

군집 AUV 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜 설계

윤창호, 김승근

선박해양플랜트연구소

{sgn0178, sgkim}@kriso.re.kr

Design of Routing Protocol for Swarmed AUV Networks

Changho Yun, Seung-Geun Kim

Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering (KRISO)

요약

군집으로 수중 업무를 수행하는 AUV들은 열악한 통신 환경으로 모선과의 통신이 빈번히 두절 되어 생존성을 위협받는다. 본 논문은 모선의 통신 범위에서 벗어난 AUV들이 모선과 연결된 이웃 AUV들을 통해 모선과의 경로를 형성할 수 있는 효율적인 라우팅 프로토콜을 제안한다.

I. 서론

오늘날 수중 정찰과 탐사를 위해 자율 무인 잠수정(AUV)의 군집 사용이 증가하고 있다 [1]. AUV는 생존 여부를 주기적으로 모선(mothership)에게 전송해야 한다 [2]. 그러나 열악한 수중 음파 통신 환경으로 인해 모선과 AUV들의 통신이 빈번히 끊어질 수 있다. 이러한 상황에서 모선과의 연결이 끊어진 AUV들은 모선과의 연결이 유지되는 이웃 AUV들을 통해 통신 경로를 형성할 수 있는 효율적인 라우팅 프로토콜이 필요하다.

II. 본론

수중 업무를 수행하기 위해 AUV들은 클러스터 단위로 움직인다. 이 과정에서 클러스터 전체 또는 일부 AUV가 모선의 통신 범위를 벗어나게 되어 다중 홉(multi hop) 통신이 필요한 상황이 발생한다. 본 연구는 이러한 상황을 두 가지로 구분하여 라우팅 시나리오를 고려한다. 첫째는 클러스터 전체가 통신 불가능한 all-disconnected 상태이며, 둘째는 클러스터 내 일부 AUV만이 연결되지 않은 partially-connected 상태이다. 각 시나리오에 대해 모선은 클러스터의 위치와 이동 방향을 고려해 경로를 결정하며, 연결이 가능한 클러스터 또는 AUV를 통해 다중 홉 경로를 설정한다. 두 시나리오에서 경로를 설정하기 위해 모선은 AUV들의 위치를 추적할 수 있고, AUV들의 이동 계획을 사전에 알고 있어야 한다. 또한 클러스터 내 AUV 간의 연결성은 링크 계층 수준에서 제공되는 상태 메시지를 통해 확인할 수 있어야 한다.

본 연구에는 전체 네트워크 차원의 경로 설정이 아닌, 모선과 일부 클러스터 CH (cluster head) 간의 주기적인 경로 설정 및 유지를 통해 네트워크 오버헤드를 최소화하는 proactive approach를 채택한다. 이 방식은 네트워크의 안정성과 에너지 효율성을 동시에 확보하는 데 효과적이다. all-disconnected 클러스터의 경우, 모선은 가장 가까운 연결 클러스터를 탐색하여 그 클러스터의 CH에게 경로 설정을 지시하고, 이 CH는 all-disconnected된 클러스터의 CH와 주기적인 메시지 교환을 통해 경로를 설정 및 유지한다. 반면, partially-connected 클러스터에서는 우선 기존 CH의 모선과 연결성을 확인하고, 필요시 새로운 CH를 지정하여 떨어진 AUV들과 경로를 설정한다. 두 시나리오의 경로 설정 절차는 Route_Make, Route_Request, Route_Reply, Route_Finish 등의 메시지를 통해 수행된다.

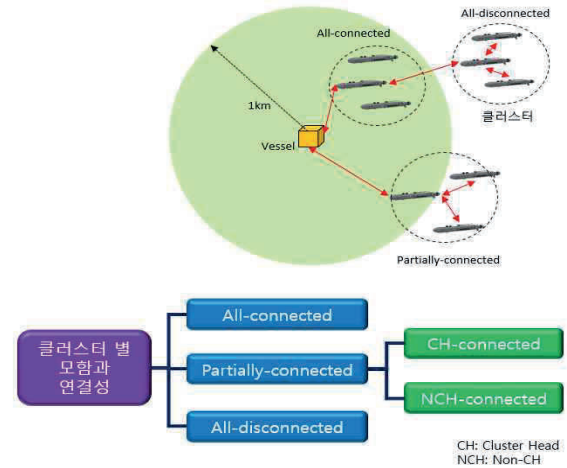


그림 35. 군집 AUV 네트워크 개요 및 라우팅 시나리오.

III. 결론

본 논문은 모선과 경로 설정에 관련된 클러스터 CH 간의 주기적인 경로 설정을 하는 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 이 방식은 AUV들의 효율적인 탐색 임무 수행과 통신의 안정성을 동시에 보장할 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] Liu G., Chen L., Liu K., and Luo Y. "A swarm of unmanned vehicles in the shallow ocean: A survey," Neurocomputing, vol. 531, pp. 74 - 86, Apr. 2023.