



Received: 2018/05/17
 Revised: 2018/06/09
 Accepted: 2018/07/18
 Published: 2018/06/30

***Corresponding Author:**

Seung-hoon Jung

E-mail: hoonyjung9999@gmail.com

한국형 전자전함 구축을 위한 기술요소 도출 연구

A Study on the Technical Elements of Electronic Battleship in Korea

정승훈*, 신지한, 김지홍

해군본부

Seunghoon Jung*, Jihan Shin, Jihong Kim

ROKN HQ (Republic of Korea Navy Headquarters)

Abstract

미래 해군의 모습을 예측하기는 쉽지 않다. 하지만 국제사회에서 가장 큰 영향력을 발휘하고 있는 미군의 발전추세 및 추진전략 등을 기준으로 일정부분 예상이 가능할 것이다. 미군이 예상하고 있는 미래 함대의 핵심요소는 여러 가지가 있지만, 그 중에서 무인체계가 차지하고 있는 부분이 갈수록 커지고 있다. 무인체계에도 단점들이 존재한다. 바로 무선환경에서 네트워크가 구성되어야 한다는 것이다. 그 중 최근 무기체계로 급부상하는 드론 등의 무인항공기에 대한 대응능력에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 해상에서의 무인체계도 이러한 흐름에 따라서 드론대응과 동일한 개념으로 대응무기가 연구되고 있다. 기존의 해군에서 전자전은 방어적 위주의 전자전이 주축으로 구성되어 있기 때문에 해상에서의 공세적인 전자전 수행을 위해서는 기존의 무기체계의 틀을 벗어난 별도의 무기체계 소요가 필요한 실정이다. 따라서 해상에서의 공세적인 전자전 수행을 위한 전자전함 개념 검토가 필요하다고 볼 수 있다.

It is not easy to predict the future of the navy. However, some estimates will be made based on the development trends and implementation strategies of the U.S. forces, which are the most influential in the international community. There are several key elements of the future fleet that the U.S. military expects, but the unmanned system is increasingly taking up. There are disadvantages to the unmanned system, too. That is, a network must be configured in a wireless environment. In particular, a number of studies have been conducted on the ability of drones to respond to the rapidly emerging weapons systems. In line with this trend, response weapons are being studied in the same concept as drone response. In the conventional navy, the whole rotation consists of defensive electronic transfer shafts, so aggressive electronic rotation on the sea requires a separate weapons system that is beyond the scope of the existing weapons system. Therefore, it may be necessary to review the concept of electronic warships in order to carry out aggressive electronic warfare at sea.

Keywords

Electronic Battleship(전자전함),
 Technical Elements(기술요소),
 Electronic Warfare(전자전)

Acknowledgement

이 논문은 2018년도 해군사관학교 해양연구소 학술연구과제 연구비의 지원으로 수행된 연구임

1. 서론

다양한 무기체계가 복합센서와 고지능화로 발전해감에 따라 전자전 위협환경이 급속히 변화하고 있다. 이러한 환경에서 함정의 생존성을 향상시키고, 작전효율성 극대화를 위한 전자전의 중요성은 매우 크다[1]고 할 수 있다. 최근 전자전체계는 전자전 센서들을 통합하고, 고속으로 위협을 식별하며, 네트워크에 의한 정보융합 및 상황인식을 통해 위협식별의 정확도를 향상시키고 동시에 재밍신호의 고출력·고효율화를 목표로 발전을 거듭하고 있다. 정밀 방향탐지 기술, 전자·통신정보 탐지기술, 적응성 디지털 재밍기술, 고출력 배열 송신기술 등 주요 구성기술을 포함한 전자전체계의 원활한 운용을 위해서는 탑재플랫폼의 대형화가 필요하다. 지상·공중·해상에서 운용하는 각 탑재플랫폼별로 장·단점이 있으나, 대형화 측면에서 해상플랫폼, 즉. 일명 전자전함이라 부를 수 있는 전력의 도입도 고민해 볼 수 있을 것이다. 전구급 전자전 운용을 위해서 해상에서 전방위적 전자전체계의 운용이 매우 유용하다 볼 수 있으므로 차후 이를 위한 한국형 전자전함 구축을 검토하는 것도 매우 의미[2]가 있을 것이다. 향후 전자전함이 도입되기 위해서는 전자전의 특성 고려 복잡하고 다양한 시스템이 혼재되어 탑재되는 상황을 가정하여 사전 준비가 필요하다. 그중 전자전함 구축을 위한 기술요소를 사전에 연구하여 미래 발전 소요를 우선 식별하고자 한다. 식별된 기술요소를 중심으로 핵심기술을 국내기술로 자체 확보를 하나간다면 궁극적으로 전자전함 형태로 발전도 가능할 것으로 기대된다.

