



Received: 2023/08/09
Revised: 2023/08/19
Accepted: 2023/09/01
Published: 2023/09/30

***Corresponding Author:**

Jinsung Lee

Tel: +82-42-553-5524

E-mail: belief46@gmail.com

해양 유·무인 복합작전을 위한 요구능력

Required Capabilities for Maritime Manned-Unmanned Teaming

이진성^{1*}, 나종철²

¹해군소령/해군미래혁신연구단 비전/개념연구과 작전개념연구담당

²해군중령/해군미래혁신연구단 비전/개념연구과 전략개념연구담당

Jinsung Lee^{1*}, Jongchul Na²

¹LCDR/Concept of Operations Researcher, Future Innovation Research Group, ROK Navy

²CDR/Concept of Strategy Researcher, Future Innovation Research Group, ROK Navy

Abstract

인공지능 기반 무인전력은 넓고 깊고 변화무쌍한 바다에서 인간과 유인전력을 대체하고, 전력의 생존성, 치명성, 지속성을 향상시킬 것이다. 이 논문에서는 미래 해군작전개념과 해양 유·무인 복합전투체계의 개념을 정리하고, '해군작전부대가 해양 유·무인 복합전투체계를 운용하여 어떻게 싸울 것인가'에 대한 방향으로 해양 유·무인 복합작전개념과 이를 구현하기 위해 요구되는 능력으로 지능기반, 초연결, 상호운용성, 기민성, 안정성을 제시하였다.

AI-based unmanned forces will replace human and manned forces in the wide, deep and ever-changing seas, and improve the survivability, lethality, and operational sustainability of forces. In this study, the concept of future naval operations and the concept of maritime manned-unmanned teaming combat system are summarized. In the direction of 'how the naval operation unit will fight by operating the maritime manned-unmanned teaming combat system,' the concept of maritime manned-unmanned teaming and the required capabilities for it are intelligence-basedness, hyper-connectivity, interoperability, agility, and stability were suggested.

Keywords

무인체계(Unmanned System), 유·무인 복합(MUM-T), 인공지능(Artificial Intelligence), 작전개념(ConOps), 요구능력(Required Capability)

Acknowledgement

이 논문은 2023년도 한국해군과학기술학회 하계학술대회 발표 논문임.

1. 서론

과학기술 발전과 미래전 양상에 따라 전장에서 무인전력이 인간과 유인전력을 보완하고 대체하고 있다. 특히, 넓고 깊고 변화무쌍한 바다에서 무인전력을 유인전력과 효과적으로 통합 운용하면, 전력의 생존성과 치명성, 지속성을 크게 높일 것으로 기대한다.

해군은 '국방혁신 4.0'을 통하여 미래 안보환경에 부합하는 해군전략과 과학기술 기반의 작전개념을 발전시키는 한편, 이를 구현하기 위한 수단으로 해양 유·무인 복합전투체계를 구축하고 있다.

이 연구에서는 먼저, 미래 해군작전개념과 해양 유·무인 복합전투체계의 개념을 정리하고, '해군작전부대가 해양 유·무인 복합전투체계를 운용하여 어떻게 싸울 것인가'에 대한 방향으로 해양 유·무인 복합작전개념과 이를 구현하기 위하여 요구되는 능력을 제시하고자 한다.

2. 미래 해군작전개념

미래 해군작전기본개념은 '다영역 통합 해양작전'으로, 지능기반 작전환경에서 해양 유·무인 전력 중심으로 다영역(多領域, multi domain)의 능력과 노력을 통합하여 교차영역 상승효과(cross-domain synergy)를 극대화하고, 최소피해·최대효과로 조기 해양우세를 달성하여 해양전에서 승리하는 것이다.

