

수중-육상 네트워크 연계용 게이트웨이 부이시스템 개발 및 실해역 성능 검증

이정희*, 박종원°, 박진영*, 서수진*, 임용곤*

Development of a Gateway System Between Underwater and Land Network and Real-Sea performance Test

Jeong-Hee Lee*, Jong-Won Park°, Jin-Yeong Park*, Su-Jin Seo*, Young-Kon Lim*

요약

게이트웨이 부이시스템은 수중 어플리케이션 구현 시 수중-육상 간 네트워크 연계를 위한 시스템으로 수중노드와 육상국간 통신 연계, 수중 네트워크 모니터링 등을 수행한다. 본 논문에서는 다수의 수중노드로 수중 네트워크를 구현 시 취득된 데이터들을 육상국과 연계하여 실시간으로 모니터링이 가능한 게이트웨이 부이시스템 개발에 대해 소개한다. 개발된 게이트웨이 부이시스템은 수중음향통신모뎀, RF 통신시스템, 게이트웨이 운용시스템으로 구성되며, 게이트웨이 운용과 수중 네트워크 상태모니터링을 위한 육상국용 관제 프로그램을 구현하였다. 또한 실해역 시험을 통해 실시간 수중 네트워크 모니터링, 게이트웨이 상태모니터링 등의 성능 검증을 수행하였다.

Key Words : buoy, gateway, underwater, network, connection

ABSTRACT

A gateway buoy system connects a underwater network to a terrestrial network, which enables to efficiently monitor the underwater network on a land station. In this paper, we introduce an implemented gateway buoy system which relays gathered data from multiple underwater nodes to a land station in a real time. The gateway buoy hardware system is composed of a underwater acoustic modem system, a radio frequency modem system, and a gateway operating system. in additional, we have implemented a land operating program and a land monitoring program for gateway system and states of underwater network, respectively. We also perform real-sea experiments to verify the performance of the gateway buoy system which real-time monitors underwater network states and gateway system states.

1. 서론

최근 해양 개발 수요와 해양 영토 활용에 대한 요구가 증가함에 따라 실시간 해양관측, 수중 수색 및

작업, 해저 자원 개발, 무인 잠수정간 협업 등 다양한 수중 어플리케이션이 개발되고 있다.^[1] 이와 같은 수중 어플리케이션을 구현하기 위해서는 수중노드의 점대점(Peer-to-Peer) 통신을 위한 수중음향모뎀기술, 수

※ 본 논문은 해양수산부 연구 사업 “수중 광역 이동통신 시스템 개발” 수행 결과의 일부임을 밝힙니다.

• First Author : Korea Research Institute Ships & Ocean Engineering (KRISO), jeonghee@kriso.re.kr, 정희원

° Corresponding Author : Korea Research Institute Ships & Ocean Engineering (KRISO), poetwon@kriso.re.kr, 정희원

* Korea Research Institute Ships & Ocean Engineering (KRISO), jinyeong96@gmail.com, yklim@kriso.re.kr, sssj@kriso.re.kr

논문번호 : KICS2015-03-054, Received March 20, 2015; Revised June 9, 2015; Accepted June 9, 2015

중 어플리케이션을 구성하는 다수의 수중 노드간 통신을 위한 수중 네트워크 기술, 수중이 아닌 육상국에서 수중 어플리케이션의 관리 및 취득 데이터 분석을 가능하도록 해주는 수중-육상간 네트워크 연계 기술이 필요하다.

하지만 수중 어플리케이션이 구현되는 수중통신환경은 수중음향통신 고유의 제한사항인 짧은 전송거리로 인해 수중노드들이 취득 데이터를 원홉(one-hop)으로 목적지까지 전달하기 어렵고 전자파의 감쇠가 심하기 때문에 RF(Radio Frequency)의 사용이 불가능한 단점이 있다.^[2] 이러한 이유로 수중 어플리케이션의 데이터의 전달은 다수의 수중노드들이 네트워크를 구성하여 수중노드 간 다중의 홉(Multi-hop)을 통해 목적지까지 전달하거나, 이동성을 가지는 노드(AUV, Glider)들이 수중에서 음향통신을 통해 수중노드들에게 데이터를 전달받은 후 해수면 위로 상승하여 RF를 이용해 육상국으로 전달하는 것이 일반적이다. 이 경우 노드의 홉(hop) 증가로 인해 실시간 통신이 불가능하거나, 이동 노드들이 육상국으로 데이터를 전달하기 위해 해수면으로 반복적으로 상승해야 하므로 이동노드들의 높은 에너지 소비가 필요하다.

