 감정적으로 느끼는 위협의 수준에 대한 심각성은 DTI로 충분히 표시하지 못하는 측면이 있다.

몇 가지의 개선 필요 사항에도 불구하고 DTI는 위협이 높은 지역에 대한 예방적 조치나 대응 전략을 수립하는 데 유용한 지표이다. 예를 들어, 정부는 DTI를 기반으로 드론 대응 체계를 배치하거나, 드론 운용에 대한 규제를 강화할 수 있다. 또한, 군사적 차원에서는 DTI를 분석하여 적의 드론 활동을 예측하고, 이에 대한 대응책을 마련하는 데 활용할 수 있다. 국제적으로는 DTI를 기반으로 드론 관련 정보를 공유하고, 국제 규범을 설정하는 데 기여할 수 있다. DTI는 드론에 대한 위협을 평가하고 이에 대응하기 위한 중요한 도구이므로 이를 효과적으로 활용하기 위해서는 그 한계를 인식하고, 여러 다른 정보와 결합하여 분석해야 할 것이다. 이를 통해 DTI는 국가안보를 강화하고 국제적으로 드론 기반 위협에 대처하는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

3.3 드론위협 지수에 대한 전문가 평가

본 연구를 통하여 생성된 드론위협 지수를 객관적으로 평가하기 위하여 전문가들의 의견을 조사하였다. 전문가 의견 조사는 현역 군인, 예비역 군인, 학계

114) <https://www.hani.co.kr/arti/politics/defense/1074428.html> (검색일: 2023.11.18.)

및 방위산업체 전문가 등을 대상으로 2021년 11월 10일부터 11월 25일까지 15일간에 걸쳐 이메일, 메시지 및 SNS를 통하여 실시되었다. 전문가들에게는 드론위협 지수의 작성 방법 및 결과를 설명하는 자료를 제공하고 결과물의 유용성 및 가치, 문제점, 개선 사항 및 기타 의견에 관한 질문을 26명의 전문가에게 발송하였다. 발송된 질문지는 부록에 첨부하였다.

총 20명으로부터 질문지에 대한 회신을 받았다. 회신을 한 전문가들은 정보 및 전력 분야 현역 군인 6명(미군 2명 포함), 정보 분야 근무 경력을 가진 전문가 및 현재 비상계획 분야에 근무 중인 예비역 군인 6명, 방위산업체 및 방위산업 관련 연구소에 근무 중인 전문가 7명, 외교 및 안보 관계관 1명이었다. 분야별 전문가들 중 비상계획 분야에 근무 중인 전문가들은 군 경력 최소 29년 이후 해당 분야에서 경력이 4년 이상이었다. 비상계획 분야 이외의 전문가들은 최소 20년 이상의 경력을 가지고 있었다.

연구 결과에 대한 전문가들의 의견을 종합해 보면 다음과 같다.

첫째, 드론 기반 위협을 정확히 볼 수 있다는 측면에서 매우 새롭고 참신한 발상이라는 의견이었다. 그동안 드론이라는 무기체계의 위협이나 연구는 사례 분석 위주였으나, 이 연구에서는 방대한 데이터를 바탕으로 시공간적인 분석을 하고 이를 지수화한 것이 중요하다는 것이다. 특히 외교 안보 전문가는 본인의 부임지였던 베네수엘라의 드론 공격 시점의 드론 위협지수가 높았던 사례 등에서 현실을 매우 잘 반영하고 있는 것이라는 의견이었다.

둘째, 드론의 위협을 처음으로 계량화하였다는 점에서 대단히 중요한 연구라는 의견이었다. 드론위협 지수는 위협의 정량화, 의사결정 지원, 위협의 식별, 정책 개발, 상황인식, 자산의 분배 등의 근거자료로 활용할 수 있는 유용한 도구가 될 수 있다는 것이다. 안보 위협을 계량화하여 시각적으로 판단할 수 있다면 특정 무기체계의 운용에 대한 현실을 반영할 수 있고 대응 무기체계의 개발에 대한 우선순위를 결정하는데 근거자료로 쓸 수도 있다. 특히 우크라이나의 전쟁 상황, 시리아, 예멘 및 미얀마의 분쟁 등을 드론 기반 위협 수준 측면에서 시각적으로 비교할 수 있었던 기회였다는 의견이었다.

셋째, 드론이라는 무기체계가 매우 광범위하게 사용되고 있는 현실에서 이에 관한 체계적인 연구는 매우 중요한 의미가 있다는 것이었다. 러시아-우크라이

나전쟁, 이스라엘의 가자지구 충돌 등에서 드론은 다양하게 사용되고 있으나 이를 체계적으로 분석한 사례는 제한된다는 측면에서, 향후 이러한 특정 무기 체계 단위의 세부적인 연구, 해당 무기체계의 위협지수 연구, 기술적 분석 등은 계속되어야 한다는 것이었다.

넷째, 가중치의 부여에 대해 좀 더 과학적인 방법을 적용해야 한다는 것이었다. 최초의 연구라는 측면에서 한계가 있지만, 향후 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법이나 전문가 패널 동의법 등 드론과 관련된 분야 전문가들의 지원을 통하여 좀 더 과학적인 가중치를 부여한다면 더욱 향상된 드론위협 지수 산출이 가능할 것이라는 의견이었다.

다섯째, 드론 위협지수를 운용 조직별, 국가별로 좀 더 세분화하고, 드론의 공격에 대하여 방어에 성공했느냐 실패했느냐의 문제, 장비별 파괴 효과, 드론의 가격, 자폭 드론, 정찰 드론 등을 종류별로 구분하여 위협지수를 산출한다면 좀 더 체감할 수 있는 지수가 될 수 있을 것이라는 의견이었다. 특히 이러한 분석을 발전시켜서 전쟁계획을 위한 실질적인 참고 자료가 될 수 있도록 했으면 한다는 것이었다.

여섯째, 위협만을 놓고 보면 지수는 매우 합리적이지만, 드론에 대한 대응능력, 국민이 체감하는 드론의 위협 등의 정성적인 부분도 통합하여 볼 수 있다면 좀 더 현실적인 지수가 나올 것이라는 의견이 있었다. 예를 들어 2022년에 우리나라와 북한의 DTI가 5.8과 3.6의 DTI가 나타나고 있으나 이것이 곧 우리나라의 드론 기반 위협이 낮다는 의미가 아니라는 것이었다. 이벤트가 발생하지 않는 국가에서는 지수가 낮게 나올 수밖에 없고, 이것이 곧 위협 수준이 낮다는 오해는 없어야 한다는 내용이었다.

이처럼 본 연구를 통하여 생성된 드론위협 지수에 대한 전문가들의 의견은 드론 기반 위협에 대한 참신한 접근이며, 위협의 계량화라는 측면에서 의미가 있다는 평가였다. 연구를 보완하기 위하여 향후 가중치의 부여와 함께 관련 기술, 운용자의 능력, 국가가 처한 상황 및 국민적인 인식 등의 세부 요소를 포함해서 발전시킨다면 정책 결정이나 각종 계획의 실질적인 참고 자료가 될 수 있을 것이라는 의견이었다. 표 24는 수집된 전문가들의 의견을 정리한 것이다.

표 25. 드론위협 지수에 대한 전문가 평가

Table 25. Expert Evaluation of Drone Threat Index

| 구분 | 전문 분야 | 평가 |
|-----------|------------------|---|
| 현역 군인 | 보병, 정보 등 전투병과 | <ul style="list-style-type: none"> • 드론 기반 위협을 정확히 볼 수 있다는 측면에서 참신한 발상임 • 드론이 널리 사용되고 있음에도 관련 연구가 제한되는 현실에서 매우 중요한 연구이고 계속 발전시켜야 할 것임 • 전쟁의 국면에 따라 변화하는 양상을 표현할 수 있으면 좋겠으며, 이러한 분석을 발전시켜서 전쟁계획을 위한 실질적인 참고 자료가 될 수 있도록 했으면 함 |
| | 미군 | <ul style="list-style-type: none"> • 위협의 정량화, 의사결정 지원, 위협의 식별, 정책 개발, 상황인식, 자산의 분배 등의 근거자료로 활용할 수 있는 유용한 도구임 • 드론 기반 위협을 이렇게 분석한 것은 의사결정 지원, 정책 결정 및 첨단 자산의 분배라는 측면에서 게임체인저(Game-changer) 수준의 획기적인 발상임 • 운용자의 능력, 기술 수준, 법률적 요소, 국민적 인식 등에 대한 요소를 가중치로 포함한다면 좀 더 현실적일 것임 |
| 예비역 군인 | 드론/대드론 | <ul style="list-style-type: none"> • 이렇게 방대한 위협 자료를 수집한 것만으로도 대단한 일임. 위협의 시각화 측면에서 더욱 발전시켜야 함 • 현재의 발생 위협만을 보면 지수는 매우 합리적임. • 향후, 위협에 대한 대응능력, 상대적인 위협, 드론 방어 성공, 실패 여부, 남북한의 관계에서는 서로 간 위협의 정도가 다른 상황 등 체감하는 드론의 위협에 대한 분석도 필요함 • 매우 참신한 제안임. 연구자도 언급했듯 가중치는 추후 AHP 기법 등 전문가들의 지원을 바탕으로 보완되었으면 함 |
| | 정보 | <ul style="list-style-type: none"> • 드론 기반 위협의 계량화하려는 시도는 대단히 뛰어난 발상임. • 계량적인 숫자를 기반으로 작성된 지수는 이벤트가 발생하지 않는 국가에서는 지수가 낮게 나올 수밖에 없고, 이것이 곧 위협 수준이 낮다는 오해는 없어야 할 것임 |
| | 비상계획 | <ul style="list-style-type: none"> • 안보 위협을 시각적으로 판단하기 위한 지수의 도입은 대단히 유용한 발상임. • 가중치 부분에 대한 추가연구와 다양한 지수를 입력하면 위협의 수준이 생성되는 도구로 발전시켰으면 함 • 드론 대응책을 구상하고 대응 무기체계를 구축하는데 유용한 자료가 될 것임 |
| 방위 산업체 | 제작 | <ul style="list-style-type: none"> • 드론의 위협을 정량적으로 분석할 수 있는 유용한 도구임 • 잘 개발된다면 다양한 분야에서 유용하게 쓰일 것임 |

| | | |
|--------|-------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 전력 증강에서 우선순위를 판단할 수 있는 유용한 근거가 될 수 있을 것으로 보임 |
| | 연구개발 | <ul style="list-style-type: none"> 국가별 위협이 되는 무기체계에 대한 정량적인 평가가 없는 현실에서 매우 유용한 도구임 현실적으로 무기체계에 대한 위협의 정도를 파악할 수 있는 매우 유용한 도구임 방대한 데이터의 정리 및 분석이라는 측면에서 현재의 작업도 큰 의미가 있음 무기체계의 파괴 효과, 드론 가격, 자폭 드론, 정찰 드론 등 종류별로 구분한다면 위협지수가 더 생생하게 전달될 수 있을 것임 |
| 안보 담당자 | 외교 안보 | <ul style="list-style-type: none"> 드론위협 지수라는 발상이 대단히 참신함 본인의 부임지였던 베네수엘라의 드론 공격 시점의 드론위협 지수가 높았던 사안 등 현실을 매우 잘 반영하고 있음 좀 더 유용한 자료로 많은 사람들이 공유하였으면 함 |

4. 종합 및 시사점

드론은 주로 공중정찰을 위하여 사용되었으나, 기술의 발전에 따라 공격, 폭격 및 파괴, 통신 및 전자 시스템 교란이나 험난한 지형에 보급품을 지원하는 체계에도 관심이 증가하고 있다. 이뿐만 아니라 공중에서 개인의 모습을 영상으로 촬영하여 사생활을 침해하거나, 불법적인 물품의 운송, 항공 운항 방해, 환경 파괴 등 다양한 문제의 수단으로 대두되기도 한다. 이처럼 드론은 기술적인 진보와 함께 계속 진화하면서 우리 주변의 실제적인 위협으로 존재하고 있다. 드론의 운용과 위협에 대한 분석은 한정된 자료와 사례를 중심으로 제한적으로 진행되고 있다.

본 연구에서는 시공간적 분석을 통하여 드론 운용에 따른 위협이 빈발하는 우크라이나, 시리아, 예멘, 미얀마 등 12개 국가를 확인할 수 있었고, 드론은 전쟁, 내전 등 국가적인 혼란 상태에서 집중적으로 운용되고 있음을 알 수 있었다. 1,000건 이상의 드론 기반 위협 발생 좌표를 확인할 수 있었던 우크라이나, 예멘 및 시리아에 대해서는 클러스터링을 분석하는 방법으로 범위를 축소하여 유의미한 Hotspot을 확인할 수 있었다. 이 지역은 전투 빈발 지점, 외부

세력에 의한 일방적인 공격지점 등이었다. 상위 3개 국가에서의 위협 행위를 세분하여 본 결과 러시아와 우크라이나에서는 드론의 요격(Interception), 예멘과 시리아에서는 공격(Attack)이 빈발하고 있는 것으로 확인되었으며, 이는 드론 기반 위협이 국가별로 특징적인 양상을 보인다는 사실을 알 수 있었다.

위협의 주체(Actor)와 사상자 간의 관계 분석에서는 정규군 간의 충돌, 정규군의 단독 행동 및 외부 세력에 의한 공격이 대부분을 차지하고 있었다. 드론은 일정한 기술, 능력 및 조직을 갖춘 국가 조직에 의해 운용될 수 있다는 측면에서 나타나는 현상이었다. 위협 주체의 행위 중 공격 활동에 따른 사상자가 가장 많았으나, 드론의 요격에 의해서도 1,909명의 사상자가 발생하는 현상은 드론이 폭발물을 탑재하여 부수적인 피해를 초래했기 때문이었다.

드론 운용에 따른 위협에 대한 시간적인 분석을 한 결과 이벤트가 기록된 2008년 이후 꾸준히 늘었으며, 2022년 이후 급격하게 증가하고 있었다. 이는 러시아-우크라이나전쟁이 격화되면서 드론 사용이 급증했기 때문이었다. 드론 기반 위협을 국가별로 구분하여 시간적인 추이를 확인할 때 국가별 혼란 상태의 변화를 좀 더 쉽게 확인할 수 있었다. 드론 기반 위협에 따른 사상자의 수는 2001년에 시작된 테러와의 전쟁에서 주요 국가였던 파키스탄, 아프가니스탄 등은 감소하고 있었다. 그러나 2021년을 기점으로 미얀마는 내부적인 혼란으로 인한 사상자가 급증하고 있었고, 2022년을 기점으로 전쟁이 시작된 우크라이나의 사상자 또한 급속하게 증가하고 있었다. 특정 무기체계인 드론 기반 위협과 사상자 수의 시간적인 변화는 지역 또는 국가별 불안정과 유사한 패턴을 보인다는 것을 확인할 수 있었다.

시간적으로 드론의 운용에 따른 위협 발생의 패턴을 분석하기 위하여 분기별, 월별, 요일별 위협의 변화 양상을 확인한 결과 10월까지 증가하던 추세는 11월부터 다음 해 4월까지 감소하는 현상이 나타났다. 2분기와 3분기, 즉 계절적으로 봄과 여름에 빈도가 증가하는 것은 상대적으로 활동하기에 용이한 계절이고 드론을 운용하기 위한 기상 조건이 적당하기 때문으로 보인다. 이러한 현상은 겨울철에는 일반적으로 외부 기온이 강하여 활동이 둔화될 수 있다는 측면에서 계절별 행동의 패턴으로 해석할 수 있었다.

드론 운용에 따른 위협의 빈도를 주간으로 정리한 결과 드론 운용 건수, 사

상자의 수를 보면 수요일과 목요일에는 더 많은 전투가 발생하고 사상자의 수도 증가하는 현상이 있었다. 패턴을 분석하기 위해 변수 간의 상관관계를 살펴볼 수 있는 x^2 검정으로, 요일과 드론 기반 전투 활동, 사망자 수 및 부상자 수 사이에 관계가 있음을 알 수 있었다. 그러나 Cramér의 V 값 확인 결과 요일은 어느 정도 영향을 미치지만 지배적인 요소는 아니라고 분석되었다. 이는 인간 의지로 진행되는 전장(戰場)의 참모 활동과 계획을 전투부대가 실행하는 현상과 함께 국제적인 지원과 협력 과정이 국가별 업무 패턴과 유사하게 전개될 수도 있다는 가능성을 확인한 것이었다.

현대전에서 드론의 운용과 이에 따른 위협은 계속 증가하고 있음에도 불구하고 위협 수준을 정량화할 수 있는 접근방법은 제한되는 문제점을 개선하기 위하여 드론위협 지수를 제안하였다. 드론위협 지수는 드론 기반 위협이 높은 지역에서 작전을 수행할 때 드론 탐지 및 무력화 시스템을 배치하거나, 드론 운용에 대한 규제를 강화하는 기준이 될 수 있다. 또한, 드론위협 지수는 군사적 차원에서 적의 드론 기반 위협을 분석하여 활동을 예측하고, 이에 대한 대응책을 마련하는 데 활용할 수 있다.

본 연구의 분석 내용은 다음과 같은 드론 대응 전략 수립의 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

첫째, 드론 운용 및 이에 따른 위협의 시공간적 분석 과정을 통하여 위협의 실체에 대하여 계량적으로 접근할 수 있다. 지리적 분포를 파악하는 과정을 통하여 위협이 주로 발생하는 지역을 식별하고, 이러한 지역의 특성을 분석하는 과정은 드론 방어 전략 수립에 도움이 될 것이다. 위협이 지리적으로 집중되는 핫스팟(Hotspot) 분석으로 해당 지역에 대한 맞춤형 대응 전략을 수립할 수 있으며, 시간적 경향성을 파악하여 위협이 증가하거나 감소하는 시기에 따른 대응 전략을 보완할 수 있을 것이다.

둘째, 드론이라는 특정 무기체계의 구체적인 운용 사례에 관한 연구 기법을 통하여 현대전에서 무기체계의 역할을 확인할 수 있다. 다양한 국가의 분쟁이 빈발하는 현대전에서 드론은 ISR, 공격, 수송 및 국민적인 공포감 조성 등 다양한 용도로 사용되고 있다. 또한 본 연구에서 확인하였듯이 드론 공격 또는 타 무기체계와의 합동 공격으로 다수의 사상자가 발생하고 있다. 이처럼 시공

간접분석 기법으로 특정한 무기체계를 분석하면 운용이나 효율성에 대한 평가가 가능할 것이며, 이는 드론에 대한 대응 전략 수립의 기초자료로 활용될 수 있다.

