

Underwater Acoustic Sensor Networks 에서 TMS 연동을 위한 Gateway 구현

김재섭*, 남흥우*, 김영호*, 안순신*
*고려대학교 전기전자전파공학과
e-mail : jskim@dsys.korea.ac.kr

Implementation of Gateway using TMS in Underwater Acoustic Sensor Networks

Jae-Sub Kim*, Heung-Woo Nam*, Young-Ho Kim*, Sun-Shin An*
*School of Electrical Engineering, Korea University

요 약

최근 해양자원의 중요성이 대두됨에 따라, 해양환경을 모니터링 하기 위해 Underwater Acoustic Sensor Networks(UW-ASN)가 활발히 연구되고 있다. UW-ASN 는 해양환경에 대한 데이터를 Sensing, gathering 하고 이를 Monitoring Center 로 delivering 하는 Mission 을 수행한다. 이 논문에서는 해양에서 수집한 데이터를 수질 자동 측정망(TMS: Tele Monitoring System)에 전송하기 위해, 음파통신을 통해 수신된 해양 데이터를 수질 자동 측정망의 규격에 맞는 데이터로 변환시키고 CDMA 통신을 통해 가상의 TMS 에 전송하는 Gateway 구현을 제안한다.

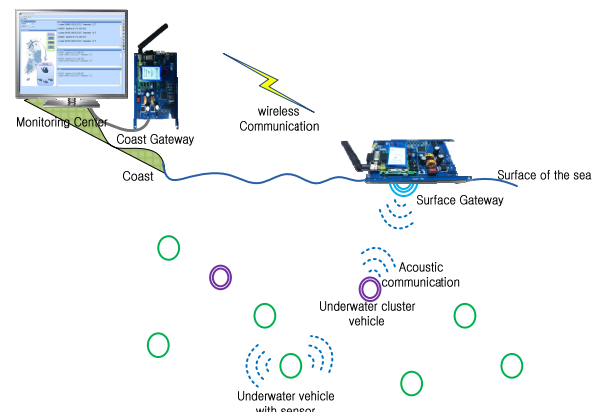
1. 서론

지구표면의 약 70%는 해양으로 이루어져 있다. 여기에는 아직 발견되지 않은 해양광물자원, 해양생물자원, 해양에너지자원들이 풍부하게 존재한다. 육상자원이 빠른 속도로 고갈됨에 따라, 최근 해양자원의 중요성이 대두되고 있다. 이에 Underwater Acoustic Sensor Networks (UW-ASN)가 해양 데이터를 수집, 해양탐사, 재해방지, 해양환경모니터링 등의 목적으로 활발히 연구되고 있다. 한 예로 환경관리공단의 수질 측정 관리팀에서는 TMS(Tele-Monitoring System)을 구축하여 해양에 대한 오염 정도를 측정하고 있다.

UW-ASN 은 다양한 수의 Sensors, Vehicles, Gateway 로 구성된다. 이는 collaboration monitoring task 를 수행하기 위해 관심 지역에 배치된다. 이런 목적을 수행하기 위해서, vehicles 은 Sensors 가 장착된 후, 해양환경의 특성에 부합되도록 self-organize 한다[1]. UW-ASN 는 Mission 에 따라서 해양환경에 대한 데이터를 Sensing 및 gathering 하고 이를 에너지 효율적인 방법으로 Monitoring Center 로 전달한다.

(그림 1)은 전반적인 UW-ASN 을 나타낸다. Under water vehicles 은 해양 데이터를 수집하여 데이터를 underwater Cluster vehicle 로 전송하고 Underwater Cluster vehicle 은 수신된 데이터를 직접, 또는 병합하여 surface gateway 로 전송한다. Surface gateway 는 수신된 데이터를 사용목적에 맞게 변환하여 무선통신을 통해 Monitoring center 로 전달한다.

