

일체형 9해리 LED 등명기 구현을 위한 스마트 모니터링 시스템

임규근*

The Smart Monitoring System for implementing All-in-One 9-Nautical mile LED lantern

Gyu-Geun Lim*

요 약

일체형 등명기는 운항 중인 선박의 항로 선위를 결정하기 위한 등화장치이다. 현재 태양광을 기반으로 하는 일체형 등명기는 태양광의 일조시간에 따른 제약에 따라 전력 공급의 부족으로 항로 표시 가능한 능력이 제한적이다. 본 논문에서는 해상의 풍부한 전력원인 태양광과 풍력을 동시에 사용하는 신재생에너지 일체형 9해리 LED 등명기를 구축하고 원격 스마트 모니터링 시스템을 구현하였다. 또한 LED 등명기 장치와 모니터링 시스템을 IoT화 함으로서 등명기의 원격제어 가능한 스마트 제어시스템을 마련하였다. 본 원격 스마트 모니터링 시스템을 적용하여 실시간 상태 모니터링 및 원격제어가 가능하게 하여 선박이 안전한 항해를 할 수 있고 등명기 기능의 정확성 및 연속성을 유지하여 해양사고 예방과 사회적 비용을 절감할 수 있다.

ABSTRACT

An All-in-one LED lantern is a light device to determine the fairway of ships in operation. The current all-in-one LED lantern powered by solar energy is challenged by insufficient power capacity due to limited sun hours. This article presents an all-in-one 9-Nautical mile LED lantern driven by solar and wind power that is abundant maritime renewable energy. Furthermore, the remote smart monitoring system is developed. A smart control system capable of remote control of the lantern was implemented by using the LED lantern device and monitoring system as IoT. This technology that realtime condition monitoring and remote control are developed for safe ship navigation. We expect that maintaining the accuracy and consistency of LED lanterns prevents marine accidents and reduces social costs.

키워드

All-in-One lantern, LED Lantern, Smart Monitoring System, Sola Energy, Wind Power
일체형 등명기, LED 등명기, 스마트 모니터 시스템, 태양광, 풍력

* 송원대학교 전기공학과 (ds4dtg@naver.com)
• 접수일 : 2021. 10. 18
• 수정완료일 : 2021. 11. 17
• 게재확정일 : 2021. 12. 17

• Received : Oct. 18, 2021, Revised : Nov. 17, 2021, Accepted : Dec. 17, 2021
• Corresponding Author : Gyu-Geun Lim
Dept. of Electric Engineering, Songwon University,
Email : ds4dtg@naver.com

1. 서론

항로표지(route sign)를 위한 등명기(LED lantern)¹는 광파표지(light wave sign)에 사용되는 등화 장치 중 광원에서 나오고 있는 빛을 렌즈를 통하여 굴절 및 반사로 향해하는 선박에게 안전 및 선위 결정을 지원하도록 하는 조명기구다[1]. 해상에 설치되는 일체형 LED 등명기 전원은 태양광 전력을 이용하며, 태양광 전력은 일조시간 동안 발전하여 축전지에 저장한 후 야간에 등명기 전원으로 활용한다[1]. 해상용 LED 등명기를 운용하기 위해서는 외부에 태양광 모듈, 에너지저장장치(ESS) 및 제어장치 등의 시스템을 이용하여 조절이 필요하다[2]. 태양광 전원만을 이용하는 현재의 일체형 등명기는 해상의 일조 상황에 따라 발전하는 전력이 일정하지 않아 전력 공급 부족과 높은 소비 전력으로 항로표지를 위한 기능이 떨어지며, 또 광달거리는 7해리까지로 제한적이다. 이에 본 연구는 해상의 풍부한 풍력과 태양광을 동시에 사용하는 신재생에너지 일체형 9해리 LED 등명기 구현과 원격 스마트 모니터링 시스템을 개발한다.

