

# ESS 안전 운영을 위한 독립형 PMS 개발

오홍근\* · 김철원\*\*

Developed Stand alone PMS for ESS Safety Operation

Hong-Geun Oh\* · Chul-Won Kim\*\*

## 요약

최근 정부의 에너지 정책에 힘입어 ESS(: Energy Storage System) 설비가 증가하고 있으며 이로 인해 화재·폭발 등 다양한 사건사고가 발생하고 있다. 현재 ESS는 PMS(: Power Management System) 포함하여 모든 시스템이 현장에 설치되어있는 통합형 ESS로 구축되어 있다. 이 시스템은 사고 발생 시 산화되어 데이터의 부재 가능성이 매우 높을 뿐만 아니라 외부에 존재하는 관리자가 사고 발생 시 신속하게 대응할 방법이 없는 상황이다.

이에 본 논문에서는 별도의 WAS 및 데이터 스토리지 구축을 통해 기존 시스템에서의 주요 기능을 분리하여 외부에서 EMS(: Energy Management system) 운용이 가능함과 동시에 사고 발생 시 원인 및 신속한 대응이 가능한 독립형 PMS 개발을 제안하고자 한다.

## ABSTRACT

Recently, the use of ESS facilities has been increased under the government's energy policy and at the same time, the various accident incidents such as fire and explosion occurred. Currently the ESS is installed as integrated ESS which includes PMS(: Power Management System), However, when the accident occurs, this system has high possibilities of losing the data due to oxidization, and the administrator cannot respond promptly.

Therefore, in this paper, by constructing a separate WAS and data storage, it is possible to separate the main functions of the conventional system, to enable external EMS operation, and at the same time to quickly respond to the cause and cause of the accident occurrence. We will propose the development of a standalone PMS that is possible to respond.

## 키워드

Power Management System, Energy Management System, Independent Operation, Analysis Of Cause Of Accident And Response

전력 관리 시스템, 에너지 관리 시스템, 독립 운영, 사고 원인 분석 및 대응

## 1. 서론

최근 화석연료 고갈 및 환경문제로 인하여 신재생 에너지에 대한 관심이 높음에 따라 태양광 발전은 타 에너지원에 비해 기술의 완성도가 높아 전 세계적

으로 설치 용량이 증가하고 있다.

현재 세계 태양광 설치 용량은 중국의 태양광 설치 량 증가로 인하여 2018년 기준 100GW, 2020년 150GW를 넘어설 것으로 전망되고 있으며 국내의 경우도 신재생 에너지 보급 확대를 위해 RPS 비율을

\* (주)비온시이노베이터 연구원(hg.oh@bonc.co.kr)

\*\* 교신저자 : 호남대학교 컴퓨터공학과

• 접수일 : 2019. 03. 11

• 수정완료일 : 2019. 03. 28

• 게재확정일 : 2019. 04. 15

• Received : Mar. 11, 2019, Revised : Mar. 28, 2019, Accepted : Apr. 15, 2019

• Corresponding Author : Chul-Won Kim

Dept. Department of Computer Engineering, Honam University

Email : cwkim@honam.ac.kr

'18년 4.5%에서 5%, 19년 5%에서 6%로 점차적으로 상향 시킬 예정과 더불어 정부의 신재생 에너지 보급 사업 및 태양광 대여사업 확대, 소규모 전력 중개 사업등 다양한 제도를 신설하여 30년까지 약 15가구당 1가구 자가용 태양광 보급을 추진함으로써 인하여 2020에는 90MW를 넘어설 것으로 전망되고 있다 [1-2].

태양광 발전 시스템은 기상 및 입지 조건등의 환경에 따른 불규칙적인 발전량으로 인한 단점을 보완하기 위해 에너지 저장 시스템과 연동되어 있으며 ESS를 통해 사용자는 전력 품질 향상 및 부하 대응, 전기요금 절감 효과를 누릴 수 있을뿐만 아니라 최근에는 가정용, 발전 사업을 통한 수익 창출이 가능하여 에너지 저장 시스템은 태양광 발전 설비를 운영하기 위한 필수적인 사항으로 자리매김 되고 있다[3-4].

