다중매체 통신기반의 성형 망에서 중계방법에 관한 연구

임동현*, 김창화**
*,**강릉원주대학교 컴퓨터공학과
yeklys@gwnu.ac.kr, kch@gwnu.ac.kr

A Study on Mediation Method in Star Network based on Multi-Media Communication

DongHyun Lim*, Changhwa Kim**
*,**Dept. of Computer Science&Engineering, Gangneung-Wonju National University

요 약

수중통신 환경은 지상과 달리 일반적인 전파통신을 사용할 수 없어 음파, 광, 자기장 등 다양한 매체를 이용하여 통신 환경을 구성하고 있다. 하지만 각 통신 매체의 물리적 특징 때문에 단독으로 사용하기엔 어려움이 존재하여 다중매체 통신을 사용하는 아이디어가 제시되고 있다. 이에 본 연구는 다중매체 통신기반의 성형 망에서 매체 간의 프로토콜을 통합하는 통합 프로토콜, Mediation Layer를 설계하고 이를 구현한 중계기를 개발하여 이종매체 간의 통신을 가능하도록 한다.

1. 서론

1896 마르코니의 무선통신기술 개발 이후 인류는 먼 거리에서도 통신케이블 없이 통신할 수 있게 되었다. 무선통신기술이 발전할 수 있게 된 원인 중 하나는 바로 전파통신이다. 전파통신은 먼 거리를 빠르게 통신할 수 있고 이 덕분에 통신 기지국이 설치되어있는 지역이라면 어디서든 전파를 이용한 통신이 가능해졌다. 전파통신 덕분에 인류는 바다 한가운데, 산꼭대기와 같은 통신 음영지역을 하나하나 개척해내었으나 수중통신에서 어려움에 직면하게 되었다. 수중통신은 지상 통신과 큰 차이가 있는데, 바로 매질의 차이이다. 지상의 대기와 달리 수중에선 전파가 물속을 통과해야 하는데 이 경우 전파의 물리적인 특성 때문에 물에 의해 반사, 굴절, 흡수되어 아주 제한된 ELF와 VLF와 같은 대역만이 통신할 수 있으며 특히 해수의 경우 포함하고 있는 염분을 포함한 전해질이므로 전파가 통과할 수 없게 된다[1]. 이 때문에 수중통신에서는 전파통신을 대체하기 위해 음파 통신, 광통신, 자기장 통신과 같은 다양한 통신 매체를 연구하고 있다. 하지만 주로 사용하고 있는 음파 통신의 경우에는 긴 통신 거리의 장점을 가지지만, 수온, 탁도 또는 주변 환경에 의해 발생한 파동에 의한 간섭을 쉽게 받는다는 단점을 가지고 있고, 광통신의 경우에는 빠른 전송속도를 가지고 있고 자기장 통신은 수중 환경에 영향을 거의 받지 않는다는 장점이 있으나 둘 다 통신 거리가 짧다는 단점을 가지고 있다. 또한, ELF/VLF의 경우에는 몹시 긴 통신 거리를 가졌으나 설치 비용이 몹시 비싸며 전송률 또한 300 bps 정도로 몹시 느리다[2]. 이렇듯 현재 수중 환경에서 개발 중인 통신 매체들은 각자 뚜렷한 장단점을 가지고 있으므로 단독으로 사용하기에는 어려움이 존재한다. 이를 극복하기 위해 다중통신매체를 이용하여 변화되는 수중 환경에 맞춰 각각의 통신 매체를 병행하여 사용하는 방법이 고려되고 있다[3]. 하지만 다중통신매체를 사용하게 될 때는 서로 간의 통신 매체에서 사용되는 프로토콜 차이로 인해 서로 간의 직접적인 통신이 불가능해진다. 이를 극복하기 위해 본 논문에서는 프로토콜들을 호환하여 통신을 중재하는 통합 프로토콜을 제안하고 이를 통해 서로 다른 통신 매체가 통신할 수 있는 중계기(Mediator)를 개발하였다.

2. 중계 시스템 아키텍처

성형 망을 기반으로 하는 중계 시스템은 논문[2]에서 제시한 아키텍처를 기반으로 한다[2]. 중계

**교신저자 : 김창화(kch@gwnu.ac.kr)

기(Mediator)는 서로 다른 통신 모듈로 연결되어있는 성형 네트워크의 중앙 시스템으로 작동하며 통합 프로토콜을 통해 노드들의 통신을 중재해주게 된다. 통합 프로토콜은 각 통신 모듈의 개별 MAC 계층을 Mediation Layer를 통해 통합해주며 Mediation Layer는 Mediation Address Table과 Mediation Frame을 통하여 전송을 원하는 메시지를 올바른 목적지로 전달할 수 있게 된다.

