JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 19, No. 4 : 933~939 Apr. 2015

해상용 항로표지 충 · 방전조절기의 근거리 모니터링

예성현 · 한순희*

Short-range Monitoring of Marine AtoN Charge and Discharge Controller

Seong-hyeon Ye · Soonhee Han*

Interdisciplinary Program of Digital Convergence, Chonnam National University, 50, Daehak-ro, Yeosu-si, Jeollanam-do, Korea

요 약

일반전원이 공급되지 않은 광파표지는 태양광을 이용한 전력공급시스템을 사용하고 있다. 이러한 전력공급시스템에서는 충·방전조절기의 역할이 매우 중요하다. 항로표지의 효과적인 관리를 위해 도입된 IT기술(AIS통신 등)은 광파표지에 전력을 사용하는 장치를 추가하게 됨으로써 충·방전조절기의 중요성이 증가하고 있다. 현재 운용되는 충·방전조절기는 항로표지 내부에 부착되어 해상환경에 따라 점검 및 확인하는데 어려움이 있다. 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 충·방전조절기에 블루투스 모듈을 구성하여 근거리 점검이 가능한 모니터링 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 도입 비용이 적고, 구성이 간편하여 다양한 항로표지에 응용가능한 장점이 있다. 또한 근거리에서 충·방전조절기의 실시간 상태정보를 확인할 수 있어서 점검 비용을 절감하고, 점검 시 발생 가능한 위험요소를 줄일 수 있다.

ABSTRACT

If the Visual Aids(light wave signs) is not supplied the general power it is using solar power system. These power supply systems, the role of the charge/discharge control is very important. Introduction of IT(AIS etc.) for the effective management of the AtoN(Aids to Navigation) is a Visual Aids has been added to the device using the power to charge/discharge control, the need increases. The current charge/discharge controller is attached to the inside of the AtoN and checks on and verification of the maritime environment, depending on the difficulty. In order to resolve these issues in this paper, the Bluetooth module is mounted on the inside of the charge/discharge controller and proposed a possible system monitoring at close range. Advantage of the system implemented is a simple configuration and low installation cost. In addition, it can be applied to a variety of AtoN. Also, it has been able to check the real-time status information of the charge/discharge controller at a short distance in to reduce inspection costs, and reduce risk factors that might occur during check.

키워드 : 충·방전조절기, 항로표지, 모바일, 모니터링 시스템

Key word : Charge and discharge controller, AtoN, Mobile, Monitoring system

Received 09 January 2015, **Revised** 08 February 2015, **Accepted** 23 February 2015

* **Corresponding Author** Soonhee Han(E-mail:shhan@jnu.ac.kr, Tel:+82-61-659-7432)
Interdisciplinary Program of Digital Convergence, Chonnam National University, 50, Daehak-ro, Yeosu-si, Jeollanam-do, Korea

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.4.933 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/li-censes/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. 서 론

해상용 항로표지 중 광파표지는 야간에 광원을 이용하여 선박의 운항항로 및 해상안전 정보를 나타내는 표지로써 대표적인 시설은 등대, 등표, 등부표 등이 있다[1].

광파표지의 일반적인 구성은 광원을 나타내는 등명기와 전력공급 장치로 구성된다. 등명기의 광원은 최초 액화원료를 사용하여 광원을 형성하였으나 전구개발 이후 전구를 사용하는 것이 일반화 되었다[2]. 최근에는 소비전력이 낮은 LED전구를 사용하여 저 전력으로도 작동이 가능한 제품이 운용되고 있다[3]. 낮은 전력으로 운용이 가능함에 따라 상시전원이 공급되지 않거나 독립된 공간에서 운용되는 광파표지는 자체 태양광발전으로 운영이 가능하게 되었다[4]. 즉, 무인등대의 비상전력공급시스템과 등표, 등부표에는 독립형태의 태양광전력공급시스템을 적용하고 있다.

