

전자공격체계 연구개발 동향 분석과 발전방안에 대한 연구

심재성*, 박병호
국방기술진흥연구소

A Study on the Analysis of R&D Trends and the Development Plan of Electronic Attack System

Jaeseong Sim*, Byoung-Ho Park
Korea Research Institute for Defense Technology Planning and Advancement

요약 전자공격체계는 전파를 사용하는 방공 레이더, 무선 지휘통신망, 유도 미사일과 같은 다중 위협에 대해 신호추적, 전자교란 등의 전자전 임무 수행을 위한 필수 무기체계이다. 군사적으로는 전자공격 임무 수행을 통해 다중 위협의 기능 무력화 등 해당 위협으로부터 아군 전력을 보호하여 생존성 향상과 더불어 전투효과 극대화가 가능하다. 또한, 최근 민간 분야에서는 공항, 통신 기지국, 발전소와 같은 핵심기반시설에 대한 드론 공격 등의 위협 대응을 위하여 전파방해 시스템으로 활용이 가능하다. 본 연구에서는 항공 플랫폼 기반 국외 전자공격체계에 대하여 전자공격 임무에 따른 분류 기준을 살펴본 후 이에 따른 국외 전자공격체계의 최신 연구개발 동향을 조사·분석한다. 더불어, 운용환경별 국내 전자공격체계의 연구개발 동향과 국내 안보환경 속에서 예측되는 미래 전장환경을 분석하여 국외 연구개발 동향 대비 국내 전자공격체계의 기술분야별 연구 발전이 필요한 다중위협 대응 신호추적 기술, 고출력 동시 전자교란 기술 등 다변적이고 고도화되는 미래 전장환경에 부합할 수 있는 국내 전자공격체계의 연구 발전방안을 제시한다.

Abstract An electronic attack (EA) system is an essential weapon system for performing electronic warfare missions that contain signal tracking and jamming against multiple threats using electromagnetic waves, such as air defense radars, wireless command and communication networks, and guided missiles. The combat effectiveness can be maximized, and the survivability of militarily protecting combat power can be enhanced through EA mission operations, such as disabling the functions of multiple threats. The EA system can be used as a radio frequency jamming system to respond to drone attacks on the core infrastructure, such as airports, power plants, and communication broadcasting systems, in the civilian field. This study examined the criteria for classification according to the electronic attack missions of foreign EA systems based on an aviation platform. The foreign R&D trends by those criteria were investigated. Moreover, by analyzing the R&D trends of domestic EA systems and future battlefields in the domestic security environments, this paper proposes technological development plans of EA systems suitable for the future battlefield environments compared to the foreign R&D trends.

Keywords : Electronic Warfare, Weapon System, Electronic Attack, R&D Trends, Core Technology

*Corresponding Author : Jaeseong Sim(Korea Research Institute for Defense Technology Planning and Advancement)

email: js_sim@dtaq.re.kr

Received April 28, 2021

Accepted June 4, 2021

Revised May 24, 2021

Published June 30, 2021

1. 서론

근래의 현대전 양상은 기술발전에 힘입어 급격히 고도화되고 있으며, 지휘통제체계를 바탕으로 한 초연결 네트워크 중심전, 유·무인 복합임무 수행 등의 전장으로 확대되고 있다. 이러한 전장환경 속에서 전자전의 개념은 Fig. 1에서 보는 바와 같이, 기존의 지상·공중·해상 플랫폼을 바탕으로 한 작전수행 환경에서 최근에는 우주 및 사이버 환경까지의 영역으로 확장되고 있다[1].



Fig. 1. Operational Concept for Electronic Warfare System[1]

미 합동 교범에 따르면, 전자전은 작전범위에 따라 전자전 지원, 전자공격, 전자보호로 구분되며 이 중 전자공격은 전자기파, 지향성 고에너지파 등을 사용하여 적의 전투력을 저하시키거나 무력화, 파괴하는 것을 목적으로 전투원, 시설, 장비에 공격하는 행위로 정의하고 있다[2].