다영역은 해양·지상·공중·우주·사이버·전자기스펙트럼 영역 가운데 2개 이상의 영역을, 통합은 어느 한 영역의 부족한 능력과 노력을 다른 영역으로 보완하여 전투력의 상승효과를 얻는 것이다. 즉, ‘다영역 통합’이란 여러 영역의 능력을 활용하여 적극적으로 해양작전을 수행하고, 해양력을 다른 영역에 투사하여 전구작전(戰區作戰)에 결정적으로 이바지하는 것이다.

해양작전은 수상·수중·지상·공중, 우주·사이버·전자기스펙트럼 영역 등 바다를 기반으로 한 모든 영역에서 해양통제, 해양거부, 전투력 투사 등을 달성하기 위해 해양력을 운용하여 수행하는 제반 활동이다.

지능기반은 인공지능(artificial intelligence; AI), 빅데이터(big data), 사물인터넷(Internet of things; IoT), 초고속통신망 등을 복합적으로 결합한 지능형 통합 지휘통제체계를 의미한다[1].

3. 해양 유·무인 복합전투체계

3.1 해양 유·무인 복합전투체계 개념

Fig. 1과 같이 해양 유·무인 복합전투체계는 해양영역에서 AI, 초연결, 초지능을 기반으로 유인전력과 무인전력을 효과적으로 통합 운용하여 작전·임무수행능력을 극대화하는 체계이다[2].

여기서 간과하지 말아야 할 것은 해양 유·무인 복합전투체계에 무인전력 통제소와 이들을 연결하는 망도 포함되어야 한다는 것이다. 무인전력 통제소는 유인함정, 항공기, 해안, 도서에 고정식 또는 이동식으로 설치하며, 무인전력 탑재, 발진 및 통제를 기능으로 하는 무인전력지휘통제함을 포함한다.

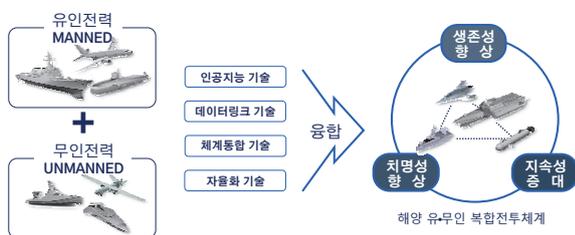


Fig. 1. 해양 유·무인 복합전투체계

해양 유·무인 복합전투체계에서 해양 유인전력은 인간이 탑승하여 조종하는 수상함, 잠수함 또는 항공기로, 무인전력이 하지 못하는 판단과 결심, 사고처치를

하며, 안전과 생존을 보장하기 위하여 주로 적 세력과 멀리 떨어져 지휘통제와 화력지원을 맡는다.

해양 무인전력은 인간의 탑승이 불필요한 무인수상정(unmanned surface vehicle; USV), 무인잠수정(unmanned underwater vehicle; UUV), 무인항공기(unmanned aerial vehicle; UAV)로, 지휘관과 유인전력의 통제 아래 자율화 수준에 따라 제한된 판단과 행동을 한다. 주로 적 세력 가까이 전개하여 감시정찰과 근접전투를 맡는다.

