

무인 잠수정 연구 개발 동향 분석 및 발전 방안

이지은
국방기술품질원

Technology Development Trends Analysis and Development Plan of Unmanned Underwater Vehicle

Ji Eun Lee
Defense Agency for Technology and Quality

요약 무인 잠수정은 접경지역이나 적 잠수함이나 잠수정이 출몰하는 위협지역에서 감시 정찰 임무 가능한 주요 무기체계로 국내·외에서 활발한 연구 개발이 진행되고 있다. 무인 잠수정의 주요 활용처는 민수 분야에서는 해저 자원 탐사, 재난 예측, 해저 지형 조사 등에 활용가능하고, 국방 분야에서는 위협 지역이 등에서 적 잠수함/정 등에 대한 대잠 정찰, 기뢰 제거 등에 활용 가능하다. 본 논문에서는 무인 잠수정의 무게별, 임무별 주요 분류에 대해서 살펴보고, 무게별 주요 분류 기준에 따라 휴대용급, 경량급, 중량급, 대형급 무인 잠수정의 국외 개발 동향을 조사·분석한다. 이를 기반으로 국내 무인 잠수정 개발 동향을 조사·분석하여 국외 대비 국내 현황을 살펴본다. 또한 앞서 조사·분석된 국내·외 주요 무인잠수정 개발 현황을 통하여, 본 논문에서는 미래 국내 무인 잠수정의 핵심 기술로 은밀성 강화와 통합 전장 운영이 가능한 자율제어 기술, 수중 장기 체류가 가능한 차세대 에너지원 기술, 소형화 및 경량화 기반의 정밀 센서 기술 등 미래 무인 잠수정에 대한 발전 방안을 제시한다.

Abstract An unmanned underwater vehicle is a major weapon system that allows surveillance and reconnaissance missions in border areas or threatening areas where enemy submarines are present. Unmanned underwater vehicles can be used to explore underwater resources, predict disasters, and survey the topography of the ocean floor in the civilian fields, while in the defense fields, it can be used for anti-submarine reconnaissance and mine countermeasures. In this paper, we first investigate the main classification of unmanned underwater vehicles, and foreign R&D trends are analyzed based on the main classification criteria by weight, such as portable, light, heavy and large-scale unmanned underwater vehicles. Then we examine the trends in the development of domestic unmanned underwater vehicles. Finally, through the analysis of both domestic and foreign unmanned underwater vehicles, we present future development trends of unmanned underwater vehicles in order to set defense goals to counter the anticipated threats and diversified potential environment.

Keywords : Unmanned Underwater Vehicle, Unmanned Maritime System, Autonomous Underwater Vehicle, Remotely Operated Vehicle, and Technology Development Trends

*Corresponding Author : Ji Eun Lee(Defense Agency for Technology and Quality)

email: jieun.lee@snu.ac.kr

Received August 12, 2019

Accepted September 6, 2019

Revised September 4, 2019

Published September 30, 2019

1. 서론

인공지능 기술과 로봇 기술의 발달에 따라 인간이 수행하기에 어렵고 위험하거나 반복적인 업무 수행 등을 위해 각종 무인 시스템이 개발되고 있다. 이 중 해

양 무인 체계는 Fig. 1과 같이, 인명과 함정 보호 목적으로 위험 지역이나 위험 임무를 수행하기 위하여 무인 수상정(Unmanned Surface Vehicle, USV)이나 무인 잠수정(Unmanned Underwater Vehicle, UUV)을 운용한다.

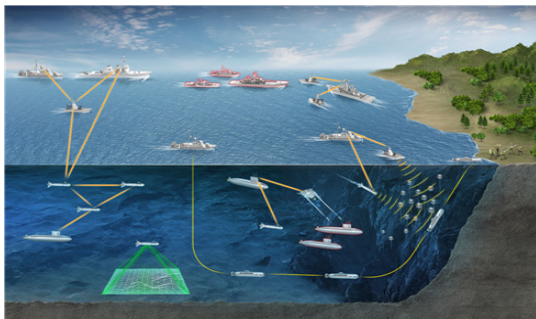


Fig. 1. Employment of Concept for Unmanned Maritime System[1]

그 중 무인 잠수정은 수중에서 정찰, 감시, 기뢰 탐색 및 제거, 해양 환경 자료 수집, 대잠전 등의 임무를 수행하기 위하여 개발된 수중용 무인체계이다. 수중에서 임무

를 수행하고 음향 및 자기 신호를 최소화 할 수 있기 때문에 군사적 활용성이 높으며[2], 민수 분야에서도 인간이 탐사하기 어려운 해저 지역 자원 탐사, 재난 예측, 해저 지형 조사 등 다양한 분야에서 그 활용성이 높다.