셋째, 드론 관련 데이터의 수집과 이를 분석하기 위한 다양한 기법의 적용, 통계적인 분석 등은 드론 기술의 발전에 따른 새로운 방어 전략 수립에 도움이 될 것이다. 드론의 운용과 이에 따른 위협 분석은 소수의 사례 분석뿐만 아니라, 다양한 데이터 세트를 기반으로 세분화된 접근이 필요하다. 따라서 위협적인 드론 활동의 경향성을 파악하는 과정을 통하여 법적 규제 및 대응을 위한 기초자료 및 불법 드론 사용을 억제할 수 있는 교육, 인식 제고, 드론 탐지, 식별 및 방어 기술의 혁신을 위한 구체적인 방법을 연구할 수 있다.

넷째, 드론 기반 위협의 정량적 평가 방법인 드론위협 지수는 드론 대응 전략 수립, 과병을 위한 사전준비 및 국제적인 협력 등에 활용될 수 있다. 드론위협 지수는 전 세계적인 위협뿐만 아니라 지역적인 위협의 심각성을 계량화한 것이다. 이러한 지수는 해외과병을 위한 사전 준비, 특정 국가 이동을 위한 방호대책 조정 등에 활용될 수 있다. 또한 국제적으로 드론에 대응하기 위한 전략을 공동으로 수립하거나, 위협이 심각한 국가를 특정하고 드론 관련 정보를 공유하여 협력하면서 국제적인 드론 관련 규범을 설정하는 데에도 사용될 수 있다.

V. 결 론

1. 연구 요약 및 의의

드론(Drone)은 제1차 세계대전에서 대공사격 훈련용 표적기로 출발하여 기술적인 발전에 따라 전장(戰場)의 정보 수단에서 표적 타격이나 군수물자 수송까지 다양한 영역에서 발전을 거듭하고 있다. 드론은 최근 국가적으로 중요한 시설에 대한 항공촬영, 안전 감시활동, 통신 중계뿐만 아니라 물류의 운송수단이나 교통수단으로 사용하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 또한 소형이면서 조작성이 쉬운 레저용 드론은 탑재된 카메라를 이용해서 영상을 쉽게 촬영할 수 있다는 장점이 있으나 이에 따른 사생활 침해의 문제점도 대두되고 있다.

현대전에서 드론은 정보, 감시, 경찰의 임무를 수행하는 보조 플랫폼에서 직접 공격과 군수지원 등 전술 작전의 핵심적인 무기체계로 전환되었다. 이러한 패러다임 변화는 드론의 유용성이 전장감시에서 적극적인 교전으로 확장되는 현상을 반영하는 것이다. 1849년 오스트리아의 폭발물을 탑재했던 풍선은 이제 전쟁을 감시하고 표적을 타격하는 혁신적인 기술과 함께 미래의 변화 양상을 가늠하기 어려울 정도로 빠르게 발전하고 있다.

2022년 2월 이후 계속되고 있는 러시아와 우크라이나의 전쟁뿐만 아니라 2022년 12월 26일 북한 드론의 우리나라 영공침범 사건으로 말미암아 드론의 위협은 더욱 주목받고 있다. 드론에 대한 의존도가 높아졌음에도 불구하고 잠재적 위협의 전체 영역을 설명하는 포괄적이고 실증적인 연구는 여전히 제한적이었다. 드론 기반 위협에 관한 연구는 제한된 사례를 중심으로 대응 방법을 모색하거나, 테러 등 특정한 행동을 분석하는 것이 주류를 이루고 있었다. 이러한 연구의 경향은 공개된 드론 기반 위협 데이터의 제한 때문이었다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 극복하기 위하여 ACLED의 지원을 받아 드론 운용에 따른 위협 발생 데이터 13,636건을 시공간적으로 분석하였다. 기존의 연구는 개별 사건에 초점을 맞추어 좁은 범위로 제한되었지만, 본 연구에서

는 광범위한 드론 운용 데이터를 체계적으로 수집하고 분석하였다. 드론이라는 특정 무기체계의 운용에 대한 광범위한 데이터를 활용한 시공간적분석을 통하여 전장에서 무기체계의 운용과 관련된 복잡한 역학, 영향 및 다각적인 특성을 찾아낼 수 있었다. 또한 드론 기반 위협의 실체와 경향성을 확인하고 분석 과정을 통하여 유의미한 결과를 획득할 수 있었다.

드론의 운용 지역 및 시간적인 분석을 통하여 드론은 단순한 비행체를 넘어 국가별로 정규군에 의해 전장에서 빈번하게 운용되고 있으며 다수의 사상자를 발생시키는 주요 무기체계임을 확인할 수 있었다. 또한 드론의 운용에 대한 시간적인 패턴 분석으로 적군의 패턴을 무너뜨리기 위한 대책, 아군의 패턴이 노출되지 않도록 유지하는 작전보안 활동 및 패턴을 활용한 기습 등으로 응용할 수 있는 기초자료를 분석하였다.

본 연구에서는 시공간적분석에 사용된 자료와 기법은 드론위협 지수(Drone Threat Index) 작성에 사용되었다. 드론위협 지수는 드론이라는 특정 무기체계의 위협을 계량화할 수 있는 도구이다. 구체적인 데이터에 기반한 객관적인 방법으로 제작된 드론위협 지수는 드론의 사용 빈도, 드론 운용으로 인한 사상자 수를 활용하여 정량화된 위협의 수준을 판단할 수 있도록 작성되었다. 드론 위협 지수는 위협을 계량하였다는 측면에서 군사정책 입안자, 군인, 다양한 전략 및 안보 분야 전문가에게 중요한 도구로 사용될 수 있을 것이다.

전쟁에서 기술적 혁신의 효과는 심오하고 즉각적이다. 역사적으로 고구려 정복 전쟁의 주력이었던 개마무사(鎧馬武士), 영국과 프랑스 백년전쟁의 전환점이 된 아쟁쿠르 전투(Battle of Agincourt)의 영국 장궁(English Longbow), 히로시마와 나가사키의 핵무기가 전장의 기술 혁신을 단적으로 보여주고 있다. 드론 역시 단순한 정찰 도구에서 전략적 군사 작전의 중심으로 빠르게 전환되면서 전쟁의 양상을 변화시키고 있다. 단순한 정찰 장비에서 탈피하여 전쟁에 적극적으로 참여하는 핵심적인 무기체계로 진화하는 드론의 운용에 대해서는 앞으로도 계속 다양한 관점에서 분석되어야 할 것이다.

2. 연구의 한계 및 향후 과제

본 연구는 공개 정보인 ACLED의 Event Data를 활용하여 위협을 분석하였고 그 과정에서 파생된 결과로 DTI와 군집 표적에 대한 무력화 기법을 제시하였다. 그러나 다음과 같은 연구의 한계를 가진다.

첫째, 원자료인 ACLED EVENT Data 드론 운용에 따른 좌표와 시간의 정확성이다. Event Data는 공개 정보의 특성상 미디어, SNS 등의 자료를 기반으로 하고 있으므로 드론 운용에 따른 위협이 발생한 세밀한 지점과 시간을 제시하지 못하고 있다. 본 연구에서 일일, 주간, 월간 및 연간 단위의 분석과 국가 및 도시 위주로 넓은 범주의 분석 결과가 추출된 것은 이러한 자료의 제한에 기인한다. 향후 드론 운용과 관련된 Data가 세밀하게 수집되고 분석된다면 전투 현장에서 직접 사용될 수 있는 결과물과 함께 더 유의미한 Hotspot과 시공간적분석을 할 수 있을 것이다.

둘째, 드론위협 지수 산출 방법에서 가중치 설정 방법의 보완이다. 본 연구에서는 드론 기반 위협 건수에 40%, 드론 기반 위협으로 인한 사망 수에 40%, 부상자 수에 20%의 가중치를 부여하였다. 테러와 같은 공격 행위와는 달리 드론은 정보, 감시, 경찰 행위에도 사용되고 있으므로 드론이 출현했다는 사실만으로 충분한 위협이 될 수 있다는 판단에서 설정한 가중치이다. 통상 지수(Index)의 가중치는 전문가의 토의 및 패널 동의법 등의 다양한 기법을 바탕으로 설정되어야 한다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 가중치의 설정 방법에 깊이 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

셋째, 드론위협 지수 산출에 있어서 국가별 드론 기술을 계량화하여 반영하려는 노력이 필요하다. 본 연구에서 제시된 드론위협 지수는 드론 기반 위협의 건수와 사상자 수를 기반으로 하고 있다. 여기에 덧붙여 국가별 드론 기술의 수준을 계량적으로 추가할 수 있다면 드론 운용의 주체에 따른 위협의 수준도 계량화가 가능할 것이다. 이를 바탕으로 국가, 단체 및 지역 등의 치명도, 위협 수준 등의 다양한 계량화를 통하여 국가 및 조직별로 드론 기반 위협을 초래할 수 있는 수준, 국가별 위협, 드론 기술 및 드론의 운용 등에 대한 분석이 가능할 것이다.



참고문헌

[국내 문헌]

- [1] 강한대, 미래전 대비, 무인기의 군사적 운용 방향, 한국국방연구원 국방정책연구, 2019, vol. 35, no.1, 통권 123호 pp. 7-33 (27 pages)
- [2] 고준철 외 4인, 산업보안 경영시스템 구축을 위한 자산 및 위험평가에 관한 연구, 대한안전경영과학회지 제 12권 제 4 호, 2010.12.6.
- [3] 김문국 외 2인, 현대 전쟁에서의 드론 역할 분석을 통한 차세대 드론 발전 방향 연구: 걸프전쟁부터 우크라이나전쟁까지를 중심으로, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 24, No. 10 pp. 656-664, 2023.
- [4] 김세일 외 1인, 드론위협에 대한 방어체계 분석, 한국융합과학회지 Korean Journal of Convergence Science Vol.11 No.11 pp. 287-310 November 2022, 2022.11.24.
- [5] 김용태, 원자력발전소의 물리적방호계통 설계를 위한 드론위협평가 절차 개발, 세종대학교 일반대학원 원자력공학과, 석사학위논문, 2022.02.
- [6] 김인걸, 세계평화지수를 이용한 국제테러 원인에 대한 연구, 한국테러학회보, 2012, vol.5, no.3, 통권 10호 pp. 44-63 (20 pages)
- [7] 김은영, 영국과 북아일랜드에서 발생한 테러사건들의 지리적 패턴 분석에 관한 연구: 지리 정보 분석 기법을 활용한 지리적 패턴 분석, 한국테러학회보 제3권 제2호, 2010.12.20.
- [8] 김태영 외 2인, 드론테러의 실증적 패턴분석 연구, 한국치안행정논집 제18권 제3호(2021): 55~79, 2021.11.12.
- [9] 김태우, T맵 검색지와 썬트렌드 데이터를 이용한 관광인기도 분석방법론 연구: 강원도 4개 도시를 중심으로, 광운대학교 일반대학원, 2022.

- [10] 김형호 외 2인, 군집 드론 테러의 양상과 효과적인 대응 방향, 한국경호 경비학회 제65호(2020): 397-423, 2020. 12. 16
- [11] 대한무역투자진흥공사(KOTRA), 2020 드론 주요 시장 보고서, 2019.12.
- [12] 드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률(법률 제18556호, 2022.6.8. 일부개정), 약칭으로 ‘드론법’
- [13] 류영기, 국가 중요시설 보호를 위한 안티드론 시스템 연구 : 드론테러 방어체계의 개선방안을 중심으로, 공주대학교 국가사회안전대학원 항공안전 관리학전공 석사학위논문, 2021. 2.
- [14] 류창하, 코소보전쟁 특성에 관한 연구-사이버전 및 군사혁신(Revolution in Military Affairs, RMA)을 중심으로, 군사연구 제139집 pp.319-347, 2015.
- [15] 백의영 외 1인, 인천/나리타 공항의 여객기 출·도착 데이터를 이용한 항공노선 분석 연구, The Korea Database Society, 2013.3.11.
- [16] 손순호 외 1인, 드론에 의한 프라이버시 침해 규제 방안 연구, 한국지적 정보학회지 제24권 제1호 2022년 4월 pp.99~107, 2022.4.11.
- [17] 손창근 외 3인, 국가 중요기반시설 보호용 안티드론 시스템의 구축, Journal of Scientific Criminal Investigation Vol. 14, No. 3: 189-202, September 2020
- [18] 송재욱 외 1인, 사이버보안 지수 개발 및 실증 - 금융권을 대상으로, 한국IT서비스학회 한국IT서비스학회 학술대회 논문집 2011추계학술대회 2011.11 508 - 512 (5 pages)
- [19] 신흥기, 방송과 정밀측위기술, 그리고 자율주행 시대, 방송과 미디어 제 25권 3호, 2020.7.
- [20] 안용운, 국가중요시설의 대(對)드론 방호시스템 구축 방안, 한국군사학논총, 제1집 제2권(2022년 6월), 2922.6.14.

- [21] 안효춘 외 4인, 국가중요시설의 적대적 드론 방어를 위한 스마트 대공방어체계 운용요구능력 고려사항에 관한 연구, 한국방재학회논문집, 제20권 3호 2020년 6월, 2020.4.14.
- [22] 윤경화, 델파이 기법을 활용한 안티드론 산업 정책평가 지표 개발, 건국대학교 대학원 방위사업학과 박사학위 논문, 2021.5.
- [23] 윤민우, 계량분석을 통한 폭탄테러사건의 패턴분석, 한국경호경비학회 제 36호(2013) : 317-347, 2013.08.24.
- [24] 윤재석, 글로벌 사이버보안 성숙도 지수모델 개발과 활용에 관한 연구, 고려대학교 정보보호대학원, 박사학위논문, 2017.
- [25] 이강수 외 2인, 정보보호를 위한 다속성 위협지수 : 시뮬레이션과 AHP 접근방법, 한국IT서비스학회, Korea Society of IT Serviecs, 2008.
- [26] 이상희 외 1인, 물리보안의 정의에 관한 연구 - 위협평가 이론을 중심으로, 한국산업 보안연구 - 제7권 제2호 (2017) : 33-52, 2017.12.20.
- [27] 이세롬 외 1인, 드론 테러의 현황과 특성 분석 연구, The Journal of Social Convergence Studies, Vol. 7, No. 4, pp. 13-25, 2023.
- [28] 이택현, 머신러닝을 활용한 사이버 보안 위협지수 개발에 관한 연구 : 이상 탐지 중심으로, 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사학위논문, 2021.
- [29] 인남식, 예멘 내전의 배경, 함의 및 전망, IFANS 주요국제문제분석 2018-29.
- [30] 정보통신산업진흥원, 품목별 ICT시장 동향(드론), 2022.10.28.
- [31] 조재희 외 1인, 시공간데이터 분석을 위한 다차원모델과 시각적 표현에 관한 연구. Journal of Information Technology Applications & Management, 제13권 제1호, 2006.3.10.
- [32] 조재희 외 1인, 이동객체의 데이터 시각화를 통한 이동패턴 분석에 관한

연구, 한국IT서비스학회지 제6권 제1호, 2007.04. 127 - 140 (14 pages)

- [33] 진재일, 전력지수에 의한 군사력 평가: 현황 및 발전방향, 주간국방논단, 제1298호(10-10) 2010. 3. 8.
- [34] 채수환 외 2인, 국가보안(중요)시설 드론위협 대비 물리보안 대응체계 강화방안: 정부종합청사 공중감시·방어체계 구축을 중심으로, 시큐리티연구 제72호(2022): 161-180, 2022.9.14
- [35] 황순필 외 1인, 국가중요시설 방호를 위한 안티드론 시스템 구축 방안 연구, 디지털융복합연구 제18권 제11호, 2020.11.28.

[국외 문헌]

- [1] ACLED, Armed Conflict Location & Event Data Project (ACLED) Codebook.
- [2] Angelina Long Callahan, Reinventing the Drone, Reinventing the Navy 1919-1939, US Naval War College Review Volume 67, 2014 November.
- [3] Aaron Clauset et al., On the frequency of severe terrorist events. Journal of Conflict Resolution, 51(1), 58-87, 2007.
- [4] Bert van den Broek et al., Automatic threat evaluation for border security and surveillance, European Union's Horizon 2020 research and innovation programme (grant agreement No. 700002), 2020.
- [5] Chris Cole, Accidents Will Happen, Drone Wars UK, June 2019.
- [6] Coalitioninc.com, Cyber Threat Index 2023, March 11 2022.
- [7] Dmitry Astrakhan, "Drones in the Clear Sky: How Drones Change

- the Course of the SVO,” Izvestia, October 24, 2022,
- [8] Elio Marchione et al., Spatial Interaction as Threat: Modelling Maritime Piracy, *Journal of Quantitative Criminology*, 28(1), 31–48.
- [9] Ewalter Enders et al., Is transnational terrorism becoming more threatening? A time–series investigation. *Journal of Conflict Resolution*, 44(3), 307–332, 2000.
- [10] IEP(Institute for Economics & Peace), Measuring peace in a complex world, *Global Peace Index 2023*, June 2023.
- [11] IEP(Institute for Economics & Peace), *Global Terrorism Index 2023*, May 2023.
- [12] Gary LaFree et al., Introducing the Global Terrorism Database, *Terrorism and Political Violence*, 19:181–204, 2007.
- [13] Grzegorz Pietrek, "Threats to Critical Infrastructure: The Case of Unmanned Aerial Vehicles," *Journal of Modern Science*, vol. 2, no. 49, 2022.
- [14] Janusz Dudczyk et al., Multi–Sensory Data Fusion in Terms of UAV Detection in 3D Space. *Sensors 2022*, 7 June 2022.
- [15] Jawad Yousaf et al., Drone and Controller Detection and Localization: Trends and Challenges, *Alliied Science*, 9 December 2022.
- [16] Jim Gray et al., Data cube: a relational aggregation operator generalizing GROUP–BY, CROSS–TAB, and SUB–TOTALS, *Proceedings of the Twelfth International Conference on Data Engineering*, New Orleans, LA, USA, 1996, pp. 152–159.
- [17] Kerry Chávez, *Learning on the Fly: Drones in the Russian–*

Ukrainian War, ARMS CONTROL TODAY, January/February 2023

- [18] Konstantinos Karantzalos et al., UAV Photogrammetry for Mapping and 3D Modeling – Current Status and Future Perspectives, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII–1/C22, 2011 ISPRS Zurich 2011 Workshop, 14–16 September 2011, Zurich, Switzerland.
- [19] Michael C. Horowitz et al., The Consequences of Drone Proliferation: Separating Fact from Fiction, International Security, Forthcoming, 19 Oct 2016.
- [20] Patrick T. Brandt et al., What do transnational terrorists target? Has it changed? Are we safer? Journal of Conflict Resolution, 54(2), 214–236. October 3, 2009.
- [21] Paul R. Baker et al., The Complete Guide to Physical Security, CRC Press, 2012.9.28.
- [22] Róbert Szabolcsi, "Beyond Training Minimums – A New Concept of the UAV Operator Training Program," International Conference Knowledge–Based Organization, vol. XXII, no. 3, 2016.
- [23] Samuel Nzaramba et al., Drone Readiness Index, 2017 ITU Kaleidoscope: Challenges for a Data–Driven Society (ITU K), 27–29 November 2017
- [24] Serina Chang et al., Mobility network models of COVID–19 explain inequities and inform reopening, Nature, 2020.
- [25] The Fund for Peace, Fragile States Index Annual Report 2023, 14 June 2023
- [26] The Institute for Economics & Peace, Global Terrorism Index

2023, March 2023.

