

해상 브이용 무선 통신체계

오진석^{1*} · 전중성²

The Wireless Communication for Marine Buoy

Jin-seok Oh^{1*} · Joong-sung Jeon²

^{1*}Division of Marine Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Busan, 606-791, Korea

²ANSE Technologies Co., Ltd, Seoul, 152-740, Korea

요 약

해상에 설치되는 브이는 선박의 안전항해 및 다양한 해양 데이터를 수집하기 위한 목적 등으로 운영되고 있다. 이러한 브이는 선박과의 충돌이나 해상 기상상태로 인한 브이의 피해가 자주 발생하면서 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 분야에서 연구가 진행 중이다. 본 논문에서는 브이의 상태를 확인하기 위해 사용자가 사전에 정의한 데이터의 형식에 맞춰 브이의 상태를 모니터링 할 수 있게 실험을 하였다. 본 연구에서 설계한 무선 신호 처리 알고리즘을 적용한 무선 원격 제어 보드를 통하여 실험한 결과 육상에서 3분 간격으로 해상 브이에 상태를 모니터링 할 수 있다는 결과를 얻었다. 획득한 데이터의 종류는 브이가 적용되는 환경이나 목적에 따라 사전에 변경 할 수 있다. 이를 해상에 적용하기 위하여 데이터 전송 안정성을 실험하였고, 더불어 무선 통신망의 가용도에 영향을 미치는 것을 실험하였다. 전송된 데이터를 분석한 결과, 태양광, 풍력, 파력 발전에 대하여 각각 최대 50 W, 20 W, 40 W의 발전량을 보임을 확인할 수 있었다. 이러한 연구결과를 통하여 검증된 통신체계는 해상 브이뿐만 아니라 다른 해양구조물에도 적용 가능 할 것으로 예상된다.

ABSTRACT

Ocean buoys are operated for safe navigation and collecting ocean data. Recently, to reducing marine buoy's damage by ocean weather's bad condition and collision with vessels has been conducted in several field research. This paper's experiment is buoy condition monitoring about predefined data form by users. As a result using Wireless remote control board applying a radio signal processing algorithms, it can observe buoy's state at an interval of three minutes on the land. Acquired data type is changeable according to ocean weather condition or buoy's purpose of using in advance. Also, this paper conducted an experiment such as data-transmission's stability and wireless communication's availability. As results of the analysis of the transmitted data, the solar, wind and wave power indicates the maximum amount of power, 50 W, 20 W and 40 W respectively. The communication system proven through this research can apply to buoy or other ocean facility.

키워드 : 브이, 무선 통신, 무선 원격 제어, 무선 신호 처리

Key word : Buoy, Wireless Communication, Wireless Remote Control, Wireless Signal Processing

접수일자 : 2014. 05. 27 심사완료일자 : 2014. 06. 20 게재확정일자 : 2014. 07. 02

* **Corresponding Author** Jin-seok Oh(E-mail: ojs@kmou.ac.kr, Tel:+82-51-410-4283)

Division of Marine Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Busan, 606-791, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.9.2140>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

세계적으로 교역량이 급격히 증가하고 있으며, 물량의 대부분은 선박에 의해 이송되고 있다. 해상에서 선박은 육상의 도로와 같은 항로를 이동하면서 운항을 한다. 오늘날 전자기술의 급격한 발달로 GPS, 전자해도 등의 첨단 운항장비가 선박의 안전을 확보하기 위해 개발되고, 실용화되고 있는 추세이다. 이로 인해 선박운항 측면의 안전은 과거에 비해 현저히 개선되었다. 그러나 해상 물동량의 증가는 운송 항로의 혼잡도를 크게 증가시켜 항해 안전성을 위협하게 되었다.

이러한 해상교통안전시설물의 대표적인 것이 해상 브이이다. 해상에서 선박의 안전을 확보하기 위해서는 항로를 체계적으로 관리하고, 항로마다 최적의 교통안전시설물을 설치하여 선박운항을 직접적으로 지원해야 한다. 이를 위해 정해진 규정에 따라 브이를 설치하고, 브이의 운용 및 관리를 지속적으로 수행하여 최적의 상태에서 동작 상태를 유지할 수 있도록 해야 한다.

