

# 수중 다중매체 통신에서 전송 데이터 흐름 제어를 위한 DTN 프로토콜

임동현<sup>1</sup>, 김창화<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>강릉원주대학원 컴퓨터공학과  
yeklys@naver.com, kch@gwnu.ac.kr

## DTN Protocol for Transmission Data Flow Control in Underwater Multimedia Communication

Dong-Hyun Lim<sup>1</sup>, Changhwa Kim<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Dept. of Computer Science&Engineering, Graduate School, Gangneung-Wonju National University

### 요 약

서로 다른 수중 통신 매체 사이의 각기 다른 장단점을 해결하기 위해 여러 종류의 수중 통신 모듈을 함께 운용하는 통신 기술인 다중매체 통신 기술이 등장하였다. 다중매체 통신은 한 네트워크에서 서로 다른 통신 매체들을 함께 운용하기 때문에 이들의 전송 속도 차이로 인한 흐름 제어 문제가 발생한다. 이에 본 논문에서는 통신 속도 차이로 인한 전송데이터 손실을 미연에 방지하는 수중 다중매체 통신에서 전송데이터 흐름을 제어하는 일종의 DTN (Delay/ Disruption Tolerant Network) 프로토콜을 제안한다. 이 전송 속도 제어 프로토콜을 이용하여 수중 다중매체 통신 네트워크에서 전송 속도 차이로 인해 한 노드에 메시지가 쌓여 전송 큐의 전송데이터 손실이 예측되는 경우 보조 저장장치를 이용하여 큐의 길이를 늘이고, 보조 저장장치 또한 전송데이터 손실이 예측되는 경우 전송 중인 노드에 전송 일시중지를 요청하며 지연상태가 해결된 후 다시 전송을 요청할 수 있다.

### 1. 서론

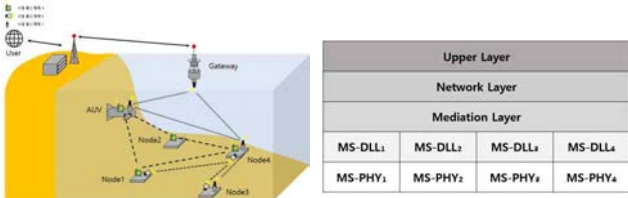
수중 통신 기술은 지상 통신과 달리 통신 매질이 물이라는 특성이 있다. 이 때문에 지상 통신에서 사용되던 전파통신을 그대로 사용하기에는 여러 문제점이 존재한다. 그 때문에 현재 수중 통신에서는 일반적인 전파통신을 대신하여 음파 통신이 연구되고 있으며 음파 외에도 광, 자기장, VLF/ELF 통신 등 다양한 통신 매체에 관한 연구가 진행되고 있다[1]. 하지만 각 통신 매체별로 수중 환경 변화에 민감하거나 통신 속도, 전파 지연, 비용 등의 서로 다른 장단점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해서 수중 통신 매체들의 단독 운용 시 발생하는 장단점을 여러 통신 매체를 함께 운용하여 서로를 보완하는 다중매체 통신 기술이 제안되었다[2-3]. 하지만 현재 수중 다중매체 통신에 관한 연구가 많지 않아 여러 해결해야 할 문제를 가지고 있는 현실이다. 그 문제 중 하나로 서로 다른 통신 매체들의 흐름 제어 문제가

있다. 여러 통신 매체를 사용하게 되면 각 통신 매체별로 서로 다른 통신 속도를 가지게 된다. 예를 들어 라우팅 과정에서 데이터를 전달하는 중간노드에서 수신할 때의 통신 매체의 전송 속도가 송신할 때의 전송 속도보다 빠르다면 수신 데이터가 전송 큐에 쌓이기 때문에 전송데이터 손실이 발생하여 메시지가 유실될 수 있다[4]. 따라서 본 연구에서는 수중 다중매체 통신 시 매체들의 통신 속도 차이로 인한 전송데이터 손실을 방지하는 수중 다중매체 통신에서의 전송 흐름 제어를 위한 일종의 DTN 프로토콜을 제안한다. 이를 위해 2절에서 시스템 아키텍처, 프로토콜 계층 구조를 설명하며 3절에서는 패킷 구조와 주소 테이블의 구조를 설명하고 4절에서 수중 다중매체 통신에서의 전송 속도 제어 알고리즘의 작동 방식을 설명한다. 그 후 5절 결론과 함께 마무리한다.

### 2. 네트워크 및 프로토콜 아키텍처

본 논문에서 제안하는 전송 속도 제어 프로토콜과 시스템은 [5]에서 제안된 중계시스템, 중계프로토콜 아키텍처를 따르며, 시스템 및 프로토콜 아키텍처에 대한 설명은 다음과 같다 :

2) Corresponding Author : Changhwa Kim, Address: (26403) Namwon-ro 150, Heungeop-myeon, Wonju-si, Gangwon-do, Korea, TEL : +82-33-760-8663, FAX : +82-33-760-8718, E-mail : kch@gwnu.ac.kr



(그림 1) 수중 다중매체 무선 통신 네트워크 및 프로토콜 계층 모델.

