

운용개념 개발 프로세스를 활용한 무인수상정(USV) 탑재 모함의 운용 요구사항 분석

허장완¹⁾ 홍순국^{2)*} 임경한²⁾ 유재관³⁾

1) 해군전력분석시험평가단, 2) 해군사관학교, 3) LIG넥스원

Analysis of Operational Requirements for Mother Ship with a Mounted Unmanned Surface Vehicle(USV) Using the Development Process of the Operational Concept

Jang Wan Hur¹⁾, Soon Kook Hong^{2)*}, Kyung Han Lim²⁾, Jae Kwan Ryu³⁾

1) *R.O.K Naval Force Analysis Test & Evaluation Group*

2) *R.O.K Naval Academy*

3) *LIGNEX1*

Abstract : The South Korean Navy is making efforts to acquire vessels that the new technology of the 4th industry is applied, and as a part of these efforts, it has a plan to mount and operate an Unmanned Surface Vehicle(USV) on a vessel that will be introduced later. However, the recent studies have focused on only development of common platforms and mission equipment for the USV, and have not sufficiently analyzed studies and operational requirements on mother ship that will operate the mounted USV. Hence, this study analyzed and presented requirements of mother ship with the mounted USV in order to operate effectively it when the future medium and large vessels to be acquired by the South Korean Navy intent to operate the USV.

Key Words : Unmanned Surface Vehicle (USV), Mother Ship, Development Process of the Operational Concept, Mission Area Analysis, Mission Needs Analysis, Mission Requirement Analysis

Received: April 20, 2020 / **Revised:** May 19, 2020 / **Accepted:** June 1, 2020

* 교신저자 : Soon Kook Hong, hsk753@gmail.com

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

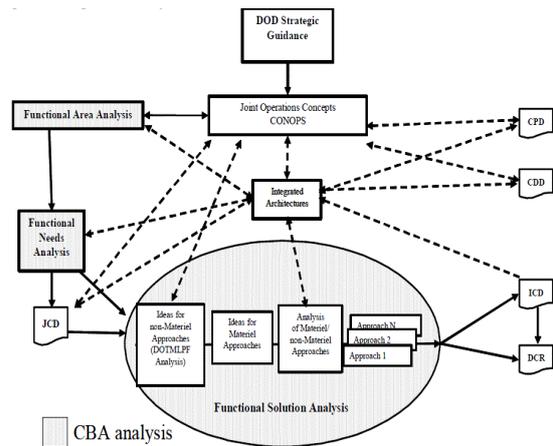
한국 해군은 작전 및 군수현장에 4차 산업혁명 기술을 조기에 적용하기 위하여 SMART NAVY란 구호를 내걸고 해군본부를 중심으로 다양한 신기술을 접목하기 위하여 노력하고 있다[1]. 미래 해상전장에서 활용할 주요 기술 중에서 해양무인체계는 주요 해양국가에서도 경쟁적으로 연구를 수행하고 있다. 그중에서도 해양무인체계 연구개발에 많은 인력과 비용을 투입하고 있는 미 해군의 사례를 보면 무인수상정(Unmanned Surface Vehicle, 이하 USV)은 항만용, 연안감시용, 대기뢰전용, 함정 탑재용, 대잠전용, 전투용 순으로 개발하고 있다. 국내에서도 국방로봇 종합발전계획에 따라 국방과학연구소의 복합임무용 USV와 LIG넥스원의 연안감시정찰용 USV 시제품이 개발되었다. 즉, 국내 현시점의 USV 기술 수준은 제한적으로 대기뢰전 임무가 가능한 수준의 시제품이 개발된 상태로 볼 수 있다.

이러한 상황에서 한국 해군은 전력 건설 차원에서 함정 획득을 지속적으로 추진하고 있으며, 차기 함정에서는 USV를 탑재하여 운용할 예정이다. 하지만 최근의 연구들은 USV 공통 플랫폼 및 임무장비 개발에만 초점이 맞춰져 있고 USV를 탑재하여 운용할 모함의 요구사항 분석은 최근 5년간의 논문 발표 및 군 내외 과제 사례(2건)를 볼 때 추가적인 연구가 필요한 실정이다. 그래서 본 연구에서는 한국 해군에서 획득할 중대형함이 USV를 운용하고자 할 때, USV를 효과적으로 운용하기 위한 탑재 모함 관점의 운용 요구사항을 분석하였다.

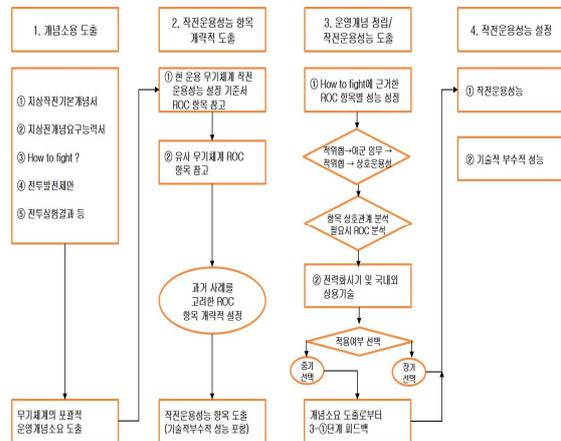
2. 운용개념 분석 프로세스 분석

2.1 국내의 무기체계 운용개념 분석 프로세스

미국 합동참모본부의 소요기획 절차인 JCIDS(Joint Capability Integration & Development Systems)에서 군의 능력은 상위 개념인 CONOPS(Concept of Operations)를 토대로 만들어진다. 운용개념은 소요기획의 핵심 절차인 능력기반기획(Capability