본 논문에서는 UW-ASN 와 수질 자동 측정망을 연동하기 위해, 음파통신을 통해 수신된 해양 데이터를



(그림 1) 수중 음파 센서네트워크

수질 자동 측정망의 규격에 맞는 데이터로 변환시키고 CDMA 통신을 통해 가상의 TMS 로 전송하는 Gateway 구현을 제안한다.

본 논문은 2 장 관련연구, 3 장 TMS 연동을 위한 Gateway 구현, 4 장 결론으로 구성되어 있다.

2. 관련연구

2.1. 해수면 Gateway

해수면 Gateway 는 일반적으로 underwater acoustic sensor network 와 infrastructure 사이의 access point 로써 communication relay 역할을 수행한다.

해수면 Gateway 는 underwater cluster vehicle 로부터

해양 데이터를 수신하고 그것을 wireless channels 들을 통해 Monitoring Center 로 전달한다. 해수면 Gateway 는 microcontroller module, CDMA communication module, acoustic module 으로 구성되어 있다. 해수면 Gateway 의 동작은 acoustic module 과 CDMA Module 에 따라 나뉠 수 있다.

전자의 경우, 해수면 Gateway 가 acoustic module 로부터 데이터를 수신하였다면, 그 데이터가 Beacon 메시지의 아닌지 해양 데이터인지를 확인한다. Beacon 메시지의 경우는 wake up time 에 대한 정보를 추출한다. 그리하여 특정 period 안에서만 데이터를 송·수신한다. 해양 데이터의 경우는 CDMA 모듈을 통해 Monitoring Center 로 메시지를 전송한다.

후자의 경우, 해수면 Gateway 가 CDMA module 로부터 메시지를 수신하였다면, Control 메시지의 여부를 확인한다. Control 메시지의 경우, 메시지송신 Period 까지 메시지를 저장하고 추후에 전송한다 [2].

2.2. TMS(Tele Monitoring System)

TMS 는 한강 등 4 대강 수계의 수질을 상시 측정하여 수질 오염 사고시 신속하게 대처하기 위한 시스템이다. 이를 통해 상수원 수질을 보호하며 측정된 자료를 바탕으로 과학적인 하천수질관리 기반 구축 및 오염 총량 관리 등의 정책 기초 자료를 확보하기 위함이다. TMS 는 측정기기, 자료수집장치, 관제서버, 통합 DB 서버등으로 구성되어 있다[3].

3. TMS 연동을 위한 Gateway 구현

해수면 Gateway 는 UW-ASN 와 infrastructure 사이에서 base station 으로서 communication relay 역할을 수행한다. 즉, 음파통신을 통해 수신된 해양 데이터를 수질 자동 측정망(TMS: Tele Monitoring System)의 규격에 맞는 데이터로 변환 시키고 CDMA communication 을 통해 가상의 TMS 로 전송하는 Gateway 의 구현을 제안한다.

3.1. 음파통신을 위한 데이터 포맷

해양에서 수집된 데이터를 해수면 Gateway 로 전달하거나 TMS 로부터 수신된 Control 메시지를 Underwater Cluster Vehicle 이나 Underwater Vehicle 에게 전달하기 위해서, 데이터나 메시지를 (그림 2)와 같은 포맷으로 만들어 전송한다. 음파통신을 위한 데이터 포맷은 Start Code, Protocol Type, Sender ID, Receiver ID, Location (X, Y, Z Coordinates), Data Type (Temperature, PH, EC, DO, Turbidity, Pressure Sensor-Pressure, Pressure Sensor-Temperature), Data Value, CRC8(3byte 부터 13byte 까지)로 구성되어있다.

3.2. TMS 위한 데이터 포맷

TMS 에서 Control 메시지를 Gateway 로 전달하거나 Underwater Vehicle 로부터 수신된 해양 데이터를 TMS 로 전달하기 위해서, 데이터나 메시지를 (그림 3), (그림 4)와 같은 포맷으로 만들어 전송한다.