따라서 이와 같은 단점을 보완하기 위한 수중-육상간 네트워크 연계기술은 수중 어플리케이션 구현에 가장 핵심적인 요소기술이다. 수중-육상 간 네트워크 연계 기술은 수중노드들과 육상국 간 실시간 통신이 가능하도록 수중 네트워크와 육상 네트워크를 연계하는 기술로, 네트워크 간 연계를 위한 중계노드로 게이트웨이 부이(buoy)시스템을 사용하는 것이 일반적이다. 게이트웨이 부이시스템은 부이 하단에는 수중노드와의 통신을 위한 수중음향통신모뎀이, 부이 상단에는 육상국과의 통신을 위한 RF통신모뎀이 장착된 시스템으로, 해수면에 표류하면서 수중-육상 간 네트워크의 연계가 가능하도록 설계되어 수중-육상 간 네트워크 기술 구현에 있어 가장 핵심적인 시스템이다.

현재 전 세계적으로 실 해역에 다수의 수중노드를 이용하여 해저 및 광범위의 해양관측을 위한 수중 네트워크망을 구축하고 게이트웨이 부이를 중계노드로 이용한 수중-육상 간 네트워크 연계기술 연구 및 프로젝트가 진행 중이며, 게이트웨이 부이는 수중 네트워크망의 실시간 모니터링, 데이터 전달 등의 역할을 수행하고 있다. 대표적인 프로젝트로는 대규모 해양관측을 위한 GOOS(Global Ocean Observing System)^[3], 해저 및 해양관측을 위한 OOI(Ocean Observatories Initiative)^[4], ASON(Autonomous Ocean Sampling Network)^[5] 등이 있다. 국내에서는

한국해양조사원이 다수의 수중노드가 아닌 하나의 단일 수중 관측 노드를 통해 취득한 데이터를 해상부으로 전달하는 시스템^[6]을 실 해역에서 운영 중이나, 다수의 수중노드들을 통해 취득한 수중 데이터를 육상과 연계하여 실시간으로 모니터링 할 수 있는 시스템은 전무하다. 따라서 다수의 수중노드로 구성된 수중 어플리케이션 구현 시 수중-육상 간 네트워크 연계가 가능하고 수중 네트워크의 효율적인 관리를 위해 수중 네트워크의 실시간 모니터링이 가능한 게이트웨이 부이시스템 개발이 필요하다.

이를 위해 본 연구소에서는 다수의 수중노드로 구성된 수중 네트워크망과 육상국간 네트워크 연계시 수중-육상간 데이터 전달과 수중노드들의 네트워크 상태 모니터링이 가능한 게이트웨이 부이시스템을 개발하였다. 개발된 게이트웨이 부이시스템은 수중음향통신모뎀, RF통신시스템, 게이트웨이 운용시스템으로 구성되어 있으며, 게이트웨이를 중계노드로 활용하기 위한 운용소프트웨어와 육상국에서 게이트웨이 부이에서 전송한 데이터를 분석하여 수중의 네트워크 상태와 게이트웨이 부이시스템의 상태를 모니터링 할 수 있는 육상국 관제 소프트웨어를 구현하였다. 또한 성능 검증을 위해 실 해역에서 다수의 수중노드로 수중 네트워크를 구축하고 개발된 게이트웨이 부이를 중계노드로 이용하여 육상국에서 수중 네트워크 및 게이트웨이 부이시스템의 상태 모니터링에 대한 동작 성능을 확인하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 실 해역 검증을 위해 구성된 수중무선네트워크(UAC, Underwater Ad-hoc Communication)와 게이트웨이 부이에 장착된 수중음향통신모뎀에 대해 소개하고, 제 3장에서는 개발된 수중-육상 네트워크 연계용 게이트웨이 부이시스템에 대해 소개한다. 제 4장에서는 실 해역 실험을 통한 성능검증 결과를 설명하고, 제 5장에서 본 논문을 마무리 짓는다.