독립형태의 태양광 전력공급시스템[5]에서는 배터리를 이용하여 전력을 저장 후 공급한다. 따라서 배터리의 충전과 방전을 관리하는 충·방전조절기는 광파표지의 필수 구성요소이다. 광파표지의 효과적인 운용을 위해 도입된 IT기술은 광파표지의 전력을 사용하는 AIS(Automatic Identification System : 선박 자동식별장치)통신장치를 추가하게 됨으로써 충·방전조절기의 중요성이 더욱 증가하고 있다. 운용중인 충·방전조절기의 고장은 직접 점검 이외에는 해결방안이 없으며, 오작동은 배터리의 성능저하 및 연결된 전자장비의 전기적 고장을 유발할 수 있다. 이러한 고장 및 오작동은 '항로표지 집약관리시스템'의 신뢰성을 저하시킨다. 이를 방지하기 위해 주기적인 점검을 통해 예방하고 있으나 현재 충·방전조절기의 점검은 설치장소에서만 할 수 있다. 또한 해상의 기상악화 또는 접근성이 낮은 장소는 점검이 되지 않는 문제점이 있다. 따라서 항시 충·방전조절기의 점검이 가능한 대안이 요구되고 있다.

본 논문에서는 충·방전조절기에 근거리 무선통신모듈을 장착하여 모바일 장비를 이용한 모니터링 방안을 제안한다. 모니터링 단말기는 안드로이드기반 스마트폰을 사용하였으며 통신모듈은 블루투스를 적용하였다. 제안하는 모바일 모니터링 시스템은 단말기 구매비용 및 충·방전조절기의 점검시간을 줄일 수 있으며, 접근성이 어려운 장소의 점검 시 발생할 수 있는 안전사고를 예방하는 효과가 있다. 또한 작동상태 정보를 저장할 수 있어 고장에 대한 원인분석이 가능하다.

Ⅱ. 국내 해상용 충 · 방전조절기

2.1. 광파표지 충 · 방전시스템

국내에서 현재 운용 중인 광파표지의 충·방전시스템은 그림 1과 같이 태양전지에서 입력되는 전력을 배터리에 저장하며 로드(등명기, 항로표지용 AIS 통신장치 등)에 필요한 전력을 공급한다.

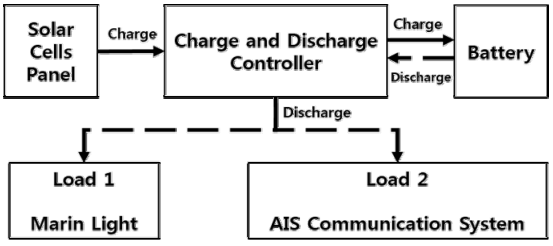

그림 1. 전원조절기의 전력 흐름도
Fig. 1 Power flow of power controller

충·방전조절기의 기능은 태양광전지에서 입력되는 전력을 정격용량 범위 내에서 입력받아 배터리에 충전을 하며 과 충전을 방지한다. 또한 배터리의 전력을 실시간 확인 후 출력전압이 낮은 경우에는 연결된 로드에 의한 과 방전을 방지함으로서 배터리의 성능과 수명을 관리한다.

육상에서 운용되는 독립형 태양광발전시스템에는 이러한 충·방전조절기가 구성되어 있으며 발전설비의 용량을 고려한 상용화된 제품이 판매되고 있다[6]. 그러나 광파표지는 해상의 한정된 공간에서 운용되는 특성이 있어 기존 제품을 적용할 수 없는 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해 국내 항로표지용품 제작업체에서는 독자적으로 충·방전조절기를 개발하여[7,8] 사용하여 왔다. 해양수산부에서도 충·방전조절기의 중요성을 인식하고 2012년 4월 '항로표지용 충방전조절기 표준규격서'를 공고하고 통일된 표준규격을 준수토록 요구하고 있다.

2.2. 국내 항로표지 충 · 방전조절기의 표준규격

국내에서 제작되는 해상용 충·방전조절기는 충 · 방전 전류와 전압을 육안으로 확인할 수 있도록 표시기능을 가지며 외부 모니터링이 가능하도록 RS-232C 통신 포트를 구성토록 규정하고 있다[9]. 이러한 충·방전조절기의 전기적 성능은 표 1과 같다.

