



Received: 2026/04/08
Revised: 2026/04/20
Accepted: 2026/06/22
Published: 2026/06/30

***Corresponding Author:**

Seong-Sil Yang

727 Taejong-ro, Yeongdo-gu, Busan 49112,
Republic of Korea

Tel: +82-51-410-5360

Fax: +82-504-296-6515

E-mail: siri0191@kmou.ac.kr

현대전쟁 교훈에 기반한 수중드론(UUV) 미래기술 동향 분석

Analysis of Future Technology Trends in UUVs Based on Lessons Learned from Modern Warfare

양건모¹, 양성실^{2*}

¹해군 중령/해군대학 해양작전학처 해군작전기획교관

²국립한국해양대학교 해양군사대학 교수

Geon-Mo Yang¹, Seong-Sil Yang^{2*}

¹CDR, ROK Navy/Instructor, Department of Maritime Operations,
ROK Naval War College

²Professor, College of Maritime Military, Korea Marine & Ocean University

Abstract

최근 현대전쟁에서 수중드론이 본격적으로 활용되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 관련 첨단 기술의 지표인 특허기술 데이터를 KIPRIS에서 확보하여 분석하였다. 특히 데이터 분석을 위해 인공지능 머신러닝 기법 중 자연어처리에 강점을 보이는 LDA 토픽모델링과 데이터 규칙을 예측하고자 선형회귀분석으로 미래기술 동향에 관한 분석을 진행하였다. 그 결과 한국 해군에서 활용될 수 있는 기술분석 결과와 발전 방안을 제시한다.

In recent years, unmanned underwater vehicles have been actively utilized in modern warfare. Accordingly, this study analyzes patent technology data—a key indicator of emerging technological trends—obtained from KIPRIS. To analyze the data, LDA topic modeling—a natural language processing method in machine learning—and linear regression analysis were conducted to identify patterns and forecast future technology trends. Based on these analyses, this study presents technical results and development strategies for the ROK Navy.

Keywords

수중드론(Unmanned Underwater Vehicles),
전쟁교훈(Lessons Learned),
LDA 토픽모델링(LDA Topic Modeling),
특허기술분석(Patent Analysis),
선형회귀분석(Linear Regression)

1. 서론

2022년 개전 이후 현재도 진행 중인 러시아-우크라이나 전쟁에서 2025년 12월 우크라이나가 사상 최초로 수중드론 ‘서브시베이비’(Sub Sea Baby)를 이용해 흑해 노보로시스크(Novorossiysk)항에 정박되어 있던 러시아 3,000톤급 킬로급 잠수함을 타격해 무력화하였다. 이에 대해 우크라이나 보안국은 러시아가 전쟁 중 동급 잠수함의 순항미사일로 우크라이나의 본토를 지속적으로 공격해 왔으며, 이 위협을 제거하고자 수상드론 ‘시베이비’(Sea Baby)의 수중 버전인 자체 개발 수중드론을 이용해 대응했다고 밝혔다[1].

2026년 미국의 선제타격으로 시작된 미국-이란 전쟁은 미국, 이스라엘의 압도적인 초기 공습에도 불구하고 점차 확산 및 장기화 양상을 보인다. 특히 전 세계 에너지 공급에 심각한 악영향을 초래하는 이란의 호르무즈 해협 전면 봉쇄에 대응하기 위해 미국은 동맹국 참전 등 군사적 초강수로 맞서는 상황이다[2]. 여기에 이란은 지대함 미사일과 해안포, 수상드론 외에도 해협 봉쇄를 위해 다량의 기뢰를 부설하고 수심 200 m까지 잠항 가능한 지능형 자폭 수중드론 ‘아즈다르’(Azhdar)까지 투입한 것으로 보도되었다[3].

이 전쟁교훈 사례들을 통해 수중드론은 현대전쟁에서 지금까지 사용된 적이 없는 기발한 전술적 수단으로서 상대적인 약소국의 주요 비대칭전 전력[4] 중 하나로 적극 활용되고 있다.