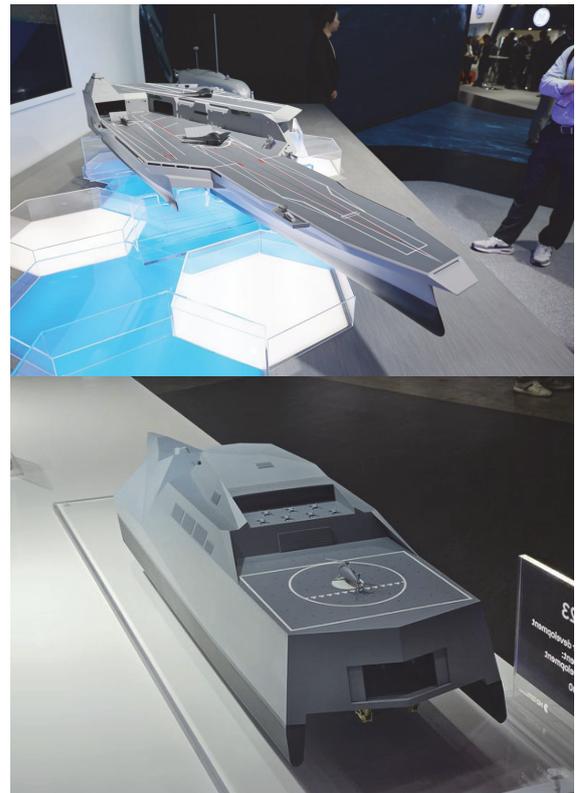


Fig. 2. MADEX 2023에서 선보인 한화오션(위), HD현대중공업(아래) 무인전력지휘통제함 모형[5]

3.2 해양 유·무인 복합부대

해양에서 유·무인 전력의 특성과 장단점을 정확히 파악하여 최적의 작전을 수행하기 위해서는 다수·다종의 수상·수중·항공 유인전력과 무인전력을 임무와 상황에 따라 유연하게 편조(編造)하여 해양 유·무인 복합부대를 편성 운영해야 한다.

해양 유·무인 복합부대는 해양작전을 수행하기 위하여 단일 지휘관과 예하 유·무인 전력으로 편성한 기동부대(task force; TF)로, 무인전력을 중심으로 수상·수

중·항공 유인전력과 무인전력으로 편성하며, 지휘관 명령에 따라 일정 기간 한시적으로 운용한다.

임명된 지휘관 예하에 유인 수상함·잠수함·항공기, USV·UUV·UAV, 무인전력지휘통제함, 해·육상 통제소 등으로 편성하고, 규모에 따라 함대·전단·전대·편대로 구성하며, 필요시 하위 제대를 구성할 수 있다. 각 전력은 지휘관계를 설정하고 지휘통제체계를 갖춰야 한다.

3.3 발전단계별 운용개념

현재 운용·개발 중인 무기체계는 주로 직접통제형 또는 원격통제형이나, 과학기술 발전에 따라 원격통제형-반자율형-자율형의 단계로 발전할 것이다. 유·무인 복합전투체계는 과학기술 발전 수준, 전력화 가능 시기, 예산 가용성 등에 따라 원격통제형 중심, 반자율형 시범, 반자율형 확산 및 자율형 전환으로 발전할 것이다.

원격통제형 체계는 사람이 무인전력을 조종(1:1)하는 방식으로, 작전 효율을 높이기 위하여 무인전력을 보조 수단으로 운용한다. 해양에서 무인전력은 주로 유인전력에 탑재하여 유인전력의 통제 아래 전투지원임무를 수행한다. 현재 해양정보함과 정보함 UAV(회전익)를 복합체제로 운용하고 있으며, 앞으로 다양한 해·육상 통제소에서 다양한 무인전력을 통제할 것이다.

전·평시 감시정찰 시 함(艦) 탑재 정찰용 UAV를 운용하여, 함정·항공기 해상경계의 시·공간 공백을 메우고 관할해역의 해양정보와 표적정보를 수집한다. 해상도발 징후와 도발을 빠르게 탐지하여 억제하고, 억제 실패 시 대응에 필요한 정보를 제공한다.

반자율형 유·무인 복합전투체계는 AI 기술이 적용되어 무인전력이 사람의 판단 기능을 제한적으로 대체한다. 해양에서 무인전력은 주로 유인전력 통제 아래 반자율 기동으로 작전임무를 수행하며, 먼저 소해함이 수중자율기뢰탐색체(autonomous underwater vehicle; AUV), 소모성 기뢰제거처리기, 기뢰전 USV와 복합체계를 이를 계획이다.

기뢰대항작전 수행 시 기뢰전 UUV·USV를 운용하여, 현재 소해함과 무인기뢰처리기(mine disposal vehicle; MDV), 폭발물처리팀(explosive ordnance disposal; EOD)이 수행하는 기뢰탐색 및 기뢰소해 위험과 소요시간을 줄인다. 평시 효율적 기뢰탐색으로 항만 수로와 해상교통로 개항을 유지하고, 전시 상륙목표해안을 빠르고 안전하게 소해하여 상륙작전을 지원한다.