Start Code		Header			Data						CRC8 (3~13)
		Protocol Type	Sender ID	Receiver ID	Location			Data Type	Data Value		
0x0A	0x58	0x81	0x_	0x_	X	Y	Z	0x_	0x_	0x_	0x_
(2)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)	

(그림 2) 음파통신 데이터 포맷

Sentence Start	Gateway Code	Sensor node Code	Time	Command	Separator	Start Time	End Time	Sentence End	CRC	Packet End
<STX>								<ETX>	<CHK>	<CR>
(1)	(7)	(4)	(14)	(4)	(1)	(14)	(14)	(1)	(2)	(1)

(그림 3) TMS 의 데이터전송요청 포맷

Header								Item 1		
Sentence Start	Command	Separator	Gateway Code	Sensor node Code	DCD	Time	Item Number	Item Code	Value	Status
<STX>										
(1)	(4)	(1)	(7)	(4)	(1)	(14)	(2)	(5)	(10)	(2)

Item 2			...	Item n			Option	Tailor		
Item Code	Value	Status		Item Code	Value	Status		Sentence End	CRC	Packet End
(5)	(10)	(2)		(5)	(10)	(2)	(50)	(1)	(2)	(1)

(그림 4) TMS 의 데이터전송요청응답 포맷

<표 1> TMS 을 위한 제어코드와 명령어코드

Control Code	Value	Content
STX	0x02	Start of Sentence
ETX	0x03	End of Sentence
EOT	0x04	Completion of transmission
ENQ	0x05	Request of transmission
ACK	0x06	Good reception
CR	0x13	End of packet
NAK	0x15	Bad reception
CHK		Error verification code
Command Code	Value	Content
RDAT	0x52, 0x44, 0x41, 0x54	Instant data
DUMP	0x44, 0x55, 0x4D, 0x50	Minute data

(그림 3)은 TMS 의 control 메시지를 위한 포맷으로 Sentence Start, Gateway Code, Sensor node Code, Time, Command, Separator, Start Time, End Time, Sentence End, CRC, Packet End 로 구성되어 있다. (그림 4)는 TMS 의 해양 데이터를 위한 포맷으로 Sentence Start, Command, Separator, Gateway Code, Sensor node Code, DCD, Time, Item Number, Item(Item Code, Value, Status), Option, Sentence End, CRC, Packet End 로 구성되어 있다[3].

각각의 포맷은 TMS 의 서비스 형태에 따라 두 가지로 나뉘어진다. 첫 번째는 실시간 데이터 요청이다. 이는 TMS 에서 데이터를 요청한 시점에서 Underwater Vehicle 이 수집한 데이터를 수신하기 위한 서비스로, 이 경우는 TMS 의 데이터전송요청/응답 포맷에 점선으로 표시된 Field 를 제외한다. 두 번째는 5 분 데이터 요청이다. 이는 TMS 에서 요청한 시간동안 수집한 데이터의 평균값을 수신하기 위한 서비스로, 이 경우는 TMS 의 데이터전송요청/응답 포맷에 점선으로 표시된 Field 를 포함시킨다.

<표 1>은 위의 포맷에서 사용되는 제어코드와 명령어에 대한 설명과 값을 나타낸다[3].

3.3. 가상의 TMS(Tele Monitoring System)

가상의 TMS 는 TMS 에서 제공하는 Monitoring Center 즉, 관제서버 및 DB 통합서버 의 역할을 수행 한다.

가상 TMS 는 CDMA Communication 을 통해 특정 지역에 있는 해수면 Gateway 에게 실시간 데이터요청 이나 5 분데이터 요청을 수행한다. 또한, 해수면 Gateway 로부터 수신한 해양 데이터를 실시간 데이터 와 5 분데이터로 구분하여 화면에 보여준다. (그림 5) 는 실제로 구현한 가상의 TMS 를 보여준다.