II. 수중 음향 무선 통신 모뎀 및 네트워크

2.1 수중 어플리케이션

그림 1에서 보이듯이 수중 어플리케이션은 수중기지국과 같은 고정 노드, AUV와 같이 추진력을 가진 이동 노드, 게이트웨이 부이, 육상국으로 구성된다. 수중의 고정 노드들은 수온, 압력, 염분, 해류 등의 해양 데이터를 수집하여 주기적으로 여러 노드를 거쳐 목적지에 전송하게 된다. 추진력을 가진 이동노드들은 주어진 명령에 따라 다른 노드들과 통신을 하면서 임

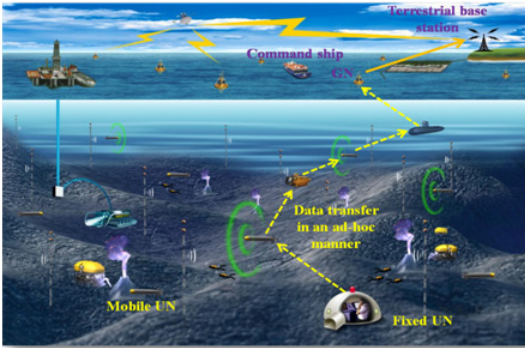


그림 1. 수중 어플리케이션 구성도
Fig. 1. Diagram of underwater Application

무 수행을 하거나 데이터를 취득하여 게이트웨이 부이에 전송하거나 해수면위로 상승 후 RF 통신을 이용하여 육상국으로 전달한다. 게이트웨이 부이는 수중노드들을 제어하고, 수중노드들로부터 전송된 데이터를 수집하여 RF 통신을 이용하여 육상국으로 전달한다. 육상국은 수중에서 전달된 데이터 분석을 수행하며, 백본 네트워크를 통해 전 세계 인터넷 사용자들에게 분석된 데이터를 토대로 서비스를 제공한다.

2.2 수중음향통신모뎀^[7,8]

수중음향통신모뎀은 전자파의 감쇄가 심해 RF통신이 불가능한 수중환경에서 음파를 이용해 수중에서 통신이 가능하게 하는 모뎀으로, 본 연구소에서는 소형 무인잠수정(AUV)에 탑재가 가능하고 3km까지 전방향통신이 가능한 수중음향통신모뎀을 2010년에 개발하였다. 개발된 수중음향통신모뎀은 중심주파수 25Khz에서 QPSK 변복조방식을 갖는 10kbps급의 모뎀으로, 수중 음향 센서, 아날로그 신호 처리부 및 디지털 신호 처리부를 포함하는 일체형의 수중음향통신모뎀이다. 그림 2에 개발된 수중음향통신모뎀의 구성

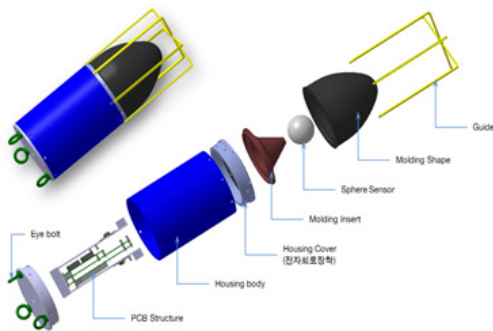


그림 2. 수중음향통신모뎀 구성도
Fig. 2. Diagram of underwater acoustic modem

도를 나타낸다.

2.3. 수중 애드혹 네트워크 프로토콜(UAC)^[9]

UAC(Underwater Ad-hoc Communication) 프로토콜은 본 연구소에서 수중노드간 효율적인 네트워크 구성을 위해 자체 개발한 프로토콜로 데이터 링크 계층의 매체접속제어(Media Access Control; MAC)와 네트워크 계층의 통신 경로 설정이 하나의 프로토콜 안에서 동작하도록 설계되었다. UAC 프로토콜은 매체접속 제어를 위해서 캐리어 센싱 다중 접속(Carrier Sensing Multiple Access; CSMA)과 통신 경로 설정을 위한 AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector)가 하나의 알고리즘 안에서 동작하도록 설계되었다. 송신노드가 데이터를 전송하기 전에 먼저 경로 설정을 위해 PRP(Path Request Packet)를 플러딩하면 전달노드는 이를 수신하여 자신의 주소를 PRP에 기록한 후 다시 PRP를 전달하게 된다. 이러한 방식을 통해 최종적으로 PRP를 수신한 노드는 통신 경로를 확정하고 PAP(Path Acknowledgement Packet)를 송신한다. 데이터 전송 시 송신노드는 먼저 캐리어 센싱을 통해 채널의 유희상태를 알아보고 신호가 감지되면 임의의 backoff 시간동안 기다린 후 채널이 유희상태로 변경되면 데이터를 전송한다.