II. 본론

2.1 태양광 발전

태양광 발전은 자연계의 태양의 빛을 전기에너지로 변환시켜 전력을 생산하는 신재생에너지이며 저탄소 친환경적이고 지구온난화에 대응하는 청정에너지원이다. 태양광 발전 시스템은 빛을 집진하는 태양전지(Solar cell)들로 구성된 모듈들의 집합체인 어레이와 전기를 저장하는 에너지저장장치(ESS), 또 발전된 직류를 교류로 변환하는 전력변환장치(PCS : Power Conditioning System), 시스템 모니터링 및 부하 등으로 그림 1과 같이 구성한다[3].

2.2 풍력 발전

풍력발전(wind power)은 풍력의 운동에너지를 이용하여 전기를 생산하는 신재생 에너지원이다. 풍력발전은 청정에너지원인 풍력을 이용하므로 이산화탄소 배출이 없는 친환경적인 기술이다[4]. 그림 2는 풍력

을 이용하여 블레이드의 회전운동에 의해 동일한 구동축에 부착된 주축, 증속기, 발전기를 연속으로 회전함으로써 전력을 생산한다. 기본 구조는 주요 부품들의 제작 및 제어 등을 위한 기술력이 필요하며, 찰스 브러시가 만든 풍력발전기를 시작해서 현재의 대형 풍력발전기가 구현하기까지 약 백여년이 넘게 걸렸다 [5].

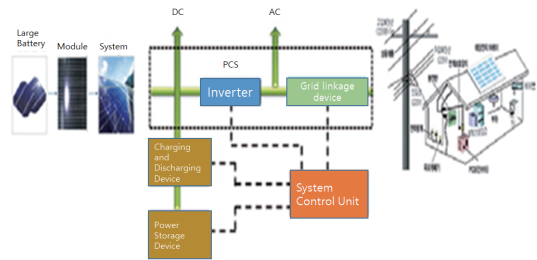


그림 1. 태양광 시스템 구성요소[3]
Fig. 1 Components of a solar power[3]

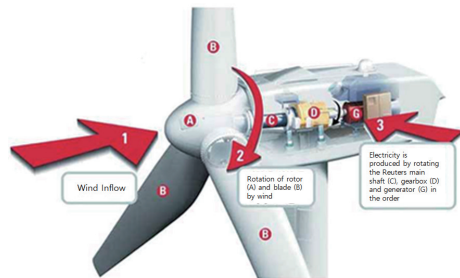


그림 2. 풍력발전 동작원리[6]
Fig. 2 The principle of operation of a wind power generator

2.3 태양광과 풍력 발전을 이용하여 등명기를 개발 필요성

본론은 필요에 따라 3-4개의 장으로 구성되어 있다. 해상의 기상 조건에 따라 장시간 일조량이 부족할 경우에 발전량 저하는 등명기 역할을 할 수 없게 한다. 이것은 항로표지 역할을 하는 등명기는 항해하는 선박의 안전에 문제가 발생할 수 있다. 또 항로표지를 하는 등명기는 보다 밝은 광도가 필요하다. 그러나 기존의 방식인 태양광 발전만의 발전은 해상의 기상 조건에 따라 발전량에 제한을 받게 된다. 현재 항로표지용 등명기는 외국 제품의 기능과 외형 등을 모방하는 수준이다. 또 등명기의 광달거리는 7해리 일체형 LED

¹<http://www.mof.go.kr/dictionary/list.do>

등명기의 수준이다. 이러한 문제점 해결하기 위하여 친환경 에너지인 태양광에 풍력을 추가하여 동시에 발전함으로써 충분한 전력을 확보하여 선박을 위한 항로표지용 일체형 LED 등명기 개발이 필요하다.

2.4 네비게이션 시스템

항로표지 시스템의 구성은 그림 3과 같으며 AIS 중계기를 이용하여 넓은 범위에 설치된 항로표지 시설을 원격으로 감시 및 제어하여 보다 효율적인 운영을 하게 한다[2].

