

생체모방형 ROV 제어를 위한 우선순위 기반의 MAC 프로토콜

이진영*, 윤남열*, 신승원*, 박수현*, 김창화**

*국민대학교 비즈니스 IT 전문대학원 유비쿼터스 시스템 연구실

**강릉원주대학교 해양센서네트워크시스템 기술연구센터

e-mail : {jylee9018, anuice, pubssw02, shpark21}@kookmin.ac.kr, kch@gwnu.ac.kr

A MAC Protocol based on Priority for controlling Biomimetic Remotely Operated Underwater Vehicles

Jun-Young Lee*, Nam-Yeol Yun*, Seung-Won Shin*, Soo-Hyun Park*, Chang-Hwa Kim**

*Ubiquitous System Lab., Graduate School of BIT, Kookmin University

**Underwater Sensor Network System Research Center, Gangneung-Wonju National University

요 약

본 논문에서는 우선순위 기반의 RTS/CTS 통신 기법을 적용하여 생체모방형 ROV 를 제어하기 위한 수중 MAC 프로토콜을 제안하였다. MANET 기반의 하천 수질 환경 감시 시스템이 효율적으로 운용되기 위한 수중 MAC 프로토콜이 지원됨으로써 이동성이 강조되는 생체모방형 ROV 제어를 위한 실시간성을 보장할 수 있다.

1. 서론

수중음파통신은 해양환경 모니터링 시스템, 해양자원탐사, 해상 가두리 양식장 관리 시스템, 하천 오염 방지 시스템, 국방 감시 시스템 등 다양한 분야에 적용이 가능한 기술이다. 지상에서 사용되는 RF 통신은 수중에서 심각한 감쇄현상을 일으켜 장거리 통신에 적합하지 않기 때문에 수중에서는 음파를 이용한 통신이 널리 사용된다. 하지만 수중통신에 적합한 음파도 긴 전송 지연, 높은 전송 에러율, 외부환경에 의한 다중 잡음으로 데이터 손실이 심각하게 발생하여 수중환경에 적합한 통신에 관한 연구가 필요하다.

수중환경에 적용이 가능하고 생체모방형 ROV (Remotely Operated Underwater Vehicle)와 같이 이동성이 발생할 경우에도 통신이 가능한 프로토콜을 개발하기 위해 본 연구팀에서는 우선 순위 기반의 RTS/CTS 통신 기법을 적용하여 효율적인 데이터 전송이 가능한 수중 MAC 프로토콜을 제안한다.

2. 우선순위 기반의 MANET 지원 프로토콜

수중 환경 감시 시스템을 위해 개발된 생체모방형 ROV 는 수중에서 군집으로 이동하는 특성으로 인하여 MANET(Mobile Ad-hoc Networks) 기반의 실시간 데이터 전송제어가 필수적으로 요구된다 [3]. 이러한 요구를 충족시키기 위한 MANET 기반의 수중 MAC 프로토콜에 대한 연구의 필요성이 크게 대두되고 있다.

2.1 MANET 기반의 MAC 프로토콜

수중 환경에서의 MANET 기반에 적합한 MAC 프로토콜을 설계하기 위해서 가장 중요하게 고려되어야

할 사항은 네트워크를 구성하는 노드들간의 자유로운 데이터 송수신을 보장할 수 있어야 한다는 것이다. 지금까지 연구된 수중 MAC 프로토콜들 가운데 이에 적용할 수 있는 MAC 프로토콜은 Aloha 기반의 MAC 프로토콜과 RTS/CTS 기법을 이용한 MAC 프로토콜로 나눌 수 있다. Aloha-CA 와 Aloha-AN [1]은 수중환경의 특징을 고려하여 처리율을 높일 수 있는 Aloha 기반의 MAC 프로토콜이다. Aloha-CA 는 송신 노드와 수신 노드의 ID, 패킷 크기 등의 정보를 패킷의 헤더 부분에 담아 패킷을 교환할 때마다 각 노드의 데이터베이스를 갱신함으로써 이웃 노드의 상태를 알 수 있도록 하여 충돌을 회피하는 방식이다. Aloha-AN 은 데이터를 전송하기 전에 먼저 노드들에게 짧은 NTF 를 보냄으로써 채널 사용을 알린 후에 데이터를 전송하는 방식이다. 하지만 NTF 의 충돌여부를 알 수 없기 때문에, 만약 NTF 끼리의 충돌이 나더라도 데이터를 전송하게 되므로 심각한 에너지의 낭비를 초래한다. 이러한 Aloha 기반의 MAC 프로토콜은 실시간성을 보장할 수 있지만 데이터의 충돌 가능성이 높기 때문에 긴 전송지연을 가지는 수중환경에는 부적합하다.