III. 수중-육상 연계용 게이트웨이 부이시스템

3.1 게이트웨이 하드웨어 시스템

수중-육상 연계용 게이트웨이 부이시스템의 몸체는 지름 500mm, 높이 900mm의 크기로 4t 강도의 알루미늄을 사용해 제작하였고 해수면에 장시간 표류하며 운용이 가능하도록 게이트웨이 몸체에 부력체를 장착하였다.

그림 3에 실제 제작된 게이트웨이 부이시스템의 설계도 및 몸체가 보여진다. 게이트웨이 부이 상판에는 육상국과 통신을 위한 무선 안테나와 게이트웨이 부이의 위치 파악을 위한 GPS 및 경광등이 설치되어 있으며, 실 해역에서의 효율적인 운영을 고려하여 운용시스템 전원 스위치, 배터리 충전을 위한 외부 충전 커넥터, 차후 확장성을 고려한 더미커넥터가 설치되어 있다. 하단에는 수중통신모뎀의 장착을 위한 고정 프레임이 설치되어 있으며, 운용시스템이 탑재가 되는 내압용기는 수밀상태로 제작하였다. 또한 내압용기 내부에 물의 유입을 방지하기 위하여 모든 외부 커넥터들은 수중 커넥터로 설치하였다.

게이트웨이 부이는 해수면에 장시간 표류하여 운용

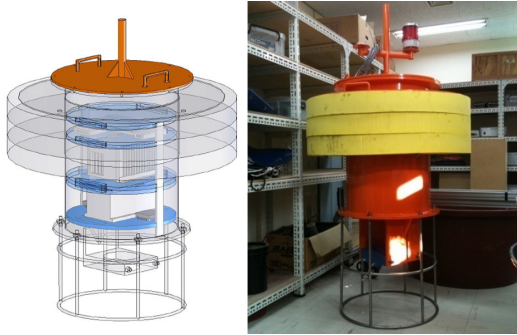


그림 3. 제작된 게이트웨이 몸체
Fig. 3. Design and making of the gateway body

되는 시스템이기 때문에 유지보수의 편의성을 위해 배터리부, 운용PC부, 무선 AP 탑재부, 전원부 및 각종 센서 장착부의 총 네 개의 모듈로 구성하여 문제가 발생 시 해당 모듈만 교체하면 바로 운용이 가능하도록 하였다. 그림 4에 게이트웨이 부이시스템의 운용시스템의 구성도가 보여진다.

배터리부에는 게이트웨이 부이시스템 전원 공급을 위한 리튬폴리머 배터리(48V, 20A)가 탑재되어 있으며, 운용 PC부에는 게이트웨이 부이시스템 운영을 위한 PC가 탑재되어 있다. 무선 AP 탑재부에는 육상국과의 통신을 위해 무선 AP 단말 및 CDMA 모뎀이 탑재되어 있어 수중-육상 간 네트워크 연계 구성에 따라 선택적으로 사용할 수 있다. 게이트웨이 전원 및 센서부에는 배터리에서 공급되는 전원을 운용 PC 및 각종 센서류에 공급하기 위한 DC-DC Converter가 설치되어 있으며 5V, 24V, 48V의 전압이 해당되는 시스템에 공급된다. 또한 게이트웨이 자세정보 및 전압·전류 상태의 실시간 모니터링을 위해 AHRs(Attitude/Heading Reference System)와 전압·