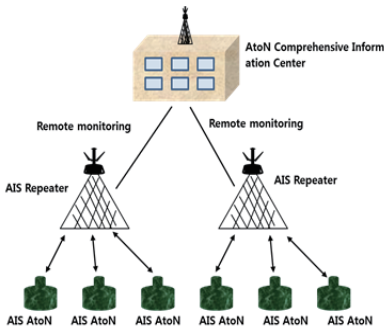


그림 3. 네비게이션 시스템
Fig. 3 Navigation system

2.5 일체형 등명기

해상에 설치되는 등명기 기능을 최대화하기 위하여 보다 안정적인 전력원 확보가 중요하다. 기존의 일체형 LED 등명기 전원은 태양광 전력을 이용하여 낮 시간 동안 발전하여 축전지에 저장한 후, 야간에 등명기 전원의 활용하는 방식이다. 또 해상 기후조건에 따라 전력공급 부족 및 높은 소비전력으로 인하여 항로표지 기능을 할 수 없거나 달거리가 7해리 까지 만으로 제한적이다. 따라서 일체형 등명기는 해상의 풍부한 전력원인 풍력과 태양광을 동시에 사용하는 신재생에너지 융합 일체형 9해리 LED 등명기 구현이 필요하다.

III. 일체형 등명기 원격제어를 위한 스마트 제어 시스템

3.1 신재생 에너지 융합 일체형 등명기

해상용 등명기 LED를 운용하기 위해 태양광 발전과 풍력발전 융합 기술을 적용할 필요가 있다. 선박의

안전 향해를 도모하기 위한 시스템으로 태양광 발전 장치, 풍력 발전 장치, 에너지 저장장치, 섬광기 공급 전력 조절을 위한 스마트전력제어 등의 시스템이 필요하다. 그리고 이러한 등명기 시스템은 기능의 정확성 및 연속성을 도모할 수 있으며 해양 사고를 미리 예방하여 사회적인 비용을 절감할 수 있다. 본 논문은 LED 등명기 장치와 모니터링 시스템을 IoT 기술로 적용함으로써 등명기의 원격제어가 가능한 스마트 제어시스템을 구현하였다[그림 4].



그림 4. IoT 스마트 제어 시스템
Fig. 4. IoT Smart Control System

3.2 모니터링 시스템

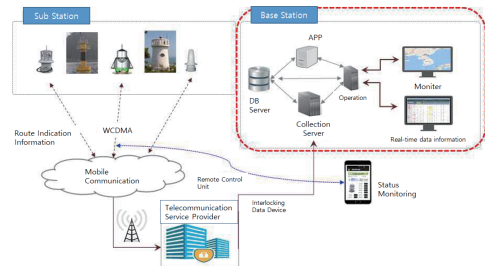


그림 5. 모니터링 시스템 구성
Fig. 5 Monitoring system configuration

제안한 모니터링 시스템은 그림 5와 같이 등명기 모니터링 부분, 등명기 상태 관리 부분, 등명기 원격 관리 부분, 등명기 제어 부분으로 4개로 구성되어 있다. 즉 LED 등명기 시스템의 상태정보 등의 관측 자료를 수집하여 서버에 저장하고, 수집된 자료들을 모

니터링 시스템에 의해 분석함으로써 필요한 상태의 정보를 실시간, 원격으로 제공한다. 등명기 시스템의 상태를 요청을 하거나, 원격으로 LED 등명기를 점등, 소등, 리셋 한다. 또한 등명기의 위·경도, 배터리 전압 및 전류 상태 등을 실시간으로 확인할 수 있게 한다. 모니터링 프로그램 주요 기능은 시스템 관리자는 시스템 값 설정 및 변경 등을 표시하고, 운영자는 다양한 방법으로 정보를 조회하고 그 정보를 출력하도록 한다[그림 6].