표 1. 충·방전조절기의 전기적 성능
Table. 1 Electrical performance of the charge and discharge controller

Classification	Performance
Input V	35V DC or less
Floating Charge V	DC 13.5V ~ 15.5V(variable)
Maximum charging V	DC 15.5V(variable)
Maximum Charge and the discharge current	10A (Or 15A, 20A, 25A, 30A)
Rated load voltage	DC 14V or less
No-load current	40mA Below (DC 12V)
Discharge protection V	DC 9V ~ 11V(variable)
Discharge resumed V	DC 9V ~ 11V(variable)

충·방전조절기의 전기적 성능은 고장여부를 판단하는 기준으로 활용할 수 있다. 전기적 성능 중 태양전지 전압 값(입력전압), 충 · 방전 전류 값, 배터리 전압 및 출력전압 값은 시스템 정상여부를 확인하는 기준으로 표준규격에 명시되어 있으며 표 2의 프로토콜에 의해 외부로 전송된다. 전송되는 데이터의 속도는 9,600bps 이며 전송주기는 10초 이내이다.

표 2. 충·방전조절기의 표준 프로토콜
Table. 2 Standard protocol of the charge and discharge controller

Items	Transmission standard	Explanation
Start Data	$	· SC : charge and discharge control · voltage : One decimal place · current : Two decimal places Just, Charge and discharge current display · Charging:“XX.XX" · Discharge: “-XX.XX"
Equipment separator	SC	
Solar V	XX.X	
Battery V	XX.X	
Charge and the discharge current	XX.XX	
Output voltage	XX.X	
End of the data	<CR><LF>	
Delimiter(comma)	,	

2.3. 전원조절기 근거리 모니터링 필요성

국제적으로 항로표지 시설들의 효과적인 운용방안에 대한 연구가 진행되고 있으며, 국내에서도 항로표지 시설을 효과적으로 관리하기 위해 항로표지집약관리시스템을 도입해 운용하고 있다[10]. 반면 IT기술을 적용한 집약관리시스템은 항로표지에 전력을 사용하는 장치를 추가하게 됨으로 충·방전조절기의 중요성이 증가하고 있다[11].

해상에서 독립적으로 운용되는 충·방전조절기는 광파표지의 내부에 설치되어 점검을 위해서는 점검인원이 직접 내부에 들어가 확인해야 하는 어려움이 있다. 이를 해결하기 위한 방안으로 접근이 어려운 장소의 점검을 위한 근거리 무선 모니터링이 제시되고 있다.

근거리 무선 모니터링을 이용한 점검은 항로표지의 접근성을 유지하며, 점검 인원의 안전을 확보하고 점검 시간을 단축하는 효과가 있다. 그러나 현재 항로표지시설에 구축된 AIS통신시스템을 이용한 근거리 무선 모니터링은 고가의 AIS단말기가 필요하므로 관련 연구가 진행되지 않고 있다. 따라서 별도의 무선 통신망을 활용한 근거리 무선 모니터링 시스템이 요구된다.

2.4. 블루투스 통신을 적용한 근거리 모니터링

충·방전조절기의 근거리 무선 모니터링을 위한 통신망은 AIS, 블루투스, 상용화 통신망으로 구성할 수 있다. 본 논문에서는 표 3과 같이 구성가능한 통신망의 장단점을 분석하였다.

표 3. 항로표지에 적용 가능한 무선 통신망의 장단점
Table. 3 Pros and cons of wireless network that can be applied to the AtoN

Network	Merit	Demerit
AIS (Current)	· Network building · No network fees · Remote monitoring	· Require expensive portable terminals · Applications need for monitoring
Bluetooth (Smart phone)	· High penetration terminal · Monitoring info transfer (Other equipment/systems)	· Bluetooth required for the device · long distance communication limit
Commercial (CDMA, etc.)	· Enable remote monitoring	· Cost generation of network configuration · Network usage fee occurs

분석결과 통신망 구성이 간단하고 도입비용이 낮은 블루투스 통신을 적용하는 것이 효과적이다.