하지만, ESS 설치 시공의 증가와 함께 지속적인 ESS 화재 사고가 일어나고 있다. 이에, 산업부는 2018년 11월 'ESS 화재사고 대응 긴급조치'를 시행해 정밀 안전진단을 진행하였으며, 그 과정에서 잇따른 화재로 현장 조사단을 급파하여 사고 원인을 밝히는 등 진압에 나섰다. 더불어 정밀안전진단이 완료되지 않은 모든 ESS 사업장에 신속히 전파하고, 철저한 안전관리를 시행할 것을 요청하며, 사고 원인조사를 비롯해 삼성 SDI, LG화학, 한국전력공사를 주축으로 한 전문가 TF의 정밀안전점검을 시행하였다. 지속적인 폭발사고로 인하여 원인분석 또한 지속해서 시행되고 있었으며, 폭발 원인으로 배터리를 운영하는 BMS 오류라는 결과의견이 많이 나타났다. 그러던 중 2019년, 양산 철강공장과 완도 태양광 발전소에서 각각 약 6억 5천만원, 18억원의 피해액을 낳은ESS 화재가 일어났고, 장수 태양광발전 ESS의 화재가 일어났다. 정부의 'ESS 화재사고 대응 긴급조치'가 시행된 이후에도 계속되는 화재에 따라 민간기업에서도 ESS 가동중단을 요청하기 이르렀다. 민간기업 ESS 가동중단 요청의 경우 LG화학이 이 사례에 해당하는데, 공문을 통해 자사의 배터리가 적용된 ESS 현장에 가동중단을 요청하였다. 이처럼 지속적인 배터리 사고로 인해 정부는 전기저장장치 화재 확산방지를 위한 전기설비기술기준의 판단기준 개정안을 발표하였다. 개정안은 다양한 설비들의 배치에 관한 내용도 포함하고 있었으며, 이중 오류 또는 이상상태 감지 시, 외부 장소로

경보신호를 전송/기록의 조건을 포함한다 [5-7].이 내용을 자세히 보면, 기존 EMS의 문제점을 확인할 수 있다. 기존 EMS의 경우, PMS를 포함하고 있으며, EMS를 구성하는 모든 시스템은 현장 내에 설치되어 있다. 이는 모든 기록 또한 현장에 설치 및 구축되어 있는 것을 나타내며, 이로 인하여 화재 발생 시, 데이터의 부재로 사고 원인분석이 어려운 상황에 처하게 된다. 또한, 화재나 에러에 따라 외부에 존재하는 관리자가 대응할 수 있는 방법이 부재함에 따라 이를 개정하여 관리자가 효과적으로 대응할 수 있도록 하고, 외부 원격 감시장치에 기록되도록 하여 사고 원인 분석이 용이하도록 하는데 목적이 있다[8].

이러한 환경에서 본 논문에서는 태양광 발전 ESS 현장에 적용될 독립형 PMS를 제안한다. 독립형 PMS를 적용하고 외부 WAS 및 데이터 스토리지를 구축하여 EMS를 운영이 가능하며, 이는 개정안에 만족할 수 있다. 또한, 기존 EMS 시스템의 기능적 분리를 통하여 시스템의 전문성 향상 및 경량화 하였다. 이를 통하여 기존 ESS의 통신 및 기술 신뢰성 향상과 ESS 운영에 대해 전반적인 문제점을 해소하고자 한다[2].

## II. 관련 연구

ESS 시스템은 경부하 시(야간)에 유휴전력을 저장하고 과부하 시(주간)에 발전함으로써 부하 평준화 (Load leveling)를 통해 전력망 운영의 유연성 확보가 가능하도록 하고 있으며, 여름 및 겨울철의 전력 피크 및 대규모의 정전 사고 등에도 효과적으로 대응하도록 하고 있다. 이와 같은 ESS의 구성요소로는 배터리, PCS, EMS로 구성되며 기본 동작은 다음과 같다.