- [27] Torsten Hägerstrand, What about People in Regional Space, Ninth European Congress of the Regional Science Association, Papers of the Regional Science Association, Vol XXIV, 1970.
- [28] Valentyna Kravets, Comparative Analysis of the Cybersecurity Indices and Their Applications, Kyiv Politechnic Institute Theoretical and Applied Cybersecurity, volume 1, 29 May 2019.
- [29] Fleischman, W. M. (2015). Just say “no!” to lethal autonomous robotic weapons - Or, why is it so difficult for ethicists to discuss this subject? Journal of Information, Communication and Ethics in Society, 13(3/4), August 2015.
- [30] Yannick Veilleux-Lepage et al., A Comparative Study of Non-State Violent Drone use in the Middle East, ICCT Report, December 2022.

[웹사이트]

- [1] Oxford Learner’ s Dictionary (https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/drone_1?q=drone)
- [2] ACLED (<https://acleddata.com/>)
- [3] 국립국어원표준국어대사전 (<https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do>)
- [4] <https://www.jpost.com/business-and-innovation/1970s-platform-of-fers-reminder-on-origins-of-israeli-drone-revolution-at-exhibition-415529>
- [5] [http://m.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=30965,](http://m.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=30965)

- [6] <https://acleddata.com/dashboard/#/dashboard>
- [7] <https://acleddata.com/knowledge-base/how-is-the-quality-of-acleddata-ensured/>
- [9] <https://acleddata.com/knowledge-base/how-is-the-quality-of-acleddata-ensured/#:~:text=ACLED%20is%20the%20highest%20quality,current%20conflict%20and%20disorder%20patterns>
- [10] https://bemil.chosun.com/site/data/html_dir/2020/12/09/2020120901074.html
- [11] <https://choco-life.tistory.com/45>
- [12] <https://csf.kiep.go.kr/aif/issueDetail.es?mid=a30200000000&systemcode=03&brdctsNo=330313>
- [13] <https://diverseasia.snu.ac.kr/?p=5968>
- [14] <https://dronewars.net/drone-crash-database/>
- [15] [https://edition.cnn.com/2019/09/14/business/saudi-oil-output-impacted-drone-attack/index.html,](https://edition.cnn.com/2019/09/14/business/saudi-oil-output-impacted-drone-attack/index.html)
- [16] https://en.wikipedia.org/wiki/Armed_Conflict_Location_and_Event_Data_Project
- [17] <https://english.almayadeen.net/news/politics/al-qassam:-al-zouari-suicide-drones-played-key-role-in-the-o>
- [18] <https://fragilestatesindex.org/about/>
- [19] <https://geopolitiki.com/mole-cricket-19-syria-israel-air-force-battle/>
- [20] <https://godongyoung.github.io/%EB%A8%B8%EC%8B%A0%EB%9F%AC%EB%8B%9D/2019/07/15/HDBSCAN-%EC%9D%B4%E>

D%95%B4%ED%95%98 %EA%B8%B0- (with-python).html

- [21] <https://m.khan.co.kr/politics/defense-diplomacy/article/201404051634351>
- [22] <https://m.lawtimes.co.kr/Content/Article?serial=147588>
- [23] <https://msf.or.kr/article/idlib-latest-chapter-war-syria>
- [24] <https://openai.com/chatgpt>
- [25] https://public.opendatasoft.com/explore/dataset/geonames-all-cities-with-a-population-1000/export/?disjunctive.cou_name_en&sort=name
- [26] <https://simpleflying.com/gatwick-drone-sightings-recap/>
- [27] <https://thefrontlines.com/story/ww2-project-aphrodite/>
- [28] <https://time.com/3088792/drone-yellowstone-park/>
- [29] <https://wildfiretoday.com/2017/07/01/drone-operator-arrested-for-interfering-with-firefighting-aircraft/>
- [30] <https://www.airandspaceforces.com/article/0602bekaa/>
- [31] <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-45073385>
- [32] [https://www.bbc.com/news/world-latin-america-45073385,](https://www.bbc.com/news/world-latin-america-45073385)
- [33] <https://www.businessinsider.com/hamas-drones-take-out-communications-towers-ambush-israel-2023-10>
- [34] <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/yemen/#geography>
- [35] <https://www.dehavillandmuseum.co.uk/aircraft/de-havilland-dh82b-queen-bee/>

- [36] <https://www.dronesshield.com/blog-posts/lessons-from-drones-in-ukraine-war>
- [37] <https://www.eurasiantimes.com/army-of-drone-ukraine-flaunts-2000-china-made-uavs/>
- [38] https://www.faa.gov/uas/resources/public_records/uas_sightings_report
- [39] https://www.hani.co.kr/arti/international/international_general/1114597.html
- [40] <https://www.kida.re.kr/frt/board/frtBoardJatsxmlPop.do?idx=1689>
- [41] <https://www.kiep.go.kr/aif/issueDetail.es?mid=a30200000000&systemcode=05&brdctsNo=346296>
- [42] <https://www.landmarkscout.com/fieseler-fi-103r-reichenberg-a-german-v1-based-suicide-jet/>
- [43] https://www.militarytoday.com/aircraft/aqm_34_firebee.htm
- [44] <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/195784/radioplanenorthrop-mqm-57-falconer/>
- [45] <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/196292/radioplane-oq-2a/>
- [46] <https://www.nzherald.co.nz/world/watch-drone-delivers-drugs-mobile-phones-to-prisoner/VT4WJ6DJXVEWDDJQWU5VISHFAY/>,
- [47] <https://www.openculture.com/2021/09/the-first-air-raid-in-history.html>
- [48] <https://www.partow.net/miscellaneous/airportdatabase/index.html> # Downloads

- [49] <https://www.reuters.com/article/uk-iran-usa-idUKTRE7B826W 20111209>,
- [50] <https://www.spglobal.com/spdji/en/research-insights/index-literacy/methodology-matters/>
- [51] <https://www.theguardian.com/world/2014/dec/07/drone-near-miss-passenger-plane-heathrow>
- [52] <https://www.vox.com/2015/7/31/9078383/drone-shooting-privacy-kentucky>,
- [53] <https://www.hani.co.kr/arti/politics/defense/1074428.html>

[단행본]

- [1] 강승일, 데이터 시각적분석 태블로로 끝내기, 비제이퍼블릭, 서울, 2021.
- [2] 권오정, 전쟁사의 수학적 분석과 평가-승리의 조건을 찾아서, (주)교우, 서울, 2019.
- [3] 공일주, 이슬람문명의 이해, 예영커뮤니케이션, 서울, 2006.11.15.
- [4] 국방기술진흥연구소, 미래국방 2030기술전략, 서울, 2022.3.
- [5] 국방기술품질원, 국방과학기술용어사전, 미래미디어, 서울, 2011.12.
- [6] 송석리, 이현아, 모두의 데이터분석 with 파이썬, (주)도서출판 길벗, 서울, 2021.7.30.
- [7] 이훈영, 이훈영교수의 SPSS를 이용한 데이터분석(제2판), 도서출판청람, 서울, 2015.3.10.
- [8] 조재희, 박성진, OLAP 테크놀러지, 시그마컨설팅그룹, 서울, 1999.2.20.
- [9] U.S. Army, Eye of the Army, U.S. Army Roadmap for UAS 2010-2035, U.S. Army UAS Center of Excellence, Fort Rucker.



부 록

1. Script for Clustering with HDBSCAN

```
import pandas as pd
import numpy as np
import os
from tkinter import Tk, filedialog
from hdbscan import HDBSCAN
from datetime import datetime
from scipy.spatial.distance import cdist
from sklearn.metrics import silhouette_score

# Constants definition
HDBSCAN_MIN_CLUSTER_SIZE = 3
HDBSCAN_MIN_SAMPLES = 3

def get_output_folder_and_file():
    """Prompt the user to select an output folder and data file."""
    root = Tk()
    root.withdraw()

    folder_path = filedialog.askdirectory(title="Select Output Folder")
    file_path = filedialog.askopenfilename(title="Select Data File")

    root.destroy()
    return folder_path, file_path

def filter_by_date_range(df, start_date, end_date):
    """Filter the data by given start and end dates."""
    if 'event_date' not in df.columns:
        print("Error: 'event_date' column not found in the dataset!")
        return df # Alternatively, `return None` could be used to end the function
    and handle appropriately where the function is called.

    df['event_date'] = pd.to_datetime(df['event_date'])
    return df[(df['event_date'] .>= start_date) & (df['event_date'] <= end_date)]

def read_data(file_path):
    """Read data from the given file path."""
    try:
        df = pd.read_excel(file_path)
        return df
```

```

except Exception as e:
    print(f"An error occurred while reading the data file: {e}")
    return None

class HaversineHDBSCAN(HDBSCAN):
    """Custom HDBSCAN class using the Haversine distance metric."""
    @staticmethod
    def haversine(coord1, coord2):
        """Calculate Haversine distance between two coordinates."""
        lat1, lon1 = np.radians(coord1)
        lat2, lon2 = np.radians(coord2)

        dlat = lat2 - lat1
        dlon = lon2 - lon1

        a = np.sin(dlat / 2)**2 + np.cos(lat1) * np.cos(lat2) * np.sin(dlon / 2)**2
        c = 2 * np.arctan2(np.sqrt(a), np.sqrt(1 - a))

        R = 6371 # Earth's radius in kilometers
        return R * c

    def _transform_data(self, X):
        """Converts coordinates to radians."""
        return np.radians(X)

    def _pairwise_distance(self, X):
        """Calculate pairwise Haversine distance."""
        distance_matrix = cdist(X, X, metric=self.haversine)
        return distance_matrix

    def score(self, X):
        """Calculate silhouette score for the clustering."""
        labels = self.fit_predict(X)
        if len(np.unique(labels)) > 1:
            return silhouette_score(X, labels, metric=self.haversine)
        else:
            return -1

    def add_noise_to_coordinates(df, noise_scale=1e-6):
        """Add random noise to coordinates to avoid overlapping points."""
        df_copy = df.copy()
        noise = np.random.uniform(low=-noise_scale, high=noise_scale,
size=df_copy[['latitude', 'longitude']].shape)
        df_copy[['latitude', 'longitude']] += noise
        return df_copy

    def cluster_center(cluster_coords):

```

```

    """Calculate the center of a cluster of coordinates."""
    return np.mean(cluster_coords, axis=0)

def distances_from_center(center, cluster_coords):
    """Calculate the distances from the cluster center to each point."""
    distances = [HaversineHDBSCAN.haversine(center, coord) for coord in
cluster_coords]
    return distances

def bin_distances(distances, bin_size=3):
    """Bin distances into fixed-size intervals and count the points in each bin."""
    max_distance = max(distances)
    bins = np.arange(0, max_distance + bin_size, bin_size)
    binned_counts, _ = np.histogram(distances, bins=bins)
    return binned_counts, bins

def main():
    """Main function to perform data clustering and analysis."""
    results = []

    # Step 0: Get output folder and data file path
    output_folder, file_path = get_output_folder_and_file()

    # Step 1: Load data
    df = read_data(file_path)
    if df is None:
        print("Failed to load data.")
        return

    # Step 1.1: Get date range from user
    start_date = input("Enter the start date for clustering (YYYY-MM-DD format): ")
    end_date = input("Enter the end date for clustering (YYYY-MM-DD format): ")

    df = filter_by_date_range(df, start_date, end_date)

    # Step 2: Remove rows with missing coordinate data
    df = df.dropna(subset=['latitude', 'longitude'])

    # Step 3: Add a small amount of noise to coordinates (to prevent issues with
overlapping data)
    df = add_noise_to_coordinates(df)

    # Step 4: Extract coordinate data
    coords = df[['latitude', 'longitude']].values

    # Step 5: Initialize and train HDBSCAN algorithm using Haversine distance
metric

```

```

hdbscan = HaversineHDBSCAN(min_cluster_size=HDBSCAN_MIN_CLUSTER_SIZE,
min_samples=HDBSCAN_MIN_SAMPLES)
hdbscan.fit(coords)

# Step 6: Assign cluster labels
df['cluster'] = hdbscan.labels_

# Calculate silhouette score for the entire dataset
total_silhouette = silhouette_score(coords, hdbscan.labels_,
metric=HaversineHDBSCAN.haversine)

# Step 7: Calculate cluster centers and distances
cluster_groups = df.groupby('cluster')

cluster_info = []
cluster_name_mapping = {} # To map cluster labels to names
cluster_num = 1 # Start naming clusters from CLST001
for cluster, group in cluster_groups:
    if cluster != -1: # Exclude noise
        cluster_name = f"CLST{cluster_num:03}"
        cluster_name_mapping[cluster] = cluster_name # Save the mapping

        group_coords = group[['latitude', 'longitude']].values
        center = cluster_center(group_coords)
        distances = distances_from_center(center, group_coords)

        binned_counts, bins = bin_distances(distances)

        cluster_info.append({
            'cluster_name': cluster_name,
            'center_latitude': center[0],
            'center_longitude': center[1],
            'total_points': len(group_coords),
            'silhouette_score': None, # Individual cluster silhouette scores are
not computed
            **{"{bins[i]}-{bins[i+1]}km": binned_counts[i] for i in range(len(bins)-1)}
        })

        cluster_num += 1 # Increment the cluster naming only for valid
clusters

# Step 8: Map the dataframe's cluster labels to the cluster names
df['cluster'] = df['cluster'].map(lambda x: cluster_name_mapping.get(x, "NOISE"))

# Calculate the number of points classified as noise
noise_count = len(df[df['cluster'] == "NOISE"])

```

```

# After processing all clusters, add noise info to cluster_info list
cluster_info.append({
    'cluster_name': 'NOISE',
    'center_latitude': None,
    'center_longitude': None,
    'total_points': noise_count,
    'silhouette_score': None
})

# Add the total silhouette score info
cluster_info.append({
    'cluster_name': 'TOTAL_SILHOUETTE',
    'center_latitude': None,
    'center_longitude': None,
    'total_points': None,
    'silhouette_score': total_silhouette
})

# Step 9: Save the results to Excel files
timestamp = datetime.now().strftime("%Y%m%d_%H%M%S")
result_file_name = f"clustered_data_{timestamp}.xlsx"
cluster_info_file_name = f"cluster_info_{timestamp}.xlsx"

result_file_path = os.path.join(output_folder, result_file_name)
cluster_info_file_path = os.path.join(output_folder, cluster_info_file_name)

df.to_excel(result_file_path, index=False)
pd.DataFrame(cluster_info).to_excel(cluster_info_file_path, index=False)

print(f"Clustered data saved to {result_file_path}")
print(f"Cluster information saved to {cluster_info_file_path}")

if __name__ == '__main__':
    main()