최근 스마트폰을 이용한 블루투스 통신은 다양한 분야에 활용되고 있다. 다양한 환경가스센서를 이용하여 실내의 유해가스를 측정하고 블루투스통신으로 특정단말기에 정보를 정송하는 시스템에 관한 연구[12]가 진행되었으며 신체피부의 정보를 측정하여 블루투스통신으로 스마트폰에 정보를 전송 후 실시간 건강지수를 보여주는 연구[13]도 진행되었다. 대부분 인간의 생활과 밀접한 분야에 대한 연구가 진행되었으며 특정단말기를 필요로 하거나 추가 분석 비용이 요구된다.

본 논문에서 제안하는 충·방전조절기의 근거리 모니터링 시스템은 해상에서 독립적으로 운용되는 광파표지의 충·방전조절기를 근접지역에서 육안점검 및 작동상태 점검이 가능함으로, 유지보수 비용을 절감할 수 있다. 또한 단말기의 휴대가 간편하고 GUI를 통한 실시간 모니터링이 가능하다.

Ⅲ. 충 · 방전조절기 모니터링 시스템

3.1. 시스템 구성

본 논문에서는 스마트폰의 블루투스 통신을 이용하여 충·방전조절기로부터 수신한 정보를 스마트폰에서 점검 및 관리를 할 수 있는 모니터링 시스템을 구성하였다. 충·방전조절기의 모니터링 시스템은 그림 2와 같이 기존의 충·방전조절기에 블루투스 모듈을 장착하였으며, 사용자는 스마트폰의 모니터링 화면을 통해 실시간 작동상태를 확인할 수 있도록 구성하였다.

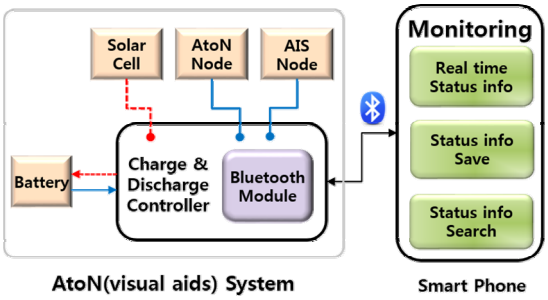

그림 2. 충·방전조절기 모니터링 시스템 구성도
Fig. 2 Configuration of the charge and discharge controller monitoring system

모니터링 시스템의 구조는 그림 3과 같이 사용자의 안드로이드기반 스마트폰에 탑재되는 모니터링 응용프로그램과 충·방전조절기 간에 상태정보를 주고받도록 설계하였다.

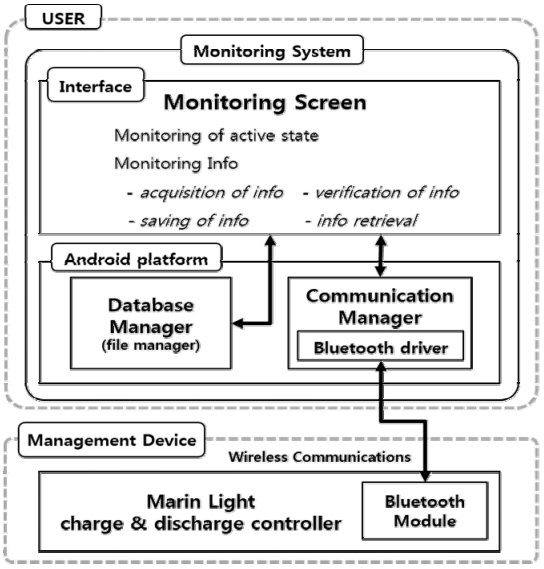

그림 3. 충·방전조절기 모니터링 시스템의 구조
Fig. 3 Architecture of the charge and discharge controller monitoring system

충·방전조절기와 블루투스 통신으로 연결된 스마트폰은 응용프로그램의 통신 관리자를 통해 통신망을 관리하며 전송된 데이터는 데이터베이스 관리자를 통하여 저장 및 관리된다. 모니터링 이벤트 다이어그램은 그림 4와 같다.