### 2.1 배터리

배터리는 PCS를 거쳐 전기를 저장하였다가 필요한 때 전기를 방전하는 역할을 하며, BMS는 배터리의 충전상태 등을 인터페이스를 통해 알려주고 과충전 등의 보호 기능을 수행한다. 배터리의 전압, 전류, 온도를 측정하여 배터리의 안전 상태와 고장 유무를 진단하고 배터리의 온도와 셀 밸런싱을 제어하며, PCS 및 운용시스템과 통신하여 배터리의 데이터를 제공하는 기능을 수행한다[9].

### 2.2 PCS

PCS( Power Conversion System)는 표 1과 같이 에너지저장시스템 내에 발전원에서 전기를 받아, 배터리에 저장하거나 계통으로 방출하기 위해 전기의 특성(AC/DC, 전압, 주파수)을 변환하는 시스템이다. 이들 전력변환시스템의 주요기능은 크게 전력변환, 감시·제어, 계통연계보호, 독립운전의 4가지로 나뉜다. AC/DC의 전력변환 기능 이외에도 최근에는 신재생, 계통연계 등 에너지저장시스템의 다양한 활용방안에 따라 감시·제어와 같은 기능의 중요성이 증가하고 있다[10].

표 1. PCS의 주요기능  
Table 1. Main functions of PCS

item	Main Function
power conversion	<ul style="list-style-type: none"> <li>· AC-DC conversion : use grid power to charge the battery</li> <li>· DC-DC conversion : use to conversion for PV power</li> <li>· DC-AC conversion : Use when power transmission to grid</li> </ul>
monitoring / control	<ul style="list-style-type: none"> <li>· quality control of active power and reactive power</li> <li>· monitoring of voltage measure, connection state and operation state</li> <li>· tracking control of PV's maximum power point</li> </ul>
grid protection	<ul style="list-style-type: none"> <li>· grid protect function when blackout</li> <li>· power quility control according to renewable energy</li> </ul>

### 2.3 PMS

PMS( Power Management System)는 PCS와의 통신을 통해 에너지 충·방전 제어에 필요한 정보를 PCS에 전달하는 장치이다. PMS는 PCS와 BMS의 에너지 상태에 대한 정보, 배터리 셀의 전압, 전류, 온도에 대한 각종 정보를 받으며, 과전압, 과전류, 과온도에 대한 보호 기능을 수행하여 배터리 셀을 이상 상태에서부터 보호한다. 그리고 배터리 모듈의 충·방전 온/오프 신호를 PCS에 명령하며 파워스테이션 전체를 제어하고, 사용자가 필요한 정보를 디스플레이 기능을 수행한다[4].

### 2.4 EMS

EMS( Energy Management System)는 그림 1과 같이 전체적인 에너지를 관리하는 시스템으로 PMS와 통신을 통해 각종 정보를 획득하고 알고리즘을 통하여 상황에 맞는 제어명령을 도출한다. 그리고 전체 ESS 시스템을 제어하여 수송가 목표 최대수요전력을 관리하고, 취득된 정보를 분석 및 가공하여 사용자에게 통계 정보를 표시해 주는 기능을 수행한다[3].