[Figure 1] Capability Based Acquisition Flow and Resulting Documents[2]

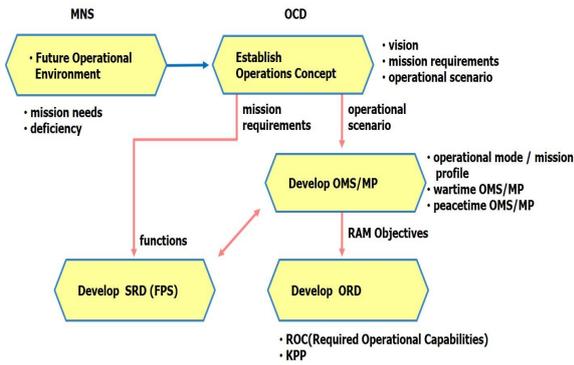


[Figure 2] Development Process of Required Operational Capability by the R.O.K Army[3]

Based Planning)을 통하여 구체화 되며, 이는 그림 1과 같이 기능영역분석(Functional Area Analysis), 기능요구분석(Functional Needs Analysis), 기능솔루션분석(Functional Solution Analysis)을 통하여 최초개념서(Initial Concept Document)로 구체화 된다.

반면 한국 육군의 경우에는 무기체계 작전운용성능 설정을 위하여 지침서를 발간하여 활용하고 있다. 작전운용성능은 그림 2와 같이 개념소요 도출, 작전운용성능 항목 개략적 도출, 운영개념 정립 및 작전운용성능 도출, 작전운용성능 설정의 4단계로 수행된다.

또한, 한국 국방대학교가 2003년까지 미국 합동



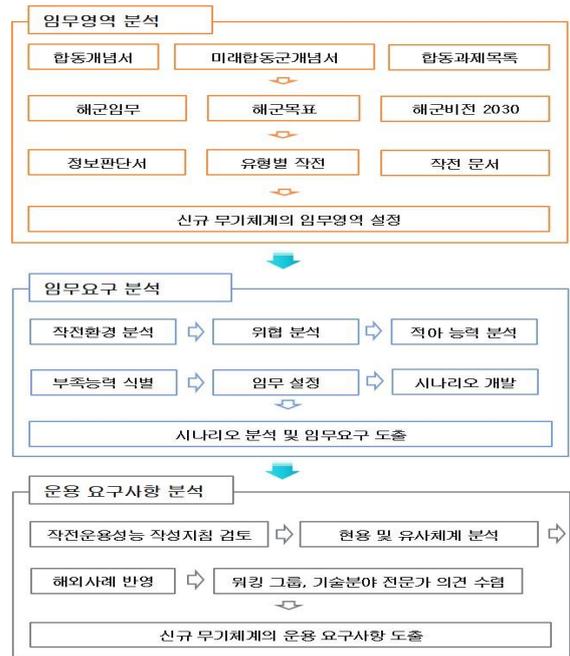
[Figure 3] Development Process of Operational Concept by the Korea National Defense University[4]

참모본부에서 사용하던 요구사항생성체계(Requirement Generation System)를 국내 실정에 맞게 응용한 운용개념 개발 프로세스가 있다. 상기 프로세스는 그림 3과 같이 임무요구기술서(Mission Needs Statement), 운용개념서(Operational Concept Document), 운용형태요약/임무유형(Operational Mode Summary/Mission Profile), 운용요구서(Operational Requirement Document) 라는 정형화된 문서를 통하여 구체화 된다.

2.2 USV 탑재 모함의 운용개념 분석 프로세스 설정

미국 함참의 능력기반기획에서 능력기반분석은 추상적 개념이며, 연구사례가 일반에 공개되어 알려진 것이 거의 없어 활용이 제한되며, 한국 육군의 작전 운용성능 설정지침은 개념연구에서 과거 ROC 설정 사례를 주로 참고하므로 미래 무기체계의 요구사항 분석에 적용하기는 일부 제한이 있다. 국방대학교의 운용개념 개발 프로세스는 2003년까지 사용된 미국 함참의 요구사항생성체계를 국내에 맞게 잘 적용하였으나, 4가지 생산 문서의 분량이 방대하고 많은 시간이 소모되는 제한사항이 있다.

위와 같은 상황에서 국방대학교의 운용개념 개발 프로세스의 내용 산출물을 중심으로 육군 작전운용성능 설정지침의 구체적 분석 절차를 테일러링한 연구 프로세스를 그림 4와 같이 설정하였다.



[Figure 4] Development Process of Operational Concept of Mother Ship with the mounted Unmanned Surface Vehicle (USV)

운용개념 도출 프로세스는 임무영역 분석, 임무요구 분석, 운용 요구사항 분석의 3단계로 수행된다. 여기서 임무영역은 신규 무기체계가 임무를 수행할 작전 및 전술적 범주를 말하고, 임무요구는 운용자가 작전 및 전술을 수행하기 위해 필요한 사항을 정성적으로 표현한 것이다. 반면 운용 요구사항은 임무요구를 분석하여 정량화 및 구체화한 것으로 향후 시스템의 설계기준 및 시험평가 기준으로 사용된다.