2. 관련연구

2.1. 전파환경 및 전자전기

전장환경에서는 일반적으로 생각하는 무선통신망 이외에 다양한 주파수의 집합체로 상호간에 통신이나 데이터 전송이 이루어지게 된다. 모든 전자기 스펙트럼 기반 환경에서 작전이 이루어지는 것을 전자기 스펙트럼 작전으로 부르며 별도의 전장환경으로 구분[3]하기도 한다. 눈에 보이지 않지만 매우 중요한 이러한 전파환경을 그림으로 표현하면 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다.

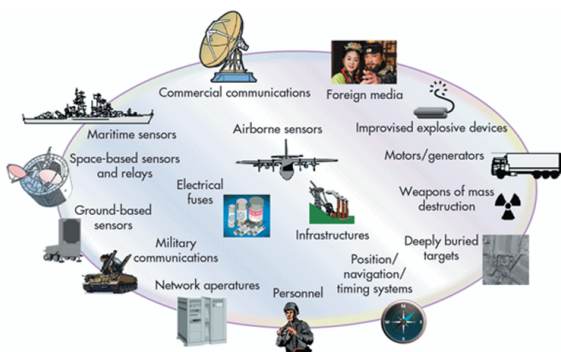


Fig. 1. Electromagnetic Environment[4]

미군의 주력 전자전기로 활용중인 EA-18G의 경우 앞서 전파환경에서 작전의 우위를 달성하기 위해 다양한 전자전 장비를 탑재하고 있다. EA-18G에서 탑재하고 있는 전자전 장비를 살펴보면 Fig. 2와 같다.

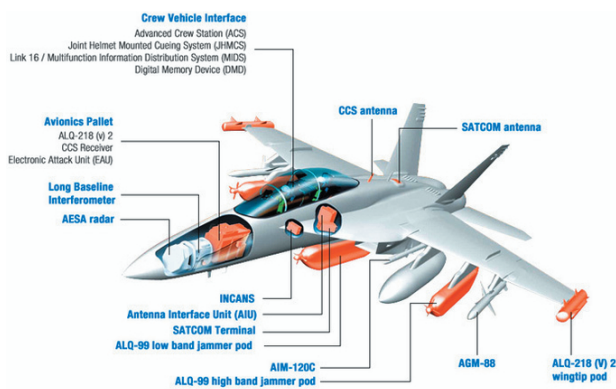


Fig. 2. EA-18G EW System[5]

그림에서 보는바와 같이 신호를 수집하는 장비 이외에 재밍신호를 방사하는 전자공격장비도 탑재되어 있는 것을

알 수 있다. 각 장비들은 고유한 주파수 영역에서 각자의 역할을 담당하고 있다.