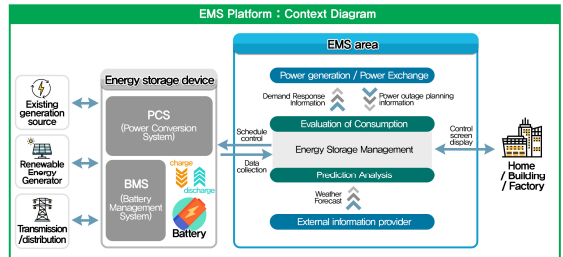


그림 1. 에너지관리시스템  
Fig. 1 Energy management system

### 2.5 ESS 동향 및 문제점

국내뿐만 아니라 세계적인 신재생에너지 발전의 이슈와 정책적 지원이 지속됨에 따라, 에너지저장장치의 국내 보급이 크게 증가하고 있다. '18년 상반기, 에너지저장장치는 '17년 동기(89MWh) 대비 20배 증가한 1.8kWh가 보급되었으며, 이는 지난 6년간의 총 보급량(1.1GWh)를 상회하는 수준이다. 큰 폭으로 지속적인 보급을 통해 빠른 속도로 시장이 상승하고 있으나, 지속적으로 연이은 전기저장장치 화재로 인해 '18년 하반기 ESS 운영 중지 권고 및 설치 중단 현상이 발생하였다. 화재에 대응하기 위해 발전소의 전수 실태 조사를 진행하는 등 기존 시스템의 문제점 파악을 위한 분석을 실시하여 분석한 결과 전기저장장치의 향은, 향습 및 화재확산방지 시설기준의 미흡하다고 판단되었다. 이에 산업통상자원부는 전기저장장치 안전성강화 및 피해최소화 연구용역의 해외 사례를 토대로 전기설비기술기준의 판단기준을 신설하여 전기저장장치의 안전성 향상을 도모하고자 “전기설비기술기준의 판단기준 개정(안)”을 발표하였다. 개정안은 대부분 설비 구성 및 설치 방법론에 대한 내용으로 구성되었으며, 이를 운영하는 EMS에 대한 개정내용은 외부 운영기록 방안 마련이 존재하였다. 이는 경보해

야 할 이상 상태를 규정하여 관리자가 효과적으로 대응할 수 있도록 하고, 원격감시장치에 기록되도록 하여 사고 원인분석이 용이하도록 하기 위함으로 개정 사유가 발표되었다. 기존 시스템에 외부 기록 및 알림을 추가함으로써 EMS의 복잡도 및 비용의 증가가 우려됨에 따라, 본 논문을 통해 EMS 전체 시스템의 기능적 분리와 전문화를 위해 독립형 PMS 개발 및 적용을 제안한다. 제안 시스템은 기존 EMS의 복잡도 개선을 통한 기능적 향상과 더불어 기존 개정안을 만족할 수 있는 EMS를 개발하고자 한다.

### III. 임베디드 PMS 시스템 제안

#### 3.1 태양광 인버터 통신 프로토콜 수집 및 구현

태양광 인버터 통신 사양에 대한 내용은 표 2와 같다.

표 2. 태양광 인버터 통신 사양  
Table 2. Solar inverter communication specification

item	Contents
Communication method	RS-485
Dat Format	ASCII
Transmission speed	9600Bit bit per second
Data length	8 Bits
Stop Bits	1
Parity	No Parity

대부분의 태양광 인버터의 경우 RS232 또는 RS485 통신을 지원한다. 개발한 태양광 인버터 통신 프로토콜은 RS485통신을 통하여 데이터 수집을 구현하였으며, TCP 통신 변환을 통해 네트워크를 통한 데이터 수집을 구현하였다.

태양광 인버터 통신 모듈에 대한 구성도는 그림 2와 같다.

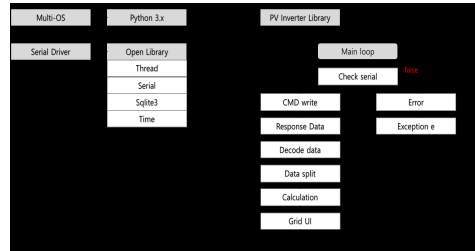


그림 2. 태양광 인버터 통신 모듈 구성도  
Fig. 2 Solar inverter communication module configuration diagram

개발한 태양광 인버터 통신 모듈은 Thread와 시리얼, sqlite, time 모듈을 포함하며, 그림 2와 같은 프로세스 처리 과정을 매초 주기로 수행한다. 인버터 라이브러리의 메인루프는 최초 통신 정상 작동 여부를 체크하는데, 만약 통신의 비정상 작동에도 시스템 유지를 위해 예외처리 기술을 적용하였으며, 예외처리 내용은 통신 오류의 알림을 적용하였다. 태양광의 경우 데이터 수집 업무만 존재하기 때문에, 통신 체크 이후 데이터 수집 명령을 수행한다. 이후 응답받은 수집 데이터를 복호화 하고, 수집 항목별 데이터 분리를 진행한다. 분리가 완료된 데이터는 데이터 단위에 따라 각각의 연산 과정을 거쳐 최종 데이터를 산출하여 모니터링 및 데이터 저장에 활용된다.