세부적으로 임무영역 분석에서는 함참의 개념서와 함동과제목록, 해군의 임무/역할, 18개 유형별 작전, 정보판단서 등을 분석하여 새로운 무기체계가 작전을 수행할 임무영역을 설정한다. 임무요구 분석에서는 전 단계에서 설정된 임무영역 범주에서 작전환경과 위협, 적어의 능력을 분석하여 대응방안을 수립하고 이에 따른 구체적인 시나리오를 개발한다. 운용 요구사항 분석에서는 앞서 개발된 시나리오 분석과 동시에 작전운용성능 작성지침, 유사체계 운용 경험 등을 수집 및 분석하여 요구사항 항목들을 설정하고, 과거 사례 및 자료가 부족한 부분은 워킹

그룹과 기술분야 전문가의 의견을 수렴하여 운용 요구사항을 도출한다.

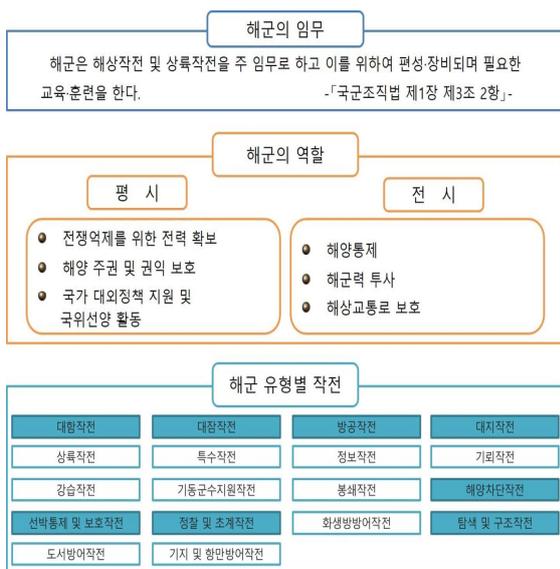
3. USV 탑재 모함 운용 요구사항 분석

3.1 임무영역 분석

상부 지침인 합동개념서와 해군에 부여된 과제인 합동과제목록을 수행하기 위하여 해군은“해상작전 및 상륙작전을 주임무로 하고 이를 위하여 편성 장비되며 필요한 교육훈련을 한다”는 임무를 수행한다[5]. 해군은 임무를 달성하기 위하여 평시 전쟁억제를 위한 전력 확보, 해양 주권 및 권익 보호, 국가 대외정책 지원 및 국위선양 활동을 하며, 전시에는 해양통제, 해군력 투사, 해상교통로 보호의 역할을 수행한다[6]. 해군에 부여된 임무와 역할을 효과적으로 수행하기 위하여 해군은 그림 5와 같이 18개 유형별로 작전을 구분하여 수행한다. USV가 탑재될 함정은 기본적으로 중대형 함정으로서 대함작전, 대잠작전, 방공작전, 대지작전, 해양차단작전, 선박통제 및 보호작전, 정찰 및 초계작전, 탐색 및 구조작전을 수행한다.

3.2 임무요구 분석

임무요구 분석은 그림 4과 같이 작전환경 분석,



[Figure 5] Result of Mission Area Analysis

위협분석, 적아 능력분석, 부족능력 식별, 임무설정, 시나리오 개발, 시나리오 분석 및 임무 요구 도출의 단계로 수행된다. 다만, 작전환경 분석부터 부족능력 식별까지의 단계는 군사보안 고려하여 부득이 생략하고, 임무설정 이후 단계에서부터 일반에 공개할 수 있는 내용으로만 기술하였다.

모함에 탑재된 USV의 임무는 한반도 동·서·남해의 전투지휘관, 참모 장교 및 실무 부사관 대상 9회의 세미나와 인터뷰를 실시하여 설정하였다. 모함의 작전영역 하에서 도출된 USV의 임무는 그림 6과 같이 “연근해 해상에서 모함의 작전 지원”이다. USV에 설정된 임무를 구체적으로 수행하기 위하여 현재의 USV 기술 수준을 고려하여 적용 가능한 단기 과업과 향후 기술 개발을 고려한 중기 과업으로 구분하였다. USV 과업 검토 결과 미식별 선박 검문검색 및 침몰선박 초기 탐색과 기뢰위협 구역 수중탐색을 단기과업으로 설정하였고, 접적 지역 감시정찰 타격, 대유도탄 기만체 및 항적추적 어뢰 경보는 USV 기술발전을 고려하여 중기과업으로 설정하였다.

다음은 시나리오 개발 단계로 단기과업 중 미식별 선박 검문검색/침몰선박 초기탐색 시나리오이며, 세부 단계는 ①~⑤와 그림 7에서 확인할 수 있다.