이처럼 최근 현대전쟁 사례를 통해 수중드론에 관한 연구 필요성이 대두된다. 따라서 본 연구에서는 수중드론의 핵심 첨단기술을 구현하기 위해 객관적으로 공개된 특허기술 텍스트 데이터를 수집하였다. 수집 대상은 ‘KIPRIS(Korea Intellectual Property Rights Information Service)’, 즉 특허정보검색서비스이며 UUV라는 키워드를 사용했다. 또한 수집된 데이터의 관계 및 규칙을 예측하고자 인공지능 머신러닝 기법 중 확률 모델에 기반해 자연어처리에 강점을 보이는 LDA(latent dirichlet allocation) 토픽모델링[5]과 선형회귀분석으로 미래기술 동향을 파악하였다.

추가해서 본 연구에서는 식별된 수중드론의 미래기술을 통해 한국해군에서 향후 활용될 수 있도록 발전 방안을 제시한다.

2. 본론

2.1 수중드론의 정의 및 활용에 관한 법률적 제한

수중드론(UUV: unmanned undersea vehicle)이란 일반적인 수중 이동수단으로 센서와 해양조사 장비를 탑재할 수 있는 이동식, 제어식, 자가 추진형의 수중 플랫폼을 말한다. 미국은 수중드론을 최초 개발해 심해 잠수정(DSV: deep submersible vehicle), 원격조종 드론(ROV: remotely operated vehicle), 자율수중드론(AUV: autonomous underwater vehicle)으로 Fig. 1과 같이 분류하였다[6].

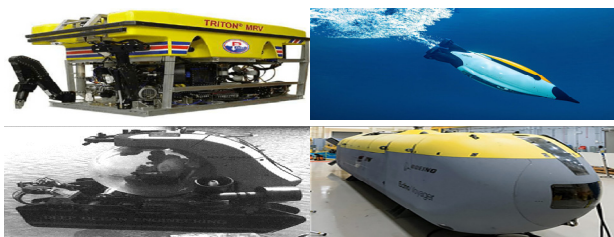


Fig. 1. Various UUV platforms

미 해군은 수중드론에 대해 심해 잠수정(DSV)이나 원격조종 드론(ROV)보다는 자율수중드론(AUV)에 가깝다고 본다. 또 “완전히 자율적으로 작동(사전 프로그래밍되거나 실시간 적응 임무 제어 가능)하거나 최소한의 감독하에 운영되고 광케이블을 이용한

데이터 링크를 제외하고 유선으로 연결되지 않는 자체 추진 가능한 잠수정”이라 정의하였다[7].

한편 한국은 드론 활용에 관한 「드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률」(약칭 ‘드론법’, 시행 2024. 8. 14.)을 규정하고 있다. 이 법률에서 드론이란 “조종자가 탑승하지 아니한 상태로 항행할 수 있는 비행체로서, 무인비행장치, 무인항공기, 원격·자동·자율 등에 따라 항행하는 기기”를 말한다[8]. 이 법률에는 공중을 비행하는 드론에 대해서만 언급하고 있기 때문에 수중드론에 관한 법적 정립 필요성이 제기된다.

2.2 특허기술을 통한 연구 텍스트 데이터 수집

한국은 2025년 특허청에서 승격된 지식재산청과 한국특허정보원 주관으로 국내외 특허·실용신안, 디자인, 상표 등 지식재산 정보를 검색할 수 있도록 KIPRIS 지식재산정보 검색 서비스[9]를 제공하고 있다.

본 연구에서는 이 사이트에서 UUV라는 키워드로 총 2,196건의 데이터를 추출하였으며 국가별로 그 결과를 Table 1과 같이 정리하였다.

Table 1. Results of data extraction

Country	No. of patents	Ratio
U.S.	1,245	56.7
China	397	18.1
Japan	269	12.2
EU	233	10.6
Korea	29	1.3
Russia	10	0.5
Canada	9	0.4
India	4	0.2
Total	2,196	100

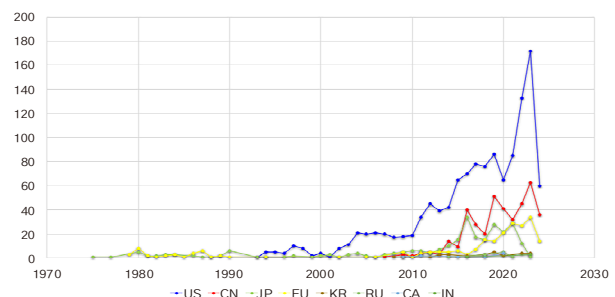


Fig. 2. Status of patent of each country by year

그리고 특허기술 동향을 효과적으로 분석하고자 각 국가의 수중드론 데이터를 연도별로 분류하였다. 그 결과 Fig. 2와 같이 수중드론에 관한 특허기술을 미국, 중국, 일본, 유럽, 한국, 러시아, 캐나다, 인도 순으로 나열할 수 있다.