과거에는 브이에서 발신하는 무선신호를 전파방향 탐지기로 알아내는 무선브이나, 전파반사판을 이용하여 반사된 전파로 위치를 알아내는 전파반사브이 등이 주로 사용되었으나, 이러한 브이는 운용 상태를 파악하거나 위치를 추적하기에 어려움이 있다[1]. 이후 브이는 무선 통신 체계를 갖추게 되면서 브이의 운용상태, 기상 및 해양자료를 수집하는 메카니즘을 가지게 되었으며, 통신 방식에는 RF 통신 등을 주로 사용하였다. 최근에는 원격 접속이 가능하고, 통신 단절을 예방할 수 있도록 이중화 체계로 구성하여 CDMA나 위성통신 등을 사용하기도 한다[2,3]. 또한 최근의 데이터 수집용 브이의 경우 수면 아래의 계측기와 브이와의 무선 통신을 통해 측정값을 전송하기도 한다[4].

해상에서 운용되는 브이가 무선 통신시스템으로 구성되면, 브이는 운용하는데 필요한 신호인 전류, 전압, GPS 신호 등의 통신신호를 처리한다. 해상에서 운용되는 브이는 다양한 신호를 모니터링하고, 필요한 신호를 전송해야 하는 기능을 가지고 있다. 이를 위해 해상용 다중 입출력모듈 기반의 신호처리시스템과 연동되어야 한다.

본 연구에서는 해상에서 운용되는 브이의 무선통신 체계를 다중 입출력신호처리시스템과 연동하여 운용하

도록 구축하고, 이를 무선 신호처리 알고리즘으로 프로그래밍하여 브이용 통신 운영시스템에 적용하였다. 연구대상 무선 통신체계는 해상실험을 통하여 성능실험을 수행하였고, 브이용으로 활용할 수 있는 성능을 확인하였다[5].

II. 무선 통신시스템

2.1. 신호처리 모듈

해상용 브이를 운영하기 위해 구축하는 통신시스템은 브이에 전력을 공급하는 하이브리드 전력생산시스템의 제어, 관리 및 감시를 위해 필요한 것이다. 브이용 하이브리드 전력생산시스템은 태양광, 파력, 풍력 등의 재생에너지를 브이에 필요한 전력으로 변환하여 활용하고, 더불어 공급되는 전력을 이용하여 브이의 상태를 제어 및 감시하는 통신시스템을 운용한다. 통신시스템에서 처리하는 대표적인 신호는 GPS에서 수신한 위치 정보, 하이브리드 전력생산시스템에서 검출한 전압 및 전류 신호, 그리고 등명기 제어를 수행하는 제어신호 등이다. 그림 1과 2는 브이 제어 및 감시에 필요한 신호를 처리하기 위해 수정한 다중 입출력 신호처리 모듈이다[3,6].

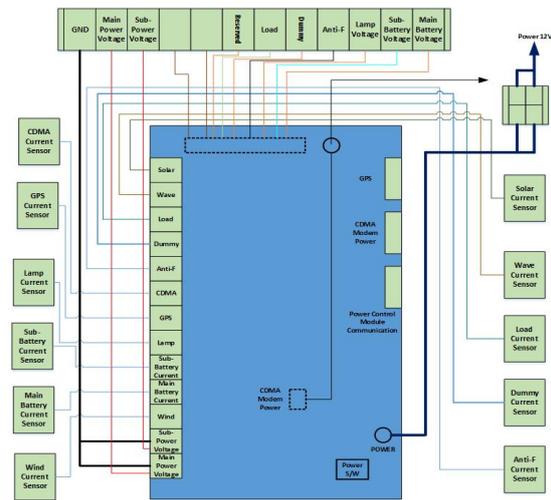


그림 1. 다중 입출력 신호처리 모듈 구성도
Fig. 1 Block diagram of multi input-output signal processing module

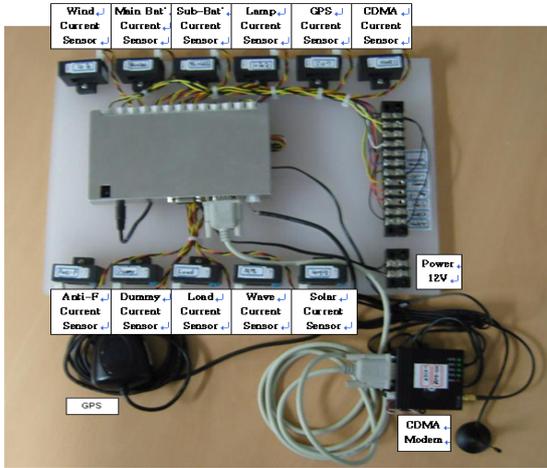


그림 2. 다중 입출력 신호처리 모듈 사진
Fig. 2 Picture of multi input-output signal processing module