(그림 5) 가상 TMS

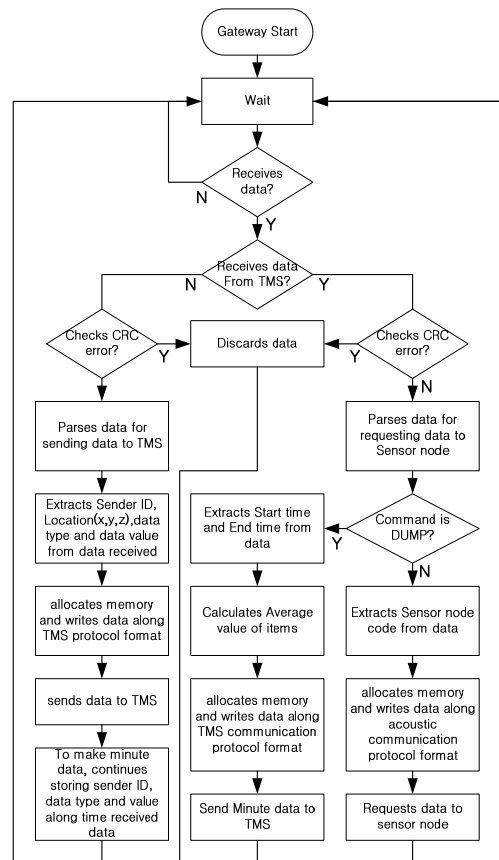
3.4. 데이터 변환 과정

해수면 Gateway 는 Underwater vehicle 로부터 수신한 데이터를 TMS 로 전달하기 위해 TMS 의 규격에 맞는 데이터 포맷으로 변환하여야 한다. (그림 6)은 해양 데이터를 TMS 의 규격에 맞는 데이터 포맷으로 변환하는 과정을 나타낸다.

Gateway 의 전원이 인가되면 Gateway 를 초기화하고 Wait 한다. 데이터를 수신한다면 데이터가 TMS 로부터 수신되었는지 Underwater Vehicle 로부터 수신 되었는지를 체크하고 각각에 대한 CRC 에러를 체크한다. CRC 에러가 발생되었을 경우, 수신된 데이터는 버려진다.

TMS 로부터 데이터를 수신하였을 경우, Command 가 DUMP 인지 RDAT 인지를 확인한다. Command 가 RDAT 이면 실시간 데이터를 요청하는 경우로서, Sensor Node Code 를 추출하고 14Byte 의 메모리를 할당 한 후, 음파통신 데이터 포맷에 따라 데이터를 만든다. 이 경우, Data field 는 'NULL'값이 된다. Command 가 DUMP 이면 5 분 데이터를 요청하는 경우로서, Start Time 과 End Time 을 추출하고 해당 시간에 대한 Item 들의 평균값을 계산한다. 그리고 TMS 의 데이터 포맷에 따라 데이터를 만든다.

Underwater Vehicle 로부터 데이터를 수신하였을 경우, Sender ID 와 상대적인 좌표 값(X,Y,Z), Data Type, Data Value 를 추출하고 TMS 의 데이터 포맷에 따라 데이터를 만든다. 그리고 5 분데이터를 위해 시간에 따라서 Sender ID, Data Type, Data Value 를 저장한다.