2.3 LDA 토픽모델링 분석을 통한 핵심기술 식별

상기 수집된 특허기술 데이터를 바탕으로 한 본 연구의 연구절차는 Fig. 3과 같다.

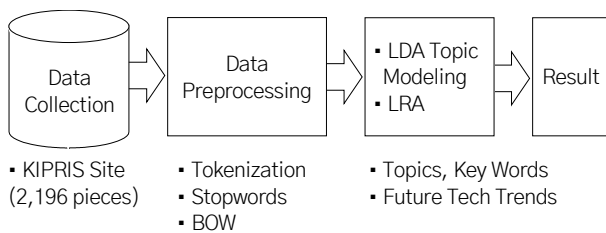


Fig. 3. LDA topic modeling process

먼저, KIPRIS를 통해 수집된 텍스트 데이터를 전처리하고자 토큰화(tokenization), 불용어(stopwords) 처리하였다. 이후 이 데이터의 특성을 간단히 파악하기 위해 단어 출현빈도를 기반으로 BOW(bag of words) 기법을 Fig. 4와 같이 적용해 구현하였다.

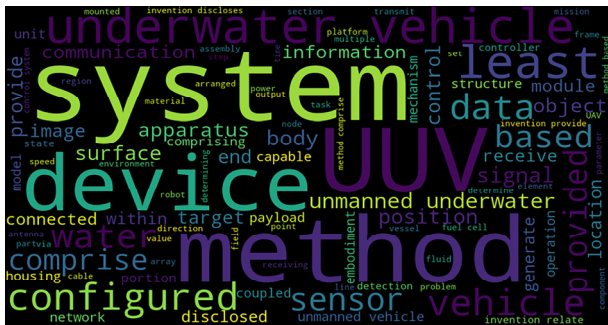


Fig. 4. Result of bag of words

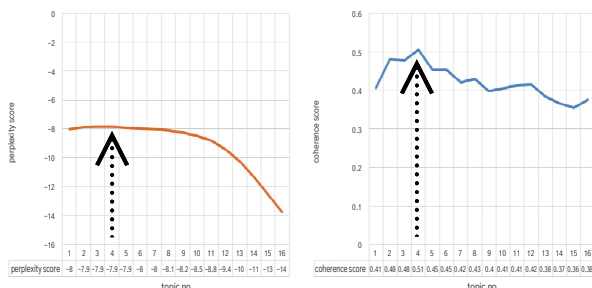


Fig. 5. Results of selecting the number of topics

다음으로 LDA 토픽모델링을 진행하고자 최적화된 토픽 개수 결정을 위한 실험[10]을 진행하였다. 즉 기법의 혼란도(perplexity), 일관도(coherence) 스코어를 사용해 모델을 평가한 것이다. 그 결과 혼란도는 4개 이후 그 효과가 서서히 감소하였고 일관도 역시 4개, 정점 이후 효과가 감소함을 Fig. 5와 같이 확인하였다.

그 결과 토픽의 개수(4개)를 결정하고 핵심 키워드 및 비율을 Table 2와 같이 추출하였다. LDA 토픽모델링은 레이블(정답)이 없는 데이터를 확률적으로 계산하므로 예측이 어렵고 연구자가 직접 모델을 해석해 규칙을 추론하는 머신러닝 비지도학습(unsupervised learning) 특성을 갖는다[11]. 이를 고려해 토픽 1은 에너지 시스템(energy system), 토픽 2는 통제·항법·센서(control & navigation, sensor), 토픽 3은 선체·구조(hull & structure), 토픽 4는 진·회수체계(launch & recovery system)로 판단(파란색 박스)하였다.