2.2. 원격 제어시스템

원격서버에 브이에서 운영되고 있는 하이브리드 전력생산시스템의 상태 및 필요한 제어기능을 수행할 수 있도록 신호전송을 담당하는 것이 무선 체계이다. 이를 위해 무선 브이에 설치되는 원격 제어시스템의 구성 요소로는 제어보드의 전체 기능을 제어하고 CDMA 통신 데이터를 생성하며 GPS 수신을 통한 위치 데이터를 추출하는 메인제어보드와 CDMA 통신 기능을 담당하는 CDMA 모듈, 그리고 제어 보드 및 CDMA 모듈에 안정적인 전원을 공급하여 주는 +12 V DC-DC 컨버터로 구성되어 있다. 원격 제어시스템은 저전력의 8 bit 마이크로컨트롤러인 ATmega 2560으로 설계하였으며, 마이

크로 컨트롤러는 외부와 시리얼 인터페이스를 위한 4개의 UART 포트가 갖추어져 있으며, 내부에 4K 바이트의 프로그램 매개변수나 프로그램이 동작하는데 필요한 데이터를 저장할 수 있는 메모리(EEPROM)와 256K 바이트의 플래시 메모리 및 프로그램이 실행되는 내부 메모리(SRAM)로 구성되어 있다[3,7].

원격 제어시스템의 입출력 신호처리를 위한 ADC (Analog to Digital Converter) 회로는 OrCAD 프로그램을 이용하여 회로를 작성하였으며, OrCAD 프로그램에 내장된 시뮬레이션 툴을 이용하여 회로의 동작을 검토하여 보았다. 작성한 회로 및 결과는 그림 3 및 4와 같다 [8].

입력된 아날로그 신호가 ADC 회로를 거쳐 8 bit의 디지털 출력 값으로 변환되어지는 것을 확인할 수가 있었다. 무선원격 제어시스템 설계에 사용된 마이크로컨트롤러 내부에는 10 bit의 출력 결과 값을 갖는 ADC 회로가 내장되어 있으며, 두 개의 포트에서 입력신호를 처리할 수 있다.

원격 제어시스템에 사용되는 CDMA 모듈은 800 MHz대의 주파수 대역을 사용하며, CDMA 무선망에 접속하여 음성 및 데이터 통신기능을 갖추고 있으며, SMS 패킷 데이터 전송이 가능하다. 제어시스템과의 인터페이스는 표준 RS-232C 통신 프로토콜을 이용하여 이루어진다. 모듈 내부에 사용되어지는 CDMA 통신 칩은 Qualcomm 사의 전용 CDMA 칩셋을 사용하고 있으며 +5 V의 직류 전원을 사용하고 최대 1 A의 전류를 소모한다. DMA 모듈 내부는 웰컴에서 제작한 CDMA 전용 IC 외에 CDMA 아날로그 신호를 처리하여 주는 신호 증폭기, 주파수 필터, 송·수신 신호를 분리해 주는

