

수중 통신 시스템의 최근 동향 및 군사적 활용 방안

박래호, 김준호, 고만재, 임태호, 조용호, 고크림

호서대학교 해양IT융합기술연구소

kamrosoo4900@daum.net

The Study on the application of the national defense system
with underwater communication systems

Park Rae Ho, Kim Jun Ho, Go Man Jae, Im Tae Ho, Cho Yong Ho, Ko Hak Lim

Hoseo Univ.

요 약

본 논문은 최근 수중 통신의 국방 분야 활용 동향에 대해 조사하고, 전력 제어를 통해 장시간 배터리 사용이 가능하고 확장성이 용이한 기지국 기반 수중 통신망의 군사적 활용 방안을 제안하였다. 기존의 플랫폼 기반의 전술 체계가, 현대에는 네트워크 기반의 전술 체계로 변화하면서, 중국과 미국 및 유럽에서는 유·무선망을 이용한 방어 감시 체계와 인공지능 기반의 소형 무인 잠수정 및 소형 무인 군함을 개발하여 전술 배치되고 있다. 또한 북대서양 조약기구(NATO)에서는 수중 무선 센서 네트워크를 이용한 야누스(JANUS) 프로젝트를 개발하고 표준화를 위해 노력하고 있다. 본 논문에서 제안하는 통신 방식을 전력화한다면, 4차 산업 혁명 기술이 적용된 Smart Navy 전술 체계 구현에 크게 기여할 것으로 기대된다.

I. 서 론

지구 표면의 70% 이상을 차지하고 있는 해양은, 지구 동식물의 80%가 살고 있는 터전이며, 전 세계 수출입 물류의 중요한 통로이다. 역사적으로도 해양을 지배한 국가가 패권을 쥐고 강대국이 되었다. 현재도 전 세계적으로 각 국가마다 영해를 방어하고 감시하기 위한 첨단 군사 기술들을 앞다투어 개발하고 있다.

기존 군사 장비들은 전함 및 잠수함과 같이 사람이 직접 탑승하여 운용하는 고가의 대형 장비 위주로 개발되었다. 하지만 4차 산업혁명과 함께 AI(Artificial Intelligence) 기술이 발전하면서 현대 및 미래전에서는 저가의 소형 무인화 장비를 개발하는 추세로 변화하고 있다. 특히 수중에서는 기존의 잠수함과 연동되는 무인 잠수정 UUV(Unmanned Underwater Vehicle) 및 수중과 공중에서 동시에 작전 수행이 가능한 공수 양용 드론 등이 개발되고 있다. 이러한 장비들이 수중뿐만 아니라 해상 및 육상과 실시간으로 연동되어 작전을 수행하려면 빠르고 신뢰성 높은 수중 무선통신 기술이 요구된다.

수중 통신은 육상과 달리 전자기파의 심한 감쇠로 인해 음파를 주로 사용한다. 수중에서 음파는 1500m/s 정도로 느리게 전파되며, 염도 및 수온, 수압에 의해 그 속도가 변화한다. 또한, 해류로 인한 급격한 시변 채널을 겪으며, 육상과 비교하여 낮은 주파수 대역을 사용하기 때문에 큰 도플러 현상이 발생한다. 이러한 열악한 채널을 극복하고 신뢰성 있는 데이터를 고속으로 전송해야만 준 실시간 작전 수행이 가능하다.

대한민국은 삼면이 바다로 둘러싸인 반도 국가이다. 서쪽으로는 중국이, 남쪽과 동쪽으로는 일본과 러시아가 맞닿아 있으며, 북쪽으로는 휴전 상태인 북한이 인접하여 접경 해역에서 크고 작은 군사적 분쟁이 계속되고 있다. 이러한 상황에서 인구는 계속해서 감소하고 있으며, 이로 인해 무인 감시 및 방어체계 도입이 시급한 상황이다. 현재 해군에서도 4차 산업 기술이 적용된 Smart Navy 전술 체계 구축을 위해 노력하고 있다.

본 논문에서는 국방 분야에서 다양하게 활용되고 있는 수중 통신 시스템

의 최근 동향에 대해 살펴보고, 국방 분야에 활용 가능한 수중 기지국 기반의 통신 체계를 제안한다.