그러나 운용 환경이 열악한 수중에서 무인 시스템을 운용하기에는 다양한 문제가 발생한다. 우선 자율 제어를 통하여 수중에서 무인 자율 주행을 수행하여야 하는데, 지상이나 항공환경에 대비하여 위치 인식을 위한 항법 정보나 센서가 인식할 수 있는 환경이 조성되지 못하는 경우가 많다. 특히 국내의 한 연구에 따르면 국내 주요 항만의 탁도(Nephelometer Turbidity Unit, NTU)를 측정한 결과 속초, 포항, 울산 등 동해안은 2.5 NTU 이하의 탁도를 보였으나 남해안의 진도항은 25 NTU 이상의 탁도를 보였고 서해안의 인천항은 35 NTU 이상의 탁도를 보여[3], 센서 기반의 무인 잠수정 체계를 운용하는데 제약이 있다. 이러한 탁도의 문제는 수중 센서 시스템을 이용한 탐지 성능에도 영향을 미칠 수 있어 감시·정찰의 임무를 수행하는 무인잠수정의 주요 임무에 제한을 발생할 수 있다. 뿐만 아니라 수중에서 주요 감시 영역을 이동하거나 빠른 해류의 영향에서 위치를 유지하기 위해서는 추진 기관을 구동할 수 있는 에너지원이 필요하다.

본 논문에서는 우선 무인 잠수정의 주요 분류에 대해서 살펴보고, 이를 기반으로 국외의 주요 무인 잠수정 개발 현황에 대하여 살펴본다. 또한 국외 사례 대비 국내 무인 잠수정 개발 현황에 대해서 조사·분석하고, 무인 잠수정의 주요 핵심 기술 분야인 자율 제어 기술, 에너지원 분

Table 1. Unmanned Underwater Vehicle Class vs. Mission[4] & Representative UUV

Priority	Capability	Man Portable	Light Weight	Heavy Weight	Large
1	Intelligence, Surveillance, Reconnaissance(ISR)	Special Purpose	Harbor	Tactical	Persistent
2	Mine Countermeasures(MCM)	Neutralizers	Clearance	Clandestine Reconnaissance	-
3	Anti-Submarine Warfare(ASW)	-	-	-	Hold-at-Risk
4	Inspection/Identify	Homeland Defense/ Anti-Terrorism	-	-	-
5	Oceanography	-	Special Purpose	Littoral Access	Long Range
6	Communication/ Navigation Network Nodes(CN3)	VSW/SOF	Mobile CN3	-	-
7	Payload Delivery	-	-	-	Special Operations Forces(SOF)
8	Information Operations	-	Network Attack	Submarine Decoy	-
9	Time Critical Strike	-	-	-	SOF
UUV	Foreign	Riptide Micro	Bluefin-12	AUV62-MR	Echo Voyager
	Domestic	HW200	OKPO-6000	-	-

야, 임무 수행을 위한 센서 분야 등에 대하여 국내·외 무인잠수정 연구 개발 동향을 기반으로 향후 예상되는 위협과 다변화된 안보 환경에 대응하기 위한 무인 잠수정의 발전 방안을 제시한다.



Fig. 2. Riptide Micro-UUV(Riptide Autonomous Solutions)[5]

25~100lb) 이상인 무인잠수정을 휴대급(Man Portable), 약 220kg(약 500lb) 급인 무인 잠수정을 경량급(Light Weight), 약 1300kg(약 3000lb) 급인 무인잠수정을 중량급(Heavy Weight), 약 9000kg(약 20,000lb)급 이상인 무인잠수정을 대형급(Large)로 정의하였다.