태양광 인버터 통신 모듈의 세부 구현 내용은 다음과 같다.

#### 3.2 전력변환장치(PCS) 통신 프로토콜 수집 및 구현

전력변환장치(PCS) 통신 사양에 대한 내용은 표 3와 같다.

표 3. 전력변환장치 통신 사양  
Table 3. Power converter communication specification

item	Contents
Communication method	ModbusTCP
Dat Format	uint16 / bit
IP	192.068.0.101(Customizable)
port	502
ID	4
Read	0x03
Write	0x06 / 0x10

전력변환장치의 경우 ModbusRTU 통신을 지원하였다. 네트워크를 통한 데이터 수집을 수행하기 위해 TCP 컨버터 장비를 활용하여 ModbusTCP 통신을 만족하였고 이를 통해 네트워크 데이터 수집 및 제어 기술을 구현하였다.

전력변환장치 통신 모듈 구성도는 그림 3과 같다.

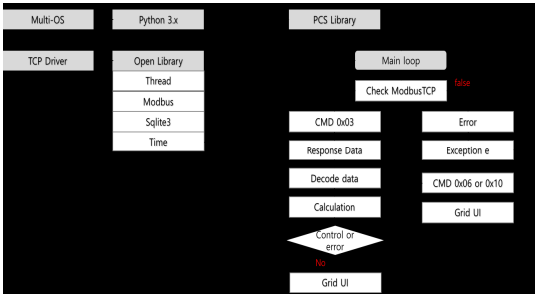


그림 3. 전력변환장치 통신 모듈 구성도

Fig. 3 Power conversion device communication module configuration diagram

개발한 전력변환장치 통신 라이브러리는 태양고아인버터 통신 모듈과 같이 Thread, Sqlite, time 모듈을 포함하고, 통신 방식이 상이한 Modbus 모듈을 포함한다. 그림 3과 같이 전력변환장치 라이브러리의 프로세스가 수행되는데, 최초 프로세스는 통신 여부 프로세스가 수행된다. 통신 체크 과정에서 예외처리는 태양광인버터와 동일하게 적용되었다. 통신이 정상일 경우, 데이터 수집 명령을 수행하게 되는데, 수집 명령의 function code는 0x03으로 Read Holding Resgisters를 적용하여 복수의 어드레스 데이터를 수집하였다. 수집 데이터는 Decode 과정과 연산 과정을 통해 데이터화 하였고, 수집 내용을 저장하거나 UI 구성에 활용된다. 수집 데이터 중, 예러가 존재할 경우 0x06(write single register) 또는 0x10(multiple Registers)를 통해 설비 운영정지 명령을 수행하여 사고를 방지한다. 제어 명령 또한 수집과정에서 감지가 가능하여, 수집 데이터를 기반하여 제어 명령 또한 수행한다.

### 3.3 배터리(BMS) 통신 프로토콜 수집 및 구현

배터리(BMS) 통신 사양에 대한 내용은 표 4와 같다.

표 4. 배터리(BMS) 통신 사양  
Table 4. Battery (BMS) communication specification

item	Contents
Communication method	ModbusTCP
Dat Format	unsigned int16 /signed int 16 / bit
IP	Customizable
port	502
ID	3
Read	0x04

배터리의 경우 수집 데이터가 BMS 종합, 랙별, 모듈별 상태정보 등 다양하고 방대한 데이터가 존재한다. 이에 따라 한번에 여러 어드레스의 데이터를 수집하더라도 한계가 존재하기 때문에 한 회차의 쓰레드에서 몇 번의 수집 과정이 요구된다.

배터리(BMS) 통신 모듈 구성도는 그림 4와 같다.