수중 다중매체 무선 통신 네트워크는 그림 1과 같이 크게 지상 스테이션, 중계기, 수중 노드들로 구성된다. 수중 노드들은 각각 하나 이상의 수중 통신 매체를 갖추고 무선 통신 네트워크를 구성되며 수중 정보를 수집하여 중계기 노드를 통해 지상 스테이션으로 전달한다. 전송데이터 흐름 제어 프로토콜은 네트워크 계층(Network Layer) 이상의 상위 계층(Upper Layer)과 개별 MAC들 사이의 중계계층에서 작용한다. 중계 계층(Mediation Layer)은 중계 테이블, 중계 프레임 그리고 MID를 이용하여 통신 매체들의 상이한 개별 MAC을 호환한다[5].

3. 패킷 구조 및 주소 테이블

제안하는 전송 속도 제어 프로토콜은 전송 속도를 제어하기 위해 [5]에서 제안한 중계 프레임을 수정하여 사용하며 기존 중계 테이블에 지연 정보 테이블(DIT:Delay Information Table)을 추가하여 사용한다.

Frame Length	Frame Type	Src MID	Dest MID
Seq Number	Fragment Number	EOF	Payload

(a) 패킷 구조

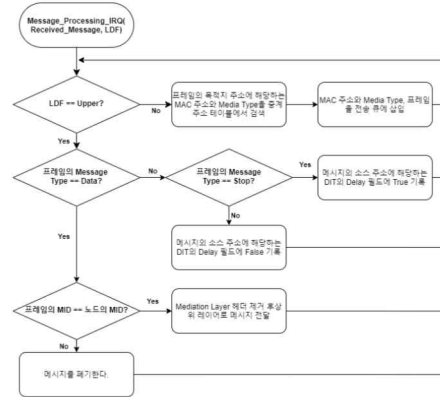
...	Media Type	MAC Address Type	Delay	...
-----	------------	------------------	-------	-----

(b) 지연 정보 테이블 구조  
(그림 3) 중계계층의 프레임과 테이블 구조.

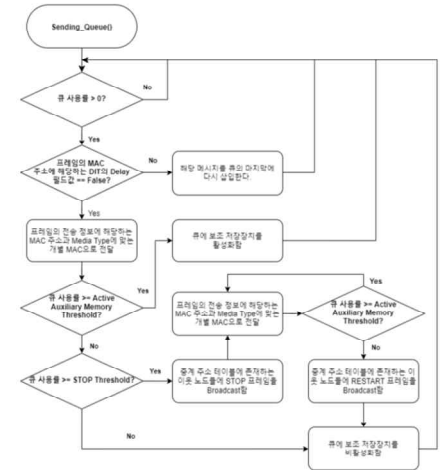
그림 3은 본 프로토콜에 사용된 프레임과 중계 테이블의 구조를 나타내며, 중계 프레임의 경우 Frame Type 필드에 Stop, Restart 타입을 추가하여 전송 속도 차이로 인해 전송데이터 손실이 예측되면 해당 노드로의 메시지 전송을 중지할 수 있도록 한다. 지연 정보 테이블은 Delay 필드를 이용하여 통해 전송 속도 제어 프로토콜은 전송 속도의 연결된 이웃 노드가 현재 지연상태인지 구별할 수 있다.

4. 수중 다중매체 통신에서의 전송 속도 제어 알고리즘

전송 속도 제어 프로토콜은 해당 알고리즘을 통해 통신 속도의 차이로 인한 전송데이터 손실을 방지할 수 있다.



(a) 메시지 처리 인터럽트 알고리즘



(b) 전송 큐 알고리즘

(그림 4) 전송 속도 제어 프로토콜 알고리즘.

그림 4는 본 연구에서 제안하는 수중 다중매체 통신에서의 전송 속도 제어 알고리즘이다. 각 알고리즘에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

● 메시지 처리 인터럽트 알고리즘

단계 1. LDF(Layer Direction Flag)를 확인한다. LDF는 인터럽트를 발생시킨 메시지를 전달한 레이어가 상위 레이어라면 Upper, 하위 레이어라면 Lower로 설정된다.

단계 1.1. MSF가 Upper라면 해당 메시지의 목적지 주소에 맞는 Media Type과 MAC 주소를 중계 테이블에서 검색한다.

단계 1.2. 받은 메시지를 Mediation Frame으로 만들어 검색한 Media Type과 MAC 주소와 함께 큐에 삽입한다.

단계 2. LDF가 Lower라면 해당 프레임의 메시지 타입을 확인한다.

단계 2.1. 메시지 타입이 Data가 아니라면 메시

지 타입이 Stop인지 확인한다.