```

2. Drone Threat Index Until 30 September 2023

| Country | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Average | Average (Without 2023) |
|------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|---------|---------------------------|
| Afghanistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.0 | 98.7 | 93.6 | 72.7 | 71.4 | 50.0 | 35.7 | 32.6 | 32.4 |
| Algeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.8 | - | 0.9 | 0.9 |
| Armenia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | 48.6 | 6.7 | 46.7 | 27.9 | 8.5 | 7.2 |
| Azerbaijan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.3 | 8.5 | 72.6 | 17.3 | 35.8 | 18.1 | 10.4 | 9.9 |
| Bahrain | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Belarus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.7 | 10.9 | 9.0 | 1.7 | 1.2 |
| Brazil | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.1 | 16.2 | - | 26.0 | 12.4 | 18.4 | 5.4 | 4.5 |
| Burkina Faso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27.9 | 11.5 | 39.7 | 42.8 | 7.6 | 5.3 |
| Cameroon | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | - | 0.5 | 0.5 |
| Central African Republic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 40.7 | 3.6 | 29.9 | 4.6 | 3.0 |
| Chad | - | - | - | - | - | - | 7.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Chile | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 8.4 | - | 5.5 | 1.2 | 0.9 |
| China | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | - | 3.6 | - | 0.9 | 1.0 |
| Colombia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 17.4 | 16.7 | - | 4.2 | 10.6 | 3.5 | 3.3 | 3.3 |
| Croatia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Cyprus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.9 | - | - | - | 3.5 | 1.1 | 0.9 |
| Democratic Republic of Congo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.9 | - | - | - | 3.6 | - | 0.7 | 0.8 |
| Ecuador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - |
| Egypt | - | - | - | - | 22.5 | - | - | - | - | 35.0 | - | 45.4 | 7.5 | 12.4 | - | - | 7.7 | 8.2 |
| El Salvador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Ethiopia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 71.6 | 69.1 | 40.3 | 11.3 | 9.4 |
| France | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.2 | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Gambia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Georgia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Greece | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | 8.4 | 9.4 | 5.5 | 2.1 | 1.9 |
| Haiti | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - | - |
| India | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 28.5 | 17.6 | 20.6 | 19.0 | 34.0 | 7.5 | 5.7 |
| Indonesia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.5 | 9.4 | - | - | - | 1.1 | 1.1 |
| Iran | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 9.5 | 18.7 | 10.1 | 9.0 | 3.7 | 3.4 |
| Iraq | - | - | - | - | - | - | - | - | 92.4 | 78.7 | 38.7 | 63.4 | 72.1 | 63.7 | 71.5 | 52.1 | 33.3 | 32.0 |
| Israel | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | 8.8 | 13.9 | 11.0 | 13.4 | 9.4 | - | 3.9 | 4.2 |
| Jordan | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 5.3 | - | - | - | - | - | 9.0 | 1.3 | 0.8 |
| Kazakhstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | 3.5 | 0.4 | 0.2 |
| Kenya | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Kosovo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Kyrgyzstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.5 | - | - | 3.6 | - | 0.8 | 0.8 |
| Lebanon | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.7 | 5.3 | 8.8 | 20.3 | 9.5 | 9.8 | 5.7 | 8.1 | 4.8 | 4.6 |
| Libya | - | - | - | 6.3 | - | 25.8 | - | 6.9 | 38.8 | 27.8 | 50.8 | 75.3 | 81.1 | 4.2 | 10.6 | - | 20.5 | 21.8 |
| Mali | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | 18.4 | - | 53.6 | 28.6 | 42.9 | 48.5 | 12.4 | 10.0 |
| Mauritania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.7 | - | 0.9 | 1.0 |
| Mexico | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | - | - | 47.9 | 24.4 | 25.9 | 6.7 | 5.4 |
| Moldova | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.4 | - | 0.6 | 0.6 |
| Morocco | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 47.9 | 33.3 | 28.0 | 6.8 | 5.4 |
| Mozambique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | 21.4 | 3.6 | 8.1 | 2.4 | 2.0 |
| Myanmar | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | - | - | 38.5 | 59.2 | 89.2 | 85.5 | 17.4 | 12.9 |
| Niger | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 41.9 | 9.4 | 23.2 | 5.5 | 5.0 | 5.0 |
| Nigeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23.6 | - | 23.6 | - | 3.6 | 24.5 | 4.7 | 3.4 |
| North Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | 5.5 | 0.8 | 0.5 |
| Oman | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.4 | 9.4 | 5.5 | 1.7 | 1.5 |
| Pakistan | - | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 78.8 | 46.3 | 41.2 | 27.7 | 5.4 | 7.5 | - | 23.9 | 22.1 | 47.1 | 48.7 |
| Palestine | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 18.9 | 65.9 | 31.0 | 17.0 | 54.1 | 31.7 | 53.1 | 17.4 | 15.0 |
| Philippines | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.6 | - | 3.5 | 1.0 | 0.8 |
| Romania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | 8.1 | 0.8 | 0.4 |
| Russia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 32.9 | 43.6 | 4.8 | 2.2 |
| Saudi Arabia | - | - | - | - | - | - | 6.9 | 12.3 | 8.4 | 50.1 | 72.6 | 27.6 | 48.0 | 26.9 | 21.2 | 17.1 | 16.8 | 16.8 |
| Solomon Islands | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Somalia | - | 40.0 | - | 51.3 | 44.1 | 21.7 | 47.1 | 86.0 | 82.5 | 48.3 | 51.2 | 22.0 | - | - | - | 9.2 | 31.5 | 33.0 |
| South Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.7 | - | 0.4 | 0.4 |
| South Sudan | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.4 | 0.4 |
| Sri Lanka | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.7 | - | - | - | - | 0.7 | 0.7 |
| Sudan | 40.0 | - | - | - | - | 8.1 | 7.7 | 10.9 | - | - | - | - | - | - | - | 56.3 | 7.7 | 4.4 |
| Syria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 82.6 | 74.7 | 88.3 | 91.5 | 73.9 | 71.6 | 65.0 | 34.2 | 32.2 |
| Taiwan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Tajikistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.0 | - | 1.9 | 2.0 |
| Thailand | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.3 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Trinidad and Tobago | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Turkey | - | - | - | - | - | - | - | - | 54.6 | 36.4 | 34.9 | 46.3 | 43.6 | 37.8 | 32.4 | 29.7 | 19.7 | 19.1 |
| Uganda | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 11.8 | 3.6 | - | - | 1.9 | 2.0 |
| Ukraine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 35.7 | 38.3 | 55.0 | 40.9 | 97.8 | 100.0 | 23.0 | 17.8 |
| United Arab Emirates | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 6.7 | 27.2 | - | 2.5 | 2.6 |
| United States | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.3 | 4.2 | 3.6 | - | 1.3 | 1.3 |
| Venezuela | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | 8.5 | - | - | - | - | 1.1 | 1.2 |
| Yemen | - | - | - | - | - | - | - | 88.9 | 92.2 | 71.8 | 89.5 | 94.5 | 95.3 | 98.4 | 81.0 | 63.3 | 48.4 | 47.4 |

3. 드론위협 지수 전문가 평가를 위한 질문서

드론위협지수(Drone Threat Index) 작성 관련 전문가 평가 요청

광운대학교 방위사업학과 박사과정 김형석

박사과정 학위 논문 작성을 위한 연구에서 개발한 드론위협지수(Drone Threat Index, DTI)에 대한 객관적인 평가를 위하여 전문가 여러분의 고견을 듣고 있습니다. 다음의 자료를 바탕으로 DTI의 유용성, 가치, 지수 개발 과정의 문제점 및 개선 사항, 기타 의견 등을 주시면 연구에 적용하여 보다 나은 DTI를 개발할 수 있도록 하겠습니다.

생각하시는 다양한 고견은 본 요청서의 뒷부분 양식, E-메일(kimhs01@gmail.com) 또는 휴대전화(010-3710-6003)의 문자 메시지로 주시면 됩니다. 감사합니다.

1. 개요

드론의 위협은 계속 증가하고 있음에도 불구하고 위협 수준을 계량화하는 방법은 제한되고 있습니다. 그간 드론 기반 위협에 관한 연구는 10여 건의 제한된 사례를 중심으로 대응 방법을 모색하거나, 100여 건의 드론 테러 등 특정한 행동을 분석하였습니다. 이러한 연구의 경향성은 공개된 드론 기반 위협 데이터의 제한 때문이었습니다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 극복하기 위하여 ACELD의 지원을 받아 드론 기반 위협 분석에 있어서는 가장 많은 13,645건의 데이터를 시공간적으로 분석하였습니다. 이 과정에서 드론 기반 위협 수준을 정량화할 수 있는 드론위협지수를 제안했습니다.

ACELD(Armed Conflict Location and Event Data Project)는 미국의 위

스콘신주에 있는 기관으로 2014년 설립 이후 100개 이상의 국가에서 발생한 분쟁, 충돌, 폭력 및 시위 사건 등의 자료를 공개 정보 기반으로 수집하고 있습니다. 이 데이터에는 폭력 유형, 연루된 행위자, 위치 및 기타 상황별 세부 사항에 대한 정보가 포함되어 있고, 1997년 1월 1일부터 900여만 건의 데이터를 축적하고 있습니다.

본 연구에서는 ‘Drone, UAV, UAS’라는 키워드 검색으로, 2008년 8월 28일부터 2023년 9월 30일까지 13,645건의 데이터를 내려받았습니다. 데이터에는 드론에 의한 직접적인 공격, 격추, 정찰 등이 주를 이루고 있었습니다. 드론 기반 위협은 전 세계 73개국에서 발생하고 있었으며, 러시아-우크라이나전쟁, 시리아, 예멘 및 미얀마의 내전, 이스라엘의 가자 지구 전투 등에서 집중적으로 발생하고 있었습니다.

수집된 데이터의 활용 측면에서 연도별, 국가별 드론 기반 위협 건수, 사망자 수, 부상자 수를 기반으로 드론위협지수(Drone Threat Index, DTI)를 개발하기 위한 연구를 하였습니다. DTI는 드론이라는 특정 무기체계의 위협을 계량화할 수 있는 도구로 사용할 수 있습니다. 단순한 위협 사례 분석이 아니라 DTI를 바탕으로 드론 기반 위협의 실체와 경향성을 확인할 수 있기 때문입니다.

2. 드론위협지수(Drone Threat Index, DTI) 작성 방법 및 결과

전 세계적으로 위협(Threat)과 관련된 지수(Index)는 다양합니다. 테러리즘 위협지수(Global Terrorism Index, GTI)는 테러 공격의 건수, 사망자 수, 부상자 수 및 재산 피해를 기준으로 정량적인 평가를 거쳐서 국가별로 일정한 위협의 수준을 정하여 매년 발표합니다. 사이버 위협지수(Cyber Threat Index, CTI)는 사이버 공격의 빈도와 그로 인한 피해를 기준으로 국가별로 사이버 공격의 위험 수준을 평가하며, 불안정지수(Fragile State Index, FSI)는 매년 178개 국가를 대상으로 각 국가가 직면한 위험 및 취약성을 12가지 지표를 통해 평가하고 순위를 정하고 있습니다.

본 연구에서도 이와 유사하게 연도별, 국가별 드론 기반 위협 건수, 사망자 수, 부상자 수를 기반으로 드론위협지수(Drone Threat Index, DTI)를 개발했습니다. 국가별 드론 기반 위협 건수, 사망자 수 및 부상자 수의 특징은 분쟁, 내란 등의 국가적 상황과 밀접하게 연관되어 있으므로 많은 국가에서 소수로 발생하고 있지만 일부 국가는 매우 많이 발생합니다. 따라서 드론 기반 위협 건수, 사망자 수 및 부상자 수에 대한 데이터는 정규 분포를 따르지 않습니다.

이러한 데이터의 분포와 편차를 개선하기 위해 전체의 빈도에 Log 함수 변환을 적용하여 데이터의 극단적인 값을 완화한 후, Min-Max Scaling 방법으로 데이터의 범위를 0과 1 사이로 조정하였습니다. 이러한 데이터 처리 과정을 통해 왜곡된 분포를 개선하고, 분석의 정확성과 신뢰성을 높일 수 있었습니다.

다음 단계에서는 해당연도의 사건 발생, 즉 드론 기반 위협 빈도, 사망자 수 및 부상자 수를 73개국 전체를 고려하여 최댓값과 최솟값을 계산하였습니다. 드론 기반 위협은 실제 연도별로 지역에 따라서 다양하게 발생할 수 있습니다. 따라서 위협이 발생한 특정 국가만을 대상으로 연도별 최댓값과 최솟값을 구분하는 것보다, 해당 연도의 전 세계적인 드론의 위협에 대한 최댓값과 최솟값을 계산하여 국가별로 반영하는 방법이 더 합리적이기 때문입니다. 여기서 나온 최댓값과 최솟값을 반영하여 국가별 연도별로 빈도, 사망자 수, 부상자 수를 표준화하였습니다.

다음 단계는 이 수에 대해서 가중치를 부여하였습니다. 가중치 부여는 전문가 패널의 지원으로 연구되는 중요한 요소이지만, DTI의 최초 제안 목적상 100%를 기준으로 할 때 해당 국가에서 드론 기반 위협이 발생한 건수와 사망자 수에는 각각 같은 수준으로 40%를 부여하고 부상자가 발생한 수에는 20%를 부여했습니다. 마지막으로 가중치가 부여된 숫자를 모두 합하면 국가별 연도별 드론위협지수(DTI)가 산출되며, 산출된 지수는 쉽게 인지할 수 있도록 0에서 100의 단위로 변환하였습니다.

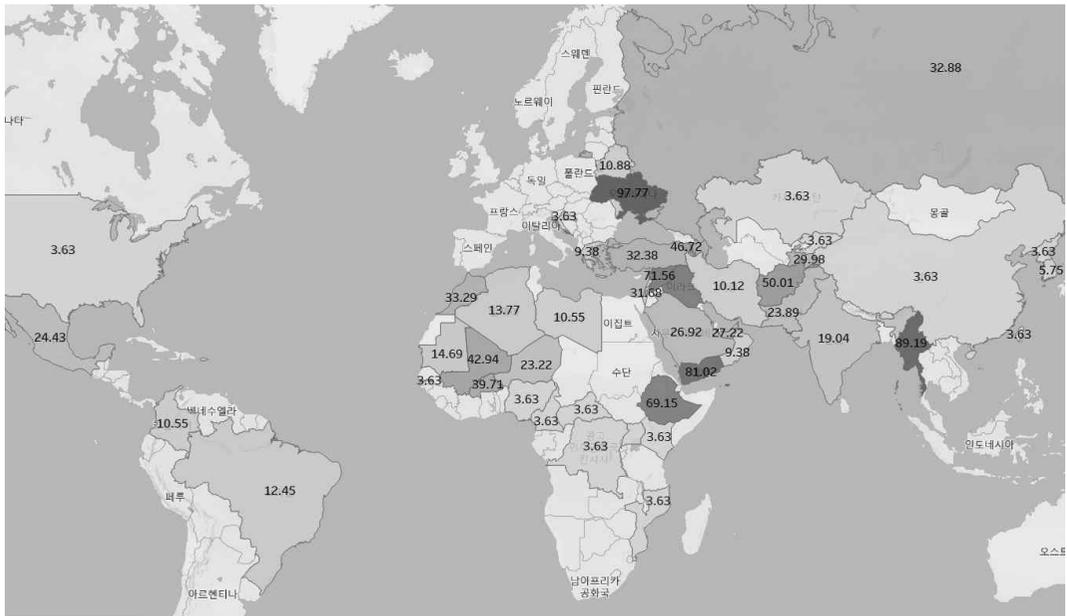
이러한 작업 과정을 거치면서 엑셀을 활용하여 계산한 내용은 <표 1>과 같습니다.