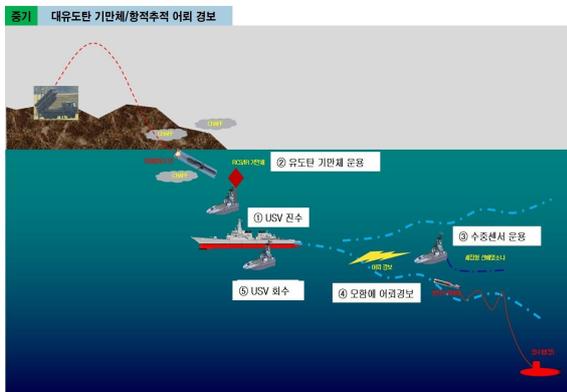
- ① 모함에서 USV를 해상으로 진수한다.
- ② 모함과 USV과 동조 기동한다.
- ③ USV가 미식별 선박을 근접 시각 검색한다.
- ④ USV의 사이드스캔소나 이용 침몰 선박 수중 탐색을 실시한다.



[Figure 6] Operational Tasks Performed by USVs



[Figure 7] Operational Scenario 1 of Mother Ship & USV



[Figure 8] Operational Scenario 2 of Mother Ship & USV

⑤ USV가 연료 재보급차 모함에 복귀한다.

그림 8은 중기과업 중 대유도탄 기만제/항적추적 어뢰 경보 시나리오이며, 세부 단계는 ①~⑤와 같다.

- ① 모함에서 USV를 해상으로 진수한다.
- ② 모함이 유도탄에 의한 피격 가능성 있을 시 USV가 기만제를 전개하여 기만을 실시한다.
- ③ 모함이 항적 추적어뢰에 의한 피격 가능성 있을 시 USV가 수중센서를 예인하며 모함 함미에서 기동한다.
- ④ USV가 어뢰 소음 접촉 시 모함에 경고하고, 모함은 조기에 증속 및 회피기동을 실시한다.
- ⑤ USV가 연료 재보급차 모함에 복귀한다.

USV의 4가지 과업의 시나리오의 각 단계를 구체화하여 정리한 임무 요구는 표 1과 같다. 임무 요구는 명확한 성능 수치 또는 이행 강제성을 가지는 문

<Table 1> Result of Mission Needs Analysis

구분	임무 요구
준비	운용자는 USV 격납고에서 USV 진수 전 장비 검사를 수행할 수 있다.
	운용자는 USV 진회수 장비의 작동상태를 사전에 검사할 수 있다.
	운용자는 보관대에 적재된 USV를 진수 장비에 체결할 수 있다.
	운용자는 격납고에서 USV를 배치 및 이동시킬 수 있다.
진수	운용자는 USV 진수를 위해 모함 속력을 적정하게 감속할 수 있다.
	운용자는 USV 격납고의 스크린(문)을 열어 진수를 준비할 수 있다.
	운용자는 진수장치를 이용하여 USV를 적재대에서 모함 해상현측으로 이동할 수 있다.
	운용자는 USV가 수면상 2m 이상에서 엔진 시동을 걸 수 있다.
	운용자는 진수 장치를 이용하여 USV를 해면으로 내릴 수 있다.
임무	운용자는 통제콘솔에서 USV를 안전하게 통제할 수 있다.
	운용자는 작전구역까지 USV를 모함과 동조기동시킬 수 있다.
	운용자는 USV를 이용하여 세부 과업을 수행할 수 있다.
	운용자는 USV 통신두절시 지정된 위치로 이동하여 모함과 상봉하도록 통제한다.
복귀	운용자는 USV 회수를 위하여 모함 속력을 적정하게 감속할 수 있다.
	운용자는 모함에 USV가 접근 후 안전하게 회수할 수 있다.
	운용자는 회수된 USV의 세척/정비/유류 공급을 할 수 있다.
	운용자는 USV의 임무 변경을 위하여 USV 임무 모듈을 변경할 수 있다.
	운용자는 USV 고장시 원격정비체계를 이용하여 정비지원을 받을 수 있다.

구 대신에 “~할 수 있다.”는 표현으로 운용자의 정성적 요구를 제시한 것이다.

3.3 운용 요구사항 분석

운용 요구사항 분석은 임무 요구에 대한 정량적 분석 과정을 통하여 운용자의 정제된 의도를 무기

<Table 2> Mission Needs, Operational Requirements Analysis Process

단 계	임무 요구	운용 요구사항 도출 위한 분석방향	중점분석 사항
준 비	운용자는 USV 격납고에서 USV 진수 전 장비 검사를 수행할 수 있다.	USV 진회수	<ul style="list-style-type: none"> • 탑재대상 USV 개발현황, 적재 및 정비공간, 진회수 방안 분석 후 정량적 목표 제시
	운용자는 USV 진회수 장비의 작동상태를 사전에 검사할 수 있다.		
	운용자는 보관대에 적재된 USV를 진수 장비에 체결할 수 있다.		
	운용자는 격납고에서 USV를 배치 및 이동시킬 수 있다.		
진 수	운용자는 USV 진수를 위해 모함 속력을 적정하게 감속할 수 있다.	USV 통제	<ul style="list-style-type: none"> • 탑재 USV 개발현황 해군 체계통합 요구조건 고려 정량적 목표 제시
	운용자는 USV 격납고의 스크린(문)을 열어 진수를 준비할 수 있다.		
	운용자는 진수장치를 이용하여 USV를 적재대에서 모함 해상현측으로 이동할 수 있다.		
	운용자는 USV가 수면상 2m 이상에서 엔진 시동을 걸 수 있다.		
	운용자는 진수 장치를 이용하여 USV를 해면으로 내릴 수 있다.		
	운용자는 진수 장치에서 USV 체결을 해제하여 USV를 안전하게 모함에서 이탈시킬 수 있다.		
임 무	운용자는 통제실에서 USV를 안전하게 통제할 수 있다.	정 비 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 탑재 대상 USV 고려 모함의 기본설계 단계, ILS 개념 고려 구체화 필요
	운용자는 작전구역까지 USV를 모함과 동조 기동시킬 수 있다.		
	운용자는 USV를 이용하여 세부 과업을 수행할 수 있다.		
	운용자는 USV 통신두절시 지정된 위치로 이동하여 모함과 상봉하도록 통제한다.		
복 귀	운용자는 USV 회수를 위하여 모함 속력을 적정하게 감속할 수 있다.	보 급 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 탑재 대상 USV 고려 모함의 기본설계 단계, ILS 개념 고려 구체화 필요
	운용자는 모함에 USV가 접근 후 안전하게 회수할 수 있다.		
	운용자는 회수된 USV의 세척/정비/탄약/유류 공급을 할 수 있다.		
	운용자는 USV의 임무 변경을 위하여 USV 임무 모듈을 변경할 수 있다.		
	운용자는 USV 고장시 원격정비체계를 이용하여 정비지원을 받을 수 있다.		