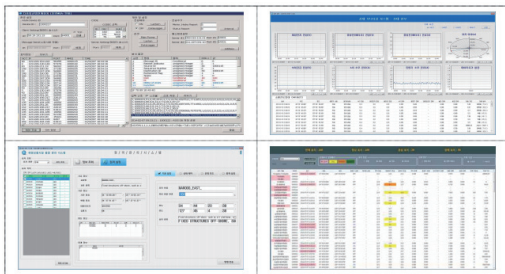


그림 6. 모니터링 프로그램 주요 구성
Fig. 6 Monitoring program main functions

3.3 스마트 제어 시스템

본 스마트 원격 제어 프로그램은 기존 통합관리시스템에 적용하고 있는 통신방식에 LTE 무선통신이 연동하는 LTE 무선통신 프로토콜과 모니터링 Test 프로그램을 추가하였다. 또한 LTE 무선통신 프로토콜에 따른 등명기의 데이터 송수신 및 등명기 제어 프로그램(펌웨어)을 개발하고 항로표지 관리운영시스템의 기능에 정의된 제어명령 기능 및 등명기 전류 설정 기능과 LTE 무선통신회로의 환경설정 기능 구현하였다. 여기서 LED 등명기 표준 프로토콜에 정의된 기능을 시험하는 모드로 강제점등, 강제소등, 부동광, 등명기 리셋 및 상태요청 명령을 수행하여 LED 등명기의 기본 기능을 확인하였다. 이를 근거로 하여 LED 등명기의 동작 상태에서 상태확인을 요청하는 경우 LED 등명기의 상태정보(입력전압, 출력전류, CDS 상태정보, 점등소등 상태, 등질, 전송날짜, 전송시간, GPS 위도, GPS 경도)를 출력하여 실시간으로 표시하도록 구축하였다. 원격제어 및 감시를 위한 통신모듈 설정을 위한 기능으로 LED 등명기의 상태를 모니터링 서버의 TCP/IP 포트 설정 기능을 추가하였다. [표 1]은 등명기 상태 정보 프로토콜을 나타낸 것이다.

표 1. 등명기 상태 정보 프로토콜
Table 1. lantern state information protocol

Field	State	Unit	Input/Output range	Note
SLISTS	status information identifier			
vv.v	lantern input voltage	V	0.0 ~ 37.0	
aaa.a	lantern output current	A	0.0 ~ 40.0	
c	CDS status information		1:Night, 0:Day	
l	lantern ON-OFF status		1:ON, 0:OFF	
qqq	lantern light quality			
dddd.dddd	Date of transmission		yyymmdd	
ttttt	Time of transmission		hhmmss	
xxxx.xxxx	GPS latitude information			
yyyy.yyyy	GPS longitude information			
hh	CRC			

스마트 원격 제어 프로그램으로 그림 7과 같이 기존 통합관리시스템의 기본 구조에 등명기 상태 정보 프로토콜로 한 등명기 설정 및 제어 프로그램의 내용을 보여주고 있다.