2.2. 미 해군 전자전 개념 변화

오랜기간 동안 미 정보시스템 중에서 가장 획기적인 능력으로 찬사를 받았던 네트워크중심전(Network Centric Warfare, NCW)은 모든 것을 자동화된 시스템에 의존하다 보니 시스템이 무력화 되었을 때, 전투수행이 거의 불가능해질 수 있기 때문에 오히려 미 해군의 가장 큰 취약점이 되었다. 미 해군은 전자기 스펙트럼의 사용에 완전히 의존해 왔으며, “필수적으로 필요한 전파만 방사”한다는 개념으로 현실에 안주해 온 반면, 해양통제권 장악과 전자기 스펙트럼에 익숙하지 않았던 다른 국가들은 이를 이해하고 활용하면서 발전을 거듭해 왔다[6].

이러한 부분이 미 해군의 치명적인 실수로 다가오게 되었다. 전자기 스펙트럼에 대한 자유로운 접근을 미래의 전쟁에서는 보장할 수 없기 때문이다. 따라서 최근 미 해군은 전자기 스펙트럼을 사용하지 않은 상태에서 적군과 교전하여 파괴하는 방법인 암흑전투(The Dark Battle)의 전술을 연구하고 있다. 암흑전투란 전파방사가 거부된 적진의 환경에서 이루어지는 전투의 한 형태를 말하며 미 해군중위 Stefanus, D에 의해서 제시되었다[7]. 암흑전투를 수행하는 것은 단순히 전파방사통제(Emission Control, EMCON)로 접근하는 것보다는 복잡하게 진행된다. 전자전의 모든 분야를 이해 및 활용할 수 있어야 하고, 센서 작동 시기를 고려하여 무기 운용 및 전장에서 기습공격을 완벽히 수행하며, 해상전장에서 최대한 생존성이 확보되도록 자원 활용을 극대화시킬 수 있어야 한다. 이를 위해서 미 해군은 전자전 분야의 강화를 위해 노력하고 있다[8].

또한, 직접적인 전자전 장비 확보 노력과 연계하여 적의 전자재밍이나 기타 간섭으로 정상적 통신채널이 작동하지 않을 때 부표 및 수중 광섬유 네트워크를 이용해 군사용 통신링크를 복구하기 위한 전술수중네트워크아키텍처(Tactical Undersea Network Architectures, TUNA) 사업[9]을 추진하고 있다. 이처럼 무선환경에서의 전자보호 능력 강화 측면 뿐만 아니라 사용이 불가능한 경우를 대비한 통신망을 예비망으로 생각함과 동시에 최악의 상황에서는 아예 네트워크 사용이 불가능하다고 가정하여 준비를 하는 종합적인 전자전 개념 변화가 진행되고 있다고 보여진다.

2.3. 전자전함 운영개념

전자전함은 이전의 전자전체계와 마찬가지로 전자전지원(Electronic Support, ES), 전자공격(Electronic Attack, EA)을 중심으로 작전을 수행해야 할 것이다. 전자전지원장비는 아군을 추적하는 적의 레이더와 적의 미사일 신호를 조기에 탐지/식별하고, 전자공격장비는 전자파를 송출하여 미사일, 레이더, 통신망 등을 교란시켜 아군 함정의 생존성을 높이는데 사용될 것이다. 이 두 종류의 장비를 활용하여 신호수집, 신호분석 및 식별, 미사일 방어, 레이더 방해, 통신망 교란 등의 세부 임무를 수행한다. 신호수집에서는 미사일, 레이더, 통신망 신호를 수집하고 신호분석 및 식별은 위협신호 식별정보 및 재밍 정보 등을 획득한다. 미사일 방어에서는 대함 또는 대공 미사일에 대한 대응책 수립 및 적절한 재밍신호 패턴을 확인하고 레이더 방해 단계에서 탐색, 추적, 다기능 레이더 등에 대한 잡음재밍을 포함한 방해 및 기만을 시행한다. 통신망 교란에서 전술통신 및 지휘통신망 교란을 실시할 수 있다. 이러한 복합적인 요소를 고려한 전자전함의 미래상을 상상해보면 Fig. 3과 같이 표현해 볼 수 있을 것이다.