전자공격체계는 전자교란(jamming) 신호 송출을 통해 위협 대상국의 감시정찰 자산, 무선통신망, 방공망 등 전파를 사용하는 무기체계에 본연의 임무 기능을 마비, 무력화시키는 무기체계로, 이를 위해서는 신호 정보 수집 및 분석, 위협 무기체계의 알려진 제원 추정, 전자전투서열(electronic order of battle) 파악, 신호원 위치 식별 등의 기능을 수행하는 전자전 지원 장비와의 정보 연동이 필수적이다. 임무 수행을 통해 위협으로부터 아군 무기체계를 보호하여 생존성 향상을 도모하고, 더불어 효율적인 군사작전 수행을 가능하게 한다. 이러한 특징은 전장 상황을 급격히 변화시킬 수 있는 게임체인저로서의 역할이 가능하며, 따라서 군사적으로 활용성을 대단히 높다고 볼 수 있다[3]. 최근에는 영국 캐드워 공항 운항 중단 사건, 사우디아라비아 정유시설 가동 중단 사건 등 민간시설에 대한 드론 위협이 증대되고 있으며, 이에 위협대응을 위한 대부분의 안티드론체계가 전파를 통해 잡음이나 유사 GPS 신호 등을 활용한 전파방해 방식으로

구축되고 있어 민간 분야에서도 전자공격체계의 활용성은 상당히 높다[4].

전자공격과 관련한 동향 연구는 2013년 임중수, 백운섭의 전자공격 기법 분석 연구가 있다[5]. 다만 해당 연구에서는 기술적 관점의 전자공격 기술에 대한 개념적인 이론 연구로, 미래 전장환경 예측과 최신 연구개발 동향 위주의 전자공격체계에 대한 분석 연구는 부족한 상황이다.

본 연구에서는 Fig. 2와 같이 기존에 연구된 국내 연구동향 사례를 분석하고, 국내·외 대표적인 전자공격체계의 연구개발 동향과 이와 관련된 핵심 전자공격 기술을 살펴본다. 이를 통해 전자공격체계 및 관련 기술의 국내·외 현황을 비교·분석하여, 복잡적이고 다변적으로 진화하는 전장 패러다임에 부합하는 전자공격체계를 위한 연구 분야별 발전방안을 제시한다.

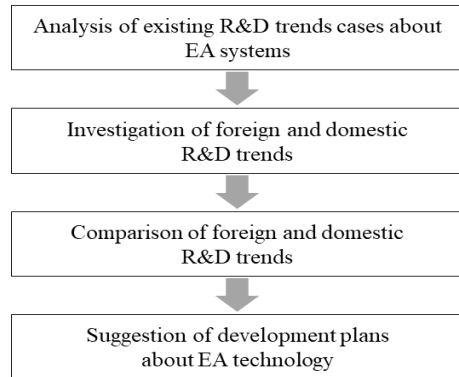


Fig. 2. Schematic Diagram of the Research Process

2. 전자공격체계 주요 연구개발 동향

2.1 국외 연구개발 동향

미국은 전자공격체계와 관련된 연구개발에 있어 선도적인 역할을 하는 최선진권의 국가이며, 주로 항공 플랫폼 위주로 외장 포드(pod) 형태로 탑재하거나 기체 내부 개조를 통한 전자전 장비를 체계통합하는 방식으로 연구개발이 진행되어 왔다.

미 국방부는 항공 플랫폼 기반 전자공격체계에 대하여 임무수행 역할에 따라 크게 3가지 방식으로 분류하고 있으며 Table 1과 같이 나타낼 수 있다. 구체적으로, 지대공미사일(SAM : Surface-to-Air Missile) 회피 불가 구역(no escape range) 안에서 전자교란을 수행하는 근접지원 전자교란(stand-in jamming), 방공망(defended

airspace) 탐지 범위 내 SAM 사격유효거리 밖에서의 전자교란을 수행하는 호위지원 전자교란(escort jamming), 방공망 탐지 범위 밖에서의 전자교란을 수행하는 원격지원 전자교란(stand-off jamming)으로 정의하고 있다[6].