단계 2.1.1. 메시지 타입이 Stop이라면 DIT에서 해당 송신지 주소의 Delay 필드에 True를 기록한다.

단계 2.1.2. 메시지 타입이 2라면 DIT에서 해당 송신지 주소의 Delay 필드에 False를 기록한다.

단계 3. 받은 중계 프레임의 목적지 주소가 자신의 MID와 비교한다.

단계 3.1. 일치한다면 상위 레이어로 전달한다.

단계 3.2. 일치하지 않는다면 프레임을 폐기한다.

● 전송 큐 알고리즘

단계 1. 큐에 처리할 프레임이 있는지 확인한다.

단계 2. DIT에서 처리할 프레임의 MAC 주소에 해당하는 Delay 필드 값을 검색하여 확인한다.

단계 2.1. Delay 필드 값이 Stop이라면 해당 프레임을 보유하고 단계 1로 돌아간다.

단계 3. Delay 필드 값이 Restart이라면 해당 프레임의 Media Type과 MAC 주소에 해당하는 하위 MAC으로 프레임을 전달한다.

단계 4. 큐 사용률과 AAMT(Active Auxiliary Memory Threshold)를 비교한다.

단계 4.1. AAMT보다 크다면 보조 메모리를 활성화한 후 단계 1로 돌아간다.

단계 5. 큐 사용률이 SMBT(Stop Message Broadcast Threshold) 보다 큰지 확인한다.

단계 6. SMBT보다 크다면 이웃 노드들에 Stop 메시지를 브로드캐스트한다.

단계 6.1. 큐에 남은 프레임의 Media Type과 MAC 주소에 해당하는 하위 MAC으로 프레임을 전달한다.

단계 6.2. 큐 사용률이 AAMT보다 작아질 때까지 단계 5.2를 반복한다.

단계 6.3. 이웃 노드들에 Restart 메시지를 브로드캐스트한다.

단계 7. 보조 메모리를 비활성화한다.

전송 큐의 경우 그림 5와 같이 구성되며 큐 내부에 저장된 프레임을 함께 저장된 MAC 주소와 Media type에 해당하는 개별 MAC으로 프레임을 전달한다. 만약 전송 속도의 차이로 인해 전송 큐에 메시지가 AAMT 이상 쌓이게 되는 경우 보조 기억장치를 추가한다. SMBT 이상 쌓이게 되면 이웃 노드에 STOP 메시지를 브로드캐스트하여 자신에게로의 전송을 일시 중지한다. 그 후 메시지가 전송되어 전송 큐가 빈 경우 다시 RESTART 메시지를 브로드캐스트하여 메시지 전송을 재개한다.

5. 결론

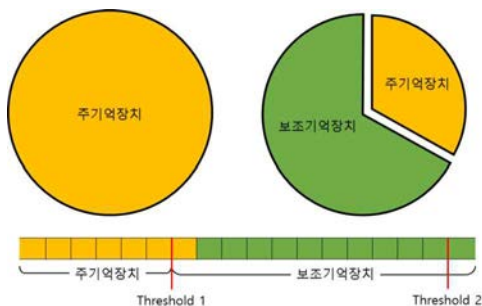
본 연구에서는 수중 통신 시 서로 다른 통신 매체를 사용하는 수중 다중매체 통신 기술에서 두 통신 매체의 전송 속도의 차이로 발생하는 메시지 손실을 방지하기 위한 흐름 제어방법을 제안하였다. 제안된 알고리즘을 통하여 노드는 전송 속도 차이와 전송 혼잡으로 인한 전송데이터 손실을 예방할 수 있으며 이웃 노드에 지연이 발생하였는지 감지할 수 있다. 향후 연구에서는 제안한 알고리즘을 직접 구현하고 성능측정을 진행할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was a part of the project titled “Development of the wide-band underwater mobile communication systems” funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

참고문헌

[1] 신동현, 박성준, 김창화. (2018). 수중 음파통신 기술과 동향. 전자공학회지, 45(5), 32-48.  
 [2] 유동선, 김창화. (2019). 통합 MAC을 이용하는 다중 매체 기반 수중 통신 구현을 위한 설계 및 모듈화 접근방법. 멀티미디어학회논문지, 22(11), 1259-1268.  
 [3] 유동선, 신동현, 임승수, 전성현, 김창화. (2020). 수중 다중 매체 통신의 흐름제어를 위한 단편화 기법 구현. 멀티미디어학회논문지, 23(7), 819-829.  
 [4] 임동현, 김창화. (2020). 다중매체 통신기반의 성형 망에서 중계방법에 관한 연구. 2020 온라인 추계 학술발표대회 논문집, 27(2).  
 [5] 임동현, 김승근, 김창화. (2021). 성형망 기반의 수중 다중매체 통신 네트워크와 단편화 기법. 멀티미디어학회논문지, 24(11), 1526-1537.



(그림 5) 전송 큐 구조.