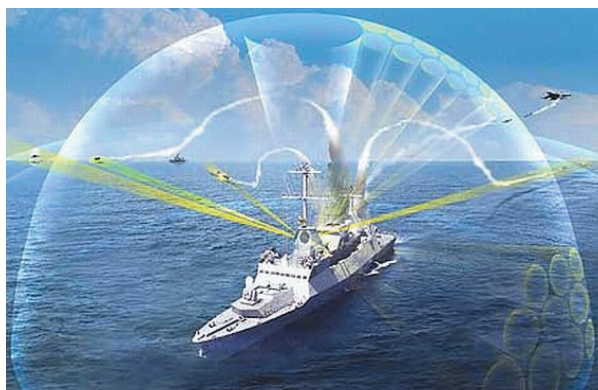


Fig. 3. The Future of Electronic Battleship[10]

2.4. 전자전함 개발추세

전자전함의 형태는 기존의 함정의 형태가 아닌 무인선 형태로 개발되는 추세이다. 미 해군은 군사적으로 무인선을 활용하는 방법을 여러가지로 제시하고 그 중 정찰감시(Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, ISR)와 전자전의 활용을 언급하고 있다. 정찰감시는 무인선에 광학, 전파탐지, 방사능탐지, 레이더 등을 탑재하여 항만 및 연안을 정찰감시하는 것이며, 전자전은 무인선에

기만, 재밍을 위한 전자전 장비를 탑재하여 대함유도탄 등의 공격을 무력화하고 아함정을 보호하는 것을 말한다[11].

이러한 활용방법에 따라 무인 전투함에 전자전체계를 탑재하는 연구들이 진행되고 있다. 무인 전투함 전자전체계(Unmanned Sea Surface Vehicle Electronic Warfare System, USSV-EW System)라고 명명한 무인 전자전함 형태가 그 중 하나인데 미래 해군력 향상 프로그램의 일환으로 기본적인 재밍신호를 방사할 수 있는 EA 능력 투사에 중점을 두고 있다[12]. USSV-EW System의 모습은 Fig. 4와 같다.



Fig. 4. USSV-EW System[13]

기타 해외에 전자전함과 관련된 사례를 찾기 쉽지 않으며, 전자전함이 아닌 정보함의 개념으로 신호수집을 중심으로 한 함정은 일부 구축 및 배치하고 있는 실정이다.

2.5. 전자전체계의 기술구성

전자전함에 탑재될 전자전체계는 기본적으로 적의 위치나 방향을 탐지하여 아군에게 전파하고, 수집된 신호를 분석하고 이를 바탕으로 역이용하여 적의 공격으로부터 아군을 보호하고, 더 나아가 아군과 관련된 정보의 획득을 저지시키는 체계로 구성되어야 한다. 이를 위해 전자전체계는 신호정보탐지기술, 방향탐지기술, 전자송신형 방해/기만기술, 투발형 방해/기만기술 등을 기본으로 구성되어야 한다. 신호정보탐지기술에는 신호정보탐지 안테나기술, 신호정보탐지 수신기술, 통신/전자/계기신호 분석기술, 위협신호 정보기술 등이 있으며, 방향탐지기술에는 방향탐지 안테나기술, 방향탐지 수신기술, 방향탐지 분석기술 등이 있다. 전자송신형 방해/기만기술에는 재밍안테나기술, 재밍신호 증폭기술, 재밍신호 복제기술, 재밍기법기술 등이 있으며, 투발형 방해/기만기술에는 채프기술, 플레어기술, 디코이기술 등이 있다.

2.6. 함정보호를 위한 전자기적 기술구성

전자전의 영역을 확대해서 생각해 보면 적의 레이더 또는 기타 탐지자산으로부터 함정을 보호하는 전자기적 기술 구성도 전자보호(Electronic Protection, EP) 측면에서 매우 중요한 부분을 차지하는 것을 알 수 있다. 함정의 생존성을 높이기 위한 기술들은 크게 피격성 감소기술과 취약성 감소기술 등으로 구분할 수 있는데 그 중 피격성 감소기술이 전자기적 기술구성에 가깝다고 할 수 있다. 피격성 감소기술에는 레이더반사면적 감소기술, 적외선 신호 감소기술, 음향 신호 감소기술, 전기/자기장 감소기술, 가시광선 감소기술 등이 있다.