Table 1. Three Major Capability Areas of Military Operations for Airborne EA Weapon System[6]

EA Capability Area	Stand-in Jamming	Escort Jamming	Stand-off Jamming
Range	Inside Surface-to-Air-Missile(SAM)	Outside of SAM & Inside Defended Airspace	Outside of Defended Airspace
EA Weapon System	ADM-160C (MALD-J)	EA-6B (Prowler), EA-18G (Growler)	EC-130H (Compass Call)

각 분류에 해당하는 대표적인 국의 전자공격체계를 살펴보면, Fig. 3과 같이 F-16 전투기, B-52 전략폭격기에 탑재되는 ADM-160C 초소형 공중발사 기만기 재머(MALD-J : Miniature Air Launched Decoy Jammer)가 있다. 2010년 초도비행을 성공하였으며, GPS신호 기반 자체 항법 기술과 보조항법 개념의 관성항법 기술이 적용된 정밀 유도제어 기술과 데이터링크 통신, TJ-150 터보젯 엔진 기술 등이 적용되었다. 이를 통해 레이더 방공망, SAM 등에 근거리로 위치시켜 전자교란 효과를 극대화하고 아군 전투기 비행 프로파일 모사 등을 통해 위협자산의 탐색 기능을 무력화한다. 공개된 제원은 최대상승고도 10,668m, 속도 1,040km/h, 운용거리 900km, 체공시간 35분 수준인 것으로 알려져 있다. 최근에는 MALD-J에서 저고도 비행 기술, 데이터링크 통신 강화 기술, 모듈 기반 고출력 전자교란 기술이 포함된 차세대 MALD-X를 개발 중이다[7].

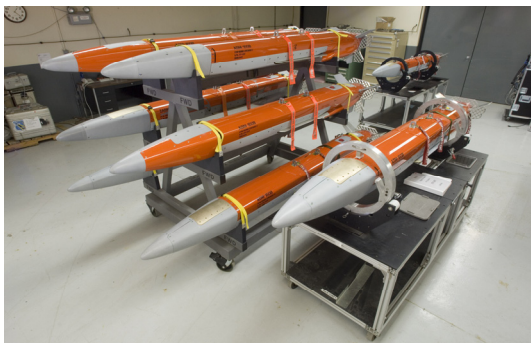


Fig. 3. Miniature Air Launched Decoy Jammer(MALD-J)[7]

전투기 기반의 전자공격체계는 편대비행을 하는 아군 전투기에 근접하여 호위지원 전자교란 임무를 수행하며 그 중 Fig. 4와 같이, EA-6B Prowler는 1968년 개발된 시제기의 초도비행 이후 2019년까지 미 해군에서 운용되었으며, 기존 A-6 전투기에 외장형 포드 전자교란 장비를 기체 하부에 탑재한 전자공격 무기체계로 AN/ALQ-99, AN/USQ-113 등의 전자교란 장비가 탑재된다. AN/ALQ-99 전자교란 장비의 경우, AN/ALQ-99A(V) 장비부터 AN/ALQ-99F(V) 장비까지 지속적인 성능개량 사업을 통해 주파수대역 확장 기술과 고출력 송출 기술, 최신 컴퓨팅 기반의 전자교란 제어 기술 등을 개발하였다. 주요 제원은 상승고도 12,192m, 속도 920km/h, 운용거리는 1,840km이며 전자공격 성능은 블레이드 모노폴 타입의 안테나를 통해 HF/VHF/UHF대역에 속한 20~1000MHz 통신대역과 C밴드부터 J밴드를 포함하는 0.5~18GHz 비통신대역에 대해 약 200km 이상의 유효한 전자공격 범위를 보유한 것으로 알려져 있다[8].