체계 개발자에게 전달하기 위해 수행된다. 임무 요구를 운용 요구사항으로 분석하는 과정은 표 2와 같으며, 먼저 임무 요구를 유사한 항목으로 분류하는 것에서 시작한다. USV 진회수 등 4개의 항목에 속한 임무 요구를 운용 요구사항으로 구체화시키기 위한 분석 방향은 유사 무기체계 운용 및 개발 전문가 자문을 통하여 수립하였다. 그 결과 USV 탑재 모함의 진회수는 가장 많은 임무 요구와 연관된 항목으로 탑재대상 USV 개발현황, 적재/정비공간 및 진회수 방안을 분석하여 정량적 목표를 제시할 필요가 있다. USV 통제는 탑재대상 USV의 능력에 큰 영향을 받는 요소로서, 모함과 USV의 운용효과 증대를 위하여 함정 체계통합 수준과 USV의 기술수준을 고려하여 정량적 목표치를 제시해야 한다. 정비 및 보급 지원 기능은 모함의 기본설계 단계에서 중합군수지원 개념을 고려하여 향후 사업 진행 간에 구체화할 필요가 있다.

상기 분석 방향에 따라 운용 요구사항을 효과적으로 도출하기 위하여 그림 9와 같이 탑재대상 USV 개발현황, USV 진회수 방안, USV 적재 및 정비공간, 모함-USV간 체계통합 요구사항을 중점 분석 사항으로 선정하여 검토하였다.



[Figure 9] Focus Areas of Requirements Analysis

3.3.1 탑재대상 USV 개발현황

USV는 미 해군이 제시한 USV 중합발전계획에 따르면 X급(small), Harbor급(7m), Snorkeler급(7m), Fleet급(11m)으로 분류한다. X급은 특수작전과 해양정보작전을 수행하며, Harbor급은 대기뢰진, 감시정찰작전, 수상진 등을 수행한다. Snorkeler급은 대기뢰진과 대잠전을 수행하고, Fleet급은 대

<Table 3> Technology Status of USVs Developed in South Korea

구분	주요 사항	
복합 임무		<ul style="list-style-type: none"> 개발기관/주관 : '15~'19년/국과연 전장 : 8.4m, 전폭 : 2.3m, 톤수(만재) : 3.0톤 탑재장비 : 전자광학장비, RCWS, EO/IR, 사이드스캔 소나
연안 감시 정찰		<ul style="list-style-type: none"> 개발기관/주관 : '15~'17년/LIG넥스원 전장 : 8m, 전폭 : 2.6m, 톤수(만재) : 3.0톤 탑재장비 : 전자광학장비, RCWS, EO/IR
기술 개발		<ul style="list-style-type: none"> 개발기관/주관 : '18년/선박해양플랜트연구소 전장 : 8m, 전폭 : 2.5m, 톤수(만재) : 3.0톤 탑재장비 : 전자광학장비, 자동진회수체계

기뢰전, 해양교통로보호, 군수물자수송 등의 비교적 다양한 임무를 수행한다[7].

'15~'19년간 국내에서는 Harbor급과 Fleet급 사이의 크기인 8m급의 USV가 기술 개발용으로 제작되었다. 대표적으로 국방과학기술연구소의 복합 임무 USV, LIG넥스원의 연안감시정찰 USV, 선박해양플랜트연구소의 USV이 개발되었으며, 주요 사양과 형상은 표 3과 같다[8].

모함에서 USV를 운용 시 성공적으로 과업을 수행 하기 위해서는 USV의 자율 수준이 핵심적인 요소 이다. USV의 자율 수준은 표 4과 같이 임무 복잡성, 환경인식, 의사결정 기술 등으로 구분할 수 있다[9].