최종 단계인 자율형 유·무인 복합전투체계는 AI 기술이 적용되어 사람의 개입이 최소화된 무인전력이 작전 임무를 수행한다.

Table 1에서 정리한 바와 같이 해양에서 무인전력은 주로 자율·군집 기동을 통하여 유·무인 복합임무를 수행한다. 다수·다종의 유·무인 함정·항공기가 복합체계를 이룰 것이다. 무인전력지휘통제함은 유·무인 전력에 대한 지휘통제함 임무를 수행하고, 탑재된 다수·다종의 무인전력을 운용하며, 상황에 따라 최적의 유·무인 전력을 구성하여 감시정찰, 기만·교란, 타격 등 부여된 임무를 수행한다.

Table 1. 해양 유·무인 복합전투체계 구성 예시

유인전력	무인전력
수상함	정찰용·함탐재·전투용 USV
해상작전헬기·해상초계기	함대사·전투용 UAV
무인전력 지휘통제함	정찰용·전자전·전투용·자폭용 UAV +정찰용·전투용·기뢰전 USV·UUV

전·평시 수상·수중·공중에 해양 유·무인 복합전투체계를 운용하여, 지능형 통합 해양감시체계, 수중 킬체인(kill chain), 해양 킬웹(kill web)을 구성한다. 유인 함정·항공기 또는 무인전력지휘통제함에서 무인전력을 발진 및 통제하여, 유인전력과 무인전력의 상승효과를 달성할 것이다.

4. 해양 유·무인 복합작전개념

해군은 해양통제를 달성하기 위하여 다양한 작전을 수행한다. 본 장에서는 주요 해군작전 유형인 대함작전, 대잠작전, 기뢰대항작전, 상륙작전을 중심으로 해양 유·무인 복합작전개념을 설명하고자 한다.

4.1 대함작전

대함작전은 적 수상전투세력과 지원 선박을 파괴 또는 무력화하는 작전이다. 지능형 통합 해양감시체계로 작전해역 수상표적을 전천후 감시정찰하고 식별하여 위협을 탐지한다. 교전 시에는 무인전력을 전진 배치

하여 근거리에서 방어 및 공격한다. 유인전력은 원거리 적 탐지권 밖에서 생존을 보장하며 무인전력을 통제 및 지원하고, 필요시 사이버·전자기 또는 유도탄으로 공격한다.



Fig. 3. 대함작전 개념도(초록: 무인전력)

준비단계에는 해양 유·무인 복합부대를 해상전개하고, 무인전력지휘통제함에서 정찰용 UAV·USV 등 다수 무인전력을 발진시키고 통제하여 적 함선을 탐색 및 탐지한다. 접근단계에는 전초단대·무인전력, 중위단대·무인전력지휘통제함, 주력단대·유인전력으로 편성하여 배치하고, 지능형 통합 지휘통제체계로 표적별 타격계획을 수립한다. 전투단계에는 사이버·전자기 공격으로 적 함선 또는 지휘통제를 교란·마비시키고, 유도탄과 다수 전투용 UAV·USV로 타격하여 격멸한다. 전투 후 단계에서는 UAV·USV로 실시간 전투피해 평가(battle damage assessment; BDA)를 수행하여 작전을 종료하거나 재공격하며, 아군의 피해전력을 복구한다.

4.2 대잠작전

대잠작전이란 적의 잠수함을 파괴 또는 무력화하는 작전으로, 무인전력으로 경계진을 형성하여 적 잠수함(정) 공격으로부터 아 함함과 함선을 보호하고, 유·무인 전력을 통합 운용하여 원거리에서 적 잠수함(정)을 탐색·식별 및 공격한다. 지능형 통합 지휘통제체계로 수중구역관리와 상호간섭방지를 고려한 탐색계획을 수립하고, 다중 접촉정보를 분석하여 수중 접촉물을 식별한다.