II. 본론

최근 중국은 동중국해 및 남중국해에서 유선망을 이용하는 대규모 해저 감시 네트워크인 "수중 만리장성 프로젝트"를 개발하고 있다. 미국과 러시아의 잠수함을 탐지하고 남중국해에서의 국가 통제력을 강화하기 위해 해저에 광케이블을 이용한 센서 네트워크를 구축하고 있다. 해저 광케이블은 관동 지방의 충저우(Qiongzhou) 해협과 하이난 지방의 Linshi 섬을 통과하며 실시간 데이터를 제공한다. [1] 또한 중국은 심해에 위치한 잠수함과 인공위성 간 실시간 무선통신이 가능한 기술을 개발하였다. 잠수함과 수표면 사이에 설치된 잠수형 부표를 중계기로 사용하여 데이터를 해상으로 전송하는 기술로, 6000m 심해에 있는 중국 잠수함과 BeiDou 인공위성 간 실시간 데이터 송수신 실험이 성공하였다고 발표하였다. 이 기술이 발전되면 심해와 육상 간 실시간 작전 수행이 가능해지며, 이는 특히 신생 원자력 발사 탄도 미사일(SSBN) 함대에 유용할 수 있다. [2]

북대서양 조약기구(NATO)는 수중 무선통신 프로토콜인 야누스(JANUS) 프로젝트를 진행중이다. 이탈리아 연구기관인 CMRE(Centre for Maritime Research and Experimentation)에서 시작된 야누스 프로젝트는 해적 활동 감시 및 기뢰대응시스템, 무인 잠수정과 관련된 기술을 연구하고 있으며, 표준화의 사각지대인 수중 통신 표준화를 위해 힘쓰고 있다. [3]

수중 네트워크 뿐만 아니라 무인 잠수정과 같은 기술도 많은 연구가 진행되고 있다. 무인 잠수정을 이용하여 감시 및 공격과 같은 작전을 수행하기 위해서는 수중에서 위치를 정확하고 신속하게 센싱하는 포지셔닝(Positioning) 기술이 요구된다. 러시아에서는 GLONASS(GLObal NAvigation Satellite System)을 탑재하여 최대 8km 깊이의 해저에서 위성과 통신하며 실시간으로 운용이 가능한 수중 드론을 개발하였다. [4]

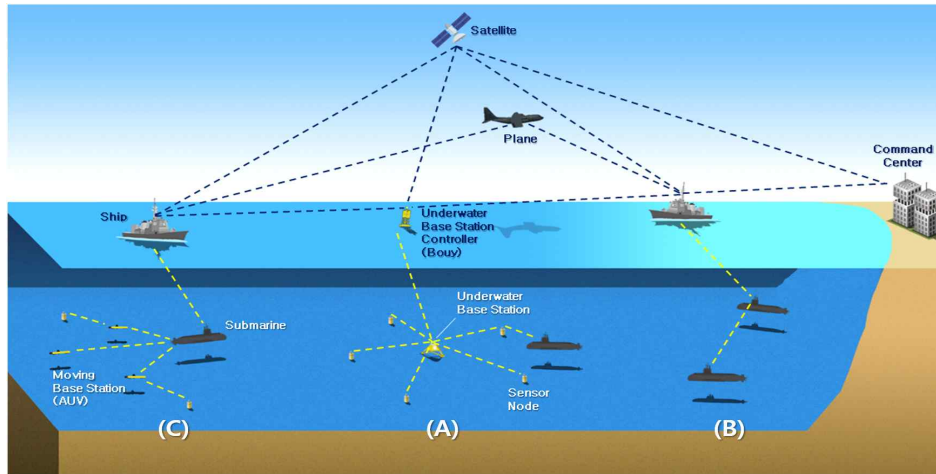


그림 1. 수중 통신 시스템을 활용한 국방용 통신 체계

본 논문에서는 기지국 기반의 수중 통신망 기술을 이용한 군사적 활용 방안에 대해 제안한다. 수중 무선통신 네트워크가 장시간 운용되려면 작전 지역의 배치된 센서 노드들의 효율적인 전력 제어가 필수적이기 때문에, 육상과 같은 기지국 기반의 네트워크 체계가 유리하다. 따라서, 장시간 운영이 요구되는 고정형 감시 체계에는 수중 기지국에 연결된 센서 노드들의 송신 전력 제어 및 링크 파라미터의 효율적인 관리가 가능한 기지국 기반의 수중통신 시스템을 적용한다.

그림 1의 (A)에서는 수중 센서 노드들로부터 수집된 데이터가 수중 기지국으로 모여 해상에 설치된 수중 기지국 컨트롤러 또는 군함으로 전달되고, 해상통신 또는 위성통신을 통해 육상으로 전달되는 과정을 나타낸다. 이때 수중 기지국에서 현재 수중 채널 상태에 따라 적응적으로 각 노드마다 통신 파라미터를 할당하여 안정적인 망(Cell) 관리를 수행한다. 또한 수중 기지국이 설치된 작전지역을 지나가는 이동체들 또한 센서 노드에서 수집된 데이터를 전달받거나, 저장된 명령을 하달받을 수 있다.