Fig. 3. Bluefin-12 UUV(Bluefin Robotics Corporation)[6]

2. 무인 잠수정 개발 현황

2.1 무인 잠수정 주요 분류 및 국외 무인 잠수정 개발 현황

미국은 무인잠수정 분야에서 선도적으로 가장 많은 연구를 수행하고 있으며 최초로 실전에 배치된 무인 잠수정으로 알려진 미국 CURV(Cable controled Underwater Research Vehicle)가 1966년에 분실된 수소폭탄을 회수하기 위하여 최초로 스페인 팔로마레스 해역에 투입되었다. 1980년대까지는 CURV와 같이 무인잠수정과 모함 간의 케이블 연결을 통하여 기뢰 탐색 등의 임무를 수행하는 형태의 무인잠수정이 운용되었으나 1990년대부터는 케이블 없이 자율 운항이 가능한 자율 제어 형태의 무인 잠수정이 활발히 개발되면서 무인 잠수정의 개발이 보다 체계화 되었다.

특히 미국은 체계적으로 군사용 무인잠수정 계획기반으로 Table 1과 같이 무인 잠수정의 주요 임무와 우선순위를 할당한 후, 각 임무별로 적합한 무인 잠수정을 분류하고 주요 임무를 할당하는 UUV 마스터 플랜을 발표하였다[4]. 우선 무인잠수정의 주요 임무를 감시·정찰(ISR), 대기뢰전(MCM), 대잠전(ASW), 탐지·식별, 해양조사, 통신·네트워크, 운송, 정보작전 등으로 분류하고 임무의 우선순위를 할당한 후, 이에 적합한 무인 잠수정을 무게에 따라 분류하였는데 Table 1과 같이 약 10~50kg(약



Fig. 4. AUV62-MR(Saab Dynamics AB)[7]

이를 기반으로 각 분류에 해당하는 대표적인 국외 무인 잠수정 개발 현황을 살펴보면 우선 사람 1~2인이 들 수 있는 무게인 휴대용급 무인잠수정이 있다. 휴대용급 무인잠수정은 특수 목적의 감시정찰, 천해 지역 기뢰 무력화, 대테러, 시설보호, 통신 네트워크를 제공하는 용도로 운용된다. 대표적인 휴대용급 무인잠수정으로는 Fig. 2와 같이 미국의 Riptide Micro UUV가 있다[5]. Riptide Micro UUV의 운용 수심은 300m 이며, 알카라인, 충전식 리튬 이온 전지, 알루미늄 해수 전지 등 다양한 소스의 에너지원을 선택·장착하여 사용할 수 있도록 설계되었다. 장착하는 에너지원에 따라 짧게는 30시간에서 해수 전지의 경우 최대 400시간 까지 운용이 가능하며 무게는 탑재 모듈에 따라 10~50kg의 무게를 가진다.



Fig. 5. Echo Voyager(The Boeing Company)[8]

경량급 무인잠수정은 항만 감시 정찰, 작전 해역의 기뢰 제거, 특수 목적의 해양조사, 네트워크 공격, 이동형 통신 노드 제공 등의 목적으로 운용된다. 대표적인 경량급 무인잠수정으로는 Fig. 3과 같이 미국 Bluefin-12 무인 잠수정이 있다[6]. Bluefin-12 무인 잠수정은 모듈러 타입의 무인잠수정으로 대기뢰진, 항만 감시정찰 등의 임무를 수행할 수 있도록 설계되었다. 다양한 Bluefin-12 계열 무인잠수정 중 Bluefin-12D는 운용 수심이 1500미터에 이르고 무게는 약 260kg에 달하는 경량급 무인잠수정이다. 에너지원으로는 리튬 폴리머 전지를 사용하며, 운용 시간은 3노트 기준으로 30시간의 운용시간을 제공한다.

중량급 무인잠수정은 전술용 감시정찰, 은밀 정찰, 잠수함 기만, 연안 접근 기반 해양 조사 등의 목적으로 운용된다. 대표적인 중량급 무인잠수정으로는 Fig. 4와 같이 스웨덴 사브사의 AUV62-MR 무인 잠수정이 있다[7]. AUV62-MR 무인 잠수정은 운용 수심이 500미터이고 무게는 탑재 장비에 따라 800~1500kg에 달한다. 운용 시간은 3노트 기준으로 24시간 운용이 가능하며 최대 운항 속도는 20노트에 달한다. 탑재된 HTP 엔진의 HTP 추진체는 증기 발생기 내부에서 파라핀과 함께 화학 반응하여 추진력을 발생시키며 이를 통하여 주된 에너지를 공급받는다.