3. 전자전함 구축을 위한 기술요소

전투함을 적의 탐지로부터 함정을 보호하기 위해서 스텔스 능력을 확보한다면 매우 유용하게 쓰일 수 있으나 이를 위한 비용이 많이 소요된다. 따라서 대부분의 함정들은 적의 탐지장비를 무력화시키는 전자전 능력 확보에 노력[14]을 기울이게 되었다. 최근 레일건, 레이저포 등 대량의 전력 소모되는 무기체계의 탑재를 위해 수상함에 높은 전력을 확보하는 기술들이 발전하고 있어 이를 활용한 전자공격의 가능성이 높아지고 있다. 전자전함의 구축을 위해서는 이러한 부분을 복합적으로 적용하여 기본적으로 플랫폼으로써 가지는 함정의 특성을 고려한 가운데 전자전과 관련된 기술요소를 파악해야 할 것이다.

함정의 특성을 고려한 전자전함에 필요한 전자전 기술요소를 큰 범주로 살펴보면 소형화, 정밀화, 신호처리 고속화/디지털화, 재밍의 원격화, 통합화/광역화로 구분할 수 있다.

소형화와 관련된 기술은 유·무인항공기 및 무인함 탑재형 전자전체계 소형화 기술 등이 해당된다. 적의 통신망을 감청하고 방향탐지 및 위치탐지가 가능한 능력에 추가하여 지휘통제 통신망 무력화가 가능한 전자공격 능력을 탑재할 수 있는 소형화 기술이 필요하다. 전자전에 있어서 방향탐지 및 위치탐지의 중요성은 누구나 공감할 것이다. 하지만 정확한 탐지를 위해서는 다수의 탐지장비가 이격되어 탐지하고 상호 정보를 공유할 필요가 있다. 전자전함에 탑재되어 활용되거나 또는 통제를 받는 소형 무인장비들이 활용된다면 그 가치는 두말할 필요가 없을 것이다.

정밀화와 관련된 기술은 초고감도 고주파/통신 송·수신 기술, 텔레메트리 정보탐지기술, 다중채널 위상배열 방향

탐지 기술, 고정밀 모노펄스 디지털 방향탐지 기술, 다중 센서 정보융합을 통한 위협 위치추정 기술 등이 해당된다. 목표물의 정보획득 및 위치파악을 위한 방향탐지 능력이 중요한 만큼 그 정밀도를 향상시키기 위한 노력은 지속되어야 하며, 전자전함의 특성상 함수/함미에 각각의 탐지장비를 설치하여 운영한다면 단일 플랫폼으로도 좀 더 정밀하게 방향탐지가 가능할 것으로 생각된다.

신호처리 고속화/디지털화와 관련된 기술은 전자전체계용 고속 디지털저기 기술, 고감도 디지털 채널화 수신기술, 저파탐 최신 위협 신호 탐지/식별 기술, 정밀 신호 측정 및 펄스 내 변조 특성 분석 기술 등이 해당된다. 전자전함 중심으로 수중, 수상, 공중 전 영역에서 방사되는 주파수 정보를 활용할 수 있도록 전자전함에 탑재된 다양한 각종 센서들로부터 획득한 방대한 양의 정보를 고성능화된 신호처리기로 처리하는 능력을 확보한다면 예상치 못한 적의 전자공격 또는 위협으로부터 신속히 대응할 수 있는 여건 마련이 가능할 것이다.