Fig. 4. EA-6B Prowler and AN/ALQ-99 Tactical Jamming System[8]

EA-18G Growler는 Fig. 5와 같이 2006년 초도비행 이후 미 해군에서 운용되고 있으며 F/A-18F Super Hornet 전투기 플랫폼에 성능개량된 AN/ALQ-99 외장형 포드 및 기체 양날개 끝(wing tip)에 장착되는 AN/ALQ-218 디지털 수신 장비와 이외 AN/APG-79 능동 전자주사식 위상배열(AESA : Active Electronically Scanned Array) 레이더, AN/ALR-67 레이더경보기, AIM-120 공대공 미사일, AGM-88 지대공 미사일 등 첨단 장비,

무장을 탑재하여 EA-6B Prolwer 대비 플랫폼 기동성, 생존성, 전자공격 능력, 표적타격 등 모든 부분에서 개선되었다. 주요 제원은 상승고도 15,240m, 속도 2,205km/h, 운용거리 2,346km으로 알려져 있다. 최근에는 탑재장비 간 전파간섭 문제 및 주파수대역 확장, 전자공격 성능 향상을 위해 AN/ALQ-249 차세대 재머(NGJ : Next Generation Jammer)를 100MHz~2GHz의 저대역(low band), 2~6GHz의 중대역(middle band), 6~18GHz의 고대역(high band) 등 3개 사업으로 구분하여 개발을 진행 중이며, AESA 방식의 2차원 배열 안테나 기술을 적용하여 다중 위협에 대해 동시적인 전자교란이 가능한 것으로 알려져 있다[9].



Fig. 5. EA-18G Growler and AN/ALQ-247 Next Generation Jammer[9]

원격지원 전자교란을 수행하는 EC-130H Compass Call은 Fig. 6과 같다. 1981년 초도 비행 성공 후 현재까지 미 공군에서 운용되고 있으며, C-130H Hercules 수송기 플랫폼에 SPEAR(SPEcial Emitter ARray)라 불리는 전자교란 포트 2식을 장착하여 최대 4개의 적 지휘통신망, 급조폭발물(improved explosive device) 등 통신대역 다중위협에 대한 전자공격 임무를 수행한다. 광역 통신망에 대한 전자교란을 수행하여야 하기 때문에 고출력 전자교란 기술이 필수적이며, 20~1000MHz에 속하는 통신대역을 저·중·고 3개 대역으로 구분하여 와이어 타입 대수주기 안테나(Wire Log Periodic Dipole Antenna), 돌출형 안테나 및 배열 안테나를 장착하였다. 또한, 레이더경보기, 미사일 접근 경보기, 채프/플래어 발사장치, 지향성 적외선 방해장비 등 자체보호장비 탑재

로 생존성을 강화하여 EA-6B, EA-18G 전투기에 비해 낮은 기동력을 극복하였다. 주요 제원은 상승고도 약 7,620m, 속도 482km/h, 운용거리 약 3,694km이다. 최근에는 노후화된 EC-130H 플랫폼을 대체하는 EC-37B 사업을 통해 G550 비즈니스 제트기를 대체 플랫폼으로 선정하여 EC-130H의 전자전 장비를 이식하는 사업이 진행 중인 것으로 알려져 있다[10].



Fig. 6. EC-130H and EC-37B Compass Call[10]

2.2 국내 연구개발 동향

앞서 소개된 전자교란 임무 역할에 따라 공중 기반 위주의 다양한 전자공격체계를 지속적으로 연구개발하는 국외 동향과는 달리, 국내 전자공격체계는 지상·공중·해상 운용환경별 단일 전자공격체계에 대한 연구개발을 진행하여 왔다.

국내 연구개발을 통해 2000년대 초반 개발된 함정용 전자전장비(SLQ-200K)는 추적 레이더, 대함 미사일 탐색기 등 다양한 위협에 대해 아군 함정을 보호하기 위한 전자공격체계이며 Fig. 7과 같다. 전자전 지원 장비를 통해 들어오는 위협 신호를 실시간으로 식별하고, 신호원의 방향을 정밀하게 탐지하는 기술과 고밀집 신호 환경에서 펄스열 단위 신호를 추적하여 위협을 정밀하게 구분하는 기술을 적용하였다. 이러한 정보를 바탕으로 주엽(mainlobe) 펄스신호에 맞춰 디지털 기반 고출력 전자교란 신호를 송신하는 기술이 적용되었다. 최근에는 '17년부터 '20년까지 36개월 간 핵심부품국산화 개발지원사업 수행을 통해 전자교란 장비의 핵심인 디지털 고

주파 기억장치(DRFM : Digital Radio Frequency Memory)에 대해 고속 디지털화(digitizing) 제작 기술과 대용량의 신호 처리 및 저장기술 등을 개발한 사례가 있다[11].