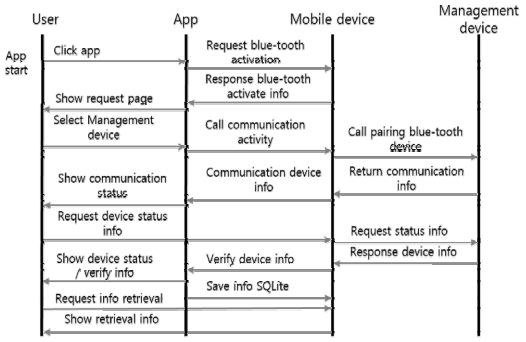

그림 4. 모니터링 이벤트 다이어그램
Fig. 4 Event Flow diagram of the monitoring system

구성된 모니터링 시스템은 모니터링 대상 장비를 지정토록 사용자에게 요구하며, 입력된 정보는 통신 관리자를 통해 지정된 충·방전조절기와 연결된다. 표 2의 프로토콜에 의하여 수신된 상태정보 데이터는 무결성 검증을 통해 사용자가 쉽게 확인할 수 있도록 항목별로 화면에 표시한다. 저장된 모니터링 정보는 장비별 검색을 통해 확인할 수 있다.

3.2. 시스템 설계

스마트폰의 블루투스 통신을 이용한 모니터링 시스템을 위해 충·방전조절기에 블루투스 모듈을 장착하여 RS-232C 데이터를 전송토록 설계하였다. 충·방전조절기에 장착한 블루투스 모듈은 Texas Instruments사의 CC2541을 이용한 HM-10 인터페이스 모듈로서 블루투스 4.0을 지원한다. 주요 특성으로는 대기 시에는 0.5mA 동작 시에는 8.5mA의 낮은 전력을 사용하며, 자동 슬립모드 지원과 100M의 통신거리를 갖는다[14]. HM-10의 낮은 전력소모는 충·방전조절기의 전기적 성능을 유지하는데 영향을 주지 않으며, 상태정보를 스마트폰으로 전송할 수 있다. 모니터링 시스템에 수신되는 상태정보 데이터의 처리 기준은 충·방전조절기의 표준규격과 테스트 장치의 성능을 고려하여 표 4와 같이 설계하였다.

표 4. 수신된 데이터의 처리기준
Table. 4 Standard processing of the received data

Item	Threshold	Output character	Explanation
Input Voltage	over 40.1V	Warning	Over voltage
	35.1～40.0V	Caution	High voltage
	13.0～35.0V	Safety	Safety
	under 12.9V	Caution	Low voltage
Charge and discharge current	over 30.1A	Warning	Over current
	23.8～30.0A	Caution	High current
	under 23.7A	Safety	Safety
Battery voltage	over DC15.6V	Warning	High Charge
	DC13.5～15.5V	Safety	Safety
	under DC13.4V	Caution	Low Charge
Output voltage	over DC15.6V	Warning	Excess load
	DC12.1～15.5V	Safety	Safety
	DC9.0～12.0V	Caution	Discharge care
Data Errors	Checksum Error	Transmission error	Data errors
	5 seconds without signal	Receive error	Data Receive error

모니터링 대상이 지정되면 응용프로그램은 통신 관리자를 호출하여 블루투스 활성화를 확인한 후 페어링 장치목록을 사용자에게 보여준다.

지정된 장치가 페어링 목록에 없는 경우 장치검색을 통해 페어링을 한다. 페어링 이후 통신 관리자는 사용자가 지정한 장비와 연결을 하며 응용프로그램 종료 시까지 통신연결 상태를 유지한다. 수신된 상태정보는 응용프로그램의 체크썸 코드로 검증된다.

본 논문에서 제안하는 모니터링 시스템은 ㈜MSL Technology사의 해상용 충·방전조절기[15]를 대상으로 하였다. 이 제품은 국내 항로표지용 충·방전조절기의 표준규격을 준수하는 제품으로 최대 충·방전전류 30A, 입력 전압 40V 이하의 성능을 가지며, 상태정보 전송주기는 2초 이내로 설정되어 있다. 또한 국내 타 장비와 호환성을 갖는 장점이 있다. 그림 5는 블루투스 모듈을 장착한 충·방전조절기의 작동모습이다.