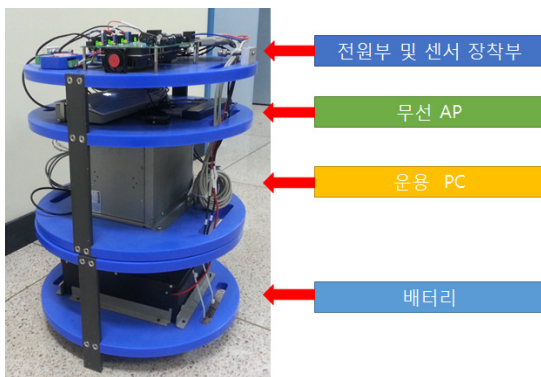


그림 4. 게이트웨이 운용시스템
Fig. 4. Operation system for gateway

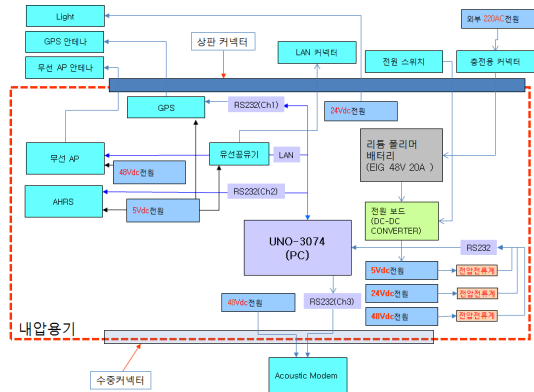


그림 5. 게이트웨이 하드웨어 구성도
Fig. 5. Diagram of gateway system hardware

전류 측정계가 탑재되어 있다. 전체 시스템의 통신 인터페이스는 시리얼 통신으로 구성되어 있으며 그림 5에 전체 시스템에 대한 하드웨어 구성도가 보여진다.

3.2 운용소프트웨어

운용소프트웨어는 C++ Builder를 사용하여 구현하였으며 게이트웨이 하드웨어 설정 및 수중-육상 간 네트워크 중계를 위한 시스템 운용소프트웨어와 육상국에서 수중 네트워크 상태 및 게이트웨이 부이시스템의 모니터링을 위한 육상 관제용 소프트웨어로 구성되어 있다.

게이트웨이 부이시스템 운용소프트웨어는 게이트웨이의 시스템 제어와 수중음향통신모뎀에서 수집된 데이터를 육상의 기지국으로 전송하는 것을 주목적으로 하며 시스템 시작과 함께 자동으로 프로그램이 구동된다. 육상 관제용 소프트웨어는 수중 네트워크 모니터링 소프트웨어와 게이트웨이 상태모니터링 소프트웨어로 구성되어 있으며 수중 네트워크 모니터링 소프트웨어는 게이트웨이에서 전송된 데이터를 실시간으로 수신하여 수중 네트워크 상태를 모니터링하는 것을 주목적으로 하며 수중노드의 위치 및 수중노드들의 네트워크 구성 및 통신 상태 등을 보여준다. 그림 6에 수중 네트워크 모니터링 소프트웨어의 GUI가 보여진다. 화면 좌측에는 구글맵과 연동하여 실제 지도상에 수중노드의 위치 정보를 수신 받아 표시한다. 화면 우측에는 수중노드들이 전송하는 데이터를 수신하여 표시하며 화면 하단에는 수중노드들의 네트워크 상태(경로요청, 경로 설정)와 수중노드들 간 데이터 전송 상태를 사용자가 쉽게 알아볼 수 있도록 해당방향으로 화살표가 표시 되도록 하였다.