<표 1> 드론위협지수(Drone Threat Index, DTI) 작성 과정 요약

| 순서 | 주요 작업 | 결과 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|---------|-------------|------------|---------|-------------|------------|---------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|---------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|---------|-------------|------------|---------|-------------|------------|------------|-------|---|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 1 | 2008년부터 2023년까지 73개 국가의 드론 기반 위협 건수, 사망자 수, 부상자 수에 대한 자료 수집 후 표로 정리 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th colspan="3">Afghanistan</th> <th colspan="3">Algeria</th> <th colspan="3">Armenia</th> <th colspan="3">Azerbaijan</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Event Count</th> <th>Fatalities</th> <th>Wounded</th> <th>Event Count</th> <th>Fatalities</th> <th>Wounded</th> <th>Event Count</th> <th>Fatalities</th> <th>Wounded</th> <th>Event Count</th> <th>Fatalities</th> <th>Wounded</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2008년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>192</td><td>1,256</td><td>699</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>127</td><td>637</td><td>388</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>5</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>128</td><td>166</td><td>718</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>48</td><td>48</td><td>53</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>14</td><td>15</td><td>9</td><td>42</td><td>160</td><td>12</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>28</td><td>87</td><td>46</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>3</td><td>-</td><td>8</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>17</td><td>49</td><td>20</td><td>1</td><td>4</td><td>-</td><td>14</td><td>61</td><td>6</td><td>10</td><td>5</td><td>34</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>8</td><td>22</td><td>25</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>6</td><td>9</td><td>10</td><td>6</td><td>4</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | 구분 | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2017년 | 192 | 1,256 | 699 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2018년 | 127 | 637 | 388 | - | - | - | 1 | - | - | 5 | - | - | 2019년 | 128 | 166 | 718 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | 2020년 | 48 | 48 | 53 | - | - | - | 14 | 15 | 9 | 42 | 160 | 12 | 2021년 | 28 | 87 | 46 | - | - | - | 2 | - | - | 3 | - | 8 | 2022년 | 17 | 49 | 20 | 1 | 4 | - | 14 | 61 | 6 | 10 | 5 | 34 | 2023년 | 8 | 22 | 25 | - | - | - | 6 | 9 | 10 | 6 | 4 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 구분 | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017년 | 192 | 1,256 | 699 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | 127 | 637 | 388 | - | - | - | 1 | - | - | 5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | 128 | 166 | 718 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | 48 | 48 | 53 | - | - | - | 14 | 15 | 9 | 42 | 160 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | 28 | 87 | 46 | - | - | - | 2 | - | - | 3 | - | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | 17 | 49 | 20 | 1 | 4 | - | 14 | 61 | 6 | 10 | 5 | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | 8 | 22 | 25 | - | - | - | 6 | 9 | 10 | 6 | 4 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Log 함수를 적용하여 데이터의 극단적인 값을 완화 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> <th>J</th> <th>K</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>N</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="3">Afghanistan</th> <th colspan="3">Algeria</th> <th colspan="3">Armenia</th> <th colspan="3">Azerbaijan</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2008년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>2.286</td><td>3.099</td><td>2.778</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>2.107</td><td>2.805</td><td>2.590</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.301</td><td>-</td><td>-</td><td>0.778</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>2.111</td><td>2.223</td><td>2.957</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.477</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>1.690</td><td>1.690</td><td>1.732</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.176</td><td>1.204</td><td>1.000</td><td>1.635</td><td>2.207</td><td>1.114</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>1.462</td><td>1.944</td><td>1.672</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.477</td><td>-</td><td>-</td><td>0.602</td><td>-</td><td>0.845</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>1.255</td><td>1.699</td><td>1.322</td><td>0.301</td><td>0.699</td><td>-</td><td>1.176</td><td>1.792</td><td>0.845</td><td>1.041</td><td>0.778</td><td>1.544</td><td>0.301</td><td>-</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>0.954</td><td>1.362</td><td>1.415</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.845</td><td>1.000</td><td>1.041</td><td>0.845</td><td>0.699</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | 구분 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2017년 | 2.286 | 3.099 | 2.778 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2018년 | 2.107 | 2.805 | 2.590 | - | - | - | 0.301 | - | - | 0.778 | - | - | - | - | 2019년 | 2.111 | 2.223 | 2.957 | - | - | - | - | - | - | 0.477 | - | - | - | - | 2020년 | 1.690 | 1.690 | 1.732 | - | - | - | 1.176 | 1.204 | 1.000 | 1.635 | 2.207 | 1.114 | - | - | 2021년 | 1.462 | 1.944 | 1.672 | - | - | - | 0.477 | - | - | 0.602 | - | 0.845 | - | - | 2022년 | 1.255 | 1.699 | 1.322 | 0.301 | 0.699 | - | 1.176 | 1.792 | 0.845 | 1.041 | 0.778 | 1.544 | 0.301 | - | 2023년 | 0.954 | 1.362 | 1.415 | - | - | - | 0.845 | 1.000 | 1.041 | 0.845 | 0.699 | - | - | - |
| 구분 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017년 | 2.286 | 3.099 | 2.778 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | 2.107 | 2.805 | 2.590 | - | - | - | 0.301 | - | - | 0.778 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | 2.111 | 2.223 | 2.957 | - | - | - | - | - | - | 0.477 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | 1.690 | 1.690 | 1.732 | - | - | - | 1.176 | 1.204 | 1.000 | 1.635 | 2.207 | 1.114 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | 1.462 | 1.944 | 1.672 | - | - | - | 0.477 | - | - | 0.602 | - | 0.845 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | 1.255 | 1.699 | 1.322 | 0.301 | 0.699 | - | 1.176 | 1.792 | 0.845 | 1.041 | 0.778 | 1.544 | 0.301 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | 0.954 | 1.362 | 1.415 | - | - | - | 0.845 | 1.000 | 1.041 | 0.845 | 0.699 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 해당 연도의 전세계적인 드론 기반 위협을 바탕으로 Min-Max 산출 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th colspan="3">MIN</th> <th colspan="3">MAX</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Event Count</th> <th>Fatalities</th> <th>Wounded</th> <th>Event Count</th> <th>Fatalities</th> <th>Wounded</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2008년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.477</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.301</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.114</td><td>3.014</td><td>2.127</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.903</td><td>2.753</td><td>1.732</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.863</td><td>2.630</td><td>1.799</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.491</td><td>2.152</td><td>1.362</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.568</td><td>2.487</td><td>1.580</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.748</td><td>2.228</td><td>1.740</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.964</td><td>2.350</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.286</td><td>3.099</td><td>2.778</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.176</td><td>2.805</td><td>2.590</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.243</td><td>2.473</td><td>2.857</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.535</td><td>2.599</td><td>1.732</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.859</td><td>2.328</td><td>1.908</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>3.319</td><td>2.757</td><td>2.585</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>3.452</td><td>3.347</td><td>3.399</td></tr> </tbody> </table> | 구분 | MIN | | | MAX | | | | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | 2008년 | - | - | - | 0.477 | - | - | 2009년 | - | - | - | 0.301 | - | - | 2010년 | - | - | - | 2.114 | 3.014 | 2.127 | 2011년 | - | - | - | 1.903 | 2.753 | 1.732 | 2012년 | - | - | - | 1.863 | 2.630 | 1.799 | 2013년 | - | - | - | 1.491 | 2.152 | 1.362 | 2014년 | - | - | - | 1.568 | 2.487 | 1.580 | 2015년 | - | - | - | 1.748 | 2.228 | 1.740 | 2016년 | - | - | - | 1.964 | 2.350 | 1.000 | 2017년 | - | - | - | 2.286 | 3.099 | 2.778 | 2018년 | - | - | - | 2.176 | 2.805 | 2.590 | 2019년 | - | - | - | 2.243 | 2.473 | 2.857 | 2020년 | - | - | - | 2.535 | 2.599 | 1.732 | 2021년 | - | - | - | 2.859 | 2.328 | 1.908 | 2022년 | - | - | - | 3.319 | 2.757 | 2.585 | 2023년 | - | - | - | 3.452 | 3.347 | 3.399 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 구분 | MIN | | | MAX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008년 | - | - | - | 0.477 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009년 | - | - | - | 0.301 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010년 | - | - | - | 2.114 | 3.014 | 2.127 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2011년 | - | - | - | 1.903 | 2.753 | 1.732 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2012년 | - | - | - | 1.863 | 2.630 | 1.799 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2013년 | - | - | - | 1.491 | 2.152 | 1.362 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014년 | - | - | - | 1.568 | 2.487 | 1.580 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2015년 | - | - | - | 1.748 | 2.228 | 1.740 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2016년 | - | - | - | 1.964 | 2.350 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017년 | - | - | - | 2.286 | 3.099 | 2.778 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | - | - | - | 2.176 | 2.805 | 2.590 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | - | - | - | 2.243 | 2.473 | 2.857 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | - | - | - | 2.535 | 2.599 | 1.732 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | - | - | - | 2.859 | 2.328 | 1.908 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | - | - | - | 3.319 | 2.757 | 2.585 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | - | - | - | 3.452 | 3.347 | 3.399 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 산출된 최댓값과 최솟값을 바탕으로 연도별, 국가별로 Min-Max Scaling | <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> <th>J</th> <th>K</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>N</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="3">Afghanistan</th> <th colspan="3">Algeria</th> <th colspan="3">Armenia</th> <th colspan="3">Azerbaijan</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2008년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>1.000</td><td>1.000</td><td>1.000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>0.968</td><td>1.000</td><td>1.000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.138</td><td>-</td><td>-</td><td>0.358</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>0.941</td><td>0.899</td><td>1.000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.213</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>0.667</td><td>0.650</td><td>1.000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.464</td><td>0.463</td><td>0.577</td><td>0.644</td><td>0.849</td><td>0.643</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>0.512</td><td>0.835</td><td>0.876</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.167</td><td>-</td><td>-</td><td>0.211</td><td>-</td><td>0.443</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>0.378</td><td>0.616</td><td>0.511</td><td>0.091</td><td>0.254</td><td>-</td><td>0.354</td><td>0.650</td><td>0.327</td><td>0.314</td><td>0.282</td><td>0.597</td><td>0.091</td><td>-</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>0.276</td><td>0.407</td><td>0.416</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.245</td><td>0.299</td><td>0.306</td><td>0.245</td><td>0.209</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | 구분 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2017년 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2018년 | 0.968 | 1.000 | 1.000 | - | - | - | 0.138 | - | - | 0.358 | - | - | - | - | 2019년 | 0.941 | 0.899 | 1.000 | - | - | - | - | - | - | 0.213 | - | - | - | - | 2020년 | 0.667 | 0.650 | 1.000 | - | - | - | 0.464 | 0.463 | 0.577 | 0.644 | 0.849 | 0.643 | - | - | 2021년 | 0.512 | 0.835 | 0.876 | - | - | - | 0.167 | - | - | 0.211 | - | 0.443 | - | - | 2022년 | 0.378 | 0.616 | 0.511 | 0.091 | 0.254 | - | 0.354 | 0.650 | 0.327 | 0.314 | 0.282 | 0.597 | 0.091 | - | 2023년 | 0.276 | 0.407 | 0.416 | - | - | - | 0.245 | 0.299 | 0.306 | 0.245 | 0.209 | - | - | - |
| 구분 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017년 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | 0.968 | 1.000 | 1.000 | - | - | - | 0.138 | - | - | 0.358 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | 0.941 | 0.899 | 1.000 | - | - | - | - | - | - | 0.213 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | 0.667 | 0.650 | 1.000 | - | - | - | 0.464 | 0.463 | 0.577 | 0.644 | 0.849 | 0.643 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | 0.512 | 0.835 | 0.876 | - | - | - | 0.167 | - | - | 0.211 | - | 0.443 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | 0.378 | 0.616 | 0.511 | 0.091 | 0.254 | - | 0.354 | 0.650 | 0.327 | 0.314 | 0.282 | 0.597 | 0.091 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | 0.276 | 0.407 | 0.416 | - | - | - | 0.245 | 0.299 | 0.306 | 0.245 | 0.209 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 가중치를 부여 (드론 기반 위협이 발생한 건수와 사망자 수에는 각각 같은 수준으로 40%를 부여하고 부상자가 발생한 수에는 20%를 부여) | <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> <th>J</th> <th>K</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>N</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="3">Afghanistan</th> <th colspan="3">Algeria</th> <th colspan="3">Armenia</th> <th colspan="3">Azerbaijan</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2008년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>0.376</td><td>0.360</td><td>0.200</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.085</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>0.267</td><td>0.260</td><td>0.200</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.186</td><td>0.185</td><td>0.115</td><td>0.258</td><td>0.340</td><td>0.129</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>0.400</td><td>0.400</td><td>0.175</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.067</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.084</td><td>0.000</td><td>0.089</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>0.151</td><td>0.247</td><td>0.102</td><td>0.036</td><td>0.101</td><td>0.000</td><td>0.142</td><td>0.266</td><td>0.065</td><td>0.126</td><td>0.113</td><td>0.119</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>0.111</td><td>0.163</td><td>0.083</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.098</td><td>0.119</td><td>0.061</td><td>0.098</td><td>0.084</td><td>0.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>0.111</td><td>0.163</td><td>0.083</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.098</td><td>0.119</td><td>0.061</td><td>0.098</td><td>0.084</td><td>0.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>0.111</td><td>0.163</td><td>0.083</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.098</td><td>0.119</td><td>0.061</td><td>0.098</td><td>0.084</td><td>0.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> </tbody> </table> | 구분 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | 2008년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2009년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2010년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2011년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2012년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2013년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2014년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2015년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2016년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2017년 | 0.376 | 0.360 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.085 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 2018년 | 0.267 | 0.260 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.186 | 0.185 | 0.115 | 0.258 | 0.340 | 0.129 | 0.00 | 0.00 | 2019년 | 0.400 | 0.400 | 0.175 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.067 | 0.000 | 0.000 | 0.084 | 0.000 | 0.089 | 0.00 | 0.00 | 2020년 | 0.151 | 0.247 | 0.102 | 0.036 | 0.101 | 0.000 | 0.142 | 0.266 | 0.065 | 0.126 | 0.113 | 0.119 | 0.00 | 0.00 | 2021년 | 0.111 | 0.163 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.098 | 0.119 | 0.061 | 0.098 | 0.084 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 2022년 | 0.111 | 0.163 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.098 | 0.119 | 0.061 | 0.098 | 0.084 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 2023년 | 0.111 | 0.163 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.098 | 0.119 | 0.061 | 0.098 | 0.084 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 구분 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2011년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2012년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2013년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2015년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2016년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017년 | 0.376 | 0.360 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.085 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | 0.267 | 0.260 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.186 | 0.185 | 0.115 | 0.258 | 0.340 | 0.129 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | 0.400 | 0.400 | 0.175 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.067 | 0.000 | 0.000 | 0.084 | 0.000 | 0.089 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | 0.151 | 0.247 | 0.102 | 0.036 | 0.101 | 0.000 | 0.142 | 0.266 | 0.065 | 0.126 | 0.113 | 0.119 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | 0.111 | 0.163 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.098 | 0.119 | 0.061 | 0.098 | 0.084 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | 0.111 | 0.163 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.098 | 0.119 | 0.061 | 0.098 | 0.084 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | 0.111 | 0.163 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.098 | 0.119 | 0.061 | 0.098 | 0.084 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

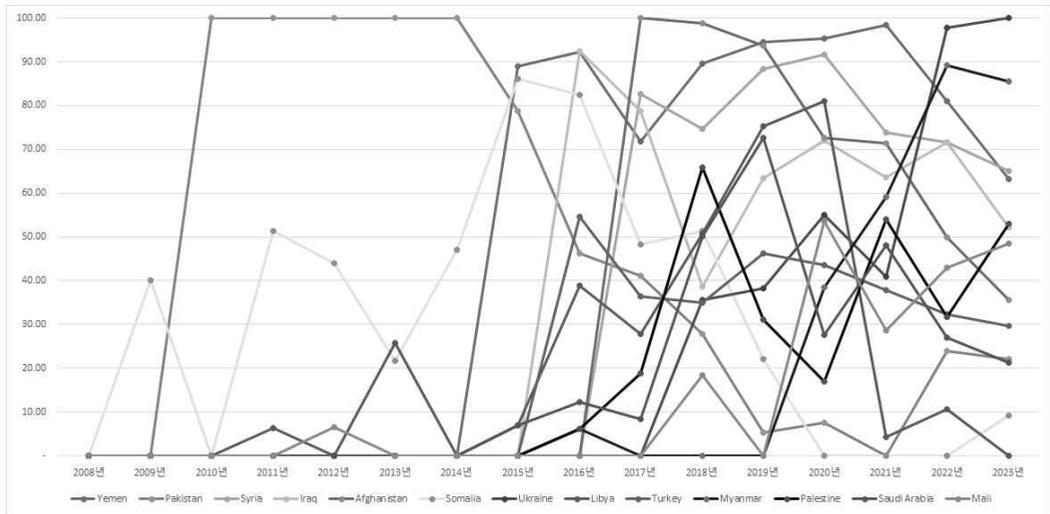
| | A | B | C | U | E | F | Q | M | I | J | K | L | M | N | U | P |
|----|-------|-------------|---------|---------|------------|---------|---------|--------|--------------|----------|----------------|------|-------|-------|----------|---------|
| 1 | 국가 | Afghanistan | Algeria | Armenia | Azerbaijan | Bahrain | Belarus | Brazil | Burkina Faso | Cameroon | Central Africa | Chad | Chile | China | Colombia | Croatia |
| 2 | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.68 | - | - | - | - |
| 9 | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | 2017년 | 100.00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | 2018년 | 98.73 | - | 5.53 | 14.30 | - | 13.06 | - | - | - | - | 5.53 | 5.53 | 17.36 | - | - |
| 13 | 2019년 | 93.59 | - | - | 8.51 | - | 16.23 | - | - | - | - | - | 5.37 | 16.67 | - | - |
| 14 | 2020년 | 72.68 | - | 48.63 | 72.80 | - | - | 27.88 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 | 2021년 | 71.39 | - | 6.69 | 17.28 | - | 6.68 | 26.01 | 11.54 | 4.21 | 40.69 | - | 8.42 | - | 4.21 | - |
| 16 | 2022년 | 50.01 | 13.77 | 46.72 | 35.79 | 3.63 | 10.88 | 12.45 | 39.71 | 3.63 | 3.63 | - | 3.63 | 10.55 | 3.63 | - |
| 17 | 2023년 | 35.66 | - | 27.87 | 18.15 | - | 9.02 | 18.38 | 42.81 | - | 29.91 | - | 5.53 | - | 3.49 | - |

이렇게 위협지수를 산출한 후 2022년 73개국 전체 국가의 DTI를 지도상에 색의 농도와 숫자로 표시하면 다음 <그림 1>과 같습니다.



<그림 1> 2022년 국가별 드론위협지수(Drone Threat Index, DTI)

2022년의 DTI를 확인한 결과 전쟁이 진행 중인 우크라이나(97.77)와 함께 불안정 상황이 지속 중인 미얀마(89.19), 예멘(81.02), 시리아(71.56) 및 이라크(71.56)에서 높은 DTI를 보였습니다. 북한 드론의 영공침범이 있었던 우리나라와 북한도 5.75와 3.63의 DTI가 나타나고 있습니다. 2022년까지 DTI 10 이상이었던 국가들의 지수 변화를 도식하면 다음의 <그림 2>와 같고 전체 자료는 붙임에 있습니다.



<그림 2> 2022년까지 평균 10 이상의 DTI를 보였던 국가들의 지수 변화

본 연구에서는 개발한 DTI는 드론이라는 특정 무기체계의 위협을 계량화할 수 있는 도구로 사용할 수 있습니다. 국가별로 드론 기반 위협이 심각하다, 또는 미약하다는 정성적(定性的)인 분석에서 탈피하여 특정 국가의 드론 기반 위협을 정량적(定量的)으로 표현하는 것입니다. 이러한 방법을 통하여 특정 국가에 대한 임무 수행을 위해 이동 시 대(對)드론(Counter drone) 장비를 어떤 수준으로 준비하여야 하는지에 대한 의사결정에도 도움이 될 수 있을 것으로 보입니다.

그렇지만 본 연구에서 다음과 같은 한계는 있었습니다. 첫 번째는 DTI 산출 방법에서 가중치를 임의로 설정한 부분입니다. 본 연구에서는 드론 기반 위협 건수에 40%, 드론 기반 위협으로 인한 사망 수에 40%, 부상자 수에 20%의 가중치를 부여한 것은 테러와 같은 공격 행위와는 달리 드론은 정보, 감시, 정찰 행위에도 사용되고 있으므로 드론이 출현했다는 사실만으로 충분한 위협이 될 수 있다는 판단에서 설정한 가중치입니다. 향후 연구에서는 이러한 가중치의 설정 방법에 깊이 있는 연구가 있어야 할 것입니다.

두 번째는 DTI 산출에 있어 국가별 드론 기술을 계량화하여 반영하려는 노력이 필요하다는 점입니다. 본 연구에서 제시된 DTI는 드론 기반 위협의 건수와 사상자 수를 기반으로 하고 있으나, 여기에 국가별 드론 기술의 수준을 계량화하

여 추가할 수 있다면 드론 운용의 주체에 따른 위협의 수준이나 위협 행위의 정도까지도 계량화가 가능할 것입니다. 이를 바탕으로 국가, 단체 및 지역 등의 치명도, 위협 수준 등의 다양한 계량화를 통하여 국가 및 조직별로 드론 기반 위협을 초래할 수 있는 능력, 국가별 위협, 드론 기술 및 드론의 운용 등에 대한 계량적인 분석이 가능할 것입니다.

긴 내용 읽어 주셔서 감사합니다. 이러한 연구 결과를 기반으로 작성된 드론위협지수에 대한 고견을 부탁드립니다. 양식은 다음 페이지에 있지만 기탄없이 연구 내용을 보시면서 생각나는 부분을 기록하여 주시면 감사하겠습니다. 제시하신 의견을 바탕으로 좀 더 실효성 있는 연구를 계속하도록 하겠습니다. 모든 의견은 익명성이 보장되므로 성명과 직책은 기재하지 않으셔도 됩니다. 다시 한번 감사드립니다.



2023년 11월 13일

김형석 드림.

