

수중 음파 트랜스듀서를 이용한 침몰 선박 수중 측위 시스템

Sunken Vessel Position Identification System using Underwater Acoustic Transducers

김도형* · 조기완** · 남상혁*** · 김동윤****

Kim, Dohyeong · Jo, Giwan · Nam, Sang-Hyeok · Kim, Donguon

해양 사고로 인한 선박 침몰 시, 현재 사용되는 위성조난 송신기(EPIRB)는 사고 발생 위치를 송신하지만, 침몰 후 선박의 이동 예측에는 한계가 있다. 이는 구조 작업 지연 시 수색 범위를 넓히고, 최악의 경우 수색 및 인양 포기으로 이어져 해양 환경 오염을 초래할 수 있다. 본 논문에서는 침몰 선박의 수중 위치를 모니터링 하기 위한 시스템을 제안한다. 이 시스템은 침몰 시 자동으로 음파를 발생시키는 수중음파 발생장치, 최소 5 개의 부표 형태 위치신호 식별장치, 그리고 이들 간의 데이터를 바탕으로 수중 위치를 계산하는 모니터링 장치로 구성된다. 3차원 수중 측위는 TDoA 방식을 이용하며, 최적의 위치신호 식별장치 배치와 수심 조합을 통해 소수점 이하 6자리 시각 정밀도로도 합리적인 위치 추정이 가능함을 확인하였다. 웹 기반 모니터링 시스템을 통해 사용자는 실시간 위치 정보와 기상 데이터를 확인할 수 있다.

핵심용어 : 침몰선박, 음파신호, 수중측위, TDoA, 모니터링 시스템

1. 서 론

해양 사고 발생으로 인한 선박 침몰 시, 현재 선박에 장착되어 사용되는 위성조난 송신기(EPIRB, Emergency Position Indication Radio Beacon)는 사고 발생 시점 선박의 위치를 송신하는 장치로 수면 아래로 잠긴 선박의 이동을 예측하기 어려운 문제가 발생한다. 사고 발생 이후 구조작업 개시까지의 시간이 길어질수록 수중에서의 선박 위치 변화 폭은 커질 가능성이 있으며, 이와 같은 수중 선박 위치 소실은 수색의 장기화를 야기하여 최악의 경우 수색 및 인양을 포기하는 결과를 낳는다. 이는 선박 및 화물 소실로 인한 손실 뿐만 아니라, 선체 부식에 따른 기름 또는 화학물질 유출과도 같은 해양 환경 및 생태계 오염의 원인이 된다. 본 논문에서는 수면의 다섯개의 위치신호 식별장치를 이용하여 수중의 수중음파 발생장치의 3차원 위치를 TDoA 기반 측위 알고리즘을 통해 계산하여 가시화 하는 모니터링하는 수중 측위 시스템을 소개한다.

2. 침몰 선박 수중 측위 시스템

침몰 선박의 수중 측위 시스템은 선박에 설치되어 침몰 시 자동 전개 후 수중에서 음파 신호를 만들어내는 수중음파 발생장치, 구조작업자가 침몰선박 예상 위치에 수면에 전개하여 수중음파 발생장치로부터 발생한 음파 신호를 수신하는 최소 5개의 위치신호 식별장치와 구조정 또는 지휘선박에 설치되어 위치신호 식별장치와 통신하여 수중음파 발생장치의 수중 위치를 계산하고 관제하는 수중 위치 모니터링 시스템으로 구성된다(그림 1). 김도형 외(2024)의 연구에서는 3차원 수중 측위는 수중음파 발생장치로부터 생성된 음파가 각각의 위치신호 식별장치에 도달하는 시각의 차이(TDoA, Time Difference of Arrival)를 통해 이루어지며, 소