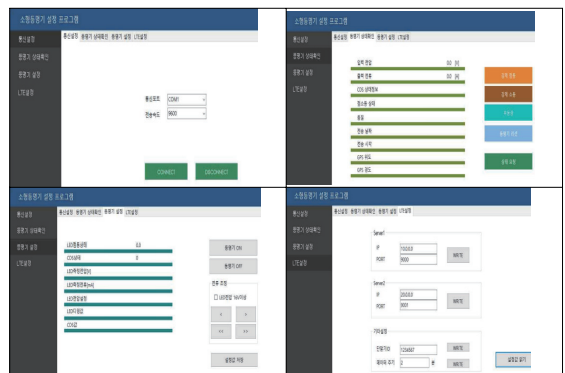


그림 7. 스마트 제어 프로그램
Fig. 7 Smart control program

3.4 데이터베이스 구축

등명기로부터 수집되는 자료는 실시간 자료수집 처리장치로 수집되어 처리, 분배, 표출 등의 순으로 운영되고 데이터의 처리 및 표출 등은 한글화된 자료의 도표화, 영상화 및 그래픽 환경 등으로 표출하는 데이터베이스(DB)를 구축하였다. 여기서 데이터베이스는 관계형 데이터베이스(RDB)형태로 구축, 자동 및 수동으로 백업, 관리할 수 있는 체계를 확보하게 한다. 자동 수집되는 자료들은 수집처리 서버 및 DB서버를 거쳐 스토리지에 각 자료들의 해당 테이블 또는 데이터베이스 파일로 저장한다. 관측 자료의 보관 및 관리 는 허가된 사용자만이 취급하도록 한다. 향후 시스템은 증설하거나 네트워크 연결이 추가 가능하도록 호

환성을 갖도록 구축하였다. 정보는 수치자료와 그래픽 자료로 제공되고 시간적인 관측변화가 표현할 수 있어야 하며 과거 저장된 자료의 검색, 표출이 가능하도록 하였다. 시스템 구성요소로 자료수집처리용 서버, 웹(WEB) 서버, DB 서버, DB Storage, 데이터 백업 장치(LTO), Workstation 및 PC, ARS/FAX 정보 제공용 서버, 방화벽, DDos 방어 체계 및 기타 운영 보조 장치 등과 같은 장치로 구성한다.

3.5 실시간 제어

광양항 등부표에 임시 허가를 받은 후 4초 1섬광 기준으로 11일간 실제 해상 테스트를 수행하였다[그림 8]. [그림 8]에서 OFF : 등명기를 소등시킴, ON : 점등시킴, RESET : 등명기를 초기화시킴, FLOAT ON : 등명기를 부동광으로 점등시키는 것을 보여 주고 있다. 그림 9는 항로표지 통합관리 시스템에서 2020년 6월 1일 실시간 모니터링 OFF 상태의 예로 등명기를 동작시킨 상황이다.

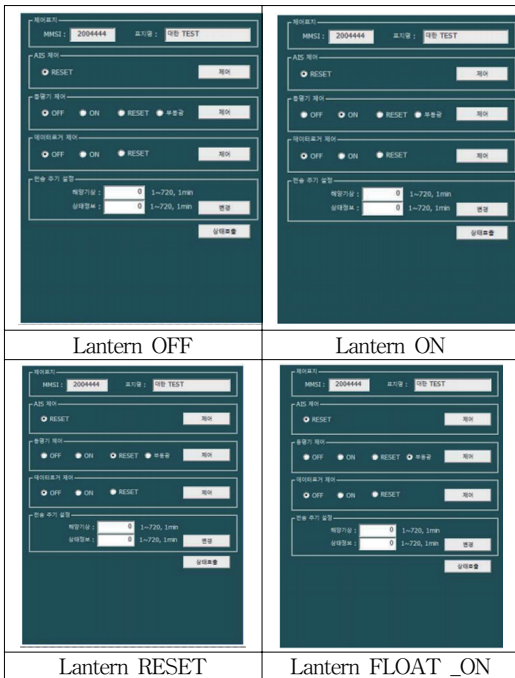


그림 8. 등명기 OFF, ON, RESET, 부동광 점등
Fig. 8 Lantern OFF, ON, FLOAT_ON

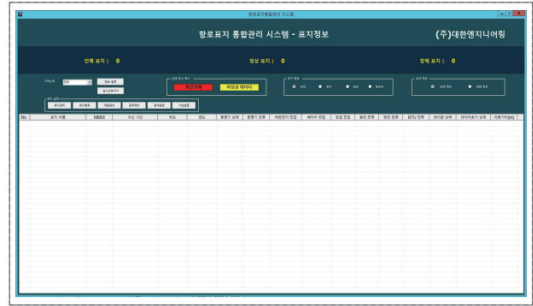


그림 9. 항로표지 통합관리 시스템 상황 예
Fig. 9 Example of the situation of the integrated navigation system management system