드론위협지수(Drone Threat Index)에 대한 평가

| 소속 | 직책 | 성명 |
|----|----|----|
| | | |

| 구분 | 주요 내용 |
|-----------------------|--|
| 드론위협지수의 필요성 또는 가치 | |
| 적용된 작성 방법의 문제점, 개선 방향 |  |
| 추가적인 분석이나 포함이 요구되는 사항 | |
| 실무에서의 유용성 | |
| 기타 의견 | |

붙임 #1 : 드론위협지수(Drone Threat Index, DTI)-Average 기준으로 정렬

| Country | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Average | Average (Without 2023) |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|---------|------------------------|
| Yemen | - | - | - | - | - | - | - | 88.9 | 92.2 | 71.8 | 89.5 | 94.5 | 95.3 | 98.4 | 81.0 | 63.3 | 48.4 | 47.4 |
| Pakistan | - | - | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 78.8 | 46.3 | 41.2 | 27.7 | 5.4 | 7.5 | - | 23.9 | 22.1 | 47.1 | 48.7 |
| Syria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 82.6 | 74.7 | 88.3 | 91.5 | 73.9 | 71.6 | 65.0 | 34.2 | 32.2 |
| Iraq | - | - | - | - | - | - | - | - | 92.4 | 78.7 | 38.7 | 63.4 | 72.1 | 63.7 | 71.5 | 52.1 | 33.3 | 32.0 |
| Afghanistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.0 | 98.7 | 93.6 | 72.7 | 71.4 | 50.0 | 35.7 | 32.6 | 32.4 |
| Somalia | - | 40.0 | - | 51.3 | 44.1 | 21.7 | 47.1 | 86.0 | 82.5 | 48.3 | 51.2 | 22.0 | - | - | - | 9.2 | 31.5 | 33.0 |
| Ukraine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 35.7 | 38.3 | 55.0 | 40.9 | 97.8 | 100.0 | 23.0 | 17.8 |
| Libya | - | - | - | 6.3 | - | 25.8 | - | 6.9 | 38.8 | 27.8 | 50.8 | 75.3 | 81.1 | 4.2 | 10.6 | - | 20.5 | 21.8 |
| Turkey | - | - | - | - | - | - | - | - | 54.6 | 36.4 | 34.9 | 46.3 | 43.6 | 37.8 | 32.4 | 29.7 | 19.7 | 19.1 |
| Myanmar | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | - | - | 38.5 | 59.2 | 89.2 | 85.5 | 17.4 | 12.9 |
| Palestine | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 18.9 | 65.9 | 31.0 | 17.0 | 54.1 | 31.7 | 53.1 | 17.4 | 15.0 |
| Saudi Arabia | - | - | - | - | - | - | - | 6.9 | 12.3 | 8.4 | 50.1 | 72.6 | 27.6 | 48.0 | 26.9 | 21.2 | 17.1 | 16.8 |
| Mali | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | 18.4 | - | 53.6 | 28.6 | 42.9 | 48.5 | 12.4 | 10.0 | 10.0 |
| Ethiopia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 71.6 | 69.1 | 40.3 | 11.3 | 9.4 |
| Azerbaijan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.3 | 8.5 | 72.6 | 17.3 | 35.8 | 18.1 | 10.4 | 9.9 |
| Armenia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | 48.6 | 6.7 | 46.7 | 27.9 | 8.5 | 7.2 |
| Sudan | 40.0 | - | - | - | - | 8.1 | 7.7 | 10.9 | - | - | - | - | - | - | - | 56.3 | 7.7 | 4.4 |
| Egypt | - | - | - | - | - | 22.5 | - | - | - | 35.0 | - | 45.4 | 7.5 | 12.4 | - | - | 7.7 | 8.2 |
| Burkina Faso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27.9 | 11.5 | 39.7 | 42.8 | 7.6 | 5.3 | 5.3 |
| India | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 28.5 | 17.6 | 20.6 | 19.0 | 34.0 | 7.5 | 5.7 |
| Morocco | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 47.9 | 33.3 | 28.0 | 6.8 | 5.4 |
| Mexico | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | - | - | 47.9 | 24.4 | 25.9 | 6.7 | 5.4 |
| Brazil | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.1 | 16.2 | - | 26.0 | 12.4 | 18.4 | 5.4 | 4.5 |
| Niger | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 41.9 | 9.4 | 23.2 | 5.5 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Lebanon | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.7 | 5.3 | 8.8 | 20.3 | 9.5 | 9.8 | 5.7 | 8.1 | 4.8 | 4.6 |
| Russia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 32.9 | 43.6 | 4.8 | 2.2 | 2.2 |
| Nigeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23.6 | - | 23.6 | - | 3.6 | 24.5 | 4.7 | 3.4 |
| Central African Republic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 40.7 | 3.6 | 29.9 | 4.6 | 3.0 |
| Israel | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | 8.8 | 13.9 | 11.0 | 13.4 | 9.4 | - | 3.9 | 4.2 |
| Iran | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 9.5 | 18.7 | 10.1 | 9.0 | 3.7 | 3.4 |
| Colombia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 17.4 | 16.7 | - | 4.2 | 10.6 | 3.5 | 3.3 | 3.3 |
| United Arab Emirates | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | 6.7 | 27.2 | - | - | 2.5 | 2.6 |
| Mozambique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | 21.4 | 3.6 | 8.1 | 2.4 | 2.0 |
| Greece | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | 8.4 | 9.4 | 5.5 | 2.1 | 1.9 |
| Tajikistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.0 | - | 1.9 | 2.0 |
| Uganda | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 11.8 | 3.6 | - | 1.9 | 2.0 |
| Oman | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.4 | 9.4 | 5.5 | 1.7 | 1.5 |
| Belarus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.7 | 10.9 | 9.0 | 1.7 | 1.2 |
| Jordan | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 5.3 | - | - | - | - | - | 9.0 | 1.3 | 0.8 |
| United States | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.3 | 4.2 | 3.6 | - | 1.3 | 1.3 |
| Chile | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 8.4 | - | 5.5 | 1.2 | 0.9 |
| Cyprus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.9 | - | - | - | 3.5 | 1.1 | 0.9 |
| Venezuela | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | 8.5 | - | - | - | - | 1.1 | 1.2 |
| Indonesia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.5 | 9.4 | - | - | 1.1 | 1.1 |
| Philippines | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.6 | - | 3.5 | 1.0 | 0.8 |
| Mauritania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.7 | - | 0.9 | 1.0 |
| China | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | - | 3.6 | - | 0.9 | 1.0 |
| Algeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.8 | - | 0.9 | 0.9 |
| Romania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | 8.1 | 0.8 | 0.4 |
| North Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | 5.5 | 0.8 | 0.5 |
| Kyrgyzstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.5 | - | - | 3.6 | - | 0.8 | 0.8 |
| Democratic Republic of Congo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.9 | - | - | - | 3.6 | - | 0.7 | 0.8 |
| Sri Lanka | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.7 | - | - | - | - | 0.7 | 0.7 |
| Moldova | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.4 | - | 0.6 | 0.6 |
| France | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.2 | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Cameroon | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | - | 0.5 | 0.5 |
| Chad | - | - | - | - | - | - | 7.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Kazakhstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | 3.5 | 0.4 | 0.2 |
| South Sudan | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.4 | 0.4 |
| South Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.7 | - | 0.4 | 0.4 |
| Trinidad and Tobago | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Georgia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Thailand | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.3 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| El Salvador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Kosovo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Solomon Islands | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Bahrain | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Croatia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Gambia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Kenya | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Taiwan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Ecuador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - |
| Haiti | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - |

붙임 #2 : 드론위협지수(Drone Threat Index, DTI)-국가별 알파벳 순으로 정렬

| Country | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Average | Average (Without 2023) |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|---------|---------------------------|
| Afghanistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.0 | 98.7 | 93.6 | 72.7 | 71.4 | 50.0 | 35.7 | 32.6 | 32.4 |
| Algeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.8 | - | 0.9 | 0.9 |
| Armenia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | 48.6 | 6.7 | 46.7 | 27.9 | 8.5 | 7.2 |
| Azerbaijan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.3 | 8.5 | 72.6 | 17.3 | 35.8 | 18.1 | 10.4 | 9.9 |
| Bahrain | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Belarus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.7 | 10.9 | 9.0 | 1.7 | 1.2 |
| Brazil | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.1 | 16.2 | - | 26.0 | 12.4 | 18.4 | 5.4 | 4.5 |
| Burkina Faso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27.9 | 11.5 | 39.7 | 42.8 | 7.6 | 5.3 |
| Cameroon | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | - | 0.5 | 0.5 |
| Central African Republic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 40.7 | 3.6 | 29.9 | 4.6 | 3.0 |
| Chad | - | - | - | - | - | - | 7.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Chile | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 8.4 | - | 5.5 | 1.2 | 0.9 |
| China | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | - | 3.6 | - | 0.9 | 1.0 |
| Colombia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 17.4 | 16.7 | - | 4.2 | 10.6 | 3.5 | 3.3 | 3.3 |
| Croatia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Cyprus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.9 | - | - | - | 3.5 | 1.1 | 0.9 |
| Democratic Republic of Congo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.9 | - | - | - | 3.6 | - | 0.7 | 0.8 |
| Ecuador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - |
| Egypt | - | - | - | - | - | 22.5 | - | - | - | 35.0 | - | 45.4 | 7.5 | 12.4 | - | - | 7.7 | 8.2 |
| El Salvador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Ethiopia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 71.6 | 69.1 | 40.3 | 11.3 | 9.4 |
| France | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.2 | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Gambia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Georgia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Greece | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | 8.4 | 9.4 | 5.5 | 2.1 | 1.9 |
| Haiti | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - | - |
| India | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 28.5 | 17.6 | 20.6 | 19.0 | 34.0 | 7.5 | 5.7 |
| Indonesia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.5 | 9.4 | - | - | 1.1 | 1.1 |
| Iran | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 9.5 | 18.7 | 10.1 | 9.0 | 3.7 | 3.4 |
| Iraq | - | - | - | - | - | - | - | - | 92.4 | 78.7 | 38.7 | 63.4 | 72.1 | 63.7 | 71.5 | 52.1 | 33.3 | 32.0 |
| Israel | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | 8.8 | 13.9 | 11.0 | 13.4 | 9.4 | - | 3.9 | 4.2 | 4.2 |
| Jordan | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 5.3 | - | - | - | - | - | 9.0 | 1.3 | 0.8 | 0.8 |
| Kazakhstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | 3.5 | 0.4 | 0.2 |
| Kenya | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Kosovo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Kyrgyzstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.5 | - | - | 3.6 | - | 0.8 | 0.8 |
| Lebanon | - | - | - | - | - | - | - | 9.7 | 5.3 | 8.8 | 20.3 | 9.5 | 9.8 | 5.7 | 8.1 | 4.8 | 4.6 | 4.6 |
| Libya | - | - | - | 6.3 | - | 25.8 | - | 6.9 | 38.8 | 27.8 | 50.8 | 75.3 | 81.1 | 4.2 | 10.6 | - | 20.5 | 21.8 |
| Mali | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | 18.4 | - | 53.6 | 28.6 | 42.9 | 48.5 | 12.4 | 10.0 |
| Mauritania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.7 | - | 0.9 | 1.0 |
| Mexico | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | - | - | 47.9 | 24.4 | 25.9 | 6.7 | 5.4 |
| Moldova | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.4 | - | 0.6 | 0.6 |
| Morocco | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 47.9 | 33.3 | 28.0 | 6.8 | 5.4 |
| Mozambique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | 21.4 | 3.6 | 8.1 | 2.4 | 2.0 |
| Myanmar | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | - | - | 38.5 | 59.2 | 89.2 | 85.5 | 17.4 | 12.9 | 12.9 |
| Niger | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 41.9 | 9.4 | 23.2 | 5.5 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Nigeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23.6 | - | 23.6 | - | 3.6 | 24.5 | 4.7 | 3.4 |
| North Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | 5.5 | 0.8 | 0.5 |
| Oman | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.4 | 9.4 | 5.5 | 1.7 | 1.5 |
| Pakistan | - | - | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 78.8 | 46.3 | 41.2 | 27.7 | 5.4 | 7.5 | - | 23.9 | 22.1 | 47.1 | 48.7 |
| Palestine | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 18.9 | 65.9 | 31.0 | 17.0 | 54.1 | 31.7 | 53.1 | 17.4 | 15.0 | 15.0 |
| Philippines | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.6 | - | 3.5 | 1.0 | 0.8 |
| Romania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | 8.1 | 0.8 | 0.4 |
| Russia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 32.9 | 43.6 | 4.8 | 2.2 |
| Saudi Arabia | - | - | - | - | - | - | 6.9 | 12.3 | 8.4 | 50.1 | 72.6 | 27.6 | 48.0 | 26.9 | 21.2 | 17.1 | 16.8 | 16.8 |
| Solomon Islands | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Somalia | - | 40.0 | - | 51.3 | 44.1 | 21.7 | 47.1 | 86.0 | 82.5 | 48.3 | 51.2 | 22.0 | - | - | - | 9.2 | 31.5 | 33.0 |
| South Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.7 | - | 0.4 | 0.4 |
| South Sudan | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.4 | 0.4 |
| Sri Lanka | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.7 | - | - | - | - | 0.7 | 0.7 |
| Sudan | 40.0 | - | - | - | - | 8.1 | 7.7 | 10.9 | - | - | - | - | - | - | - | 56.3 | 7.7 | 4.4 |
| Syria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 82.6 | 74.7 | 88.3 | 91.5 | 73.9 | 71.6 | 65.0 | 34.2 | 32.2 |
| Taiwan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Tajikistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.0 | - | 1.9 | 2.0 |
| Thailand | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.3 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Trinidad and Tobago | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Turkey | - | - | - | - | - | - | - | 54.6 | 36.4 | 34.9 | 46.3 | 43.6 | 37.8 | 32.4 | 29.7 | 19.7 | 19.1 | 19.1 |
| Uganda | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 11.8 | 3.6 | - | 1.9 | 2.0 | 2.0 |
| Ukraine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 35.7 | 38.3 | 55.0 | 40.9 | 97.8 | 100.0 | 23.0 | 17.8 |
| United Arab Emirates | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 6.7 | 27.2 | - | 2.5 | 2.6 |
| United States | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.3 | 4.2 | 3.6 | - | 1.3 | 1.3 |
| Venezuela | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | 8.5 | - | - | - | - | 1.1 | 1.2 |
| Yemen | - | - | - | - | - | - | - | 88.9 | 92.2 | 71.8 | 89.5 | 94.5 | 95.3 | 98.4 | 81.0 | 63.3 | 48.4 | 47.4 |

4. Questionnaire for expert evaluation of drone threat index

Request for Expert Evaluation Related to the Development of the Drone Threat Index

Kim, Hyungsuk

(Ph.D. candidate in the Department of Defense Industry at Kwangwoon University,
Seoul, Republic of Korea)

In the process of writing my doctoral thesis, I have developed a Drone Threat Index (DTI) and am seeking expert opinions for an objective evaluation. Based on the following materials, please provide your insights on the DTI's usefulness, value, issues, and potential improvements in the index development process, as well as any other comments. These will be applied to the research to develop a better DTI.

Your valuable opinions can be submitted using the form at the end of this material, via email to [kimhs01@gmail.com], or by text message to (+82)(0)10-3710-6003. Thank you in advance.

1. Overview

Despite the escalating threat posed by drones, methods to quantify the level of threat remain limited. Past research has focused on a mere dozen cases to explore response strategies or analyzed around a hundred incidents of drone terrorism. Such tendencies in research were due to the limitations of publicly available drone-based threat data.

To overcome these issues, this study, supported by ACLED (Armed Conflict Location and Event Data Project), has spatially and temporally analyzed the most extensive data set of 13,645 drone-based threat incidents. Through this analysis, we propose a Drone Threat Index (DTI) that quantifies the level of threat posed by drones.

The ACLED, located in Wisconsin, USA, has been collecting data on conflicts, clashes, violence, and protest events from over 100 countries since 2014, based on public information. This dataset includes details on the type of violence, the actors involved, locations, and other situational specifics, with over 9 million records dating back to January 1, 1997.

In this research, we conducted a keyword search for 'Drone, UAV, UAS' and downloaded 13,645 records of data from August 28, 2008, to September 30, 2023. The data primarily consist of drone-based direct attacks, shoot-downs, crashes, and reconnaissance operations. Drone-based threats were occurring in 73 countries worldwide, with concentrated occurrences in the Russia-Ukraine war, the civil wars in Syria, Yemen, and Myanmar, and the conflicts in Gaza, Israel.

From the collected data, we conducted a study to develop the Drone Threat Index (DTI) based on the number of drone-based threats, fatalities, and injuries by year and country. The DTI can serve as a tool to quantify the threat of a specific weapons system like drones. It allows us to ascertain the reality and trends of drone-based threats, not just through a simple analysis of threat incidents.

2. Method and Results of Constructing the Drone Threat Index (DTI)

Globally, there are various indices related to threats, such as the Global Terrorism Index (GTI), which quantitatively assesses the threat level of countries based on the number of terrorist attacks, fatalities, injuries, and property damage, and publishes annual rankings. Similarly, the Cyber Threat Index (CTI) evaluates the level of cyber attack risks for countries based on the frequency and damage of cyber attacks. The Fragile State Index (FSI) assesses risks and vulnerabilities faced by nations through 12 indicators, ranking 178 countries annually.

In this study, we similarly developed the Drone Threat Index (DTI) using annual and national data on drone-based threat incidents, fatalities, and injuries. The characteristics of these incidents, deaths, and injuries are closely linked to the national context of conflicts and civil unrest, leading to a distribution that does not follow a normal curve due to high occurrences in some countries and low in others.

To address the skewed distribution and variance, we applied a logarithmic transformation to the frequencies to mitigate extreme values, followed by Min-Max Scaling to normalize the data range between 0 and 1. This improved distribution distortions and enhanced analysis accuracy and reliability.

Next, we calculated the maxima and minima of drone threat events, fatalities, and injuries across all 73 countries, considering it more rational to reflect a global perspective rather than differentiating maxima and minima annually for individual countries affected by drone threats.

After standardizing the frequency, fatalities, and injuries for each country by year, weights were assigned. While weighting is a critical element researched with expert panel support, initially, we assigned 40% each to the number of drone threats and fatalities and 20% to injuries, based on the principle that the total should be 100%. The resulting weighted figures were then summed to calculate the annual national DTI, which was converted to a 0-100 scale for easier perception.

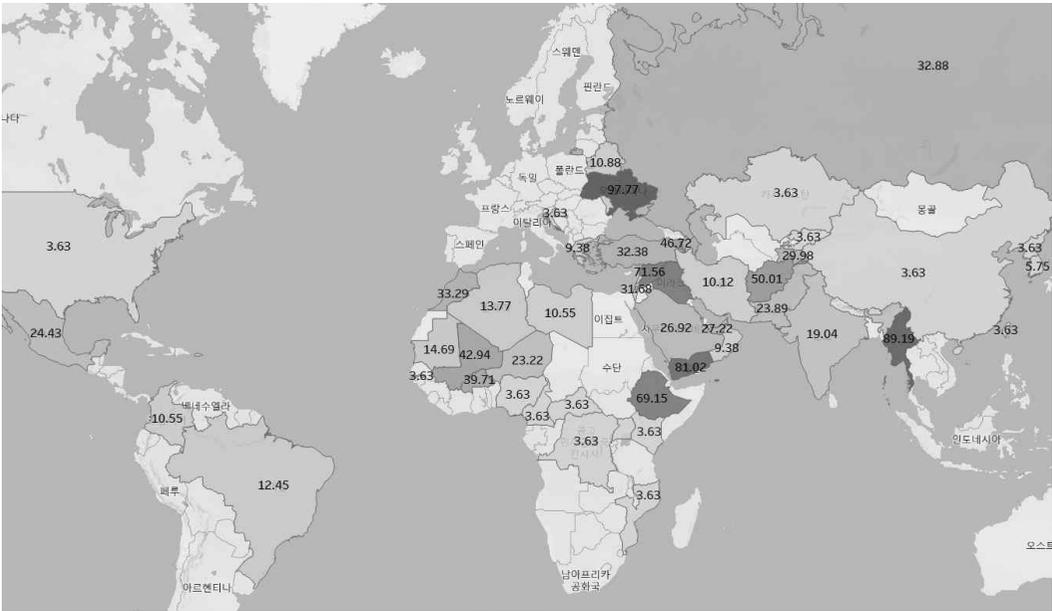
The calculations were carried out using Excel, resulting in <Table 1> as shown below.