게이트웨이 상태모니터링 소프트웨어는 게이트웨이

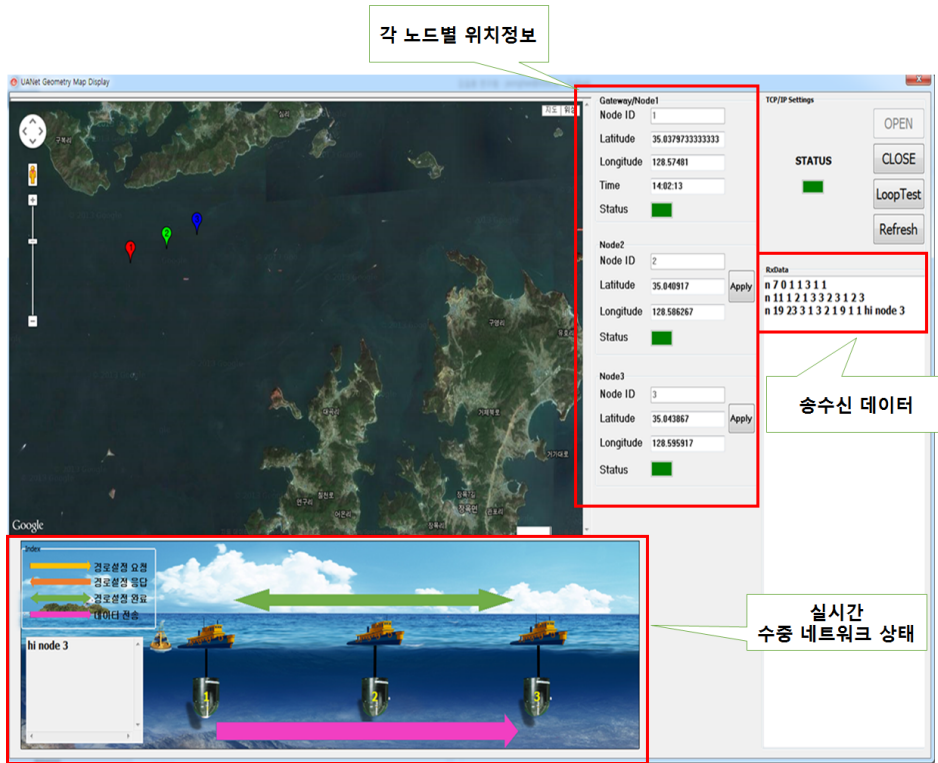


그림 6. 수중 네트워크 모니터링 소프트웨어
Fig. 6. Underwater network monitoring software

이의 위치, 전압, 전류, 자세정보 등을 보여주며 사용자 편의성을 갖는 GUI로 구성되어 있다. 또한 수신 데이터의 검증을 위해 수신되는 데이터를 별도의 창에 나타내도록 하였다. 게이트웨이 상태모니터링 소프트웨어의 상세 GUI는 제 IV장의 실 해역 성능검증 실험결과로 보여진다.

IV. 수중/육상 연계용 게이트웨이 부시스템 실 해역 시험 결과

수중-육상 연계용 게이트웨이 부시스템의 성능검증을 위해서 경남 거제도 근해 진해만에서 총 2회 실 해역 실험을 수행하였다. 실 해역 실험은 선박 3대를 사용하여 송신노드, 전달노드, 수신노드 순으로 일렬로 배치하고 송신 전력과 수신 이득을 조정하여 송신노드가 보내는 패킷을 수신노드가 직접적으로 수신하지 못하도록 조정하였으며 각 선박당 장비 구성은 네트워크 PC, 수중통신시스템, 무방향 음향센서로 구성하였다. 게이트웨이 부시스템은 송신노드와 전달노드 사이에 표류하도록 설치하였으며 수중 네트워크의 모니터링을 위해 모든 노드들의 데이터를 수신할

수 있도록 수신 이득을 조정하였다. 육상국은 송신 선박에 설치하였으며 게이트웨이와 육상국과의 데이터 전송은 무선 AP를 사용하였다. 표 1에 상세한 시험

표 1. 실 해역 시험 조건
Table 1. the real-sea test conditions

구분	노드1 (송신)	노드2 (전달)	노드3 (수신)
위치	N 35 02.293 E 128 34.505	노드 1로부터 1km 이격	노드 1로부터 2km 이격
전송속도	10kbps	10kbps	10kbps
변복조	QPSK	QPSK	QPSK
음향센서	omni directional	omni directional	omni directional
수심	10m	10m	10m
송신전력	48V(0.29A)		
수신이득	14 dB		
네트워크 구성 (수중)	UAC(Underwater Ad-hoc Communication)		
네트워크 구성 (육상)	무선 AP(long distance wireless lan)		

조건이 보여진다.

게이트웨이 부이시스템의 성능 검증을 위해 각 노드들을 구성한 뒤 UAC 프로토콜을 이용한 네트워크 시험을 수행하였다. 네트워크 시험은 송신노드와 전달노드를 거쳐 수신노드와의 통신 경로를 형성하고 데이터 송-수신을 수행하였다.