* 정회원 · ㈜이엔지소프트 차장, 공학박사 (E-mail:dhkim@engsoft.kr) - 발표자

** ㈜이엔지소프트 사원, 공학석사 (E-mail:gwjo@engsoft.kr)

*** 정회원 · 교신저자 · ㈜이엔지소프트 대표, 공학박사 (Corresponding Author · E-mail:shnam@engsoft.kr)

**** ㈜오션플래닛 대표, 석사 (E-mail:daum5665@hanmail.net)

수점 이하 9자리 이상의 시각 측정 정밀도가 요구됨을 확인하였다. 하지만, 소수점 이하 9자리의 음파 도달 시각의 측정이 가능한 장치는 회로 내부의 노이즈 및 각각의 노드에서 발생할 수 있는 지연시간 등 실질적으로 구현하기에 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에서는 소수점 이하 6자리의 음파 도달 시각을 기반으로 위치신호 식별장치 간 거리 및 배치 수심을 매개변수로 한 수중음파 발생장치 위치에 따른 측위 오차 분석 수행하였다. 이를 통해 합리적인 정밀도의 측위 결과를 얻을 수 있는 위치신호 식별장치의 간격 및 수심 조합을 확인하여 최적 배치를 도출하였다.

수중 측위 시스템에서 실질적으로 사용자가 측위결과 및 장치에 대한 데이터를 확인하는 웹기반 수중 위치 모니터링 시스템의 화면은 그림 2와 같다. 사용자의 선택에 따라 지형도 또는 해도 위에 구조정, 위치신호 식별장치 및 수중음파 발생장치의 위치를 시각적으로 제공하는 기본 화면과 구조작업 시 안전과 직결되는 기상상태 및 파고 등의 기후 데이터와 수중위치 발생장치의 측위 이력(시간, 좌표)을 제공하는 오버레이 화면으로 구성된다.

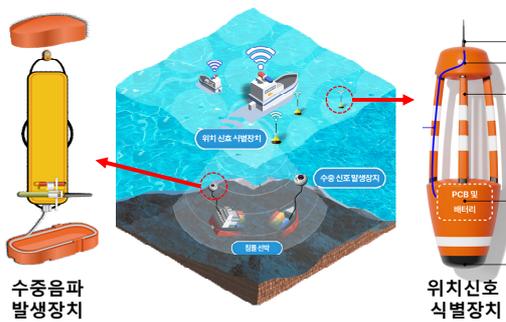


그림 1 침몰 선박 수중 측위 시스템 및 장치

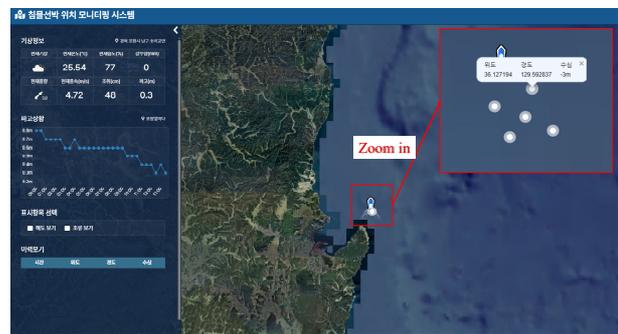


그림 2 웹기반 모니터링 시스템 화면

3. 결 론

본 연구에서는 침몰 선박의 수색 및 인양 작업을 위한 침몰 선박 수중 측위 시스템을 소개하였다. 위치신호 식별장치의 배치(위치 및 수심)에 따른 측위 오차 분석을 통해 최적의 배치를 도출하였고, 이를 통해 소수점 이하 6자리의 음파 도달 시각 데이터를 통해 정밀한 수중 측위가 가능함을 보였다. 시뮬레이션을 통한 시스템의 실제 적용 가능성을 확인하였기 때문에, 향후 실제 해상에서의 현장 시험을 통해 침몰 선박 수중 측위 시스템을 검증할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 대한민국 정부 산업통상자원부 및 방위사업청 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군기술협력사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다. (협약번호 2022DCME01)

참고문헌

1. Dohyeong Kim, Sang-Hyeok Nam, Jongryong Choi, Donguoon Kim (2023), "Visualization System for the Positioning of Sunken Vessels Using Underwater Acoustic Devices", GEOProcessing 2023, The Fifteenth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services, pp.41-43
2. 김도형, 조기완, 남상혁, 김동윤 (2023), "TDoA 기반 3차원 측위기법을 이용한 침몰 선박 위치 측정 기술", 대한토목학회 학술대회, pp. 78-79