<Table 1> Summary of the Process for Constructing the Drone Threat Index (DTI)

| # | Main Task | Result | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|-------------|-------------|-------------|------------|---------|-------------|------------|---------|-------------|------------|------------|-------------|------------|---------|-------------|---|
| | | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | |
| 구분 | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | |
| 1 | Compilation of data into a table after collecting the number of threats, fatalities, and injuries in 73 countries from 2008 to 2023 | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 2017년 | 192 | 1,256 | 599 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2018년 | 127 | 637 | 388 | - | - | - | 1 | - | - | 5 | - | - | - | - | - | | |
| 2019년 | 128 | 106 | 718 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | | |
| 2020년 | 48 | 48 | 53 | - | - | - | 14 | 15 | 9 | 42 | 160 | 12 | - | - | - | | |
| 2021년 | 28 | 87 | 46 | - | - | - | 2 | - | - | 3 | - | 6 | - | - | - | | |
| 2022년 | 17 | 49 | 20 | 1 | 4 | - | 14 | 61 | 6 | 10 | 5 | 34 | 1 | - | - | | |
| 2023년 | 8 | 22 | 25 | - | - | - | 6 | 9 | 10 | 6 | 4 | - | - | - | - | | |
| 2 | Mitigate extreme values in the data by applying the logarithmic function | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | |
| | | 구분 | Afghanistan | | | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | |
| | | 21 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 22 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 23 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 24 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 25 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 26 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 27 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 28 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 29 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 30 2017년 | 2,286 | 3,099 | 2,778 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 31 2018년 | 2,107 | 2,805 | 2,590 | - | - | - | 0.301 | - | - | 0.778 | - | - | - | - | - |
| | | 32 2019년 | 2,111 | 2,223 | 2,857 | - | - | - | - | - | - | 0.477 | - | - | - | - | - |
| | | 33 2020년 | 1,690 | 1,690 | 1,732 | - | - | - | 1.176 | 1,204 | 1,000 | 1,633 | 2,207 | 1,114 | - | - | - |
| | | 34 2021년 | 1,462 | 1,944 | 1,672 | - | - | - | 0.477 | - | - | 0.602 | - | 0.845 | - | - | - |
| 35 2022년 | 1,255 | 1,699 | 1,322 | 0.301 | 0.699 | - | 1.176 | 1,792 | 0.845 | 1,041 | 0.778 | 1,544 | 0.301 | - | - | | |
| 36 2023년 | 0.954 | 1,362 | 1,415 | - | - | - | 0.845 | 1,000 | 1,041 | 0.845 | 0.699 | - | - | - | - | | |

| 3 | Calculate Min-Max based on global drone threats for the given year | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">MIN</th> <th colspan="3">MAX</th> </tr> <tr> <th>Event Count</th> <th>Fatalities</th> <th>Wounded</th> <th>Event Count</th> <th>Fatalities</th> <th>Wounded</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2008년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.477</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.301</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.114</td><td>3.014</td><td>2.127</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.903</td><td>2.753</td><td>1.732</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.863</td><td>2.630</td><td>1.799</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.491</td><td>2.152</td><td>1.362</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.568</td><td>2.487</td><td>1.580</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.748</td><td>2.228</td><td>1.740</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1.964</td><td>2.350</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.286</td><td>3.099</td><td>2.778</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.176</td><td>2.805</td><td>2.590</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.243</td><td>2.473</td><td>2.857</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.535</td><td>2.599</td><td>1.732</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2.859</td><td>2.328</td><td>1.908</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>3.319</td><td>2.757</td><td>2.585</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>3.452</td><td>3.347</td><td>3.399</td></tr> </tbody> </table> | | MIN | | | MAX | | | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | 2008년 | - | - | - | 0.477 | - | - | 2009년 | - | - | - | 0.301 | - | - | 2010년 | - | - | - | 2.114 | 3.014 | 2.127 | 2011년 | - | - | - | 1.903 | 2.753 | 1.732 | 2012년 | - | - | - | 1.863 | 2.630 | 1.799 | 2013년 | - | - | - | 1.491 | 2.152 | 1.362 | 2014년 | - | - | - | 1.568 | 2.487 | 1.580 | 2015년 | - | - | - | 1.748 | 2.228 | 1.740 | 2016년 | - | - | - | 1.964 | 2.350 | 1.000 | 2017년 | - | - | - | 2.286 | 3.099 | 2.778 | 2018년 | - | - | - | 2.176 | 2.805 | 2.590 | 2019년 | - | - | - | 2.243 | 2.473 | 2.857 | 2020년 | - | - | - | 2.535 | 2.599 | 1.732 | 2021년 | - | - | - | 2.859 | 2.328 | 1.908 | 2022년 | - | - | - | 3.319 | 2.757 | 2.585 | 2023년 | - | - | - | 3.452 | 3.347 | 3.399 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|-------------|------------|---------|-------------|------------|---------|--------|--------------|------------|----------------|-------------|------------|---------|----------|---------|----|-------------|---------|-------------|---------|---------|------------|---------|------------|--------|--------------|----------|----------------|------|-------|------------------------|----------|---------|-------|-------|---|---|---|-------|-------|-------|-------|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|------|-------|------|-------|-------|---|-------|-------|---|------|-------|-------|---|-------|---|------|---|------|---|---|
| | | | | MIN | | | MAX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Event Count | Fatalities | Wounded | Event Count | Fatalities | Wounded | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2008년 | - | - | - | 0.477 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2009년 | - | - | - | 0.301 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2010년 | - | - | - | 2.114 | 3.014 | 2.127 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2011년 | - | - | - | 1.903 | 2.753 | 1.732 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2012년 | - | - | - | 1.863 | 2.630 | 1.799 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2013년 | - | - | - | 1.491 | 2.152 | 1.362 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2014년 | - | - | - | 1.568 | 2.487 | 1.580 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2015년 | - | - | - | 1.748 | 2.228 | 1.740 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2016년 | - | - | - | 1.964 | 2.350 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2017년 | - | - | - | 2.286 | 3.099 | 2.778 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | - | - | - | 2.176 | 2.805 | 2.590 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | - | - | - | 2.243 | 2.473 | 2.857 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | - | - | - | 2.535 | 2.599 | 1.732 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | - | - | - | 2.859 | 2.328 | 1.908 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | - | - | - | 3.319 | 2.757 | 2.585 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | - | - | - | 3.452 | 3.347 | 3.399 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Perform Min-Max Scaling by year and country using the calculated min and max values | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> <th>J</th> <th>K</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>나라</td> <td>Afghanistan</td> <td colspan="3">Algeria</td> <td colspan="3">Armenia</td> <td colspan="3">Azerbaijan</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr><td>2008년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>1.000</td><td>1.000</td><td>1.000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>0.968</td><td>1.000</td><td>1.000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.138</td><td>-</td><td>-</td><td>0.358</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>0.941</td><td>0.899</td><td>1.000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.213</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>0.667</td><td>0.650</td><td>1.000</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.464</td><td>0.463</td><td>0.577</td><td>0.644</td><td>0.849</td><td>0.643</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>0.512</td><td>0.835</td><td>0.876</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.167</td><td>-</td><td>-</td><td>0.211</td><td>-</td><td>0.443</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>0.378</td><td>0.616</td><td>0.511</td><td>0.091</td><td>0.254</td><td>-</td><td>0.354</td><td>0.650</td><td>0.327</td><td>0.314</td><td>0.282</td><td>0.597</td><td>0.091</td><td>-</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>0.276</td><td>0.407</td><td>0.416</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.245</td><td>0.299</td><td>0.306</td><td>0.245</td><td>0.209</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | 나라 | Afghanistan | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2017년 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2018년 | 0.968 | 1.000 | 1.000 | - | - | - | 0.138 | - | - | 0.358 | - | - | - | - | 2019년 | 0.941 | 0.899 | 1.000 | - | - | - | - | - | - | 0.213 | - | - | - | - | 2020년 | 0.667 | 0.650 | 1.000 | - | - | - | 0.464 | 0.463 | 0.577 | 0.644 | 0.849 | 0.643 | - | - | 2021년 | 0.512 | 0.835 | 0.876 | - | - | - | 0.167 | - | - | 0.211 | - | 0.443 | - | - | 2022년 | 0.378 | 0.616 | 0.511 | 0.091 | 0.254 | - | 0.354 | 0.650 | 0.327 | 0.314 | 0.282 | 0.597 | 0.091 | - | 2023년 | 0.276 | 0.407 | 0.416 | - | - | - | 0.245 | 0.299 | 0.306 | 0.245 | 0.209 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 나라 | Afghanistan | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2017년 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | 0.968 | 1.000 | 1.000 | - | - | - | 0.138 | - | - | 0.358 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | 0.941 | 0.899 | 1.000 | - | - | - | - | - | - | 0.213 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | 0.667 | 0.650 | 1.000 | - | - | - | 0.464 | 0.463 | 0.577 | 0.644 | 0.849 | 0.643 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | 0.512 | 0.835 | 0.876 | - | - | - | 0.167 | - | - | 0.211 | - | 0.443 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | 0.378 | 0.616 | 0.511 | 0.091 | 0.254 | - | 0.354 | 0.650 | 0.327 | 0.314 | 0.282 | 0.597 | 0.091 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | 0.276 | 0.407 | 0.416 | - | - | - | 0.245 | 0.299 | 0.306 | 0.245 | 0.209 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Assign weights (40% each to the number of threats and the number of fatalities, and 20% to the number of injuries) | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> <th>J</th> <th>K</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>나라</td> <td>Afghanistan</td> <td colspan="3">Algeria</td> <td colspan="3">Armenia</td> <td colspan="3">Azerbaijan</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>WEIGHT 0.4 0.4 0.2를 곱함</td> <td></td> </tr> <tr><td>2008년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>0.400</td><td>0.400</td><td>0.200</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>0.387</td><td>0.400</td><td>0.200</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.055</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.143</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>0.376</td><td>0.360</td><td>0.200</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.085</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>0.267</td><td>0.260</td><td>0.200</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.186</td><td>0.185</td><td>0.115</td><td>0.258</td><td>0.340</td><td>0.129</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>0.205</td><td>0.334</td><td>0.175</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.067</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.084</td><td>0.000</td><td>0.089</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>0.151</td><td>0.247</td><td>0.102</td><td>0.036</td><td>0.101</td><td>0.000</td><td>0.142</td><td>0.260</td><td>0.065</td><td>0.126</td><td>0.113</td><td>0.119</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>0.111</td><td>0.163</td><td>0.083</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.098</td><td>0.119</td><td>0.061</td><td>0.098</td><td>0.084</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> </tbody> </table> | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | 나라 | Afghanistan | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | | WEIGHT 0.4 0.4 0.2를 곱함 | | | | | | | | | | | | | | | 2008년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2009년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2010년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2011년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2012년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2013년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2014년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2015년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2016년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2017년 | 0.400 | 0.400 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2018년 | 0.387 | 0.400 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.055 | 0.000 | 0.000 | 0.143 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2019년 | 0.376 | 0.360 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.085 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2020년 | 0.267 | 0.260 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.186 | 0.185 | 0.115 | 0.258 | 0.340 | 0.129 | 0.000 | 0.000 | 2021년 | 0.205 | 0.334 | 0.175 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.067 | 0.000 | 0.000 | 0.084 | 0.000 | 0.089 | 0.000 | 0.000 | 2022년 | 0.151 | 0.247 | 0.102 | 0.036 | 0.101 | 0.000 | 0.142 | 0.260 | 0.065 | 0.126 | 0.113 | 0.119 | 0.000 | 0.000 | 2023년 | 0.111 | 0.163 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.098 | 0.119 | 0.061 | 0.098 | 0.084 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 나라 | Afghanistan | Algeria | | | Armenia | | | Azerbaijan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | WEIGHT 0.4 0.4 0.2를 곱함 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2008년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2009년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2010년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2011년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2012년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2013년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2014년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2015년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2016년 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017년 | 0.400 | 0.400 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | 0.387 | 0.400 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.055 | 0.000 | 0.000 | 0.143 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | 0.376 | 0.360 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.085 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | 0.267 | 0.260 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.186 | 0.185 | 0.115 | 0.258 | 0.340 | 0.129 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | 0.205 | 0.334 | 0.175 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.067 | 0.000 | 0.000 | 0.084 | 0.000 | 0.089 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | 0.151 | 0.247 | 0.102 | 0.036 | 0.101 | 0.000 | 0.142 | 0.260 | 0.065 | 0.126 | 0.113 | 0.119 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | 0.111 | 0.163 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.098 | 0.119 | 0.061 | 0.098 | 0.084 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | After assigning weights and summing the calculated values, transform them into units from 0 to 100 for better readability | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> <th>J</th> <th>K</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>N</th> <th>U</th> <th>V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>국가</td> <td>Afghanistan</td> <td>Algeria</td> <td>Armenia</td> <td>Azerbaijan</td> <td>Bahrain</td> <td>Belarus</td> <td>Brazil</td> <td>Burkina Faso</td> <td>Cameroon</td> <td>Central Africa</td> <td>Chad</td> <td>Chile</td> <td>China</td> <td>Colombia</td> <td>Croatia</td> <td></td> </tr> <tr><td>2008년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2009년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2010년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2011년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2012년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2013년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2014년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>7.68</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2015년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2016년</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2017년</td><td>100.00</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2018년</td><td>98.73</td><td>-</td><td>5.53</td><td>14.30</td><td>-</td><td>-</td><td>13.06</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>5.53</td><td>5.53</td><td>17.36</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2019년</td><td>93.59</td><td>-</td><td>-</td><td>8.51</td><td>-</td><td>-</td><td>16.23</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>5.37</td><td>16.67</td><td>-</td></tr> <tr><td>2020년</td><td>72.68</td><td>-</td><td>48.63</td><td>72.60</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>27.88</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2021년</td><td>71.39</td><td>-</td><td>6.68</td><td>17.28</td><td>-</td><td>6.68</td><td>26.01</td><td>11.54</td><td>4.21</td><td>40.69</td><td>-</td><td>8.42</td><td>-</td><td>4.21</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2022년</td><td>50.01</td><td>13.77</td><td>46.72</td><td>35.79</td><td>3.63</td><td>10.88</td><td>12.45</td><td>39.71</td><td>3.63</td><td>3.63</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>3.63</td><td>10.55</td><td>3.63</td></tr> <tr><td>2023년</td><td>35.66</td><td>-</td><td>27.87</td><td>18.15</td><td>-</td><td>9.02</td><td>18.38</td><td>42.81</td><td>-</td><td>29.91</td><td>-</td><td>5.53</td><td>-</td><td>3.49</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | U | V | 국가 | Afghanistan | Algeria | Armenia | Azerbaijan | Bahrain | Belarus | Brazil | Burkina Faso | Cameroon | Central Africa | Chad | Chile | China | Colombia | Croatia | | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.68 | - | - | - | - | - | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2017년 | 100.00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2018년 | 98.73 | - | 5.53 | 14.30 | - | - | 13.06 | - | - | - | - | 5.53 | 5.53 | 17.36 | - | - | 2019년 | 93.59 | - | - | 8.51 | - | - | 16.23 | - | - | - | - | - | - | 5.37 | 16.67 | - | 2020년 | 72.68 | - | 48.63 | 72.60 | - | - | - | 27.88 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2021년 | 71.39 | - | 6.68 | 17.28 | - | 6.68 | 26.01 | 11.54 | 4.21 | 40.69 | - | 8.42 | - | 4.21 | - | - | 2022년 | 50.01 | 13.77 | 46.72 | 35.79 | 3.63 | 10.88 | 12.45 | 39.71 | 3.63 | 3.63 | - | - | - | 3.63 | 10.55 | 3.63 | 2023년 | 35.66 | - | 27.87 | 18.15 | - | 9.02 | 18.38 | 42.81 | - | 29.91 | - | 5.53 | - | 3.49 | - | - |
| | | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | U | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 국가 | Afghanistan | Algeria | Armenia | Azerbaijan | Bahrain | Belarus | Brazil | Burkina Faso | Cameroon | Central Africa | Chad | Chile | China | Colombia | Croatia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2008년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2009년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2010년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2011년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2012년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2013년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2014년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.68 | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2015년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2016년 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2017년 | 100.00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2018년 | 98.73 | - | 5.53 | 14.30 | - | - | 13.06 | - | - | - | - | 5.53 | 5.53 | 17.36 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019년 | 93.59 | - | - | 8.51 | - | - | 16.23 | - | - | - | - | - | - | 5.37 | 16.67 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2020년 | 72.68 | - | 48.63 | 72.60 | - | - | - | 27.88 | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021년 | 71.39 | - | 6.68 | 17.28 | - | 6.68 | 26.01 | 11.54 | 4.21 | 40.69 | - | 8.42 | - | 4.21 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2022년 | 50.01 | 13.77 | 46.72 | 35.79 | 3.63 | 10.88 | 12.45 | 39.71 | 3.63 | 3.63 | - | - | - | 3.63 | 10.55 | 3.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023년 | 35.66 | - | 27.87 | 18.15 | - | 9.02 | 18.38 | 42.81 | - | 29.91 | - | 5.53 | - | 3.49 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

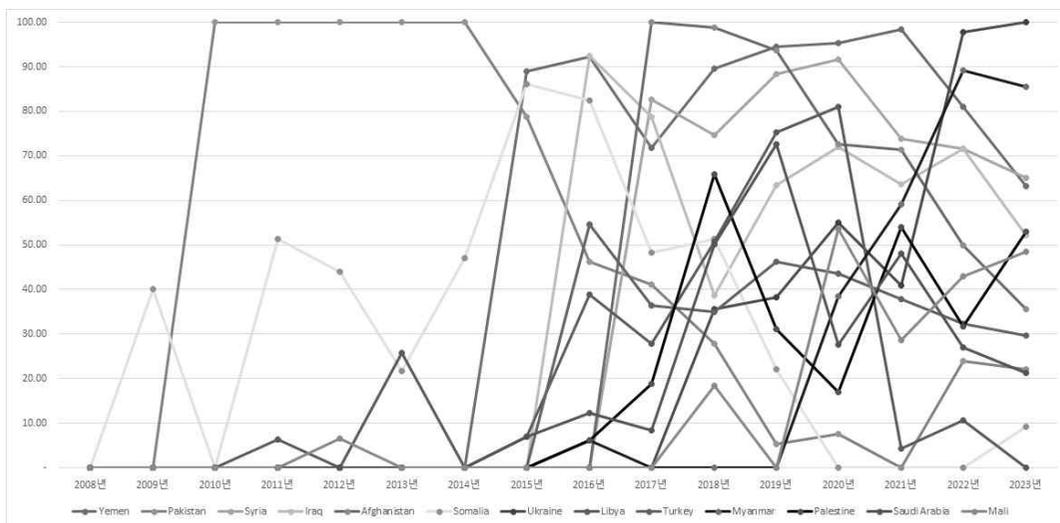
After calculating the threat index, the DTI for all 73 countries in 2022 was represented on a map with varying shades of color and numbers, as shown in <Figure 1> below.