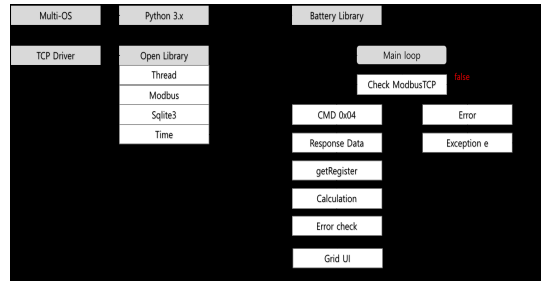


그림 4. 배터리 통신 모듈 구성도

Fig. 4 Battery communication module configuration diagram

배터리의 데이터 수집 과정은 한번의 메인루프 내에 0x04 명령을 4회 진행하였다. 4회 진행 후 수집된 데이터를 모든 항목에 맞도록 분리하고 연산처리를 하여 실측 데이터를 도출하였고, 연산과정은 데이터 간 연산을 통해 새로운 데이터 생성 과정이 포함된다. 배터리의 경우 사고 위험율이 높음에 따라 에러 체크 과정에서 예러가 발생할 시 해당 모듈 또는 랙에 대한 즉각 운영정지가 가능하도록 에러처리 과정에 정지 제어 명령을 포함한다.

### 3.4 전력계측기 통신 프로토콜 수집 및 구현

전력 계측기 통신 사양에 대한 내용은 표 5와 같다.

표 5. 전력계측기 통신 사양

Table 5. powermeter communication specification

item	Contents
Communication method	ModbusTCP
Dat Format	float 32
IP	Customizable
port	502
Function Code	4
Read	0x04

전력계측기의 경우 RS232/485 및 ModbusRTU 통신을 모두 지원한다. 네트워크를 통한 데이터 수집을 수행하기 위해 TCP 컨버터 장비를 활용하여 ModbusTCP를 통해 네트워크 데이터 수집을 구현하였다.

전력 계측기 통신 모듈 구성도는 그림 5와 같다.

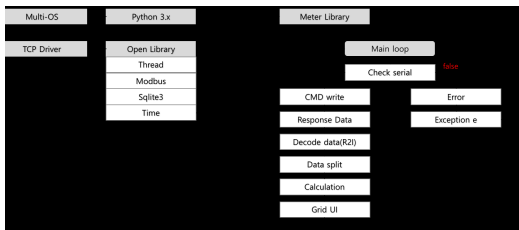


그림 5. 전력 계측기 통신 모듈 구성도  
Fig. 5 Power meter communication module configuration diagram

전력계측기의 경우에도 태양광인버터와 같이 데이터 수집만을 요구한다. 단, 데이터 형식이 다른 설비들과 많이 상이한 구조로 되어 있다. 데이터의 크기가 타 설비에 비해 크게 구성되어 있고, 이에 따라 형태가 더블워드 형태로 구성되어 있다. 더블워드를 구성하기 위해 하나의 데이터를 표시할 때, 2개의 어드레스가 요구된다. 따라서 기본적으로 Multi-Read를 수행해야 하며, 출력된 데이터 그대로 연산하여 사용할 수 없다. 더블워드를 실측 데이터로 변환하기 위해 2개의 어드레스 데이터를 놓고 R2I 기법을 사용하여 실측 데이터를 출력하였다. 출력된 데이터는 데이터

저장 및 UI 구성에 활용하였다.

### IV. 시뮬레이션 결과

본 개발 시스템의 정상운영 가능 여부를 확인하기 위해 ESS가 설치된 태양광발전소를 통해 운영 테스트를 진행하였다. 공장운영에 사용되는 태양광 연계 ESS를 통해 테스트를 진행하였으며 ESS설치 현장에 독립형 PMS를 설치하여 운영테스트를 진행하였으며, 설치 및 운영 환경은 표6과 같다.

표 6. 운영 환경

Table 6. Operating environment

item	contents (volume)	communication
PV	32kWh	-
PCS	20kWh	modbusTCP
Battery	76kWh	modbusTCP
power metter	gi-mac	modbusTCP
PV Inverter	-	RS-485

#### 4.1 태양광 인버터 데이터 송수신 결과

태양광 인버터 데이터 송·수신 패킷 구성은 응답 패킷의 요구 조건이 되는 요청 패킷은 HEADER와 CMD와 HEADER는 패킷 시작의 SOP와 대상 CODE, ID 값으로 구성있으며 CMD는 모니터링 정보의 확인을 위한 명령어로 구성하여 표 7과 같은 결과 값을 도출하였다.