임무 복잡성은 단위, 복합, 편대, 군집임무로 구분하고 있으며, 현재 국내의 무인수상정 기술 수준은 1단계인 단위임무가 가능한 수준이다. 환경인식은 인간 인식, 자동탐지, 자동분류, 자율 식별의 단계 중 가장 낮은 단계인 인간 인식 단계로 판단된다. USV의 핵심 기술 중 하나인 의사결정은 원격통제, 제한 자율(인간 통제), 반자율(인간 지원), 완전 자율 중 원격통제 수준으로 볼 수 있다. 즉, 현재 국내 USV의 자율 수준을 고려하면 진회수, 항해 및 임무 간에 운용자의 적극적인 개입과 통제가 필요하다고 할 수 있다.

<Table 4> Autonomous Level of USVs

구분	단계	임무 분류	세부 내용
임무 복잡성	1	단위 임무	단일 플랫폼에서 한 가지 임무만을 수행할 수 있는 경우
	2	복합 임무	단일 플랫폼에서 최소 두 가지 이상의 임무를 수행할 수 있는 경우
	3	편대 임무	다수의 무인플랫폼이 하나의 편대를 이루며, 각 편대에서는 각기 다른 하나의 임무를 수행하여 복합적인 임무를 수행할 경우
	4	군집 임무	복수의 무인플랫폼이 하나의 편대를 이루며, 각 편대에서는 복합임무를 수행할 수 있어 복합적인 임무를 각 편대에서 모두 수행할 수 있는 경우
환경 인식	1	인간 인식	원격운용을 위해, 무인플랫폼에 설치된 영상 및 수중음향장치로부터 획득된 단순 정보가 인간에 의해 인식되는 단계
	2	자동 탐지	목표물, 위험물 및 장애물이 무엇인가 구별하지 못하고 스스로 인식하는 단계
	3	자동 분류	목표물, 위험물 및 장애물을 탐지한 다음 탐지된 물체에 대해 스스로 분류하는 단계
	4	자율 식별	탐지 및 분류된 대상체를 무인플랫폼의 데이터 처리 기술을 바탕으로 구체적이고 명확하게 식별하는 단계
의사 결정	1	원격 통제	인간에 의해 의사결정하고 모든 임무기능은 운용자에 의해 인식 및 실행
	2	제한 자율	무인플랫폼이 환경인식 능력으로 제한된 의사결정 선택사항을 인간이 의사결정
	3	반 자율	운용자의 반응이 없을 시, 무인시스템이 자동적으로 임무 관련 의사결정 및 실행
	4	완전 자율	완전자율 의사결정으로 인간의 개입이 전혀 없이 임무를 수행함

3.3.2 USV 진회수 방안

중대형 함정에서 USV를 진회수하는 방안은 그림 10과 같이 함정 현측과 함미를 활용하는 방안이 있다. 현측 방식은 현측에 크레인, 데빗트, 확장형 로봇팔 등을 설치하여 USV 진회수 시 사용한다. 함미 방식은 USV 진회수 시 함미 램프를 열어 해수를 채운 후 USV를 진회수하는 램프 방식과 함미 외부 갑판에 슬라이드를 설치하여 USV가 모함의 함미에 올라타는 슬라이드 방식이 있다.

모함에 USV를 탑재하는 방안은 결국 현측에서 크레인/데빗/로봇팔 등을 활용하는 방법과 함미의 램프/슬라이드를 활용하는 방안 중 모함의 특성에 맞게 선택해야 하며, 이를 위하여 위 2가지 방안을 비교 분석한 것이 표 5이다. 기술 보유 측면에서는

<Table 5> Comparison of Methods of Mounting USVs

구분	현측 방식 (크레인/데빗/로봇팔)	함미 방식 (램프/슬라이드)
설치 공간	가능	제한
진회수 함기동	함 정지 필요 (미래 저속 기동)	저속 기동 (미래 중속 기동)
USV 무인 진회수	제한 (USV 선수 고정 곤란)	가능 (모함 기관 정지시 접근)
USV 안전성	보통 (현측 파도에 의한 전복)	보통 (함미 파도에 의한 조향 제한)
진회수 모습		

실적함에서도 고속단정을 현측에서 진회수하고 하고 있고, 일부 함형의 경우 램프 및 슬라이드 장치가 설치된 함정이 이미 있다. 설치 공간 측면에서는 현측은 공간적으로 가능하나, 함미 방식은 선배열에 인소나 등 임무 장비가 설치로 제한될 것으로 보인다. 해상에서는 모함의 생존성을 보장하기 위해 최대한 기동 중 USV를 탑재해야하나 현측 방식은 USV가 접근 중 현측 파도에 의해 전복될 가능성이 있어 함이 정지할 필요가 있다. 반면 함미 방식은 USV 함미 접근 시 기동 중 일시적으로 추진기를 정지함으로써 대수속력이 있는 가운데 USV 탑재가 가능하다. 하지만 USV를 탑재하기 위해 별도로 건조되는 함형을 제외하고는 일반적인 함정의 경우에는 함미 램프/슬라이드 설치가 제한되므로 현측 크레인/데빗/로봇팔을 활용하여 USV 탑재하는 방안이 현실적인 대안이 될 것으로 보인다.