그림 7은 게이트웨이 부이시스템의 수중 네트워크 실시간 모니터링 시험의 결과이다. 그림 7에서 보이듯이 송신노드가 전달노드를 거쳐 수신노드에게 경로 설정을 요청하고, 수신노드는 전달노드를 거쳐 송신노드에게 경로 설정 응답 메시지를 전송하여 송신노드

와 수신노드 간 통신 경로가 설정된 것을 성공적으로 모니터링 하였다. 또한 설정된 경로를 통해 송신노드가 전달노드를 거쳐 수신노드와 단문 데이터 송신에 성공하였음을 확인하였다.

게이트웨이 부이시스템의 실시간 모니터링도 성공적으로 수행되었으며 그 결과가 그림 8에 보여진다. 그림에서 보이듯이 게이트웨이 부이시스템의 위치, 전압-전류 상태, 자세 정보 등이 육상국에서 실시간으로 수신되어 모니터링이 가능하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 수중-육상 네트워크 연계를 위한 게이트웨이 부이시스템을 개발하고 실제 수중 무선 통신 시스템과 수중 애드혹 네트워크를 연동하여 실 해역 성능 검증 실험을 수행하였다. 실 해역 실험 결과 게이트웨이 부이를 중계노드로 이용해 육상국에서 수중 네트워크 상태 및 게이트웨이 부이시스템 상태에 대한 실시간 모니터링을 성공하였다. 향후 게이트웨이 부이시스템을 이용하여 다수의 수중노드를 이용한 수중 어플리케이션 개발 시 수중 네트워크 모니터링을 통해 효율적인 수중 어플리케이션 운영이 가능할 것으로 사료된다. 본 논문에서는 송신노드, 전달노드, 수신노드 등 세 개의 노드만을 이용하여 수중 네트워크 환경을 구축하였지만, 향후에는 수중노드의 수를 더욱 증가하여 게이트웨이 부이 성능을 검증할 것이다.

후 기

본 논문은 해양수산부 연구 사업 “수중 광역 이동 통신 시스템 개발” 수행 결과의 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- [1] D.-Y. Cho, Y.-K. Cho, H. Ma, K.-W. Kim, J.-W. Park, Y.-G. Lim, and H.-L. Ko, “Study for trend on underwater communication networks,” in *Proc. KICS Summer Conf.*, pp. 481-482, Jeju Island, Korea, Jun. 2014.
- [2] A. Cho, C. Yun, and Y.-k. Lim, “A survey of time synchronization techniques in underwater acoustic networks,” *J. KICS*, vol. 39, no. 3, pp. 264-274, Mar. 2014.
- [3] T. C. Malone and M. Cole, “Toward a global



그림 7. 수중 애드혹 네트워크 경로 설정 모니터링 결과
Fig. 7. the results of Underwater ad-hoc network monitoring