표 7. 태양광 인버터 데이터 송·수신 패킷  
Table 7. Photovoltaic inverter data transmission / reception packet

	HEADER			CMD		
	SO P	CO DE	ID	Opti on1	Opti on2	Addr ess
Name						
Size (byte)	1	1	3	1	1	1

**4.2 전력변환장치(PCS) 데이터 송수신 결과**

전력 변환장치 데이터 송수신을 위한 ModbusTCP 구현을 위해 허브와 연동하여 전력변환장치의 IP와 포트 설정이 요구되므로 전력변환장치의 명령어는 읽기(Read)와 쓰기(Write)로 구성되어 있으며, 읽기의 경우 Read Holding Register(0x03) 명령어를 통해 데이터를 수집하고, 쓰기의 경우 단일 제어 또는 설정 명령어로 Write Register(0x06), 복수 제어 또는 설정 명령어로 Multi-Write Register(0x16)를 통해 표 8과 같이 전력 변환장치를 제어한다.

표 8. 전력 변환장치 데이터 송수신 패킷  
Table 8. Power conversion device data transmission / reception packet

item		Contents
Read (0x03)	Request	5A 16 00 00 00 06 04 03 23 28 00 28
	Response	5A 16 00 00 00 53 04 03 50 00 64 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 04 03 50 00 64 00 00 00 00 5A 16 00 00 00 00 04 03 50 00 64 00 00 00 00 5A 16 00 00 00 53 04 03 50 00 64 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
Write (0x06)	Request	5A 66 00 00 00 00 06 04 06 23 46 00 01
	Response	5A 66 00 00 00 06 04 06 23 46 00 01
Multi-Write (0x10)	Request	5B 4D 00 00 00 00 00 00 02 04 00 01 00 08
	Response	5B 4D 00 00 00 06 04 10 23 46 00 02

**4.3 배터리 데이터 송수신 결과**

배터리 데이터 송수신을 위한 ModbusTCP 구현을 위해 허브와 연동하여 BMS의 IP와 포트 설정이 요구되며 명령어는 읽기(Read)로 구성되어 있으며, Input Register (0x04) 명령어를 통해 데이터를 수집할 수 있다.

또한 ESS에서 요구되는 데이터 항목에 대한 수집

명령어를 통해 배터리 상태정보를 수집하며 배터리 Rack 별 세부 모듈 정보를 수집할 수 있으며, 세부 항목에 대한 상태정보 체크를 통해 모듈 별 정상여부 파악하여 표 9와 같은 결과 값을 도출하였다.

표 9. 배터리 데이터 송수신 패킷  
Table 9. Battery data transmission / reception packet

item		Contents
Read (0x04)	Request	5A 16 00 00 00 06 04 03 23 28 00 28
	Response	5A 16 00 00 00 53 04 03 50 00 64 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 04 03 50 00 64 00 00 00 00 5A 16 00 00 00 00 04 03 50 00 64 00 00 00 00 5A 16 00 00 00 53 04 03 50 00 64 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

**4.4 전력 계측기 통신 데이터 송수신 결과**

전력계측기 통신 데이터 송수신을 위한 ModbusTCP 구현을 위해 허브와 연동하여 전력계측기의 IP와 포트 설정이 요구된다.

또한 전력계측기의 명령어는 읽기(Read)로 구성되어 있으며, Input Register (0x04) 명령어를 통해 데이터를 수집할 수 있으며 태양광 발전의 (실시간 발전, 금일 발전, 누적발전량) 유효전력에 대한 데이터를 수집하며 이를 기반으로 실제 발전량을 체크 하여 표 10과 같은 결과값을 도출 하였다.