3.3.3 USV 적재 및 정비공간

USV를 모함의 현측에 탑재할 공간을 분석하기 위하여 실적함의 고속단정 탑재 공간을 조사하였다. 세종대왕(DDG)급 함정은 그림 11과 같이 현측에 스크린으로 보호되는 격실공간에 고속단정을 데빗트를 이용하여 진회수 및 보관하고 있다. 고속단정의 전장 7.4m를 고려하여 격실의 전장은 12m이며,



[Figure 10] Configuration of Concept of Mother Ship with the Mounted USV[10],[11]



[Figure 11] Case of Mother Ship Mounted Small Boat

2층 구조에 20명 내외의 인원이 고속단정 진회수 작업을 수행할 수 있다. 충무공이순신(DDH-II)급 함정은 현측의 노천 갑판 상 거치대에 고속단정을 보관하고 있으며 크레인을 이용하여 진회수 작업을 수행한다.

모함에 만재 톤수 3톤 이하, 전장 8m, 전폭 2.5m 내외의 USV 탑재 고려 기존의 DDG급의 전장 12m, 2층 구조에 진회수 장치 설치가 필요하다. USV 격납고에는 그림 12와 같이 USV의 임무 모듈 교체에 위한 정비실과 검사정비용 크레인이 설치되어야 한다. 또한 USV 회수 후 부식방지를 위해 세척 및 배수 장치가 필요하며, USV에 유류를 보급할 수 있는 장비와 화재 진화 설비가 필요하다. USV 장비 고장 시 화상 원격정비체계 등을 위한 지원장비 및 시설도 필요하다.

3.3.4 모함-USV간 체계 통합

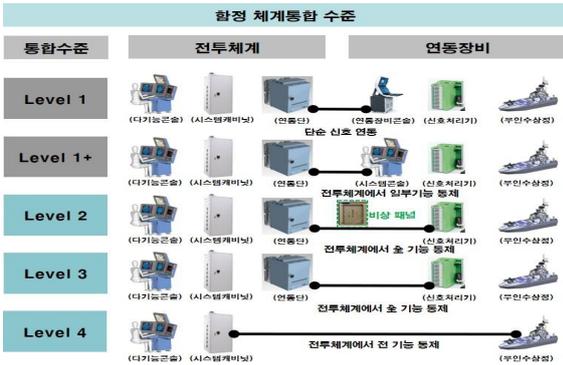
함정체계통합이란 함정에 탑재된 센서, 무장 등의 각종 체계를 유기적으로 통합하여 전투성능 및 운용성을 극대화 하는 것이다[12]. 이를 위하여 향후 건조되는 함정은 전투체계를 중심으로 센서 및 무



[Figure 12] Maintenance Activities of USVs in the Hangar



[Figure 14] Cases of Control Console of UAVs & USVs



[Figure 13] Level of Systems Integration of Vessels

장이 통합되어 운용될 예정이며, 함정 체계통합의 방향은 각 센서 및 무장의 운용콘솔 없이 전투체계의 다기능콘솔과 시스템캐비닛을 이용하여 임무 장비를 직접 통제하여 전투능력을 극대화하는 것이다.

그림 13에서 볼 수 있듯이 통합수준 1은 전투체계와 USV가 연동단을 통하여 단순 신호 연동하는 것이며, 통합수준 1+는 전투체계에서 연동단을 통하여 USV를 일부 기능 통제하는 것이다. 통합수준 2는 전투체계에서 연동단을 통하여 USV를 직접 통제하되, USV의 자체 콘솔이 없는 것이 특징이다. 통합수준 3은 전투체계에서 연동단을 통하여 USV의 전 기능을 통제하는 것이며, 통합수준 4는 전투체계의 시스템 캐비닛을 통하여 연동단 없이 USV의 전 기능을 직접 통제하는 것이다[13].

미래에 건조될 해군 함정은 기본적으로 통합수준 2 이상의 체계통합을 추진하고 있으므로 USV 탑재 모함 측면에서는 USV의 자체 콘솔을 두지 않고 전

투체계 다기능 콘솔로 USV를 통제할 수 있도록 기술 및 요구사항 관리를 해야 할 것이다.

유사 무기체계로서 무인항공기의 콘솔 운용사례를 살펴보면, 그림 14와 같이 2개의 콘솔에 2인의 운용자가 무인항공기를 통제하며, 1명은 비행 기능을 수행하고 다른 1명은 센서 및 무장 통제를 수행한다. 이는 상황 발생시 효과적으로 무인항공기를 통제하기 위한 것으로 1인이 비행과 센서 및 무장을 동시에 운용하는 것이 상황판단과 의사결정에 제한이 되기 때문이다. 그러므로 USV 통제콘솔은 2인이 운용할 수 있도록 전투지휘상황실에 설치하되 설치공간을 고려 기존 전투체계의 다기능 콘솔에 통합되도록 설계해야 할 것이다.

3.4 요구사항 분석 결과

요구사항은 앞 단계의 임무영역 설정과 임무요구 분석을 통하여 도출한 USV 탑재 모함의 임무 및 과업을 바탕으로 시나리오를 분석하여 도출하였다. 시나리오를 분석하여 도출한 운용자의 임무 요구를 구체화하기 위하여 탑재 대상 USV 개발현황, 진회수 방안, 탑재 공간, 모함-USV간 체계통합에 중점적으로 분석하였다. 요구사항 분석 결과는 표 6에 제시하였으며, 시스템이 최초 배치되기 위해 반드시 충족시켜야 하는 기준치와 최종 요구수준인 목표치를 병기 하였다. 또한, 현재의 기술 수준과 향후 기술 개발이 필요한 항목을 고려하여 적용 시기를 단기·중기·장기로 구분하여 제시하였다.