모델링 결과 각 토픽의 군집도, 상관관계를 Fig. 6와 같이 시각화하였다. 이를 통해 예를 들면, 토픽 2

Table 2. Results of data extraction

No.	20 Keywords	Subject	Ratio
Topic 1	Power, Device, System, Unit, Motor, Transmission, Magnetic, Module, Electric, Energy, Field, Supply, Battery, Storage, Voltage, Coil, Configured, Plate, Water, Charging	Energy System	15.1
Topic 2	Method, UUV, System, Control, Underwater, Based, Data, Comprises, Target, Steps, Field, Vehicle, Model, Navigation, Detection, Unmanned, Signal, Position, Communication, Discloses	Control & Navigation, Sensor	42.1
Topic 3	Light, Fuel, Material, Cell, UV, Underwater, Hydrogen, Heat, Barrier, Solution, Unmanned, Sampling, Metal, Expansion, Surface, Optical, High, Component, Particle, Radiation	Hull & Structure	11.7
Topic 4	Underwater, UUV, Vehicle, Device, Body, Comprises, Surface, Water, Unmanned, Structure, System, Control, Recovery, Platform, Mechanism, Frame, Arranged, Connected, Load, Submarine	Launch & Recovery System	31.1

는 토픽 4나 토픽 1과 더 연관성이 높다는 것을 알 수 있다.



Fig. 6. Comparison of modeling visualization results

첫 번째, 토픽 1은 15.1%로 3번째 비율을 가진다. 주된 핵심 키워드는 power, system, energy, supply, battery 등이므로 ‘에너지 시스템’으로 판단하였다. Fig. 7에서 수중의 폐쇄된 환경에서 수중드론이 어떻게 재충전되는지 그 기술적 어려움과 첨단기술의 필요성을 알 수 있다.

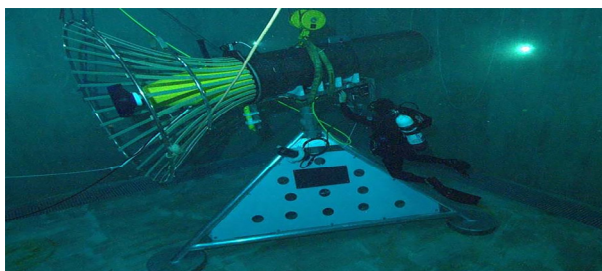


Fig. 7. Underwater recharging technology of UUV

두 번째, 토픽 2는 42.1%로 가장 큰 비율을 가진다. 주된 핵심 키워드는 control, underwater, navigation, detection, signal 등이므로 ‘통제·항법·센서’로 판단하였다. Fig. 8과 같이 수중드론은 다양한 통제모듈, 데이터 전송 및 GPS 등 핵심 첨단기술이 요구된다.

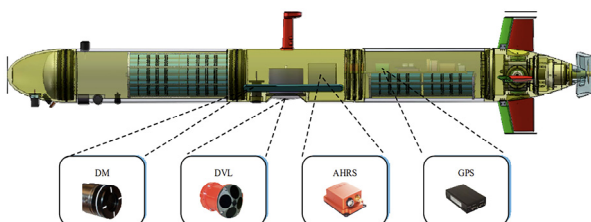


Fig. 8. Internal core module technology for UUV

세 번째, 토픽 3은 11.7%로 4번째 비율을 가진다. 주된 핵심 키워드는 light, material, cell, metal, component 등이므로 ‘선체·구조’로 판단하였다. Fig. 9와 같이 수중드론은 초소형 구조나 물고기, 바닷가재의 동작 원리를 흉내 낸 생체모방형이 있다.

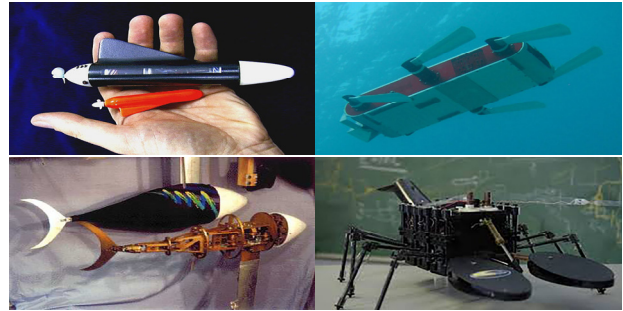


Fig. 9. Examples of various forms of UUV

네 번째, 토픽 4는 31.1%로 2번째 비율을 가진다. 주된 핵심 키워드는 body, recovery, frame, load, submarine 등이므로 ‘진·회수체계’로 판단하였다. Fig. 10에서 수중드론을 진수 또는 회수하기 위한 수상함 및 잠수함 등 다양한 플랫폼별 방안이 검토되고 있다.