탐색단계에서는 무인전력으로 경계진을 형성하여, 무인전력지휘통제함과 유인함선을 보호하고, 음향·비음향 대잠탐색을 수행한다. 접촉·식별 단계에서는 유인

함정 예인선배열음탐기(towed array SONAR system; TASS), USV 수중탐색음탐기, 음탐부표(sonobuoy) 등 수중 접촉 시, 지휘통제체계에서 접촉정보를 분석·식별한다. 공격단계에는 적 잠수함으로 식별 시 유인 함정·항공기의 장거리 대잠어뢰, 초공동 어뢰로 격침한다.

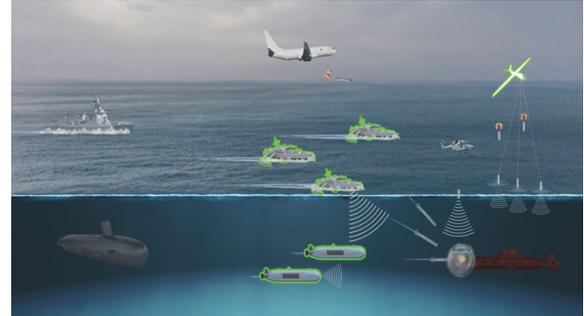


Fig. 4. 대잠작전 개념도(초록: 무인전력)

4.3 기뢰대항작전

기뢰대항작전은 적의 기뢰 부설 기도를 분쇄하고 기뢰의 위협을 감소시키는 작전이다. 기뢰탐색구역 및 최단소해항로(Q-route)에 다수 무인전력을 투입하여 기뢰를 탐색하고, 유인전력은 구역 밖에서 무인전력을 통제하여 작전을 수행한다.

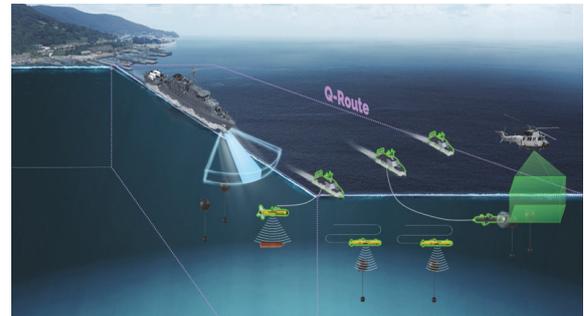


Fig. 5. 기뢰대항작전 개념도(초록: 무인전력)

탐색단계에서는 지능형 통합 지휘통제체계로 기뢰탐색계획을 수립한다. USV의 기뢰탐색용 음탐기, AUV를 운용하여 탐지·분류·위치결정을 수행한다. 식별단계에서는 USV가 기뢰탐색 및 식별결과를 지휘통제체계로 전송하고, 지휘통제체계는 기뢰 여부를 세부식별하여 처리방법을 결정한다. 처리단계에서는 USV 또는 소모성 기뢰제거처리기로 기뢰를 폭파하거나 또는 무력화한다.

4.4 상륙작전

상륙작전은 상륙작전부대가 연안에서 상륙군의 작전을 수행하기 위해 바다로부터 발진하는 군사작전이다. 다수·다종 군집 무인전력으로 감시정찰, 기뢰소해, 대잠방호, 전자기공격 및 정밀타격을 수행하여 주력체를 보호하고 빠르게 작전환경을 준비 및 조성한다. 해상·공중돌격 시 무인전력-유인전력 순서로 투입하여 전투원의 전투력과 생존성을 보장한다.