대형급 무인잠수정은 지속적인 감시정찰, 매복형 대잠전, 장거리 해양조사, 특수작전용 이송 등의 목적으로 운용된다. 대표적인 대형급 무인잠수정은 Fig. 5와 같이 보잉사의 Echo Voyager 무인잠수정이 있다[8]. Echo Voyager 무인잠수정은 대형급 무인잠수정 중에서도 초대형급 무인잠수정으로 무게는 45,360kg에 이르고, 운용 수심은 3,000m, 운용시간은 3개월 이상의 장시간 운용이 가능하다. Echo Voyager 무인잠수정은 리튬 이온 또는 은-아연(Silver-Zinc) 전지와 디젤 발전기를 기반으로 에너지원을 공급 받으며, 배터리를 재충전하기 위하여 디젤 발전기를 사용한다.



Fig. 6. OKPO-6000 UUV(DSME Co., Ltd. & IMTP)[9]



Fig. 7. SAUV (Daeyang Electric Co., Ltd. & Etc.)[10]

2.2 국내 무인 잠수정 개발 현황

휴대용급 무인 잠수정에서 대형급 무인 잠수정까지 임무에 따라 다양한 연구 개발이 진행된 국외 사례와 달리 국내에서는 대부분 경량급 이하 무인 잠수정이 개발되었다. Fig. 6와 같이 1996년 대우조선해양(DSME Co., Ltd.)과 러시아의 IMPT(Institute of Marine Technology Problems)사가 공동으로 국내 최초로 알려진 무인 잠수정인 OKPO-6000 무인잠수정을 개발하였다[9]. OKPO-6000 무인잠수정은 해양 탐사를 목적으로 개발되었으며 운용 수심은 6,000m로 알려졌다. 길이 3.8m, 직경은 0.7m, 무게는 980kg 내외로 경량급 이하이며, 주요 탑재 센서로는 2개의 사이드 스캔 소나, 회피 소나, TV 카메라, 스틸 카메라 등을 탑재하였다. 운용 시간은 3노트 기준 10시간 내외로 알려져 있으며, 4개의 쓰러스터(Thruster) 추진, AgZn 충전식 전지를 사용한 것으로 알려졌다.

1998년 12월부터 2003년 5월까지 대양전기공업, 한국해양연구원(현 한국해양과학기술원(KIOST) 선박해양플랜트연구소(KRISO)), 한국과학기술연구원은 민군겸용(응용/시험) 개발 과제로 Fig. 7과 같이 SAUV(Semi Autonomous Underwater Vehicle)을 개발하였다[10]. 운용 수심 400m로 알려져 있으며, 운용시간은 6시간 내외이며 연속 전지를 활용하였다. 탑재 센서는 CCD

타입의 TV 카메라, 사이드 스캔 소나 등이 탑재되었다. 이 외에도 2009년 해양탐사용으로 한국해양연구원(현 한국해양과학기술원(KIOST)) 선박해양플랜트연구소(KRISO))에서 개발한 이심어-100이나 2012년 국방 신개념 기술 시범사업(ACTD)을 통하여 확보된 무인 기뢰 처리기용 무인잠수정을 개발하였다.



Fig. 8. HW200 UUV (HanWha Co., Ltd.)[11]

또한 Fig. 8와 같이 2014년 국방 신개념 기술 사업(ACTD)으로 한화에서 수중탐색용 자율 무인잠수정을 개발하였다. HW200은 수중에서 고속으로 주행하며 해저면을 정밀 탐사 하는 목적으로 개발되었으며, 선미부에 설치된 펌프젯 추진기와 4개의 제어판을 기반으로 제어가 이루어진다[11]. 해저면 조사를 위하여 좌우 측면에 측면주사 소나를 장착하고, 전방 감시를 위한 멀티빔 소나, 장애물 회피 소나, 광학 카메라 등이 선수부에 탑재되었다[11].