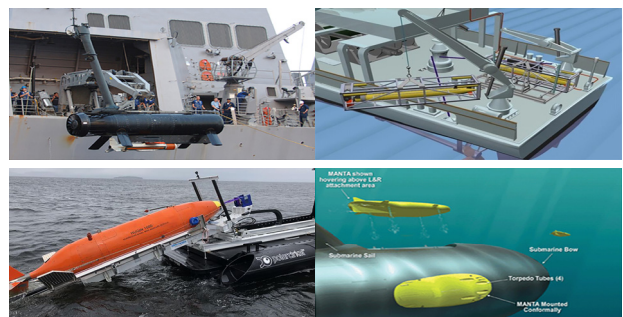


Fig. 10. Various LARS cases of UUV

2.4 선형회귀분석을 통한 미래기술 동향 판단

본 연구에서는 LDA 토픽모델링 결과 추출된 토픽별 분포의 비중(종속변수)을 시간(독립변수)에 따라 비교함으로써 미래기술 동향 변화를 직관적으로 파악하고자 Fig. 11과 같이 초기 분석과정을 거쳤다.

이후 SPSS 통계분석 프로그램으로 데이터를 선형회귀분석에 적용해 Table 3와 같이 수치화하였다. 이 수치는 수중드론의 기술 변화를 추적 및 예상하게 해주는 정량적인 지표[12]로써 활용 가능하다.

예를 들어, 토픽 2의 값을 이용해 Fig. 12와 같이 ‘통

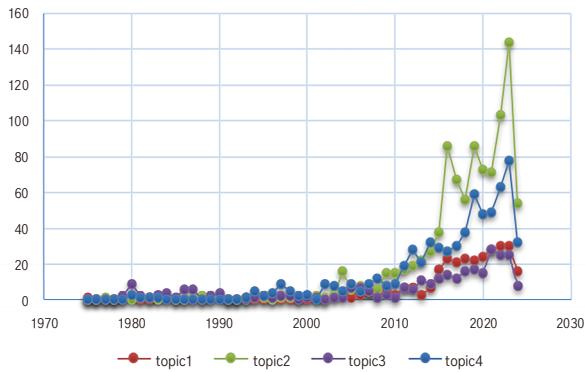


Fig. 11. Results of the overall trend status by topic

Table 3. LRA quantification results summary

No.	R-squared	Coefficient	P-value
Topic 1	0.598	0.494	<.001
Topic 2	0.553	1.676	<.001
Topic 3	0.482	0.335	<.001
Topic 4	0.648	1.052	<.001

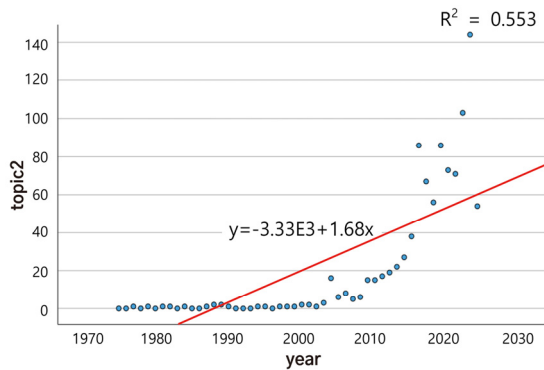


Fig. 12. LRA of topic 2

제·항법·센서'의 미래기술 동향을 선형 그래프로 모형화하였다. 여기서 R-squared(결정계수) 값은 0.553으로 모델의 예측정확도가 55.3%라는 의미이다. 또 coefficient(회귀계수) 값은 1.676으로 변수 간 영향력을 수치화한 값이다. 마지막 P-value(유의확률) 값이 0.001 미만인데 유의수준($P < 0.05$) 보다 작으므로 이 분석은 통계적으로 유의미함을 알 수 있다.