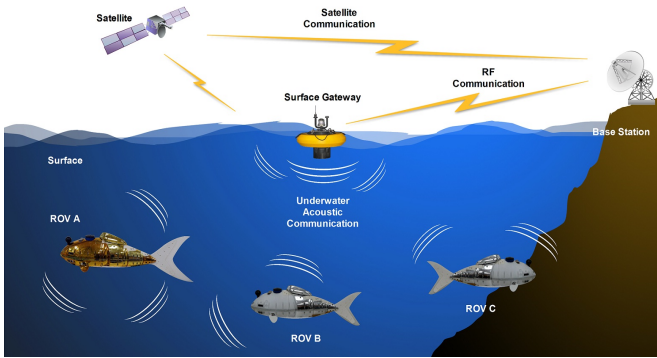
MACA-U [2]는 기존의 MACA 를 수중환경에 적합하게 설계한 수중 MAC 프로토콜이다. RTS/CTS 기반의 데이터 전송 기법을 기반으로 하며 수중환경의 특징을 반영한 상태 변화 규칙을 적용하였다. 본 논문에서는 데이터의 충돌을 최소화하기 위하여 이와 같은 RTS/CTS 통신 기법을 기반으로 한다.

2.2 이동성을 보장하는 수중 MAC 프로토콜

본 논문에서 제안한 MAC 프로토콜은 메시지 우선순위에 따른 RTS/CTS 기반의 MAC 프로토콜이다. 이

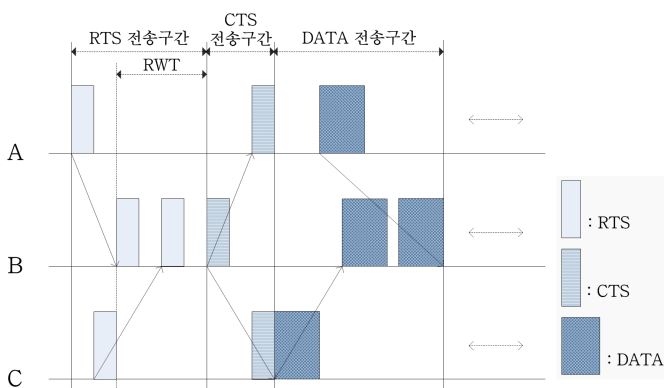
MAC 프로토콜에서의 RTS 는 단순히 채널을 예약하기 위한 목적으로 사용되었던 기존의 패킷과는 달리, 전송할 데이터의 우선 순위에 대한 정보를 담는다. 또한 여러 개의 RTS 를 수신할 수 있도록 다중의 RTS 수신을 위한 충분한 대기 시간, 즉 RWT(RTS Waiting Time)를 제공받게 된다.

아래의 그림은 수중 환경 감시 시스템의 전체적인 구조를 보여준다.



(그림 1) 수중 환경 감시 시스템의 전체적인 구조

ROV 는 수중의 환경 정보를 수집하여 게이트웨이에게 전송하거나 군집제어에 관한 메시지를 다른 이웃 노드에게 전송할 수 있다. 이 구조를 운용하기 위해서는 수중에서 노드들 간에 실시간성 데이터 제어가 필수적이다. 따라서 송수신되는 메시지의 내용과 메시지 전달의 긴급도에 따라 우선순위를 결정하게 되며, 이 정보를 RTS 에 담게 된다. 우선순위를 결정하는 요소로는 ROV 의 환경센서에 적용되는 온도, 수소이온농도, 전기전도도, 용존산소량, 탁도, 압력 센서 등이 있으며 수중로봇의 제어를 위한 제어메시지, 긴급메시지, 노드들 간의 상호메시지 등이 우선순위로 구분된다.