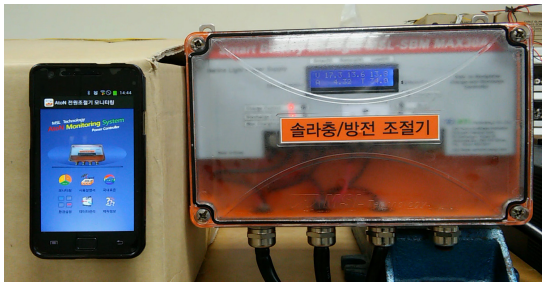

그림 5. 블루투스 기능을 갖는 충·방전조절기
Fig. 5 The charge and discharge controller with bluetooth function

3.3. 모바일 모니터링 시스템 구현

모바일 모니터링 시스템의 응용프로그램은 메인, 모니터링, 사용설명, 국내표준규격, 환경설정, 데이터관리 화면으로 구분된다.

메인화면은 프로그램 사용방법과 국내표준규격 등의 정보를 제공하며 사용자에 의해 모니터링 환경설정 또는 데이터관리 화면으로 전환하는 기능을 갖는다. 환경설정 화면은 데이터 저장 방법을 지정할 수 있으며, 스마트폰의 제한적인 저장 공간을 고려하여 동일한 데이터의 중복저장을 방지하는 기능을 선택할 수 있다. 입력된 환경설정 정보는 시스템에 저장되어 모니터링에 적용된다. 데이터 관리화면은 모니터링 대상 장비별

측정된 데이터의 검색이 가능하며 사용자에 의해 실시간 저장된 화면을 확인할 수 있다.

모니터링 대상 장비와 정상적으로 연결이 이루어지면 모니터링 시스템에 수신된 데이터는 표준규격의 프로토콜 규격준수 여부를 확인하고, 정상으로 수신된 데이터는 화면에 출력되며 DB에 저장 된다. 사용자가 입력 한 측정대상의 정보를 이용하여 장비명과 시간을 기준으로 데이터베이스에 저장된다. 모니터링 화면은 데이터 수신 후 표 4의 임계값에 따라 프로그램에 정의된 출력문구를 화면에 표시한다. 정상 수신된 데이터는 그림 6과 같이 실시간 작동상태정보를 표시한다.

그림 6. 구현된 모니터링 시스템 화면
Fig. 6 Screen of the monitoring system implemented

본 연구에서 구현한 근거리 모니터링 시스템은 국내에서 제작되는 항로표지용 충·방전조절기의 표준규격을 적용하는 모든 제품에 적용이 가능하다.

현재 국내에서 운용되는 항로표지 집약관리시스템은 AIS 통신을 이용하여 원격지에서 관리되고 있다. AIS 통신을 이용한 근거리 모니터링 시스템은 고가의 휴대용 단말기가 요구되어 도입하지 못하고 있다. 따라서 항로표지 점검 시 직접점검으로 인한 안전사고 발생 위험과 점검시간이 소요되는 문제점을 갖고 있다. 또한 점검으로 인한 제품의 방수성 상실에 대한 대책도 요구되고 있다. 본 논문에서 제안하는 스마트폰의 블루투스 통신을 이용한 항로표지용 충·방전조절기의 근거리 모니터링 시스템은 표 5와 같이 기존 AIS통신을 이용한 집약관리시스템을 개선하는 효과가 있다.

표 5. 제안된 시스템의 적용 시 개선효과
Table. 5 The effect on application of the proposed system

Classification	AIS Monitoring	Bluetooth Monitoring
Check real-time operating state	Possible	Possible
Reduction of safety accident between check	-	Possible
Reducing maintenance costs	-	Possible
Short-range check	Improper	Possible
Reduction of inspection time	Improper	Possible
Product test (without decomposition)	Improper	Possible

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 해상에서 태양광발전으로 운영되는 광파표지시스템의 충·방전조절기를 근거리에서 무선 모니터링이 가능한 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 보급률이 높은 안드로이드기반 스마트폰과 블루투스통신을 이용하여 구성함으로서 도입비용이 적고 구성이 간편한 장점이 있다. 또한 근거리에서 실시간 상태정보를 확인할 수 있어서 점검비용과 점검 시 발생 가능한 위험요소를 예방하는 효과가 있다.