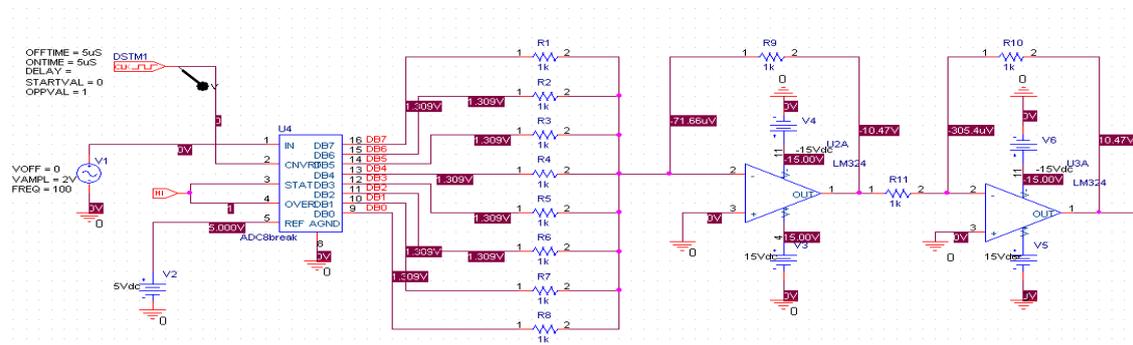


그림 3. ADC 회로
Fig. 3 ADC Circuit

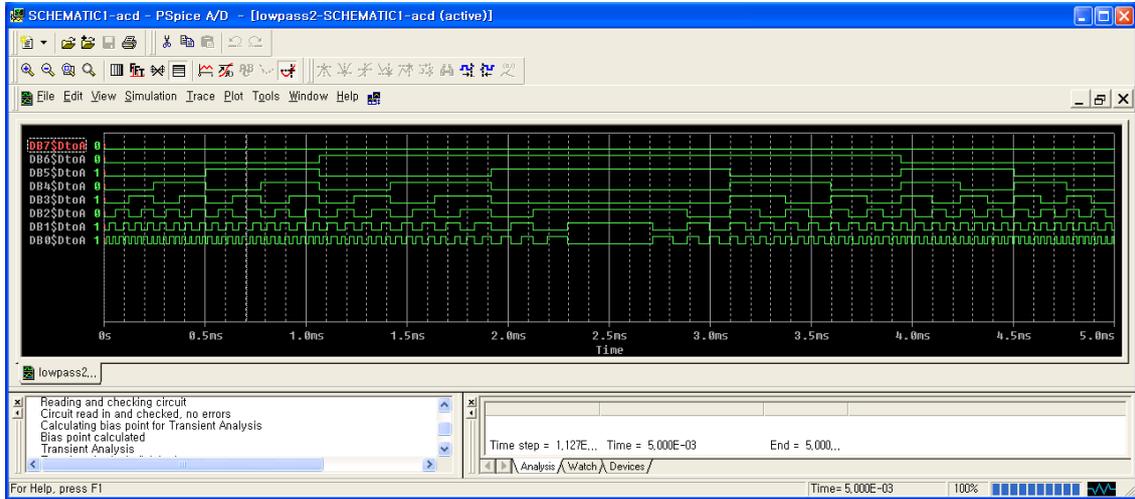


그림 4. ADC 회로 출력 결과
Fig. 4 Output Result of ADC Circuit

역할을 하는 듀플렉서 등으로 구성되어 있다.

브이용 신호처리기는 각 해상에서 각 지점을 측정하여 통신으로 전송하는 시스템이다. 그림 5는 신호처리 모듈의 구조를 나타낸 것이다. 각각의 센서와 GPS 등의 신호를 받을 수 있으며 추가적으로 필요한 신호를 받을 수 있도록 설계 되어 있다.