(그림 2) 제안한 MAC 프로토콜의 동작 예

그림 2 는 제안한 MAC 프로토콜의 동작 예를 보여준다. 만약 노드 A 와 C 가 노드 B 에게 전송할 데이터가 있다면, 데이터를 전송하기 전에 보내고자 하는 데이터의 우선순위가 담긴 RTS 를 전송한다. 노드 B 는 노드 A 의 RTS 를 수신하자마자 RWT 구간으로 돌입하여 다른 노드의 RTS 메시지를 대기하게 된다.

이 때 RWT 구간의 길이가 짧다면 데이터의 전송시

간을 단축할 수 있지만 RTS 의 충돌 가능성이 커지므로 에너지 낭비와 네트워크의 성능 저하가 우려된다. 반대로 이 구간의 길이가 길다면 RTS 끼리의 충돌 가능성이 낮아지지만 데이터의 전송시간이 연장되므로 전체적인 네트워크의 처리율이 낮아진다. 따라서 주변의 환경을 고려하여 적절한 RWT 구간의 길이를 설정하는 것이 필요하다.

이 구간에서 노드 A 의 RTS 수신에 이어 노드 C 의 RTS 를 성공적으로 수신한다면 노드 B 는 노드 A 와 C 의 RTS 에 담겨있는 메시지 우선순위에 대한 정보에 따라서 전송순서를 결정한 후, 이 정보를 CTS 에 담아 각 노드에게 전송한다. 노드 A 와 C 는 이 CTS 를 통해 자신들의 전송순서를 파악하여 데이터를 전송하게 된다. 이 경우에는 노드 C 의 메시지의 우선순위가 노드 A 의 것보다 높다고 가정하여 RTS 구간에서 노드 A 의 RTS 를 먼저 받더라도 데이터 구간에서 노드 C 의 데이터를 먼저 전송함으로써 노드 B 는 노드 A 와 노드 C 의 데이터를 성공적으로 받을 수 있게 된다.

3. 결론

본 논문에서는 메시지 우선순위 정보에 따라서 전송 순서를 결정하는 RTS/CTS 기반의 데이터 전송 기법을 이용한 MAC 프로토콜을 제안하였다. 특히 이 MAC 프로토콜은 MANET 에 적용이 가능하며 또한 실시간성이 보장되므로 생체모방형 ROV 를 제어하는데 적합하다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업 [10041841, 연근해 수산양식(회유성 어종 등) 성장관리 핵심 요소 기술 개발] 과 [10041813, 해양산업현장 효율화 및 고도화를 위한 USN 기반 에너지 관리, 해양 센서, 센서노드 및 미들웨어 기술 개발] 사업의 일환으로 수행하였음

참고문헌

- [1] Chirdchoo N., Wee-Seng Soh, Kee Chaing Chua, "Aloha-Based MAC Protocols with Collision Avoidance for Underwater Acoustic Networks," INFOCOM 2007, 26th IEEE International Conference on Computer Communications, pp. 2271-2275, 6-12 May, 2007.
- [2] Hai-Heng Ng., Wee-Seng Soh, Motani, M., "MACA-U: A Media Access Protocol for Underwater Acoustic Networks," Global Telecommunications Conference, IEEE GLOBECOM 2008, pp. 1-5, November 30 - December 4, 2008.
- [3] Nam-Yeol Yun, Seung-Won Shin, Sardorbek Muminov, Soo-Hyun Park, Jun-Ho Jeon, Tae-Hee Won, Chang-Gi Hong, Sung-Joon Park, Chang-Hwa Kim, Gi-Hun Yang, Hyeun-Seok Choi and Young-Sun Ryuh, "Interrupt driven mechanism for biomimetic fish-robot control system based on underwater acoustic communication," in Proc. The Sixth ACM International Workshop on UnderWater Networks (WUWNet), December, 2011.