앞서 주요 국내 연구 개발 사례에서 볼 수 있듯이, 국내에서는 대부분 1000kg 이하 휴대용, 경량급 무인 잠수정이 주로 개발되었으나 최근에는 점차 활용 임무가 다변화됨에 따라 중량급, 대형급 무인잠수정의 개발 필요성이 대두되었다. 그러나 이러한 중량급, 대형급 무인잠수정 개발을 위해서는 그 목적에 따라 수중 장기체류와 이러한 장기 체류에 따른 자율제어 기술 확보가 필수적이다. 또한 중량급, 대형급 무인 잠수정에 탑재 가능한 중량이 늘어나고, 임무가 다변화됨에 따라 탑재되는 센서 또한 다변화 되고 고도화 되어야 한다. 이러한 요구에 따라 2017년부터 2022년까지 국방 선도형 핵심기술 사업으로 대잠정찰용 무인잠수정 코어 기술 개발에서 대형급 무인 잠수정 개발에 필요한 자율제어 기술, 에너지원 기술, 센서 기술 개발을 시작하는 등 국내에서도 무인잠수정 임무를 다변화하기 위하여 노력하고 있다.

Table 2. Comparisons of UUV's Core Technologies

Tech.		Domestic	Foreign
Autonomous Control	Navi gation	GPS, INS, DVL, Etc.	Hybrid Navigation (GPS, INS, DVL, TRN, Etc.)
	Control	Independent Control	Network based Collaborative Control
Energy		Lead-Acid Battery, Secondary Cell, Etc.	Hybrid Battery (Hybrid Disel-Electric, Hybrid SOFC, Etc.)
Sensor		CCD, Side Scan Sonar, Etc.	SAS, Conformal Array Sonar, Etc.

3. 무인 잠수정 발전 방안

3.1 자율 제어

자율 제어 기술은 유인 잠수정 대비 무인 잠수정이 필수적으로 갖추어야 할 핵심 기술로 자율 운항 제어, 자율 임무 제어, 비상 안전 제어 등을 포함한다.

자율 운항을 하기 위해서는 우선적으로 무인 잠수정의 현 위치를 알 수 있는 수중 복합 항법이 필수적이다. 국내에서 개발된 무인 잠수정에는 Table 2와 같이 일반적으로 자이로 등을 측정하는 관성 측정 장치(Inertial Measurement Unit, IMU)와 보정 항법을 수행하는 복합항법 장치로 해저로부터 반사되는 신호를 이용하여 속도를 측정하는 도플러 속도계(Doppler Velocity Logger, DVL), 심도계, GPS 등이 사용된다. 그러나 무인 잠수정의 경우 장시간 수중 운항 시 위치 오차가 크게 발생할 수 있기 때문에 일반적으로 일정 시간 이후 해상으로 부상하여 GPS 신호를 수신하여 위치 오차를 보정하게 되는데, 이 때, 적의 감시 정찰 체계에 피탐지될 확률이 높다. 따라서 이를 최소화하기 위하여 중력 지도를 통하여 항법의 오차를 보정하는 중력구배 장치나 자기 지도를 통하여 항법 오차를 보정하는 자기 측정 장치 등의 중요성이 높아지고 있다. 뿐만 아니라 기 작성된 해저 영상 및 음향 지도를 기반으로 지형 대조 항법(Terrain Relative Navigation, TRN)을 수행하는 기술의 필요성도 높아졌다[12]. 따라서 수중 은밀 운항을 위해서는 기존 항법 기술 이외에도 해저 영상 및 음향 지도 기반 복합 항법 연구가 필수적이다.

또한 무인 잠수정의 임무를 수행을 위하여, 자율 임무 관리 기반의 자율 제어 기술이 필수적이고, 과거 단순 운

용 모드 전환 기술에서 협업, 통신 연동 기반 제어 기술로의 발전이 필수적이다. 일례로 과거에는 대기모드, 원격 모드, 자율 모드 등으로 운용 모드가 한정적 이었고, 이를 기반으로 단순 임무의 수행이 주된 목적이었다. 그러나 최근 네트워크 기반 통합 전장 운용의 중요성이 높아짐에 따라 통신 네트워크를 기반으로 함정, 무인 수상정, 잠수정 등이 통합 운용의 필요성이 증대되고 있다. 따라서 이러한 네트워크 기반 통합 운용을 위해서는 유·무인 체계간의 통신을 통한 원격 운용, 자율 운용 등으로 연구를 확대해나가야 한다.