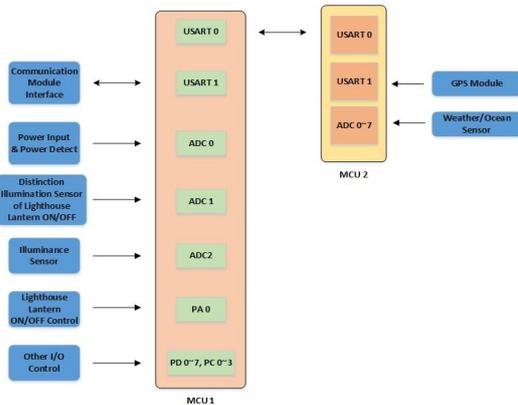


그림 5. 신호처리 모듈
Fig. 5 Module Structure of Signal Processing

2.3. 통신 프로토콜

통신 모듈과 GPS 모듈과의 통신은 8 bits data, no parity, 1 stop bit, 9600 bps로 통신을 수행하며, GPS모

듈에서 생성하는 NMEA 0183 Protocol의 \$GPRMC sentence를 이용하여 데이터를 수집한다. 현재 사용 중인 FGPMOP2 GPS모듈은 \$GPGGA, \$GPGSA, \$GPGSV, \$GPRMC, \$GPVTG의 메시지를 출력하며 이중에서 통신모듈은 \$GPRMC 메시지를 이용하여 위치정보를 취득하게 된다. 위치정보 취득을 위해서 사용되는 \$GPRMC는 Recommended Minimum Navigation Information의 약자로 일반적으로 Navigation에 필요한 데이터 항목을 다 가지고 있는 메시지이다. 브이의 전력 제어모듈과의 통신 프로토콜은 상태확인 프로토콜과 제어프로토콜로 나눌 수 있으며 통신메시지의 구성은 표 1과 같다[9]. 서버와의 통신은 CDMA의 SMS 기능을 이용하여, 송신확인인 CDMA 모듈의 SMS 송신확인 응답을 체크한다. SMS 전송, SMS 전송확인, SMS 수신확인, SMS 읽기, SMS 삭제 등은 CDMA 모듈의 프로토콜을 참고한다. 데이터는 CDMA의 MO 명령어를 이용하여 메시지를 전송한다. 명령어 전송에 대한 결과 명령어로서 단문발신결과를 확인하여 정상 전송여부를 확인한다. 서버로부터 수신된 메시지는 SMS의 형태로 CDMA에 저장되어 있게 된다.

이렇게 수신된 SMS는 CDMA 사양서에 나와 있는 MTCNT(수신된 단문 갯수 조회) 명령어를 이용하여 수신된 단문의 갯수를 확인한다. 수신된 단문이 존재하는 경우에 READMT를 이용하여 SMS를 읽게 되며 정상

표 1. 통신 메시지

Table. 1 Communication Message

Division	Section (Byte)	Value		Contents
		Hexadecimal number	ASCII	
STX	1	0x21	!	Start
Command	1	0x52	R	1) To request data from communication control module to power control module 2) To request repeat due to the data transmission error
		0x53	S	To set up the connection state from power control module to communication control module
		0x54	T	To transmit current state from power control module to communication control module
ETX	1	0x23	#	End
ACK	1	0x25	%	Confirm answer
Checksum	1	-	-	When there is data other than the command, lower 8 bits of result value which is added by 1-byte each, except STX and ETX form transmitted data

적으로 SMS를 읽은 후에 읽은 메시지를 분석하여 처리한다. SMS를 처리 후에는 메시지 번호와 DELMT 명령어를 이용하여 메시지를 삭제한다. 이러한 절차는 수신된 메시지가 존재하지 않을 때까지 수행한다[10].

구축하였다. 데이터 측정시스템의 신호처리는 4-20 mA로 하였고, 전력계통과는 CAN 통신기반으로 구축하였다. 데이터 측정시스템은 time-keeping 칩을 이용하여 현재 시간과 수집한 데이터를 기록하도록 하였다.

III. 실험 및 분석

본 논문은 해상용 브이 및 브이에 탑재된 하이브리드 전력생산시스템을 제어, 관리, 감시하기 위한 무선원격 제어시스템에 대한 연구이다. 원격 제어시스템은 항만에서 떨어진 해상에 위치하고 있으며, 그 통신 수단으로는 800 MHz 대역의 CDMA모뎀을 사용하며 단문 메시지 서비스를 지원한다. 이에 해상통신 거리 측정이 필요하며 통신 거리측정은 선박을 이용하여 부산항에서 장승포항까지 통신거리를 측정하였으며, GPS 위치 데이터를 수신하여 측정경로 및 통신거리 측정에 이용하였다. 또한 해상에서의 통신거리를 측정하기 위하여 함체 내부에는 CDMA 통신기능을 수행하는 CDMA 모뎀이 구비되어져 있고 외부에 CDMA 안테나 및 원격제어보드의 위치 정보를 확인할 수 있는 GPS 안테나 및 모듈이 설치되어져 있다. 그리고 원격 제어보드의 +12 V 전압 공급은 외부 배터리를 통해 DC 전압을 공급하였다. 해상용 통신체계로 활용하기 위하여 구축한 실험용 무선통신체계 기반의 데이터 측정시스템은 그림 6과 같이

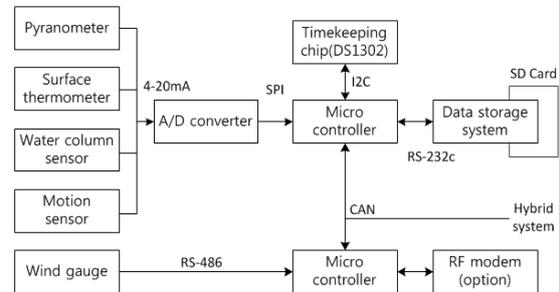


그림 6. 데이터 측정 시스템
Fig. 6 Data Measurement System

데이터 처리를 위한 제어화면은 Labview로 구축하여 그림 7과 같이 구성하였다. 해양시설물의 다양한 신호 중에서 가장 중요한 독립형 전력체계의 데이터를 처리하는 과정을 해상실험을 통하여 검증하였다. 데이터 처리용 제어화면에서는 태양광과 풍력 파력의 발전량과 배터리의 전압과 사용 전력 등이 표시된다.