<Table 6> Result of Requirements Analysis for Mother Ship with the Mounted USV

구분	기준치	목표치	적용 시기			비고	
			단기	중기	장기		
USV 진회수	모함 기동 속도 (대수 속력 1노트 이하)	-	✓			-	
	-	모함 저속 기동 (대수 속력 4노트 이상)		✓		모함 침로 유지 가능 속도	
	인양 중량	USV 3톤 이하	-	✓		크레인/데빗트 인양 능력 고려	
	탑재 공간	12m(L), 3.5m(W), 5m(H) 이상, 격납고 밀폐문설치	-	✓		진회수작업공간, USV 전고(H) 고려	
	해상 상태	파고 1.5m 이상에서 진회수가능	-	✓			
	회수 방안	모함에 USV 접근 후 운용자탑승하여 회수	-	✓			자율 기술 성숙도 고려 진화적 적용
		-	운용자가 USV를 휴대용 통제기이용 모함 접근/회수 (진회수 작업 지원)		✓		
-		USV 자율모드로 회수 위치 접근/회수			✓		
USV 통제	임 무 수 행	항해 파일럿 : 1명 탐지/무장 파일럿 : 1명	-	✓		모함 침로 유지가능 속도	
	진회수	함교 또는 갑판 배치 원격통제 요원	-	✓		항해 파일럿이 겸임	
	통 합 수 준	Level 1+	-	✓			
		-	Level 2		✓		
통 신 거 리	00km 이상	-	✓			위성 未 사용 기준, 미식별 선박에 의한 모함 피격 예방	
	-	00km 이상		✓			
보 급 지 원	연 료	USV 모함 탑재 후 연료 재보급	-	✓			
	탄 약	USV 모함 탑재 후 탄약 재보급	-	✓			
정 비 지 원	청수 이용 세척 장치 보유	-	✓				
	임무모듈보관, 교체 장비및 공간 (천정 크레인, 로봇팔등)	-	✓				
	원격 정비지원용 화상통신 체계	-	✓				
	유류 누유차단 및 화재 진화 설비	-	✓				

4. 결 론

본 연구는 미래에 건조될 중대형함이 USV를 탑재 및 운용할 경우를 대비하여 USV 탑재 모함 관점에서의 요구사항을 도출하기 위해 수행되었다. 요구사항 도출은 국내의 운용개념 개발 프로세스를 분석하여 본 연구 목적에 맞게 테일러링한 무기체계 운용개념 프로세스를 기반으로 수행되었다. USV 탑재 모함의 임무 영역 분석을 통하여 USV의 임무를 설정하고, 4가지 과업을 설정하였다. 4가지 과업을 구체화하기 위하여 시나리오를 작성하여 임무 요구를 분석하였으며, 임무 요구를 정량화하여 기술하기 위하여 탑재 대상이 되는 USV의 국내 개발현황, 함정에서의 진회수 방안과 탑재공간, 함정 전투체계와의 통합 방안을 단계적으로 분석하였다. 위와 같은 USV 탑재 모함의 요구사항 분석 결과 진회수 방안 등 12분야의 요구사항을 정량화하여 제시할 수 있었다. 이는 함정의 설계지침서(Top Level Requirement)와 설계기준서(Top Level Specification) 작성 시 활용할 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 국방과학연구소 민군협력진흥원의 “상시 수중감시정찰을 위한 이종플랫폼 통합운영제어 기술개발”과제 지원을 받아 수행되었습니다.

References

1. Republic of Korea Navy, “Smart navy?”, <http://www.navy.mil.kr/user/boardList.do?handle=202810&siteId=navy00>
2. Chairman of the Joint Chiefs of Staff Manual 3170.01C, Operation of the Joint Capabilities Integration and Development System, p.A-3,

2007.

3. Republic of Korea Army Training and Doctrine Command, ROC development process, p.35, 2007.

4. Kwon Y.S., Systems Engineering Fundamentals Ver2.0, National Defense University of R.O.K., p.I-65, 2015.

5. <http://www.law.go.kr/법령/국군조직법>

6. http://www.navy.mil.kr/mbs/home/mbs/navy/subview.do?id=navy_010400000000

7. Jame E. Thomsen, 2007, The Navy Unmanned Surface Vehicle(USV) Master Plan, U.S Navy Littoral & Mine Warfare, p.xii, 23 July 2007.

8. Son N.S., Kim S.Y., Field test of the autonomous navigation of unmanned surface vehicle loaded on mother-ship, Naval Ship Technology & Weapon Systems Seminar, pp.424-427, 2013.

9. Kwon L.U., Classification and Evaluation Method for Autonomy Levels of Unmanned Maritime Systems, Journal of the Korea Institute of Military Science & Technology, Vol. 19, No. 3, pp.404-414, 2016.

10. <https://www.navalnews.com/naval-news/2019/05>

11. <https://www.navalnews.com/event-news/madex-2019>.

12. Park G.S., Park H.J., Choi B.W., Study on the Ship System Integration in the Basis of Total Ship Computing Environment, Naval Ship Technology & Weapon Systems Seminar, pp.495-499, 2013.

13. Republic of Korea Navy Headquarters System Integration Division, Revision of the System Integration Level of the Ship, pp.1-2, 2019.