Fig. 5. 상륙작전 개념도(초록: 무인전력)

작전환경 준비 및 조성 단계에서는 군집 기뢰전 무인전력으로 소해하고, 대잠전 무인전력으로 경계구역 대잠위협을 제거한다. 정찰용 UAV로 실시간 표적정보를 획득 및 전파하고, 전자전 UAV로 적 지휘통제를 교란·마비시키며, 자폭용 UAV로 적 해안방어체계를 무력화한다. 함안이동(艦岸移動) 단계에는 유·무인 복합 상륙돌격장갑차를 우선 상륙하여 해안 장애물을 개척하고 적을 격멸한 후, 유·무인 복합팀을 상륙시켜, 적 해안방어부대를 돌파한다[3].

5. 해양 유·무인 복합작전 요구능력

앞에서 설명한 해양 유·무인 복합작전개념을 구현하기 위하여 요구되는 능력은 지능기반, 초연결, 상호운용성, 기민성, 안정성으로 도출하였다.

5.1 지능기반

해양 유·무인 복합작전에서는 적과 아 어느 쪽 AI가 더 똑똑한지가 전투력의 강약과 승패를 가르는 요소가 된다. 제대별 지휘통제체계와 전력별 전투체계의 자율화 수준에 적합한 AI를 각각 탑재하여 지휘관의 결심

을 지원해야 한다. 특히, 각 전력은 각종 정보와 자료를 쌓고 공유하여 빅데이터를 형성하고 발전시키며, 이를 기반으로 각 지휘통제체계와 전투체계의 AI를 반복학습시켜 지속 고도화해야 한다.

AI 기술 수준은 Table 2에서 보는 바와 같이 좁은 AI(artificial narrow intelligence; ANI), 일반 AI(artificial general intelligence; AGI), 초 AI(artificial super intelligence; ASI)로 구분할 수 있다[4].

Table 2. 인공지능 기술 수준

수준	설명
좁은 AI	제한적으로 좁은 영역에 대한 지능으로 현재의 AI 기술을 의미함.
일반 AI	인간처럼 지속해 배울 수 있으며, 여러 영역을 연결하거나 일반화시킬 수 있는 인간의 다기능적 요소를 사용할 수 있는 AI.
초 AI	AI 연구의 정점이 될 것이며, 인간의 다면적인 지능을 넘어서 인간보다 빠르고 더 정확한 의사결정이 가능함을 의미하며, 인간에게 위협적일 수 있다는 부정적인 의견을 동시에 가지고 있음.

각 무인전력은 크기와 출력의 제한으로 좁은 AI를 탑재하고, 해·육상 통제소는 일반 AI의 지능형 통합 지휘통제체계를 탑재하며 서로 연결한다. 정찰용 무인전력이 탐지·식별하여 표적정보를 전송하면, 해·육상 통제소는 위협과 임무를 분석하고, 방책을 수립, 분석 및 비교하여 최적의 방책을 권고한다. 지휘관 결심에 따라 전투용 무인전력으로 표적을 타격한다.

5.2 초연결

해양을 중심으로 여러 영역의 유·무인 전력의 필요한 능력과 노력을 선택과 집중으로 효율적으로 운용하기 위해서는 각급 제대 지휘관과 해군작전부대, 유·무인 전력이 필요한 시간과 공간에서 연결되어야 한다. 먼저, 광해역 수중감시체계, 수중네트워크, 유·무인 전력으로 수중 길체인을 구축하고, 작전해역의 수상·수중·공중에 전개한 모든 해군 탐지전력과 타격전력을 연결하여 해양 길웹으로 발전해야 한다.

5.3 상호운용성

해·육상의 각급 지휘소와 다수·다종의 유·무인 전력

을 통합 운용하여 탐지-타격을 수행하기 위해서는 서로 다른 지휘통제체계와 각 전투체계가 필요한 정보를 빠르고 정확하게 주고받을 수 있어야 한다. 특히, 서로 다른 국가와 기업에서 생산한 무기체계를 탑재한 단일 전력은 물론, 킬체인 또는 킬웹으로 연결된 여러 탐지-타격 전력의 데이터링크를 유지하기 위해서는 통신 규약(protocol)을 준수하고 표준화해야 한다.