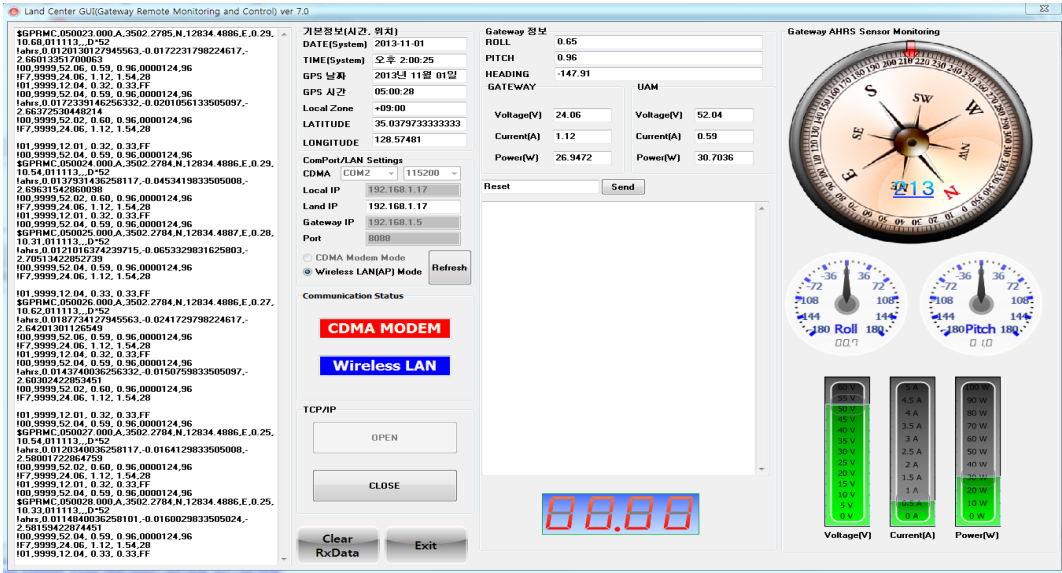


그림 8. 게이트웨이 부이시스템 실시간 모니터링 결과
Fig. 8. Results of real time monitoring

scale coastal ocean observing system,” *J. Oceanography*, vol. 13, no. 1, pp. 7-11, 2000.

[4] A. R. Isem and H. L. Clark, “The ocean observatories initiative: A continued presence for interactive ocean research,” *Marine Technol. Soc. J.*, vol. 37, no. 3, pp. 26-41, 2003.

[5] H. Singh, et al., “Docking for an autonomous ocean sampling network,” *IEEE J. Oceanic Eng.*, vol. 26, no. 4, pp. 498-514, 2001.

[6] C.-W. Shin, et al., “Planning and application of the Korea ocean gate array (KOGA) program,” *Ocean and Polar Research*, vol. 32, no. 3, pp. 213-228, 2010.

[7] S.-G. Kim, et al., “Front-End design for underwater communication system with 25 kHz carrier frequency and 5 kHz symbol rate,” *J. Ocean Eng. Technol.*, vol. 24, no. 1, pp. 166-171, Feb. 2010.

[8] S.-G. Kim, et al., “Development of underwater acoustic communication network and long-range telemetry modem,” in *Proc. KICS Summer Conf.*, pp. 276-277, Jeju Island, Korea, Jun. 2009.

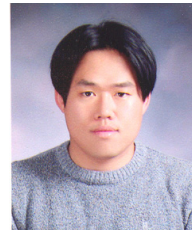
[9] C. Yun, et al., “Implementation and underwater performance verification of a network protocol for underwater ad-hoc networks,” *J. Ships & Ocean Eng.*, vol. 51, pp. 17-22, Jun. 2011.

이정희 (Jeong-Hee Lee)



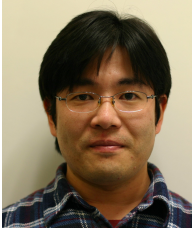
2009년 2월 : 호서대학교 정보통신공학과 졸업
2011년 2월 : 호서대학교 정보통신공학과 석사
2011년 3월~현재 : 선박해양플랜트연구소 연구원
<관심분야> 수중음향 통신 시스템 및 네트워크

박종원 (Jong-Won Park)



1991년 2월 : 이주대학교 전자공학과 졸업
1995년 2월 : 이주대학교 전자공학과 석사
2006년 2월 : 이주대학교 전자공학과 박사
1997년 3월~현재 : 선박해양플랜트연구소 책임연구원
<관심분야> 수중음향 통신 시스템 및 네트워크, 선박 IT-융합 시스템, 함정 자동화 체계

박진영 (Jin-Yeong Park)



2003년 2월 : 고려대학교 기계공학과 졸업
2005년 2월 : KAIST 기계공학과 석사
2011년 2월 : KAIST 기계공학과 박사
2008년 12월~현재 : 선박해양플랜트연구소 선임연구원

<관심분야> 수중음향 통신 시스템, 수중로봇

임용곤 (Young-Kon Lim)



1979년 2월 : 충남대학교 전기공학과 (공학사)
1984년 2월 : 충남대학교 전력전자공학과 (공학석사)
1994년 2월 : 아주대학교 전자공학과 (공학박사)
1980년 7월~현재 : 선박해양플랜트연구소 책임연구원

<관심분야> 수중음향 통신 시스템 및 네트워크, 네트워크 프로토콜

서수진 (Su-Jin Seo)



2006년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터공학과 졸업
2005년 11월~현재 : 선박해양플랜트연구소 연구원
<관심분야> 수중음향 통신 시스템 및 네트워크, 해양 네트워크