그림 1의 (B)는 잠수함 대 잠수함 간 통신 또는 잠수함 대 군함 간 통신 시스템을 나타낸다. 잠수함은 작전 시에 기밀성을 생명으로 여기기 때문에 잠수함 통신시 사용되는 음파로 인해 위치가 노출되지 않아야 하며, 작전 지역의 특성상 잠수함 간 통신은 일반적으로 장거리 통신을 수행해야 한다. 다시 말해, 낮은 신호 대 잡음비 환경에서도 안정적인 통신이 가능해야 한다. 이를 위해서 수중에 CSS(Chirp Spread Spectrum)신호와 같이 저전력으로 장거리 통신을 가능케하는 연구가 진행되고 있다. [5]

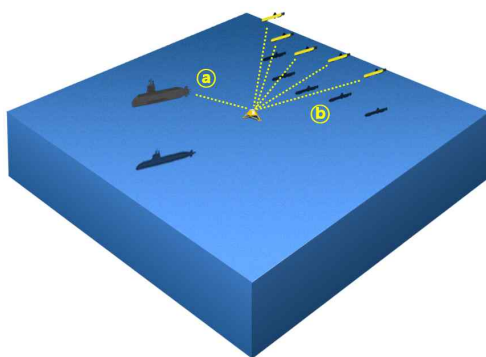


그림 2. 잠수함 대 무인 잠수정 간 통신 운용

마지막으로 그림 1의 (C)는 잠수함과 무인 잠수정간 통신 시스템을 나타낸다. 탐사 및 공격과 같은 역할을 수행하는 무인 잠수정에는 현재 위치를 정확히 센싱하는 수중 포지셔닝 기술과 이를 잠수함으로 전달하여 실시간

으로 확인하고 제어하기 위한 통신 기술이 요구된다. 또한 잠수함과 무인 잠수정이 서로 이동하기 때문에 도플러 현상에 강한 신호 설계가 요구된다. 이를 위해 인공지능이 결합된 링크 적응형 통신 시스템 개발이 필요하다. 위와 같은 기술이 적용된다면, 그림 2의 ㉓와 같이 수중 잠수함과 수중 기지국 간 링크가 연결되면 잠수함에서 수중 기지국에 미리 명령을 하달하고, ㉔와 같이 수중 기지국이 수중에서 편대 비행을 하던 무인 잠수정에 명령을 전달하여 작전을 수행하는 방식의 운용이 가능해진다.

이러한 육·해·공이 유기적으로 연결된 네트워크가 배치된다면, 해저 및 항공, 선상의 영상을 통해 인공지능 기반 함정 식별 기술을 활용하여 불법 어업 모니터링, 해양 공간정보 통합 이용체계, 해상사고 재난 대응 체계, 수중 IoT를 이용한 해양 재난 안전 통신체계를 융합하여 해양 정보 공유 체계 구축이 가능해질 것이다.

III. 결론

본 논문에서는 최근 국방 분야에 적용되고 개발되고 있는 수중통신 시스템의 동향에 대해 알아보고 기지국 기반의 국방용 수중통신 체계를 제안하였다. 논문에서 제안한 통신 방식을 전력화한다면, 해군에서 추진하고 있는 4차 산업 혁명 기술이 적용된 Smart Navy 전술 체계 구현에 크게 기여할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(분산형 수중 관측·제어망 개발)

참 고 문 헌

- [1] TheDrive, "South China Sea Underwater Environmental Sensor Net Could Track U.S. Subs", <http://www.thedrive.com>, 2017. 5. 30
- [2] SCMP, "Chinese scientists make progress on nuclear submarine communication", <https://www.scmp.com/>, 2019. 2. 2
- [3] 로봇신문, "NATO 수중 로봇 사물인터넷 표준 야누스 채택", <http://irobotnews.com>, 2017. 05. 12
- [4] Russia Beyond, "Underwater GLONASS system developed by Russia", <http://rbth.com>, 2016. 12. 13
- [5] 이태석, 김준호, 고학림, 조용호, "서해 실효역에서 CSS 기반 저전력 수중 통신 시스템의 성능 분석에 대한 연구", 한국통신학회논문지 제45권 제2호, pp.344-354, Feb. 2020