그림 8은 태양광, 풍력, 파력 발전량 데이터를 해상실험을 통하여 수집하고, 처리한 결과를 나타낸 것이다.

그림 8에서 (a)는 태양광, (b)는 풍력, (c)는 파력의 출력량을 나타낸다. 태양광 발전은 8시부터 발전을 시작하여 11시부터 13시까지 50 W의 발전량을 보였으며, 풍력 발전은 7시에서 8시 사이에 약 20 W 이상의 발전량을 보인다. 파력발전의 경우 6시까지 10 W 미만의 전력을 생산하다가 16시부터 발전량이 증가하여 최고 40 W까지 전력을 생산하는 것을 확인할 수 있다.

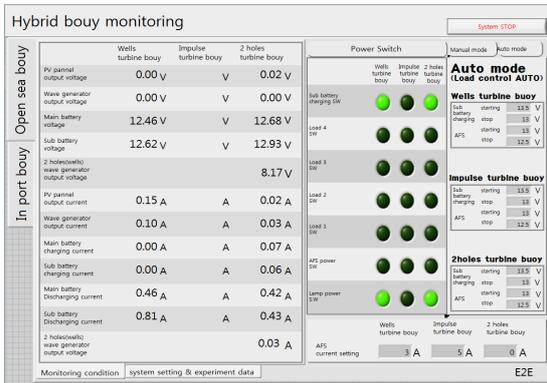
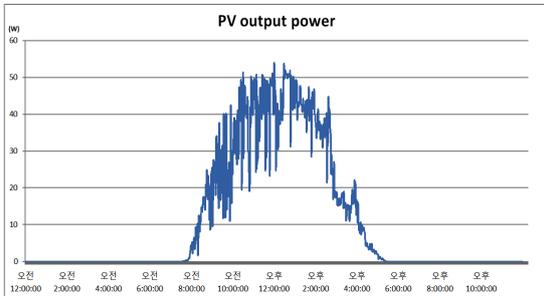
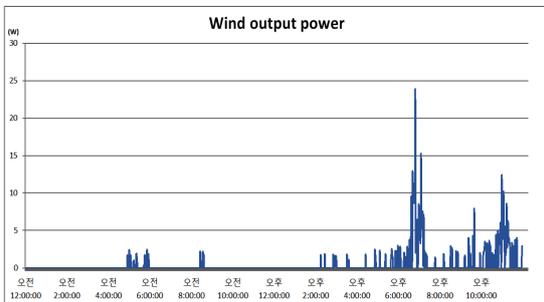


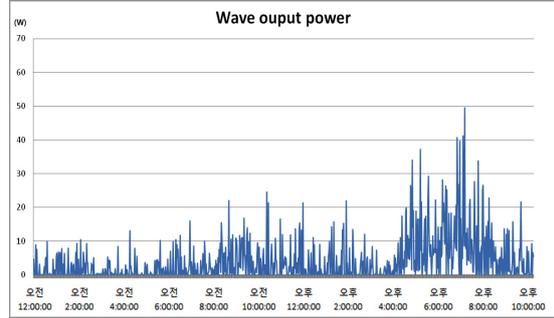
그림 7. 데이터 처리용 제어화면
Fig. 7 Control Window for Data Processing



(a)



(b)



(c)

그림 8. 해상실험화면
Fig. 8 Display of resolution experiment

그림 8의 (a)에서 출력의 변동이 심한 것으로 나타나는 것은 해상에서 브이가 파랑에 따라 흔들리면서 태양광판의 각도가 변화하기 때문이고, (b)에서 출력이 발생하지 않는 부분은 풍력발전 블레이드가 발전가능한 회전수에 도달하지 못했기 때문으로, 두 경우 모두 브이에서 발전하는 시스템의 특성에 의한 결과이다. (c)의 파력발전 출력은 전 구간에서 파력에너지 분포특성에 따라 나타나고 있다. 해상에너지 출력특성과 일치되는 데이터 전송특성을 나타내는 것을 추가적인 실험에서도 확인할 수 있었다.