IV. 결 론

기존의 태양광방식의 발전은 해상의 일조 시간의 조건에 따라 전원공급이 제한적이고, 발열 및 소비전력 등의 문제로 7헤리까지 도달 가능한 일체형 LED 등명기 기술이었다. 해상에서 원활한 전력공급의 부족으로 인해 등명기 소등은 선박과 등부표 또는 부두의 충돌과 같은 사고 발생한다. 이것은 인명피해, 기름유출 등 재난 피해가 발생할 수 있었다. 본 연구는 이 문제점을 해결하기 위하여 태양광과 풍력 발전을 동시에 이용하여 9헤리까지 도달 가능한 스마트 일체형 LED 등명기를 구축함으로써 장기간의 부조 일수에도 높은 광도를 유지하는 데 주안점을 두었다. LED 등명기 장치와 모니터링 시스템을 IoT 기술로 적용함으로써 등명기의 원격제어가 가능한 스마트 제어시스템을 구현하였다. LED 등명기 시스템의 상태정보 등의 관측 자료를 수집하여 서버에 저장하고, 수집된 자료들을 모니터링 시스템에 의해 분석함으로써 필요한 상태의 정보를 실시간, 원격으로 제공한다. 스마트 IoT 기술을 활용하여 실시간으로 상태를 모니터링 및 원격제어가 가능하여 선박이 안전한 항해를 할 수 있게 하고 등명기 기능의 정확성 및 영속성을 유지하여 해양사고 예방과 사회적 비용을 절감할 수 있다. 그리고 LED 등명기의 소등을 최소화함으로써 해양사고 발생의 원인을 줄이는데 기여 할 수 있으며 해양 환경 및 안전 확보의 기대효과를 얻을 수 있다.

References

- [1] Y. Back, S. Ye, and S. Han, "Integrated dual LED marine lantern with auxiliary and main functions," *J. of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 17, no. 9, Sep. 2013, pp. 29-37.
- [2] Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport. "integral-LED, LED-200, LED-200HI, 250m, extinction300m Standard specifications(Bulletin no. 2012-495~9)," April 16. 2012.
- [3] 2016 New and Renewable Energy White Paper, Publication Registration no. 11-1410000-001321-11, pp329.
- [4] 2016 New and Renewable Energy White Paper, Publication Registration no. 11-1410000-001321-11, pp423.
- [5] 2016 New and Renewable Energy White Paper, Publication Registration no. 11-1410000-001321-11, pp425.
- [6] 2016 New and Renewable Energy White Paper, Publication Registration no. 11-1410000-001321-11, pp427.
- [7] Alternative energy development and use. Dissemination Promotion Act Amended Act (no. 7284) 20041231
- [8] K. Park, "Implement of a Watt-Hour Meter Monitoring System using Powerline Communication," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 8, 2013, pp. 1143-1148.
- [9] S. Yang, W. Kim, Y. Kim, and S. Kim, "Energy Big Data Pre-processing System for Energy New Industries," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 05, 2021. pp. 851 - 858.
- [10] Y. Ko, S. Oh, J. Lee, and C. Park "Design Methodology of Communication & Control Device for Smart Grid Power Facility based on DSP and Raspberry Pi," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 05, 2021, pp. 835 - 844.
- [11] M.. Joo, S. Kim, and G. Jeong, "A Study on Design of Wind Blade with Rated Capacity of 50kW," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 03, 2021, pp. 485 - 492.

저자 소개



임규근(Gyu-Geun Lim)

1982년 조선대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1986년 인하대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

2015년 조선대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)

1992년 송원대학교 전기공학과 교수

※ 관심분야 : 정보통신시스템, 전력및전자제어