3.2 에너지원 분야

무인잠수정이 수중 장기 체류를 위해서는 운항을 위한 전력과 감시·정찰을 위한 센서 시스템 구동 전력, 상호 연동 및 정보 공유를 위한 통신 전력 등을 제공하기 위한 에너지원은 필수적이다. 앞서 국내·외 개발현황에서 살펴볼 수 있듯이 은-아연 전지, 연축전지, 리튬 이온 전지, 리튬 폴리머 전지 등 다양한 에너지원이 무인잠수정에 사용되고 있다. 그러나 무인 잠수정의 운용 시간은 결국 에너지원의 성능의 소모 전력에 크게 영향을 받기 때문에 장기 체류를 위해서는 에너지원에 대한 추가 연구개발이 필수적이다. 특히 국내 무인 잠수정의 배터리는 Table 2에서 볼 수 있듯이 연축전지나 2차 전지 등을 기반으로 설계되었으며 운용 시간 짧게는 1시간 이내 길게도 수십 시간 이내로 3개월 이상 운용 가능한 국외 사례에 비해 에너지원 기술이 열악하다.

미국 대형급 무인잠수정인 Echo Voyager는 3개월 이상 장기 체류를 하기 위해서 리튬 이온 또는 은-아연 (Silver-Zinc) 전지와 디젤 발전기를 기반으로 에너지원을 공급 받는 하이브리드 방식의 디젤 전기 시스템을 (Hybrid Diesel-Electric)을 사용하여 장시간 운용이 가능하도록 설계하였다. 또한 미국의 Fuelcell Energy사는 미 해군의 지원을 받아 무인잠수정에 적용하기 위하여 리튬 폴리머 2차 전지와 SOFC형 연료전지를 결합한 하이브리드 SOFC(Solid Oxide Fuel cell) 배터리 시스템을 개발하였다[13]. 이를 통하여 70일간 1800kWh급 이상의 에너지를 공급받을 수 있는 것으로 알려졌다. 따라서 이러한 발전 추세에 맞춰 기존 연료전지의 하이브리드화와 고 신뢰성, 높은 에너지 밀도를 가지는 에너지원 개발에 관한 연구가 필요하다. 또한 무인 잠수정의 Riptide Micro UUV 사례에서도 볼 수 있듯이 자가 충전이 가능한 해수전지 등 기존의 에너지원을 대체할 차세대 에너지원으로 다변화가 필요하다.

3.3 센서 분야

감시·정찰 임무나 수중 자율주행 등을 수행하기 위해서는 센서 장비가 필수적이다. 앞서 조사된 국내·외무인 잠수정 사례에서 볼 수 있듯이 Table 2와 같이 사이드 스캔 소나 등 음향 센서들과 TV 카메라 등 광학 센서 등이 일반적으로 탑재된다. 그러나 무인 잠수정의 한정된 에너지원을 기반으로 운용되어야 하는 특성 상 모든 센서 장비는 기본적으로 저 전력화와 한정된 탑재 공간에 탑재 가능한 소형화, 그리고 무인 잠수정의 탑재 유효 중량을 고려한 경량화가 필수적이다. 따라서 무인 잠수정의 작은 공간에 적용 가능한 파라메트릭 소나나 표면에 부착가능한 곡면배열형 소나의 개발이 필요하다. 아울러 해양 탐도가 좋지 않은 지역에서의 자율 주행 및 원격 운용을 위해서는 다중빔 기반의 소나와 전방 탐지 소나의 적용도 필요하다.

아울러 무인 잠수정의 임무가 다변화됨에 따라 탑재되는 센서가 다변화 되었는데, 스웨덴 AUV62-MR의 경우 원거리에서도 고해상도 영상을 얻을 수 있는 이중 배열 방식의 합성개구소나(Synthetic Aperture Sonar, SAS)를 장착하였다. 이를 통하여 동일 표적을 반복적으로 탐지하여 고해상도 영상을 얻을 수 있어 작은 물체 까지도 탐지 정찰이 가능하기 때문에 무인잠수정 운용에 효과적이므로 무인잠수정에 탑재 가능한 곡면 배열형 소나와 더불어 합성개구소나에 관한 연구도 필요하다.