10. 전력 계측기 데이터 송수신 패킷  
 Table 10. Power meter data transmission / reception packet

item		Contents
Read (0x04)	Request	4B 64 00 00 00 06 04 03 23 28 00 28
	Response	4B 64 00 00 00 53 04 03 50 00 64 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 04 03 50 00 64 00 00 00 00 4B 64 00 00 00 00 04 03 50 00 64 00 00 00 00 4B 64 00 00 00 53 04 03 50 00 64 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

### V. 결 론

본 논문에서는 태양광 발전 ESS 현장에 적용될 독립형 PMS를 제안하였으며 독립형 PMS를 적용하고 외부 WAS 및 데이터 스토리지를 구축하여 EMS를 운영이 가능하며, 이는 개정안에 만족할 수 있다. 또한, 기존 EMS 시스템의 기능적 분리를 통하여 시스템의 전문성 향상 및 경량화 하였다. 이를 통하여 기존 ESS의 통신 및 기술 신뢰성 향상과 ESS 운영에 대해 전반적인 문제점을 해소 가능 시스템을 설계하였다. 이를 통해 사고에 대한 원인 분석, 신속한 상황 대응이 가능할 뿐만 아니라 효율적인 관리와 부하에 따른 성능저하, 발열, 통신장애등 다양한 문제점을 해소할 수 있어 신뢰성을 향상 시킬 수 있으며 효율적인 에너지 관리 시스템을 통하여 경제적 손실 최소화, 안정적인 전력서비스를 통한 고객 만족도 향상, 지역 산업 발전, 국내 전력 IT 산업 발전 및 경쟁력, 에너지 불균형 현상 기여가 가능할 것으로 예상된다.

### 감사의 글

본 논문은 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 광역협력권산업육성사업으로 수행된 연구결과입니다.

### References

- [1] J. Joo, J. Oh, and Y. Lee, "ESS connected PV monitoring system supporting redundant communications," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 1, Feb. 2018, pp. 29-33.
- [2] J. Joo and J. Oh, "Efficient Grid-Independent ESS Control system by Prediction of Energy Production Consumption," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 1, Feb. 2019, pp. 155-160.
- [3] H. Kim "A Study on ESS-based Clean Energy, Smart Home IoT Platform," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 1, Feb. 2018, pp. 29-34.
- [4] J. Oh "Power Control Method of ESS for Improvement of Power Quality in Distribution System with Renewable Energy Sources, Master's Thesis, Chungbuk National University Graduate School, 2016.
- [5] J. Hong, "Operation Algorithm of Energy Storage System based on Real-Time Load Pattern," Doctoral thesis, Soongsil University Graduate School, 2016.
- [6] Y. Jeong, "Smart grid integrated power control system based on ESS distributed control," *Korea Patent*, no. 10-1545060, Aug. 10, 2015.
- [7] J. Park, "Study on Energy Storage System for Optimum Grid Connection Based on PV System," Doctoral thesis, Department of Energy Engineering, Graduate School of East China University, 2015.
- [8] J. Park "The cause of the ESS fire accident is this," *Small Business Today Internet News*, Aug. 16, 2018.
- [9] G. Lee "ESS fire due to overcharging, Is it a data problem? Is cell failure a problem?," *industry Internet News*, Jan. 16, 2019.
- [10] Criteria for electrical equipment technical



standards (electrical equipment), Ministry of Trade and Industry no. 2018-102, Mar. 9, 2018.

## 저자 소개



### 오 흥 근(Hong-Geun Oh)

2014년 동신대학교 디지털콘텐츠학과 졸업(공학사)  
2016년 호남대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)  
2019년 호남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사수료

2013년~2015년 (주)동하테크 기술연구소

2015년~2017년 (주)레몬소프트 연구지원부서

2017년~2019년 (주)비온시이노베이터 기술연구소

※ 관심분야 : 멀티미디어 통신시스템, 멀티미디어응용



### 김철원(Chul-Won Kim)

1997년 광운대학교 (공학박사)  
1988년~현재 호남대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야: XML 응용, 멀티미디어 정보검색, 멀티미디어 정보처리 및 응용멀티미디어 정보통신