5.4 기민성

유인전력을 보완·대체할 수 있는 무인전력의 장점은 빠르고 정확하고 과감하게 임무를 수행하는 것이다. 무인전력은 은밀성과 기동성을 갖추고 표적을 정확하게 탐지 또는 타격할 수 있어야 한다. 특히, 다영역 동시·통합전에서 시시각각 바뀌는 임무와 표적에 유연하게 대응하기 위하여, 지휘관과 AI 참모는 실시간 전투평가로 전력별 임무와 표적을 재지정하고, 최적의 전력으로 최적의 행동을 수행하도록 통제해야 한다.

5.5 안정성

무인전력에 중요한 임무를 맡기려면, 위성, 수상 전파, 수중 음·광파 등 다중 통신망을 구축하여 전천후 안정적인 통신을 유지하고, 자율화 수준이 높은 AI를 갖추어야 한다. 통제권은 지휘관과 AI 참모가 가지되, 필요시 바로 인계·인수·환수하거나 개입할 수 있어야 한다. 무인전력은 유인전력보다 경제적인 항속력과 지속 지원을 갖추고, 물리적·비물리적 공격에 대한 방호능력도 갖추어야 한다.

6. 결론

이 연구에서는 미래 해군작전에서 운용하게 될 유·무인 복합전투체계의 중요성과 특성을 확인하고, 이를 바탕으로 AI 기반 해양 유·무인 복합작전을 위한 핵심 요구능력을 지능기반, 초연결, 상호운용성, 기민성 그

리고 안정성의 다섯 가지로 도출하였다.

지능기반 능력은 AI의 핵심적인 분석 및 예측 능력을 통해 다양한 해양작전 상황에 적절하게 대응할 수 있는 능력을 의미하며, 초연결은 유·무인 복합전투체계 간의 신속하고 효과적인 통신을 가능하게 하는 능력으로, 이를 통해 근실시간 정보 공유와 의사결정의 정확성이 확보된다. 상호운용성은 다양한 유·무인 전력이 원활하게 협동하며 작전을 수행할 수 있게 하는 능력을 말하며, 기민성은 복잡하고 예측하기 어려운 해양 환경에서 빠르게 대응하고 적응할 수 있는 유연성을 가리킨다. 마지막으로, 안정성은 모든 상황에서의 신뢰할 수 있는 작전수행능력을 보장하는 것을 의미한다.

이 연구를 통해 도출된 이러한 요구능력은 해양 유·무인 복합전투체계의 성공적인 구현을 위한 핵심 원칙의 역할을 할 것이며, 미래 해군작전의 효율성과 정확성을 극대화하는 데 결정적인 역할을 할 것이다.

그러나, 이러한 능력의 실제적 구현과 활용을 위해서는 지속적인 연구와 기술개발 그리고 이에 대한 교육훈련과 교리 등의 발전이 필요하다. 또한, 기술적 진보만큼이나 해당 기술의 안전하고 윤리적인 활용을 위한 규정과 지침도 마련되어야 할 것이다. 앞으로 지능기반 해양 유·무인 복합전투체계의 더 실질적이고 효과적인 구현을 위해서는, 이 연구에서 제시된 요구능력에 대한 깊은 이해와 이를 바탕으로 한 기술과 전략의 지속적인 발전이 필요하다.

참고문헌

- [1] 대한민국 해군, “국방혁신 4.0 해군추진계획 브로슈어,” 2023.
- [2] 대한민국 해군, “해양 유·무인 복합체계 종합발전계획서(공개본),” 2022.
- [3] 대한민국 해군, “Navy Sea GHOST 브로슈어,” 2023.
- [4] N. Joshi, “7 Types of Artificial Intelligence,” Forbes Media LLC, June 19, 2019.
- [5] 박정엽, “마치 게임처럼 드론·무인정 물고 다니는 미래 군함,” 조선비즈, 2023. 6. 11.