IV. 결론

해상에서 운영되는 다양한 시설물(브이, 등대, 구조물 등)은 해양의 기상상태, 선박과의 충돌 등 다양한 환경적인 요인에 의해 운용상의 문제점을 가지고 있다. 그러므로 해상에서 운용 중인 해양시설물은 동작상태 및 운용상태 등을 실시간으로 제어 및 감시하는 것이 대단히 중요하다. 이를 위해 필수적인 것이 해양 시설물과 신호처리를 할 수 있는 무선 통신체계이다.

본 논문은 해상 브이용 무선 통신체계를 설계 및 개발하고, 이에 적합한 신호처리 알고리즘을 구축하여 해상실험을 통하여 성능을 평가하였다. 그 결과 사용자가 지정한 정보를 모니터링 프로그램을 통해서 확인할 수 있었고, 해상용 브이에 활용할 수 있는 성능을 갖추고 있음을 확인하였다. 특히, 실험대상인 전력 데이터 수

집, 전송, 처리 과정을 해상에서 무선통신체제로 처리하는 과정에서 통신거리, 해양시설물의 움직임, 통신시스템의 방향성에 따라 통신장애가 부분적으로 발생하는 것을 확인하였다.

차후, 이와 같은 문제점을 해결할 수 있는 연구를 체계적으로 수행하여 통신거리, 구조물 운동에 따른 통신 성능 장애 등을 극복할 수 있을 것으로 보이며, 열악한 해상환경에 적용할 수 있는 통신시스템에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 예상된다.

REFERENCES

- [1] Buoy : http://www.emuseum.go.kr/relic.do?action=view_d&mcwebmno=103913.
- [2] A. Schneider, "Near shore wireless communication system for sensor buoys", *OCEAN 2006, IEEE*, pp.1-5, 2006.09.
- [3] J. S. Oh and 43 others, "Final Report of Hybrid Power Generation System for Ocean Facilities", *KIMST report, PJT-200177*, 2012.02.
- [4] J. Liu, G.Zhang, H. Yu, and X. Zhang, "An Anchor Mooring Profile Monitoring Buoy based on Underwater Non-contact Wireless Communication", *OCEAN 2010, IEEE*, pp.1-3, 2010.05.
- [5] W. T. Hwang, "A Design and Implementation of Maritime Data Communication System : Focused on the GMDSS", *The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, Vol. 6, No. 6, pp. 815-822, 2011.12.
- [6] Y. C. Sung, J. H. Park, Dong-Gun Kim, "Trends and Advances in Multi-Cell MISO/MIMO Technologies" in *Information and Communication*, pp. 11-18, 2012.08.
- [7] Design and Implementation of General Purpose Remote Control System [Internet], Available: <https://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sec.co.kr%2Fimages%2Fcorp%2Fhumantech%2Fawardwork%2Fwork%2F77.pdf&ei=PNwvU6TUFoaNkAW4u4GQAw&usq=AFQjCNGrY9Wcmw4N6hopjSqoolz3cVwz2g&bvm=bv.62922401,d.dGI&cad=rjt>.
- [8] M. Nobuhiro, "The concept of analog peripheral circuit and manufacturing method" in *Monthly Electronic Technology*, pp. 39-78, 2009.05.
- [9] ICT Standardization Committee, "Wireless Data Communication Protocol for Korea Coast Guard Maritime Networks", in *Telecommunications Technology Association*, 2012.06.
- [10] K. Betke, The NMEA 0183 Protocol [Internet], Available: <http://www.elisanet.fi/master.navigator/nmeadescription.pdf>.



오진석(Jin-seok Oh)

1996.02 한국해양대학교 전기제어 박사
 2009.02 일본 큐슈대학 에너지설계 박사
 1996.04~현재 한국해양대학교 교수
 2009.03~현재 한국해양대학교 산학연 ETRS 센터 소장
 ※관심분야 : 데이터 통신 및 네트워크



전중성(Joong-sung Jeon)

2000.02 한국해양대학교 전자통신공학과 박사
 2009~현재 ㈜안세기술 정보통신기술연구소 이사
 ※관심분야 : 마이크로파 수동 및 능동회로, 이동통신, 전파분석