<Figure 1> Drone Threat Index (DTI) by Country for the Year 2022

Upon reviewing the 2022 DTI, high indices were observed in war-torn Ukraine (97.77) as well as in Myanmar (89.19), Yemen (81.02), Syria (71.56), and Iraq (71.56), countries with ongoing instability. South Korea and North Korea, which experienced North Korean drone airspace violations, also recorded DTIs of 5.75 and 3.63, respectively.

The index changes for countries with a DTI above 10 up to 2022 are depicted in <Figure 2> below, and the complete data is included in the appendices.



<Figure 2> Index Changes of Countries with an Average DTI Above 10 up to the Year 2022

In this study, the developed DTI serves as a tool to quantify the threat of drones as a specific weapon system. It moves beyond qualitative analysis, which typically categorizes drone-based threats as either severe or negligible in a country, providing a quantitative representation instead. This approach can inform decision-making regarding the level of counter-drone equipment needed for missions in specific countries.

However, this research had certain limitations. The first pertains to the arbitrary assignment of weights in the DTI calculation method. In this study, weights of 40% for the number of drone threats, 40% for the number of fatalities resulting from drone threats, and 20% for the number of injuries were assigned. This decision was based on the consideration that drones are used not only in hostile activities but also in information gathering, surveillance, and reconnaissance. Therefore, the mere presence of drones can pose a significant threat. Future research should delve into a more in-depth examination of the

methodology for setting such weights.

The second limitation concerns the need for quantifying and incorporating national drone technology in DTI calculation. The DTI presented in this study is based on the number of drone-based threats and the resulting casualties. However, additional quantification of the level of drone technology on a national basis could enhance the DTI. By doing so, it would be possible to quantify the threat levels and the extent of threatening activities based on the operator of the drone. This, in turn, could enable various quantifications such as lethality, threat levels, etc., for different nations, organizations, and regions. Through quantitative analysis, it would be possible to assess the capabilities of different nations and organizations in terms of causing drone-based threats, as well as to analyze aspects related to national threats, drone technology, and drone operation.

Thank you for reading this lengthy document. I would appreciate your expert opinion on the Drone Threat Index based on these research results. Feel free to record any thoughts that come to mind while reviewing the research content. Your feedback will be used to continue more effective research. All opinions will be kept anonymous, so there is no need to include your name or position. Thank you again.

November 13, 2023

Kim, Hyungsuk

Evaluation of the Drone Threat Index

| Affiliation | Position | Name |
|-------------|----------|------|
| | | |

| Category | Comments |
|---|----------|
| The necessity or value of the Drone Threat Index | |
| Problems with the applied development method, direction for improvement | |
| Matters requiring additional analysis or inclusion | |
| Usefulness in practice | |
| Other comments | |

Appendix #1: Drone Threat Index (DTI) – Sorted by Average

| Country | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Average | Average (Without 2023) |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|---------|---------------------------|
| Yemen | - | - | - | - | - | - | - | 88.9 | 92.2 | 71.8 | 89.5 | 94.5 | 95.3 | 98.4 | 81.0 | 63.3 | 48.4 | 47.4 |
| Pakistan | - | - | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 78.8 | 46.3 | 41.2 | 27.7 | 5.4 | 7.5 | - | 23.9 | 22.1 | 47.1 | 48.7 |
| Syria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 82.6 | 74.7 | 88.3 | 91.5 | 73.9 | 71.6 | 65.0 | 34.2 | 32.2 |
| Iraq | - | - | - | - | - | - | - | - | 92.4 | 78.7 | 38.7 | 63.4 | 72.1 | 63.7 | 71.5 | 52.1 | 33.3 | 32.0 |
| Afghanistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.0 | 98.7 | 93.6 | 72.7 | 71.4 | 50.0 | 35.7 | 32.6 | 32.4 |
| Somalia | - | 40.0 | - | 51.3 | 44.1 | 21.7 | 47.1 | 86.0 | 82.5 | 48.3 | 51.2 | 22.0 | - | - | - | 9.2 | 31.5 | 33.0 |
| Ukraine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 35.7 | 38.3 | 55.0 | 40.9 | 97.8 | 100.0 | 23.0 | 17.8 |
| Libya | - | - | - | 6.3 | - | 25.8 | - | 6.9 | 38.8 | 27.8 | 50.8 | 75.3 | 81.1 | 4.2 | 10.6 | - | 20.5 | 21.8 |
| Turkey | - | - | - | - | - | - | - | - | 54.6 | 36.4 | 34.9 | 46.3 | 43.6 | 37.8 | 32.4 | 29.7 | 19.7 | 19.1 |
| Myanmar | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | - | - | 38.5 | 59.2 | 89.2 | 85.5 | 17.4 | 12.9 |
| Palestine | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 18.9 | 65.9 | 31.0 | 17.0 | 54.1 | 31.7 | 53.1 | 17.4 | 15.0 |
| Saudi Arabia | - | - | - | - | - | - | - | 6.9 | 12.3 | 8.4 | 50.1 | 72.6 | 27.6 | 48.0 | 26.9 | 21.2 | 17.1 | 16.8 |
| Mali | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | 18.4 | - | 53.6 | 28.6 | 42.9 | 48.5 | 12.4 | 10.0 |
| Ethiopia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 71.6 | 69.1 | 40.3 | 11.3 | 9.4 |
| Azerbaijan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.3 | 8.5 | 72.6 | 17.3 | 35.8 | 18.1 | 10.4 | 9.9 |
| Armenia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | 48.6 | 6.7 | 46.7 | 27.9 | 8.5 | 7.2 |
| Sudan | 40.0 | - | - | - | - | 8.1 | 7.7 | 10.9 | - | - | - | - | - | - | - | 56.3 | 7.7 | 4.4 |
| Egypt | - | - | - | - | 22.5 | - | - | - | - | 35.0 | - | 45.4 | 7.5 | 12.4 | - | - | 7.7 | 8.2 |
| Burkina Faso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27.9 | 11.5 | 39.7 | 42.8 | 7.6 | 5.3 |
| India | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 28.5 | 17.6 | 20.6 | 19.0 | 34.0 | 7.5 | 5.7 |
| Morocco | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 47.9 | 33.3 | 28.0 | 6.8 | 5.4 |
| Mexico | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | - | 47.9 | 24.4 | 25.9 | 6.7 | 5.4 | 5.4 |
| Brazil | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.1 | 16.2 | - | 26.0 | 12.4 | 18.4 | 5.4 | 4.5 |
| Niger | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 41.9 | 9.4 | 23.2 | 5.5 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Lebanon | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.7 | 5.3 | 8.8 | 20.3 | 9.5 | 9.8 | 5.7 | 8.1 | 4.8 | 4.6 |
| Russia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 32.9 | 43.6 | 4.8 | 2.2 | 2.2 |
| Nigeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23.6 | - | 23.6 | - | 3.6 | 24.5 | 4.7 | 3.4 |
| Central African Republic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 40.7 | 3.6 | 29.9 | 4.6 | 3.0 |
| Israel | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | 8.8 | 13.9 | 11.0 | 13.4 | 9.4 | - | - | 3.9 | 4.2 |
| Iran | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 9.5 | 18.7 | 10.1 | 9.0 | 3.7 | 3.4 | 3.4 |
| Colombia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 17.4 | 16.7 | - | 4.2 | 10.6 | 3.5 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |
| United Arab Emirates | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 6.7 | 27.2 | - | - | 2.5 | 2.6 |
| Mozambique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | 21.4 | 3.6 | 8.1 | 2.4 | 2.0 | 2.0 |
| Greece | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | 8.4 | 9.4 | 5.5 | 2.1 | 1.9 | 1.9 |
| Tajikistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.0 | - | - | 1.9 | 2.0 |
| Uganda | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 11.8 | 3.6 | - | 1.9 | 2.0 |
| Oman | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.4 | 9.4 | 5.5 | 1.7 | 1.5 |
| Belarus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.7 | 10.9 | 9.0 | 1.7 | 1.2 | 1.2 |
| Jordan | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 5.3 | - | - | - | - | - | 9.0 | 1.3 | 0.8 | 0.8 |
| United States | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.3 | 4.2 | 3.6 | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| Chile | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 8.4 | - | 5.5 | 1.2 | 0.9 | 0.9 |
| Cyprus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.9 | - | - | - | 3.5 | 1.1 | 0.9 |
| Venezuela | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | 8.5 | - | - | - | - | - | - | 1.1 | 1.2 |
| Indonesia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.5 | 9.4 | - | - | - | 1.1 | 1.1 |
| Philippines | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.6 | - | 3.5 | 1.0 | 0.8 | 0.8 |
| Mauritania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.7 | - | - | 0.9 | 1.0 |
| China | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | - | 3.6 | - | - | 0.9 | 1.0 |
| Algeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.8 | - | - | 0.9 | 0.9 |
| Romania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | 8.1 | 0.8 | 0.4 | 0.4 |
| North Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | 5.5 | 0.8 | 0.5 | 0.5 |
| Kyrgyzstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.5 | - | - | 3.6 | - | 0.8 | 0.8 |
| Democratic Republic of Congo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.9 | - | - | - | 3.6 | - | - | 0.7 | 0.8 |
| Sri Lanka | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.7 | - | - | - | - | - | 0.7 | 0.7 |
| Moldova | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.4 | - | - | 0.6 | 0.6 |
| France | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.2 | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Cameroon | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Chad | - | - | - | - | - | - | 7.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Kazakhstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | 3.5 | 0.4 | 0.2 | 0.2 |
| South Sudan | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.4 | 0.4 |
| South Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.7 | - | 0.4 | 0.4 |
| Trinidad and Tobago | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Georgia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Thailand | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.3 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| El Salvador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Kosovo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Solomon Islands | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Bahrain | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | - | 0.2 | 0.2 |
| Croatia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | - | 0.2 | 0.2 |
| Gambia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | - | 0.2 | 0.2 |
| Kenya | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | - | 0.2 | 0.2 |
| Taiwan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | - | 0.2 | 0.2 |
| Ecuador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - | - |
| Haiti | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - | - |

Appendix #2: Drone Threat Index (DTI) – Sorted by Alphabetical order

| Country | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Average | Average (Without 2023) |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|---------|------------------------|
| Afghanistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.0 | 98.7 | 93.6 | 72.7 | 71.4 | 50.0 | 35.7 | 32.6 | 32.4 |
| Algeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.8 | - | 0.9 | 0.9 |
| Armenia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | 48.6 | 6.7 | 46.7 | 27.9 | 8.5 | 7.2 |
| Azerbaijan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.3 | 8.5 | 72.6 | 17.3 | 35.8 | 18.1 | 10.4 | 9.9 |
| Bahrain | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Belarus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.7 | 10.9 | 9.0 | 1.7 | 1.2 |
| Brazil | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.1 | 16.2 | - | 26.0 | 12.4 | 18.4 | 5.4 | 4.5 |
| Burkina Faso | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27.9 | 11.5 | 39.7 | 42.8 | 7.6 | 5.3 |
| Cameroon | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | - | 0.5 | 0.5 |
| Central African Republic | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 40.7 | 3.6 | 29.9 | 4.6 | 3.0 |
| Chad | - | - | - | - | - | - | 7.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Chile | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 8.4 | - | 5.5 | 1.2 | 0.9 |
| China | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | - | 3.6 | - | 0.9 | 1.0 |
| Colombia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 17.4 | 16.7 | - | 4.2 | 10.6 | 3.5 | 3.3 | 3.3 |
| Croatia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Cyprus | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.9 | - | - | - | 3.5 | 1.1 | 0.9 |
| Democratic Republic of Congo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.9 | - | - | - | 3.6 | - | 0.7 | 0.8 |
| Ecuador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - |
| Egypt | - | - | - | - | - | 22.5 | - | - | - | 35.0 | - | 45.4 | 7.5 | 12.4 | - | - | 7.7 | 8.2 |
| El Salvador | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Ethiopia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 71.6 | 69.1 | 40.3 | 11.3 | 9.4 |
| France | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.2 | - | - | - | 0.5 | 0.5 |
| Gambia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Georgia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Greece | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.4 | - | 8.4 | 9.4 | 5.5 | 2.1 | 1.9 |
| Haiti | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 0.2 | - |
| India | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 28.5 | 17.6 | 20.6 | 19.0 | 34.0 | 7.5 | 5.7 |
| Indonesia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.5 | 9.4 | - | - | 1.1 | 1.1 |
| Iran | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 9.5 | 18.7 | 10.1 | 9.0 | 3.7 | 3.4 |
| Iraq | - | - | - | - | - | - | - | 92.4 | 78.7 | 38.7 | 63.4 | 72.1 | 63.7 | 71.5 | 52.1 | 33.3 | 32.0 | 32.0 |
| Israel | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | 8.8 | 13.9 | 11.0 | 13.4 | 9.4 | - | 3.9 | 4.2 | 4.2 |
| Jordan | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 5.3 | - | - | - | - | - | - | 9.0 | 1.3 | 0.8 |
| Kazakhstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | 3.5 | 0.4 | 0.2 |
| Kenya | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Kosovo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Kyrgyzstan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.5 | - | - | 3.6 | - | 0.8 | 0.8 |
| Lebanon | - | - | - | - | - | - | - | 9.7 | 5.3 | 8.8 | 20.3 | 9.5 | 9.8 | 5.7 | 8.1 | 4.8 | 4.6 | 4.6 |
| Libya | - | - | - | 6.3 | - | 25.8 | - | 6.9 | 38.8 | 27.8 | 50.8 | 75.3 | 81.1 | 4.2 | 10.6 | - | 20.5 | 21.8 |
| Mali | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | 18.4 | - | 53.6 | 28.6 | 42.9 | 48.5 | 12.4 | 10.0 |
| Mauritania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.7 | - | 0.9 | 1.0 |
| Mexico | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | - | - | 47.9 | 24.4 | 25.9 | 6.7 | 5.4 |
| Moldova | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.4 | - | 0.6 | 0.6 |
| Morocco | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 47.9 | 33.3 | 28.0 | 6.8 | 5.4 |
| Mozambique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | 21.4 | 3.6 | 8.1 | 2.4 | 2.0 |
| Myanmar | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | - | - | - | - | 38.5 | 59.2 | 89.2 | 85.5 | 17.4 | 12.9 |
| Niger | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 41.9 | 9.4 | 23.2 | 5.5 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Nigeria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23.6 | - | 23.6 | - | 3.6 | 24.5 | 4.7 | 3.4 |
| North Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | 3.6 | 5.5 | 0.8 | 0.5 |
| Oman | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.4 | 9.4 | 5.5 | 1.7 | 1.5 |
| Pakistan | - | - | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 78.8 | 46.3 | 41.2 | 27.7 | 5.4 | 7.5 | - | 23.9 | 22.1 | 47.1 | 48.7 |
| Palestine | - | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 18.9 | 65.9 | 31.0 | 17.0 | 54.1 | 31.7 | 53.1 | 17.4 | 15.0 | 15.0 |
| Philippines | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.6 | - | 3.5 | 1.0 | 0.8 |
| Romania | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - | 8.1 | 0.8 | 0.4 |
| Russia | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 32.9 | 43.6 | 4.8 | 2.2 |
| Saudi Arabia | - | - | - | - | - | - | 6.9 | 12.3 | 8.4 | 50.1 | 72.6 | 27.6 | 48.0 | 26.9 | 21.2 | 17.1 | 16.8 | 16.8 |
| Solomon Islands | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.2 | - | - | 0.3 | 0.3 |
| Somalia | - | 40.0 | - | 51.3 | 44.1 | 21.7 | 47.1 | 86.0 | 82.5 | 48.3 | 51.2 | 22.0 | - | - | - | 9.2 | 31.5 | 33.0 |
| South Korea | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.7 | - | 0.4 | 0.4 |
| South Sudan | - | - | - | - | 6.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.4 | 0.4 |
| Sri Lanka | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.7 | - | - | - | - | 0.7 | 0.7 |
| Sudan | 40.0 | - | - | - | - | 8.1 | 7.7 | 10.9 | - | - | - | - | - | - | - | 56.3 | 7.7 | 4.4 |
| Syria | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 82.6 | 74.7 | 88.3 | 91.5 | 73.9 | 71.6 | 65.0 | 34.2 | 32.2 |
| Taiwan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | - | 0.2 | 0.2 |
| Tajikistan | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.0 | - | 1.9 | 2.0 |
| Thailand | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.3 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Trinidad and Tobago | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.4 |
| Turkey | - | - | - | - | - | - | - | 54.6 | 36.4 | 34.9 | 46.3 | 43.6 | 37.8 | 32.4 | 29.7 | 19.7 | 19.1 | 19.1 |
| Uganda | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 11.8 | 3.6 | - | 1.9 | 2.0 | 2.0 |
| Ukraine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 35.7 | 38.3 | 55.0 | 40.9 | 97.8 | 100.0 | 23.0 | 17.8 |
| United Arab Emirates | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - | - | 6.7 | 27.2 | - | 2.5 | 2.6 |
| United States | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.3 | 4.2 | 3.6 | - | 1.3 | 1.3 |
| Venezuela | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | 8.5 | - | - | - | - | 1.1 | 1.2 |
| Yemen | - | - | - | - | - | - | - | 88.9 | 92.2 | 71.8 | 89.5 | 94.5 | 95.3 | 98.4 | 81.0 | 63.3 | 48.4 | 47.4 |