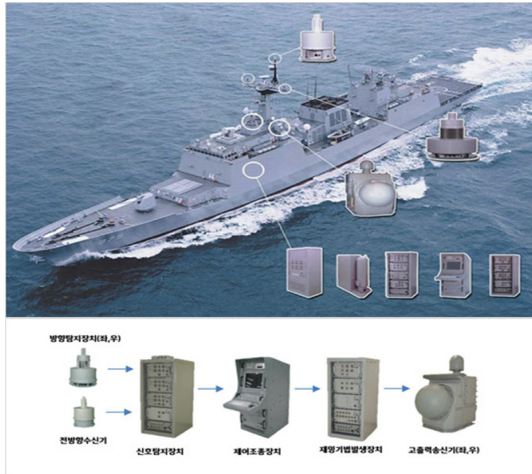


Fig. 7. SLQ-200K[11]

전투기 외장형 전자방해장비(ALQ-200K)는 2000년대 중반 연구개발을 통해 KF-16D, RF-4C 등 다목적 전술항공기 기체 하부에 전자공격 포드를 장착한 전자공격체계로 Fig. 8과 같다. 방공 레이더, 대공포, 공중미사일 등에서 방사되는 주엽 펄스신호를 자동으로 탐지하고 실시간 위협 식별과 정밀 방향탐지를 수행한다. 또한, 전자공격 대응 시 DRFM 기술을 적용하여 비통신대역에 대한 시분할 방식의 전자교란 능력을 강화하였다. 다만 광역범위의 전자교란 임무 수행보다는 플랫폼 자체의 생존성 향상을 위한 전자보호 목적의 장비로 개발되었다[12].



Fig. 8. ALQ-200K[12]

지상전술전자전장비-II(TLQ-200K)는 Fig. 9와 같이 무선 통신망에 대해 정보 획득 및 전자공격을 수행하는 전술차량 기반의 전자공격체계로 2010년대 개발을 완료하였다. 전자전 지원 장비, 전자공격 장비, 기술통제분석장비(TCAE : Technical Control Analysis Equipment)로 구성되며, 전자전 지원 장비는 UHF/VHF/HF대역의 위협 무선통신 신호에 대해 실시간 정보 획득 및 자동 탐지 기술, 변조 신호에 대한 자동 인식 기술, 위협 신호원의 정밀 방향 탐지 기술이 적용되었다. 전자공격 장비는 TCAE 장비의 제어명령에 따라 고출력의 다중 무선통신망에 대해 전자교란이 가능하며, 특히 주파수 도약(frequency hopping) 신호에 대해서도 전자교란이 가능한 기술이 적용되었다. TCAE장비는 전자전 지원 장비, 전자공격 장비와의 유·무선 자동 연동 기능을 바탕으로 단일 TCAE 장비에서 전장상황 정보를 고려한 통합적인 전자전 임무 수행이 가능하다[13].

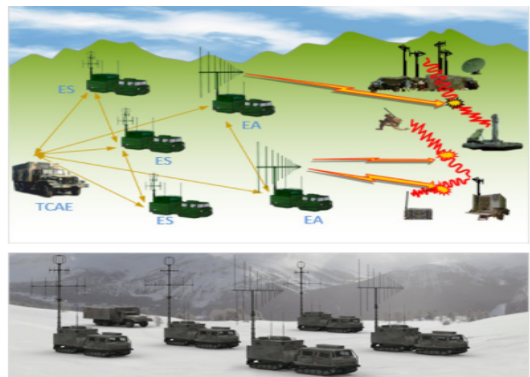


Fig. 9. TLQ-200K[13]