재밍의 원격화와 관련된 기술은 원격 전자교란 기술, 초장거리 위치탐지기술, 고출력배열 송신기술, 자율형 재밍 신호 생성기술 등이 해당된다. 적의 주요 무선망을 원거리에서 조기식별 및 전파교란하는 능력을 말한다. 재밍의 효과를 극대화하는 방법은 공격하고자 하는 대상에 정확히 일치하는 주파수와 데이터 흐름을 파악한 상태에서 적절한 신호를 방사하는 것이다. 그렇게 하기 위해서는 신호분석에서부터 재밍신호 방사까지 일련의 흐름을 유지하는 시스템이 필요한데 매우 방대한 분량의 신호처리가 필요한 만큼 소형의 플랫폼으로는 제한이 있는 현실이다. 따라서 전자전함에 그와 관련된 기능이 탑재된 상태에서 전자전함에 탑재된 여러 복합적인 시스템들이 적절한 재밍신호를 도출하고, 이를 앞서 확보된 소형화 기술에 접목하여 무인기, 무인선들이 필요한 만큼의 전자공격을 실행할 수 있다면 활용도가 높을 것이다.

통합화/광역화와 관련된 기술은 다중스펙트럼 복합유도 기능, 복합전자전 수신기술, 지능형 복합전자전 상황인식 기술, 다중스펙트럼 다중위협 동시 위치탐지/추적기술, 밀리터리파 대역 방향탐지기술, 반도체 능동위상배열 송신 기술, 고출력 정밀 빔조향 기술, 광대역 배열 안테나 기술 등이 해당된다. 모든 주파수 스펙트럼에서 ES장비와 EA장비가 연동되어 자동처리되는 능력의 집합체를 말한다. 전자전함의 플랫폼 크기를 고려해 보면 전자전기와는 다르게 다양하고 많은 종류의 전자전장비 탑재가 가능하다. 기존 전투함과 비교하여 무장의 종류와 수를 감소시킨 만큼 전

자전과 관련된 장비의 탑재를 보강한다면 전장 전지역을 대상으로 방대한 전자전능력의 투사가 가능할 것이다. 이 점을 고려하여 복합전자전 수행을 위한 시스템의 통합부분을 고민하고 그와 관련된 기술의 개발이 필요하다.

전자전함 구축을 위한 기술요소를 간략히 정리하면 함정의 특성을 고려한 기술과 전자전과 관련된 기술의 융합이 매우 중요하다 할 수 있다. 함정의 특성을 고려한 기술 중에는 생존성 강화를 위해 레이더반사면적을 감소하거나 적외선 신호 및 음향신호를 감소하는 기술, 전·자기장 신호를 감소시켜 적의 전·자기센서에 의한 탐지를 감소시킬 수 있는 기술 및 함정-함정 및 함정-지상간 소통을 위한 무선통신기술, 수중통신기술, 함내통신기술 등을 적용되어야 할 것이다. 또한, 전자전과 관련된 기술중에서 신호수집을 위한 수신기술, 안테나 기술, 통신·전자신호 분석기술과 방향탐지를 위한 방향탐지 안테나/분석 기술과 신호수집 및 방향탐지를 방해하기 위한 잡음재밍 기술, 기만 기술, 재밍신호 증폭기술 등도 기본으로 적용되어야 한다. 또한 방어적인 목적에 부합하는 채프기술, 플레어기술, 디코이기술 등의 적용도 필요하다.

4. 결론

최근 전자전은 기술의 발전과 더불어 드론 등에 탑재하기 위한 소형화, 정밀화, 신호처리 속도화 및 디지털화, 재밍의 원격화, 통합화, 광역화, 상황인식기술의 고도화 등을 중심으로 발전하고 있다. 특히 신호수집 부분에서 통신·초고주파(RF), 밀리미터파(mm), 계기신호(Foreign Instrumentations Signals INTelligence, FISINT)를 포함한 모든 통신전자장비에서 발산하는 신호정보(SIGnal INTelligence, SIGINT)를 수집하고 분석하는 기술 등이 빅데이터 및 인공지능과 연계하여 활발히 개발되고 있다.

