

다중 홉 AUV 네트워크를 위한 링크 유지 시간 분석

윤창호, 김승근

선박해양플랜트연구소

{sgn0178, sgkim}@kriso.re.kr

Analysis of Link Life Time for Multi-hop AUV Networks

Changho Yun, Seung-Geun Kim

Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering (KRISO)

요약

군집 AUV 네트워크에서 모선의 통신 범위 밖의 AUV들은 적절한 라우팅 프로토콜을 이용하여 다중 홉 통신 경로를 설정한다. 본 논문에서는 경로 유지 시간의 설정에 필요한 노드 간 링크의 유지 시간을 분석한다.

I. 서론

탐사, 데이터 수집, 감시, 환경 모니터링과 같은 임무를 위해 군집형 자율 무인 잠수정(AUV)의 운용이 증가하고 있다 [1]. AUV들은 임무 수행 중 주기적으로 자신의 상태 정보나 수집한 수중 데이터를 모선(mothership)에게 전달한다. 하지만 수중 음파 통신의 높은 감쇠율과 제한된 대역폭 등으로 인해 AUV와 모선 간의 직접적인 통신이 자주 단절되는 문제가 발생한다. 따라서 통신이 단절된 AUV가 여전히 모선과 연결된 인접 AUV를 경유하여 다중 홉으로 정보를 전달할 수 있도록 하는 라우팅 프로토콜이 필요하다 [2]. 특히 수중 음파 통신의 긴 전파지연시간으로 인해 노드 간 링크 연결 시간이 불안정하며, 이는 라우팅 경로 유지 시간 설정에 고려되어야 하는 상황이다. 본 논문에서는 수중 음파 통신을 사용하는 다중 홉 AUV 네트워크에서 경로 유지 시간 설정을 위해 필요한 링크 연결 유지 시간을 분석한다.

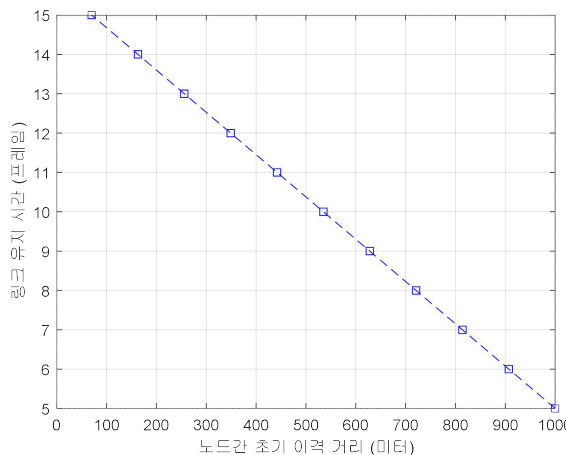


그림 1. 노드 간 초기 이격거리 대비 링크 유지 시간

II. 본론

다중 홉 AUV 네트워크에서 노드 간 링크 유지 시간을 분석하기 위해, 다양한 수중 환경 조건과 네트워크 구성 요소들을 고려한 모의실험이 수행되었다. 먼저 AUV의 상대이동 속도는 약 3.1111 m/s로 설정되었으며, 이는 두 노드가 서로 반대 방향으로 이동하는 최악의 상황을 가정한 것이다. 매체접속제어 방식은 TDMA(Time Division Multiple Access)로 단 순화하여 적용하였으며, 최대 10개의 노드를 포함한 네트워크에서 음파의 전파 속도(약 1500 m/s)와 최대 통신 거리(1.5km), 전송지연시간 0.5초를 반영하여 링크 계층 프레임 길이는 약 15초로 설정되었다. 이 조건에서 두 노드 간의 초기 이격거리 및 상대적인 이동 방향에 따라 물리적인 링크의 유지 가능 시간을 정량적으로 분석하였다.

모의실험 결과에 따르면, 한 프레임 주기 동안 AUV는 약 46.7미터를 이동한다. 이 이동 거리가 링크 유지 시간에 중대한 영향을 미친다. 특히 두 노드 간의 초기 이격거리가 짧을수록 상대적 이동의 영향이 줄어들어 링크가 더 오랜 시간 유지될 수 있음을 확인하였다. 이에 따라, 링크 계층에서는 프레임 길이를 단축하고 채널 접속의 효율성을 높이는 방안이 필요하다. 라우팅 측면에서는 이격거리가 짧은 이웃 노드를 우선적으로 다 홉으로 선택하는 전략이 유리하며, 단일한 고정값이 아닌 가변적인 경로 유지 시간 설정이 경로 유지에 더 효과적일 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 다중 홉 AUV 네트워크의 경로 유지 시간 설정을 위해 필요한 노드 간 링크 유지 시간을 수중 음파 통신 환경을 고려하여 분석하였다. 이 분석은 실제 수중 통신 환경에서의 링크 유지 가능성 및 경로 안정성 평가에 기준을 제공할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년도 정부 방위사업청의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임. (KRIT-CT-23-035, 기뢰탐지용 무인잠수정 군집 운용 기술, '23~'28)

참고 문헌

- [1] Zhu J., Si Y., and Chen Y. "A review of subsea AUV technology," J. Mar. Sci. Eng., vol. 11. pp. 1-14, May 2023.
- [2] Bereketli A., Tümcakır M., Yeni B. "P-AUV: Position aware routing and medium access for ad hoc AUV networks," J. Netw. & Comput. Appl. vol. 125, pp. 146-154, Jan. 2019.