3. 전자공격체계 연구 발전방안

앞서 살펴본 국외 전자공격체계의 연구개발 동향은 항공 플랫폼 기반의 최신 전자전 장비를 탑재하여 다중 위협이 혼재되는 환경에서 주파수 전 대역에 대하여 실시간적으로 동시 대응할 수 있는 전자교란 기술과 원거리 광역 전자교란을 위한 고출력 송신 기술등의 연구가 개발되고 있는 추세로 발전하고 있다. 한반도 주변의 안보 환경은 미중 간 경쟁 등 주변국 군사력 증강에 따라 위협이 날로 증대되고 있으며[14], 이러한 상황 속에서 한반도의 미래 전장환경에 부합하는 전자공격체계로의 연구발전이 필요하다. 기존의 플랫폼 자체보호를 위한 국내 보유 전자교란 기술은 Table. 2와 같이 미래 전장환경에

서의 다중위협에 대한 효과적인 전자전 대응이 상당히 제한되기 때문에 이를 대비하기 위한 다중위협 대응 신호추적 기술과 고출력 기반의 동시 전자교란 기술에 대한 연구가 필요하다.

Table 2. Comparison of Core Technology Capability about EA Systems

Core Technology	Signal Tracking	Electronic Jamming
Foreign	Mainlobe/Sidelobe, Wide Frequency Band	AESA Radar, GaN High Power Amplifier, Long Range
Domestic	Mainlobe, Narrow Frequency Band	Self-protection, Small Range

3.1 다중위협 대응 신호추적 기술

위협 대상국의 탐색 레이더와 같은 감시정찰 자산으로부터 아군 전력의 노출을 최대한 막아 피해를 최소화하는 것이 필수적이며 이를 위해서는 전자교란 신호를 통해 허위표적을 생성하여 위협 레이더를 기만할 수 있어야 한다. 허위표적 생성을 위해서는 수신되는 위협 신호에 대한 주파수, 펄스 진폭, 펄스반복주기, 펄스 변조 등 펄스 특성 분석이 필수적이며, 해당 신호를 지속적으로 갱신하고 다음 펄스신호까지 예측하는 기술이 필요하다. 그러나, 실제 전자전 운용 환경은 다양한 위협 신호와 공중에 무수히 산란된 신호들이 혼재되어 있는 고밀집된 전파 환경이며 이러한 환경에서 위협대상 신호만을 분리하여 지속적으로 추적하는 기술은 동시 다발적인 다중위협에 대응을 위해 필수적으로 요구된다.

또한, 전자공격 범위는 점차 광범위화되고 있어 원거리에서도 전자교란을 통해 아군 전력을 보호할 수 있어야 하며, 위협 레이더의 주엽 신호에 포착되는 표적의 방향과 다른 방향에서 부엽(sidelobe)을 통한 원격지원 전자교란 수행이 필요하므로 이를 위한 부엽 펄스신호 추적 기술에 대한 연구가 필요하다.

3.2 고출력 기반 동시 전자교란 기술

무선통신망, 레이더 방공망, 미사일 탐색기 등 주파수 대역이 상이한 위협들이 광범위하게 배치된 전장환경에서 아군전력의 보호와 전자공격 임무수행 효과의 극대화를 위해 고출력 기반 동시 전자교란 기술 확보는 필수적이며 해당 기술은 고출력 송신을 위한 반도체 기반 증폭기 기술, 동시 교란을 위한 2차원 위상배열 안테나 설계

기술 및 다중빔 형성 기술을 포함한다.

고출력의 전파 송신을 위해서는 신호를 증폭하기 위한 증폭기 설계 기술이 필요하며 최근 국외에서는 소형·경량화 및 수명시간 등 우수한 장점을 가진 질화갈륨(GaN : Gallium Nitride) 소자를 이용하여 고효율 증폭 모듈을 제작하고, 주파수 대역별 공간결합 원리를 이용한 고출력 증폭기를 개발하였다. 국내에서도 국방분야 민군겸용기술사업인 'Ka 대역 GaN MMIC 기반 SSPA 개발' 및 선도형 핵심기술사업의 'GaN RF 전력증폭 소자 공정 개발' 등 정부출연 핵심기술 개발을 통해 관련 원천 기술을 확보해 나가고 있다[15]. 그러나 개별 증폭 모듈 수준의 연구개발 수행으로 전자교란 장비에 활용하기 위해서는 공간결합 방식을 통해 개별 증폭모듈을 집적화하여 선진국 수준의 고출력 신호송신 장비 제작이 필요하며 증폭 모듈 집적화에 따른 높은 발열로 인한 성능 저하, 방열 구조 설계, 신호증폭 과정에서 불요(spurious) 신호 제거 등 문제 해결을 위한 추가적인 연구가 필요하다.