4. 결론

인공지능, 네트워크 등 첨단 과학기술 기반의 정예화된 군 달성하고자 하는 추진 방향[14]에 맞춰, 무인 잠수정은 위협 지역의 은밀한 감시정찰 능력 확충뿐만 아니라 유·무인 협업 체계 구현 등 그 중요성이 높아지고 있다. 본 연구에서는 무인 잠수정의 주요 분류를 통하여 국내·외 무인잠수정의 주요 개발 현황 황을 조사·분석하고 이를 기반으로 무인 잠수정의 핵심 분야인 자율 제어, 에너지원, 센서 분야에 대하여 발전 방안을 제시하였다. 은닉성과 협업성을 강화시켜줄 자율 제어 기술, 수중 장기 체류를 위한 하이브리드 기반의 에너지원 기술, 저전력, 소형화 기반으로 무인잠수정의 고해상도 탐지 능력을 제공할 센서 기술 등 제시된 기술은 향후 한반도 환경에서 은밀하고 정밀한 수중 감시와 장기간 체류 가능한 국내 무인잠수정 기술 개발의 방향성 정립 및 획득 전략에 활용될 수 있을 것이다.

References

- [1] Defense Science & Technology Development Trend and Level, the 4th Warship, Defense Agency for Technology and Quality, Dec. 2016.
- [2] J. R. Choi, C. G. Kim, D. G. Kim, "Development Trend of Military Unmanned Underwater Vehicle", Defense & Technology, no. 396, pp.52-69, Feb. 2012.
- [3] I.-S. Jang, D. Won, W. Baek, C. Shin, S.-H. Lee, "Turbidity Characteristics of Korean Port Area," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 16, No. 12 pp. 8889-8895, Dec. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.12.8889>
- [4] The Navy Unmanned Undersea Vehicle(UUV) Master Plan, US Navy, United States, pp.67-77, Nov. 2004.
- [5] Riptide Micro-UUV, Jane's Unmanned Maritime Vehicles and Systems, United Kingdom, Vol. 14, Jul. 2019.
- [6] Bluefin-12, Jane's Unmanned Maritime Vehicles and Systems, United Kingdom, Vol. 13, Mar 2018.
- [7] AUV62-MR, Jane's Unmanned Maritime Vehicles and Systems, United Kingdom, Vol. 14, Jul. 2019.
- [8] Echo Voyager, Jane's Unmanned Maritime Vehicles and Systems, United Kingdom, Vol. 14, Apr. 2019.
- [9] J. Woo, A. D. Ageev, "Development and Preliminary Sea Trial of OKPO-6000 AUV," *Second ISOPE Ocean Mining Symposium*, Nov. 1997.
- [10] Semi Autonomous Underwater Vehicle, Daeyang Electric Co. Ltd.,
http://www.daeyang.co.kr/ibuilder/Module/Product/Product_View.aspx?post=6&cate=14&lang=k&sitekey=1&cateS=N (accessed Aug. 7, 2019)
- [11] P.-T. Lee, S.-K Park *et. al.*, "Dynamic Modeling of Autonomous Underwater Vehicle for Underwater Surveillance and Parameter Tuning with Experiments," *Journal of Ocean Engineering and Technology*, vol. 29, no. 6, pp.488-498, Dec. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5574/KSOE.2015.29.6.488>
- [12] Underwater Obstacle: Addressing the AUV Navigation Challenge, Jane's International Defence Review, United Kingdom, Sep. 2017.
- [13] Hossein G.-A., S. Jolly, R. Sanderson *et. al.*, "Hybrid SOFC-Battery Power System for Large Displacement Unmanned Underwater Vehicles," *Electrochemical Society Transactions*, vol. 51, pp.95-101, 2013.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1149/05101.0095ecst>
- [14] 2018 Defense White Paper, Ministry of National Defense, Republic of Korea, pp.33-38, Dec. 2018.

이 지 은(Ji Eun Lee)

[정회원]



- 2012년 2월 : 서울대학교 기계항공공학부 (공학사)
- 2018년 8월 : 서울대학교 바이오엔지니어링 협동과정 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

〈관심분야〉

국방과학, 기계공학, 화생방