구현된 모니터링 프로그램은 국내표준규격을 준수하였으므로 현재 국내에서 운용되는 충·방전조절기에 블루투스 기능을 추가하면 즉시 적용이 가능하다. 충·방전조절기에 블루투스 기능을 추가하여 연결된 로드의 상태정보를 근거리에서 모니터링 가능한 시스템으로 확장이 가능하여 효과적인 항로표지 운용이 가능 할 것으로 기대된다. 향후에는 본 논문에서 제안하는 충·방전조절기의 모니터링 시스템에 충·방전조절기 제어 및 설정을 위한 프로토콜을 제안하고 구현하는 연구를 통하여 통합된 충·방전조절기 무선 관리시스템으로 개선하고자 한다.

REFERENCES

[1] Korea Association of AIDS to Navigation, AtoN information [Internet]. Available: http://www.kaan.or.kr/m2/s1/s1.php.

[2] H. Y. Kwon, T. H. Hong and G. K Park, “The Study of lantern-lighting in navigational aids system and the view of

its hereafter technical development," in *Proceeding of the 2003 Spring Conference on The Korean Society of Marine Environment & Safety,* pp. 117-123, 2003.

[3] J. S. Han, H. M. Jee, J. U Kim and S. B. Gang, "Technology Trends of aids to navigation LED lanterns," *Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers*, vol. 25, no. 7, pp. 29-37, Aug. 2012.

[4] J. H. Jung, H. D. Gwon, H. J. Kim and C. H. You, "Analysis of the optical properties of AtoN integrated LED lanterns," in *Proceeding of the 2013 Spring Conference on The Korean Institute of Illuminating and Electrical*, pp. 124-125, 2013.

[5] J. H. Park, *Easy Solar Power*, 3th ed. SEOUL, SEOUL: Munundang Pub., ch. 6, pp. 252-254, 2013.

[6] Morningstar manufacturer of the inverter and solar controller. 2014-2015 product catalog [Internet]. Available: http://www.morningstarcorp.com/products/

[7] Ltd. Newmarine Engineering. marine AtoN power controller [Internet]. Available: http://www.newmarine.co.kr/03_sub/0303.asp?code=m332

[8] Ltd. Woori Marine. Charge Controller [Internet]. Available: http://www.woorimarine.com/product/item.asp?id=17

[9] Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport. "AtoN *power controller standard specifications(Bulletin No. 2012-504)*," April 16. 2012.

[10] Korea Ministry of Oceans and Fisheries. IT marine transportation system. AtoN intensive management system [Internet]. Available: http://www.mof.go.kr/policydata.do.

[11] J. H. Jung, J. K. Kim, J. U. Kim, H. J. Lee and H. Kim, "Investigation of power supply systems for Aids to Navigation," in *Proceeding of the 2005 Autumn Conference on The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, pp. 137-140, 2005.

[12] S. H. Ye and S. H. Han, "Indoor environment monitoring system using short-range wireless communication in mobile devices," *The Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering,* vol. 17, no. 9, pp. 2167-2173, Sep. 2013.

[13] Inc. BodyMedia. BodyMedia FIT. [Internet]. Available: http://www.bodymedia.com/?whence=

[14] JNHuaMao Technology Company. Blue-tooth 4.0 BLE module Data sheet [Internet]. Available: http://www.jnhuamao.cn/bluetooth.asp?ID=1

[15] MSL Technology. MSL-SBM-Series [Internet]. Available: Technologyhttp://www.msltechnology.com/bbs.php?table=menu2_1_KOR&where=ALL&search_step=1&category=type6&query=view&uid=3&p=1

예성현(Seong-hyeon Ye)

1996 순천대학교 화학과 이학사
2013 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 석사
2013 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 박사과정
※관심분야 : 임베디드 시스템, 데이터통신, 모니터링

한순희(Soonhee Han)

1983 경북대학교 전자공학과 공학사
1985 광운대학교 전자계산학과 석사
1993 광운대학교 전자계산학과 박사
현 전남대학교 문화콘텐츠학부 교수
※관심분야 : 이동통신, 임베디드 시스템