이처럼 수중드론의 미래기술 동향 판단을 위한 4가지 토픽의 선형회귀분석 결과, 이들 4가지 토픽은 모두 시간이 지남에 따라 확고한 증가세를 유지하는 경향을 보였다. 따라서 해당 토픽별 첨단기술의 중요도가 높아지며 기술의 자율화 및 지능화, 수중이라는 폐쇄적인 복합환경 대응능력 향상 필요성, 최근 기술적 수요의 폭발적 증가 등을 강력히 시사한다.

3. 결론

본 연구에서는 최근 발발한 현대전쟁 교훈에 기반해 수중드론의 비대칭전 적용 가능성을 확인했다. 이를 위해 특허기술 데이터를 토픽모델링, 선형회귀분석에 적용함으로써 세부적인 미래기술 동향을 파악하였다. 그 결과 현재부터 가까운 미래에 이르기까지 수중드론이 '에너지 시스템', '통제·항법·센서', '선체·구조', '진·회수체계' 등 관련된 4가지 기술로 군집화될 것이라는 결과를 제시할 수 있었다.

본 연구 결과를 통해 한국해군에 주는 군사작전 측면에서 유용한 기술적 함의는 다음과 같다. 첫째, 수중이라는 극한 환경에서 운용되는 수중드론의 에너지 시스템 체계를 최적화하는 연구가 필요하다. 이를 통해 현대전쟁에서 주로 활용되는 공중 및 수상드론 외에도 수중드론 역시 비용 대비 효율성 확보 차원에서 '하이-로 믹스'(high-low mix) 전략의 적용 가능성을 검토해야 한다. 특히 낮은 가격으로 비교적 장시간 가동되는 수중드론 확보를 위해 일정 수준 이상의 안정적인 출력을 보장하는 에너지 시스템을 장착해야 한다. 예를 들어, 자율운항선박과 같이 인공지능 기반의 상용 에너지통합관제시스템[13]을 이용해 에너지 시스템 성능을 최적화해야 한다.

둘째, 현대전의 게임체인저라고도 불리는 드론에 대한 정책적 시각을 바탕으로 수중드론도 '한국형 소버린 인공지능 전략' 하에 국방·산업 인공지능 실증[14] 사업 중 유용한 한 가지 방안으로 추진해야 한다. 즉 인공지능 기법을 이용해 효과적으로 센서를 융합하고 수중 지휘통제 능력을 대폭 개선하는 등 통제·항법·센서 체계 발전이 요구된다. 예를 들어, 인공지능 기반의 수중용 단거리 FPV(first person view) 드론 개발, 광섬유를 이용해 재밍 및 교란의 차단이 가능한 수중드론의 보안성 강화, 실시간 고해상도 수중영상 전송능력 확보, 군집 및 지능형 자폭 수중드론 확보 등 개념 연구가 필요하다.

셋째, 미국, 중국, 유럽 등에서 이미 활용되고 있는 생체모방형 등 수중드론의 다양한 선체·구조를 참고해 한반도 인근뿐만 아니라 해외파병 부대(청해부대 등)에서도 쉽게 활용 가능한 수중드론을 개발해야 한다. 이처럼 다양한 형태의 수중드론은 적 잠수함 대응, 적 부설 기뢰 제거, 위기고조 시 기존 해군전력 외 소형 고성능 기뢰 부설에 활용하는 등 방안의 검토가

필요하다.

넷째, 최근의 수중드론은 기존 수상함 외에도 잠수함, 소형 고속모함, 해상초계기 및 헬기 투하 등 다양한 방안을 활용해 운용되고 있음을 고려해 진·회수체계 방안을 다양화할 필요가 있다. 특히 한국해군의 드론모함을 통한 대량 투발형[15] 소형 수중드론 발전 개념도 검토되어야 한다.

본 연구의 향후과제는 다음과 같다.

첫째, 수중드론의 주요 기술 관련 인공지능 기반의 종합적인 판단 가능성을 제시할 필요가 있다. 첨단 과학기술 기반의 기술 동향 분석을 위한 강화학습, 딥러닝 등 정량적 접근방법의 적용을 검토해야 한다.