다중 위협정보의 방향 혹은 위치가 파악된 상황에서 해당 방향으로 높은 지향성의 고출력 전자교란 신호를 방사하여 높은 유효방사출력(effective isotropic radiated power)을 확보하여 전자교란 효과를 극대화하는 것이 필수적이며, 이를 위해 2차원 능동위상배열 안테나 설계 기술과 다채널 기반 다중빔 형성 기술이 필요하다. 국외에서는 이미 앞서 소개된 AN/ALQ-249 NGJ와 같이 2차원 능동 위상배열 안테나와 다중빔 송신 기술을 연구개발 중이며, 국내에서도 국방 핵심기술 사업을 통해 8×8 능동 위상배열 방식의 수직·수평 편파 송신이 가능한 안테나를 개발한 사례가 있다[16]. 이러한 배열 안테나를 통해 위상이나 시간을 제어하는 빔조향 제어 기술을 적용하여 원하는 방향으로의 극대화된 송신빔을 형성할 수 있다. 그러나, 단일빔 생성 수준의 연구수행으로 다중 위협에 전자교란 신호를 동시적으로 송신하기 위해서는 주파수 분할 다중 방식(frequency division multiplexing) 개념의 다채널 구조 설계와 다중빔 조향 제어기술 연구가 필요하며, 배열 안테나를 통해 광대역 전자교란 신호를 송신할 때 인접한 안테나 배열 소자 간 거리에 따라 발생하는 안테나 이득 특성 저하, 빔 형성 왜곡 등 상호결합(mutual coupling) 문제를 해결하기 위한 연구가 필요하다.

4. 결론

4차 산업혁명 관련 기술의 국방분야 접목을 통해 미래

의 전장 환경은 첨단 정보체계 기반 전략적 마비 개념의 스마트 전장으로 발전될 것으로 예상되며[17], 전자공격 체계는 최신 정보수집과 전자교란을 통한 전략적 마비 수행이 가능한 핵심 무기체계로, 국가 전략자산으로서의 중요성이 날로 증대되고 있다. 본 연구에서는 국외 전자공격체계의 주요 분류와 연구개발 동향, 그리고 국내 전자공격체계의 연구개발 동향을 조사·분석하였으며 이를 토대로 전자공격체계 관련 미래 전장환경에 부합하는 전자공격체계를 위한 기술 분야별 전자공격체계의 연구 발전방안을 제시하였다. 탐지가 점차 어려워지는 AESA 기반 레이더 방공망, 최신 알고리즘 기반 유도 미사일 탐색기의 고정밀화, 은밀 무선통신 기반 지휘통신망 구축 등 주변 다중위협 고도화에 대응할 수 있는 고정밀 다중위협 대응 신호추적 기술과 고출력 기반 동시 전자교란 기술을 통해 향후 국내 전자공격체계의 연구개발 추진 간 방향성 정립에 활용될 수 있기를 기대한다.