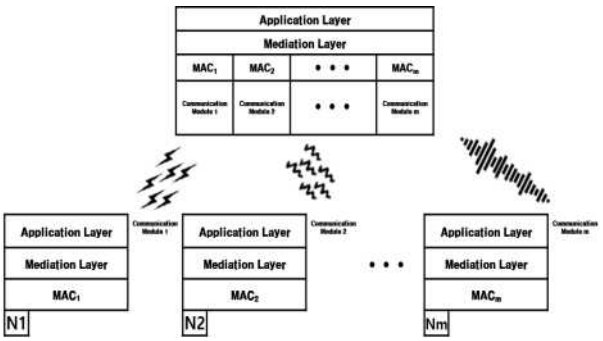

그림1 중계시스템 아키텍처와 구성요소의 프로토콜 스택[2]

3. Mediation Address Table과 Frame

Mediation Address Table은 그림 2과 같이 구성되며 각 필드는 다음과 같은 용도를 지닌다.

MID(mediation ID) 필드는 Mediation Layer에서 사용되는 논리적 주소이다. 다중매체 통신 환경의 특성상 여러 개의 MAC 주소를 가질 수 있으며 개별 MAC들의 MAC 주소들의 형식이 모두 다르므로 MAC 주소들을 통합하는 공통 체계의 MID를 각 노드에 부여하여 네트워크 내의 노드들을 구분하고 관리하는 기능을 제공한다. Media Type 필드는 연결된 노드의 매체 유형(즉, 음파, 광, 자기장 등)을 의미한다. MAC Address 필드는 각 노드가 가진 통신 매체의 MAC Address, 즉, 매체별 물리적 주소이다.

Mediator는 새로운 노드가 네트워크 내에 참여할 때마다 노드로부터 연결정보를 전달받아 Mediation Address Table을 업데이트한다.

Mediation ID	Media Type	MAC Address
	⋮	

그림 2 Mediation Address Table

Mediation Layer에선 그림 3와 같은 Mediation Frame을 사용하여 데이터를 올바른 목적지로 옮겨주게 되며 프레임의 필드별 용도는 다음과 같다.

- Frame Length는 Frame의 길이를 나타낸다.
- Src MID는 발신지 노드의 MID를 나타낸다.
- Dest MID는 목적지 노드의 MID를 나타내며 중계기는 Data Frame을 수신하였을 때 해당 필드를 통해 올바른 목적지로 데이터를 전송해 줄 수 있다. Payload는 Application Layer의 Payload로 Mediation Layer에서 전송해야 할 데이터를 담고 있다.

Frame Length	Src MID	Dest MID	Payload

그림 3 Mediation Frame

4. 메시지 전송 알고리즘 설계

중계기가 성형 네트워크에의 중앙 시스템으로써 작동할 땐 네트워크 내에 새로운 노드가 접속요청이 발생하는 상황과 네트워크 내에서 메시지 전송이 발생하는 상황을 가정해 볼 수 있다. 이 두 가지 상황에서 Mediator의 작동 알고리즘은 다음과 같다.

1) 네트워크 내에 새로운 노드가 접속하는 상황
네트워크 내에 참가를 원하는 노드와 연결되면 개별 MAC으로부터 노드의 MAC Address, Media Type 정보를 받아 Mediation Address Table에 기록하고 MID를 발급한다.

2) 네트워크 내에서 메시지 전송이 발생하는 경우
네트워크 내의 노드로부터 Data Frame을 받는 경우 Data Frame의 Dest MID를 확인하여 Mediation Address Table을 검색한다. 그 후 Dest MID와 일치되는 Media type에 해당하는 개별 MAC으로 전송해야 할 MAC Address와 함께 Data Frame을 전달하여 메시지를 Dest MID에 해당하는 목적지 노드로 전송한다.

그림 4는 중계기의 메시지 전송 알고리즘에 대한 흐름도이다.