둘째, 본 연구에서와 같이 토픽모델링을 통한 수중드론의 신기술 영역을 식별하고 미래기술 예측자료로 활용 가능성을 판단하고자 추가 데이터 생성 및 확보 추진이 필요하다.

셋째, 향후 수중드론 연구 시 요구사항을 세분화하고 사회 전반의 최신 상용기술의 변혁 사례를 참고하여 법제화 및 공론화 등 추진이 필요하다. ‘국방전략기술 수준조사서’ 사례와 같은 가칭 ‘수중드론 기술별 수준조사서’ 등 세부 연구가 절실하다.

넷째, 수중드론에 관한 정책적 연구로서 현재 여러 연구에서 무인잠수정, 수중로봇, 수중드론 등 통일되지 않은 기기 명칭을 사용 중이다. 따라서 수중드론에 관한 첨단기술 연구와 병행하여 용어 정의, 형태별 분류 등 현재 ‘드론법’ 내 수중드론 내용을 추가하는 법률의 개정이 추진되어야 한다.

참고문헌

- [1] 김지연, ‘우크라 “수중 드론으로 러 잠수함 첫 타격, 무력화”,’ 연합뉴스, 2025.12.16.
- [2] 맬러리 모엔치, 패트릭 잭슨, ‘미국의 동맹국들은 ‘호르무즈 해협 군함 파견’에 어떤 반응일까?’, BBC코리아, 2026.03.18.
- [3] Defence Security Asia, ‘US Navy’s New Strait of Hormuz

Nightmare: Iran’s ‘Azhdar’ Stealth Underwater Drone Could Disrupt Global Shipping and Redefine Naval Warfare,’ 2026.03.11.

- [4] Seong-sil Yang & Yo-joon Lim, ‘A Study on the Changes in the Threat of Asymmetric War in Modern Warfare and Lessons: Focusing on the Case of Drone Operation,’ Korea Maritime Security Review, VOL. 7, NO. 2, 2024, pp. 29–52.
- [5] David M. Blei, ‘Probabilistic Topic Models,’ Communications of the ACM, VOL. 55, NO. 4, 2012.
- [6] Brad Mooney, John R. Apel, & John R. Apel, Undersea Vehicles and National Needs, National Academy Press, 1996.
- [7] Office of the Chief of Naval Operations, The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan, Washington, DC: Submarine Warfare and Department of the Navy, Navy Research and Development, 2004.
- [8] 국토교통부, 드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률, 대한민국 법률 제20295호(2024.02.13.), 2024.
- [9] 지식재산정보 검색 서비스.
<https://www.kipris.or.kr/khome/main.do> (accessed 2026.04.02.)
- [10] Byung-Jun Yu & Yonghoon Ha, ‘Analysis of Research Trends of Unmanned Marine Systems in Korea, the United States, Japan, and China Using Topic Modeling,’ Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, VOL. 23, NO. 11, 2022, pp. 395–403.
- [11] Seong-sil Yang & Hyeonju Seol, ‘A Study on the Lessons Learned Analysis Using Artificial Intelligence Technique: Based on LDA Topic Modeling,’ Review of Korean Military Studies, VOL. 12, NO. 1, 2023, pp. 29–48.
- [12] Kihwan Kim, Chasoo Jun, Chiehoon Song, & Jeonghwan Jeon, ‘Patent Trend Analysis of Unmanned Ground Vehicles (UGV) Using Topic Modeling,’ Journal of the KIMST, VOL. 27, NO. 3, 2024, pp. 395–405.
- [13] 이형원, ‘KRISO, 지능형 자율항해시스템 ‘NEMO Ver 1.0’ 종합 성능 검증 완료,’ 철강금속신문, 2025.08.04.
- [14] Junghyun Yoon, ‘Exploring a Korean Model for a National Sovereign AI Strategy,’ Institute for National Security Strategy, NO. 349, 2025.
- [15] Seong-Jun Yoon & Yong-Hoon Choi, ‘Network Construction Direction for Dronebot Combat System,’ Korean Journal of Military Art and Science, VOL. 76, NO. 3, 2020, pp. 435–454.