이러한 추세를 바탕으로 예상되는 미래 전자전체계는 전자전 센서들을 통합하고, 고속으로 위협을 식별하며 네트워크에 의한 정보융합·상황인식을 바탕으로 방향탐지의 정확도를 향상시켜 해당 원점에 대한 재밍신호 송신을 위한 고출력·고효율화가 기본으로 구축되어 있을 것으로 생각된다. 전자전의 특성상 광범위한 지역을 대상으로 전자전을 수행할 수 있으며, 방어적 측면 뿐만이 아니라 공세적인 부분에서 전자전 수행이 가능한 고출력 전자공격장비가 탑재된 전자전함을 활용하여 해상에서 전방위적 전자전체계를 운용한다면 전장환경에서 매우 유리한 입장에서 작전을 수행할 수 있을 것이다.

통신·비통신 모든 전자기 스펙트럼에서 EA 수행이 가능한 강력한 능력을 보유한다면 해당 해역에서 우세권 확보를 하는 데 큰 역할을 담당할 수 있다. 예를 들어 적이 다량의 무인기와 무인선으로 공격할 경우 해당 지역에 제어신호를 차단시켜 작전의 혼란을 초래할 수 있고, 무인기와 무인선의 내부 자폭유도 신호를 찾아내어 도착 전 자폭이 가능하도록 하거나 제어정보를 기만/변조하여 다시 공격자에게 되돌려주는 등의 새로운 전술활용도 가능할 것이다.

이러한 가능성을 외면하지 말고 식별된 기술요소를 중심으로 핵심기술을 국내기술로 자체확보를 해나간다면 궁극적으로 전자전함 형태로 발전해 나갈 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Friedlander, G. D. "World War II: Electronics and the US Navy Radar, sonar, loran, and infrared techniques." IEEE Spectrum 4, no. 11, 1967, pp. 56~70.
- [2] Kwon, E., "South Korea's Deterrence Strategy Against North Korea's WMD." East Asia 35, no. 1, 2018, pp. 1~21.
- [3] Kaplan, K. M. "DoD electromagnetic spectrum strategy." Radar Conference (RadarCon), 2015 IEEE, 2015, pp. 1614~1616.
- [4] <http://www.mwrf.com/test-measurement-generators/signal-generation-advances-support-electronic-warfare-sevolution> (검색일 : 2018. 4.25)
- [5] <https://www.lkp.news/mobile/article.html?no=3756> (검색일 : 2018.5.3.)
- [6] Angevine, R. G. "Hiding in plain sight: the US Navy and dispersed operations under EMCON, 1956-1972." Naval War College Review 64.2, 2011, p.79.
- [7] <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2017-04/embracing-dark-battle> (검색일: 2018.5.7.)
- [8] <https://navaltoday.com/2017/11/02/us-navy-increases-focus-on-electromagnetic-maneuver-warfare> (검색일: 2018.5.17.)
- [9] <https://www.darpa.mil/program/tactical-undersea-network-architectures> (검색일: 2018.6.1.)
- [10] <http://www.militaryaerospace.com/articles/2016/03/ship-board-optical-warfare.html> (검색일: 2018.5.25.)
- [11] U.S. Navy, "THE NAVY UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV) MASTER PLAN", 2007. 7.
- [12] Tremper, D. and Heyer, J., "Unmanned Sea Surface Vehicle Electronic Warfare", 2007, NRL REVIEW, 2007, pp.153~155.
- [13] https://www.nrl.navy.mil/content_images/07Electronics_Tremper.pdf(검색일 : 2018.5.19.)
- [14] O'Haver, K. W., Christopher K. B., G. Daniel D., and James

D. H., "Radar Development for Air and Missile Defense."
JOHNS HOPKINS APL TECHNICAL DIGEST 34, no. 2,

2018, pp. 140~153.