References

- [1] Defense Agency for Technology and Quality, Defense Science & Technology Development Trend and Level : Vol. 3. Intelligence·Surveillance·Reconnaissance(ISR), 2019, pp.386-518.
- [2] The Joint Chiefs of Staff, United States, Joint Publication(JP) 3-13.1 Electronic Warfare : Chpater I, 2012, pp.1-18.
- [3] S. Kim, "The Evolution of Future Warfare and the Transformation of International Politics: The Complex Geopolitics of Autonomous Weapon Systems, Korea Open Access Journals , Vol.62, No.3, pp.93-118, Sep. 2019.
DOI : <https://doi.org/10.23011/jnds.20>
- [4] S. Hwang, D. Kim, "A Study on the Establishment of Anti-Drone system for the Protection of National Important Facilities", *Journal of Digital Convergence*, Vol.18, No.11, pp.247-257, Nov. 2020.
DOI : <https://doi.org/10.14400/JDC.2020.18.11.247>
- [5] J. Lim, U. Jeong, "Development Direction of Electronic Attack Technology", *The Proceedings of the Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, Vol.24, No.6, pp.14-24, Dec. 2013.
- [6] United States Government Accountability Office(GAO), Airborne Electronic Attack: Achieving Mission Objectives Depends on Overcoming Acquisition Challenges, Report to the Committee on Armed Services, House of Representatives, United States, pp.5-10.
- [7] J. Sunil, J. Edwards, P. Dhingra, S. Tetarwal, M. Wasif, H. Griffith, C4ISR & Mission Systems: Air Yearbook, Radio Frequency Countermeasures: Miniature Air-launched Decoy, Jane's Information Group, United Kingdom, Apr. 2020.
- [8] G. Ebbutt, H. Griffith, M. Streetly, M. Wasif, J. Williamson, C4ISR & Mission Systems: Air Yearbook, Radio Frequency Countermeasures: Northrop Grumman EA-6B Improved Capability III Prowler, Jane's Information Group, United Kingdom, Nov. 2018.
- [9] J. Sunil, J. Edwards, P. Dhingra, S. Tetarwal, M. Wasif, H. Griffith, C4ISR & Mission Systems: Air Yearbook, Radio Frequency Countermeasures: EA-18G Growler, Jane's Information Group, United Kingdom, Apr. 2020.
- [10] J. Edwards, P. Dhingra, K. Panigrahy, M. Wasif, J. Sunil, C4ISR & Mission Systems: Air Yearbook, Radio Frequency Countermeasures: EC-130H Compass Call, Jane's Information Group, United Kingdom, Jan. 2021.
- [11] Agency for Defense Development, C4I&Information Warfare : SLQ-200K [Internet], Available From: <https://www.add.re.kr/board?menuId=MENU02707&siteId=SITE00002> (accessed Apr. 26, 2021)
- [12] Agency for Defense Development, C4I&Information Warfare : ALQ-200K [Internet], Available From: <https://www.add.re.kr/board?menuId=MENU02706&siteId=SITE00002> (accessed Apr. 26, 2021)
- [13] Agency for Defense Development, C4I&Information Warfare : TLQ-200K [Internet], Available From: <https://www.add.re.kr/board?menuId=MENU02705&siteId=SITE00002> (accessed Apr. 26, 2021)
- [14] Ministry of National Defense, Republic of Korea, 2020 Defense White Paper, 2020, pp.11-18.
- [15] S. H. Lee, S. I. Kim, B. G. Min, J. W. Lim, Y. H. Kwon, E. S. Nam, "Technical Trends of Next-Generation GaN Power Amplifier for High-frequency and High-Power", *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol.29, No.6, pp.1-13, Dec. 2014.
DOI : <https://doi.org/10.22648/ETRI.2014.J.290601>
- [16] J. Kim, S. Choi, D. H. Kim, H. J. Park, D. H. Kim, W. Y. Lee, I. S. Kim, C. H. Lee, "Development of Wide-Band Planar Active Array Antenna System for Electronic Warfare", *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, Vol.30, No.6, pp.467-478, Jun. 2019.
DOI : <https://doi.org/10.5515/KJKIEES.2019.30.6.467>
- [17] J. Kim, The 4th Industrial Revolution and Defense Science & Technology, Monthly Industrial Economics: Policy and Issue, Korea Institute for Industrial Economics & Trade, Republic of Korea, pp.82-85.

심 재 성(Jaeseong Sim)

[정회원]



- 2014년 2월 : 한양대학교 융합전자공학부 (공학사)
- 2016년 8월 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 (공학석사)
- 2016년 8월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

기술기획, 전자전, 정보통신

박 병 호(Byoung-Ho Park)

[정회원]



- 2014년 2월 : 서강대학교 기계공학과 (공학사)
- 2016년 2월 : 서강대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2016년 8월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

기계공학, 국방기술기획