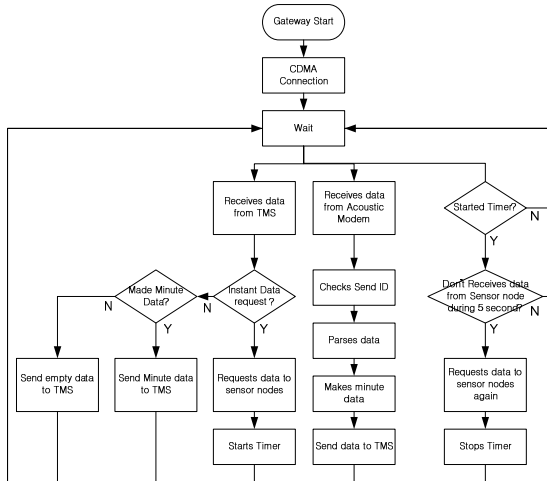
(그림 6) 데이터 변환 과정

3.5. 가상의 TMS 와 해수면 Gateway 간에 연동과정

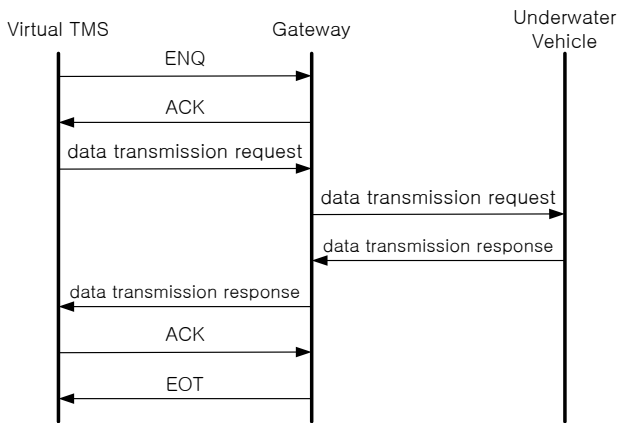
해수면 Gateway 와 가상의 TMS 를 연동하기 위해서는 CDMA Communication 을 수행하여야 한다. Gateway 는 전원이 인가된 후 초기화 하고 Wait 하게된다. TMS 는 해양 데이터를 수신하고자 하는 특정 지역에 있는 Gateway 와 CDMA Communication 을 시도하게 된다.

Gateway 는 TMS 나 Underwater Vehicle 로부터 데이터를 수신하게 된다. TMS 로부터 데이터를 수신하면 Command 에 따라 이를 Underwater Vehicle 로 전송하거나 저장되어 있는 데이터 값을 계산하여 TMS 로 전송한다. 이중에 Underwater Vehicle 로 데이터를 전송할 경우, Timer 를 작동시키게 되는데 특정 시간 동안 데이터를 수신하지 못 할 경우 재전송하게 된다. Underwater Vehicle 로부터 데이터를 수신하면, 이를

TMS 로 전송하고 데이터에 있는 값들을 시간에 따라 저장해놓는다. (그림 7)은 TMS 와 Gateway 간에 연동되는 과정을 보여준다. (그림 8)은 TMS 로부터 Gateway 를 거쳐 Underwater Vehicle 로 데이터를 송수신하는 절차를 보여준다. TMS 에서 ENQ(전송요청메시지)를 전송하면 Gateway 는 이를 수신하여 ACK (전송요청응답메시지)를 TMS 로 전송한다. TMS 는 data transmission request 를 Gateway 로 전송하면 Gateway 는 이를 변환하여 Underwater Vehicle 로 전송한다. Underwater Vehicle 은 요청에 대한 해양 데이터를 수집한 후 data transmission response 를 Gateway 로 전송한다. Gateway 는 이를 변환하여 TMS 로 전송하게 된다.



(그림 7) TMS 와 연동 과정



(그림 8) 데이터 송·수신절차

4. 결론

TMS 와 연동 가능한 해수면 Gateway 구현을 통해 이종망(UW-ASN 와 TMS)간에 연동을 가능하게 하였다. 또한 Underwater Vehicle 에서 수집한 해양 데이터를 Gateway 에서 실시간으로 전송하지 않고 요청에 따라 전송함으로써 Energy Efficiency 효과를 가져올 수 있으며, 이와 더불어 Gateway 가 수신된 하나의 해양 데이터를 전송하는 것이 아니라 모든 Underwater Vehicle 들의 데이터를 수집한 후 전송함으로써 Data aggregation 효과를 가져올 수 있다.

참고문헌

- [1] Ian F. Akyildiz. “Underwater acoustic sensor networks: research challenges”
- [2] Youngjun Jo. “The Architecture of Surface Gateway for Underwater Acoustic Sensor Networks”
- [3] 환경관리공단 수질측정망 관리팀. “국가 수질자동 측정망 통신표준 규격 개정(안)”