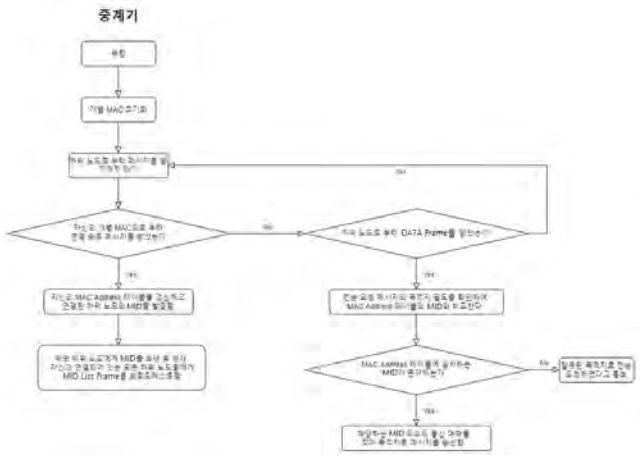

그림 4 중계기 메시지 전송 알고리즘의 흐름도

5. 중계기 구성

중계기는 다중매체 수중통신 환경의 중앙 시스템으로써 네트워크 내에 연결되는 다양한 수중통신 모듈들을 갖추고 있어야 한다. 하지만 실제 수중 환경에서 연구를 진행하기에 공간적인 어려움이 존재하여 지상 통신 모듈, Zigbee, Bluetooth, Li-Fi 모듈을 마이크로프로세서에 장착하여 중계기를 구성하였다. 그림 5는 중계기의 하드웨어 구성을 나타낸다.

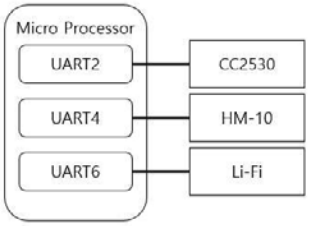

그림5 Mediator 하드웨어 구성도

6. 실험결과

실험을 위해 그림 6과 같이 Zigbee, Bluetooth, Li-Fi 모듈이 각각 장착된 하위노드들과 모든 통신 모듈이 장착된 중계기를 구성한 후 모든 노드의 마이크로프로세서에 Mediation Layer를 구현하여 성형 네트워크를 구현하였다. 이를 사용한 실험결과는 그림 7에 나타나 있다. 그림 7은 Li-Fi 모듈에서 Bluetooth 모듈로 전송 메시지를 중계한 결과로 설계한 메시지 처리 알고리즘에 따라 Li-Fi 모듈(MID:3)로부터 Bluetooth 모듈(MID:1)로 전달하였음을 살펴볼 수 있다.

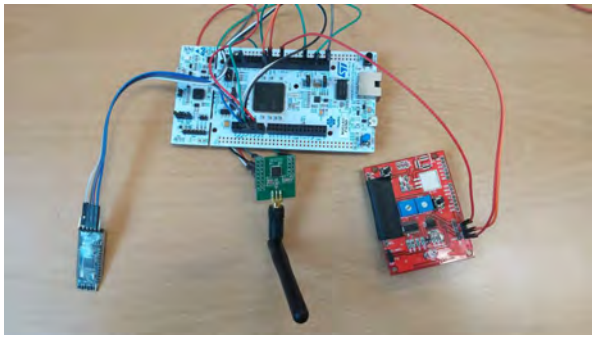

그림 6 마이크로프로세서에 구성된 중계기

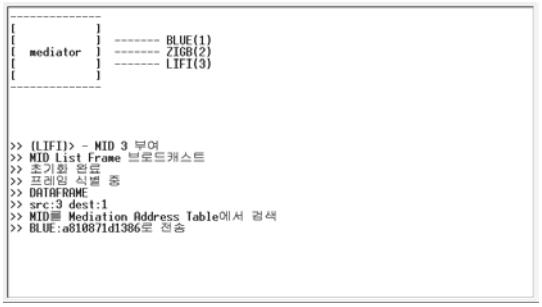

그림 7 실험 결과 화면

6. 결론

본 논문에서는 수중에서 다중 통신 매체들 사이의 통신을 지원하기 위해 Mediation Layer를 설계하고 이를 하드웨어에 구현하여 중계기를 개발하였다. 하드웨어와 소프트웨어의 효과적인 설계로 서로 다른 이종매체 통신을 중계할 수 있었지만, 아직 다중매체 통신 시 각 통신 매체들의 물리적 특징 차이로 인해 발생하는 오류와 혼잡과 같은 문제점들을 해결할 필요가 있다. 추후 연구에서는 이들을 해결하기 위한 오류제어와 흐름 제어, 단편화 기능을 개발할 계획이다.

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] 박성준, 박수현, 김상경, 김창화. 수중통신과 해양센서네트워크 기술. 정보과학회지, 28(7), 79-88. 2010.

[2] 임동현, 이성우, 엄수현, 유동선, 김창화. Star-topology 기반 수중통신 네트워크 시스템에서 다중 매체 통신

중계방법. 제21회 대한전자공학회 학술대회. 대전광역시(유성) ETRI 융합기술연구생산센터. 2019.
[3] 유동선, 김창화. 수중환경에서 다중 매체 통신을 위한 통합 MAC 설계 접근방법의 비교분석. 한국통신학회 학술대회논문집, (), 1219-1220. 2019.