

# 가정용 ESS 상호운용성 확보를 위한 연동 게이트웨이에 대한 연구

윤정미<sup>°</sup>, 이상학<sup>\*</sup>

## Study on Interoperability Gateway for Home ESS

Jungmee Yun<sup>°</sup>, Sanghak Lee<sup>\*</sup>

### 요약

현재 가정용 ESS의 활용은 초기단계이나 유럽, 북미, 일본등을 중심으로 시장이 빠르게 형성되고 있다. 아직까지 ESS의 경우 표준통신 프로토콜이 적용되지 않아, 제조사의 독자적 기술과 포털을 통해 상태모니터링 및 제어를 수행하는 것이 일반적이다. 향후 스마트홈 시장의 확대에 대비하기 위해서는 상호운용성을 보장하는 가정용 ESS기술 개발이 필수적이며, 본 논문에서는 기존 SEP 2.0프로토콜을 기반으로 ESS의 상호운용성을 보장하기 위한 연동규격을 제안하고, 이를 적용한 ESS연동게이트웨이를 개발하여 본 기술의 적정성을 검증·제안한다.

**Key Words** : Home-ESS System, Smart Home, SEP 2.0, Interoperability, Energy Efficiency

### ABSTRACT

Today, ESS is being used in the early stage, but the market is rapidly developing in Europe, North America and Japan. Since standard communication protocols do not yet apply, it is common to perform state monitoring and control through the manufacturer's proprietary technology and portals. In order to prepare for the expansion of the smart

home market in the future, it is essential to develop home ESS technology that ensures interoperability.

In this paper, we propose Interoperability specification to guarantee interoperability of ESS based on existing SEP 2.0 protocol. We develop and verify the ESS Interoperability gateway.

### I. 서론

ESS(Energy Storage System)는 일반적으로 배터리(BMS: Battery Management System), 전력변환장치(PCS, Power Conditioning System), PMS(Power Management System)로 구성되며, 공급 시슬망으로 보았을 때 각기 다른 제조사에서 모듈을 개발하고 이를 ESS 완성업체에서 조립하여 최종 생산품을 완성하는 구조이다. 내부 구성 요소간 상호운용성 확보를 위한 노력과 더불어 최종 완성품인 가정용 ESS와 홈 에너지관리시스템(HEMS, Home Energy Management System)과 같은 외부운용시스템과의 정보인터페이스 규격마련이 시급하다.

본 논문에서는 가정용 ESS와 홈 에너지관리 시스템간 표준기반 정보인터페이스를 제안하여, 다양한 모델의 ESS와 HEMS간 연동이 용이하기 위한 기반기술을 마련하고, 또한 기존 시스템에 이를 쉽게 적용하기 위한 상호운용성을 제공하는 SEP 2.0 연동 프로토콜 게이트웨이를 개발·시험하고자 한다.

### II. ESS-EMS 서비스모델 분석

가정용 ESS의 경우, 일본, 유럽, 북미 등 해외에서는 신재생 연계용, 전력가격 차익에 따른 피크 저감용으로 사용되고 있으나 국내에서는 아직 시장이 활성화되지 못하고 있다. 가정용 ESS-EMS의 서비스모델은 EMS없이 단독으로 사용하는 모델과 HEMS와 연계하여 수요 반응 등에 참여하는 모델로 구분해볼 수 있다. 국내 제품의 경우 외부 HEMS시스템과 연동할 수 있는 정보인터페이스를 갖추고 있지 않거나 제품 독자적 프로토콜로 제공하고 있는 실정이다. 이에 본 논문에서는 ESS의 표준정보인터페이스로 활용 가능한 SEP(Smart Energy Profile) 2.0 표준 프로토콜을

※ 본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(No. 20161220100230)

•° First Author and Corresponding Author : (ORCID:0000-0001-9099-3736)Korea Electronics Technology Institute, Energy IT Convergence Research Center, Convergence System R&D Division, yunjm@keti.re.kr, 정희원

\* (ORCID:0000-0002-3072-1525)Korea Electronics Technology Institute, Energy IT Convergence Research Center, Convergence System R&D Division, sanghaklee88@keti.re.kr, 정희원

논문번호 : 201806-C-022-LU, Received June 25, 2018; Revised July 2; Accepted July 2, 2018

준용하며, 기존 독자프로토콜의 ESS를 표준정보 인터페이스와 연동할 수 있는 게이트웨이를 제안하고 이를 통해 시스템의 상호운용성을 확보하는 방안을 마련한다.

### III. SEP 2.0기반 연동 게이트웨이 설계

#### 3.1 SEP 2.0 정보 인터페이스 설계

SEP 2.0 표준 프로토콜의 기능은 Function Set단위로 정의되어 있으며, 각각의 Function Set 내의 Resource 및 Attribute로 표현된다. Function Set 및 Resource, Attribute는 고유한 URI를 가지고 있으며 HTTP Method를 활용해 REST 기반의 XML Interface가 가능하다. 각 Function Set별로 정의하고 있는 기능이 다르기 때문에 우선, ESS를 상위 HEMS 시스템과 연동하기 위한 필수 기능 셋을 정의하고, 이를 SEP 2.0와 매핑(Mapping)하는 것이 필요하다.<sup>[1]</sup>

ESS의 필수 기능셋 정의를 위해 기존 ESS 제품 분석 및 국내 단체표준인 SPS-SGSF-045-1-4(전기저장장치-제4부: 전기저장시스템 정보교환 요구사항)의 정보모델에서 제안하고 있는 가정용 ESS 유스케이스를 기반으로 기능을 정의하였다.<sup>[2]</sup>

기능은 크게 상태·계측정보 조회, ESS 제어명령처리, 수요반응 연동, 오류이벤트 보고 4개의 카테고리로 구분할 수 있으며 세부적인 ESS의 기능을 다음 표 1과 같이 정의하였다. 또한 세부적으로 이를 SEP 2.0 항목과 연동하기 위해 정보 인터페이스를 규격화하였다. HEMS와 PCS/ESS와의 양방향 통신 및 연동을 위해 관련 데이터를 SEP 2.0 항목 중 Distributed Energy Resources Function Set 내 DER Resource의

표 1. 상호운용성을 고려한 ESS 필수 기능셋 정의  
Table 1. Definition of ESS essential feature set considering interoperability

기능 카테고리	세부기능
상태·계측 정보조회	PCS 충방전 상태조회
	충방전량 조회
	배터리 운용상태 조회
	PCS 동작모드
제어명령 처리	PCS 충방전 상태제어
	ESS운전모드 제어
수요반응 연동	수요반응 참여제어
오류이벤트 보고	인버터 오류 이벤트 보고
	상용 계통연계 오류 이벤트 보고
	배터리 오류 이벤트 보고

표 2. SEP 2.0 매핑테이블  
Table 2. SEP 2.0 Mapping Table

기능	SEP Class
배터리 연결 상태	DERStatus.storConnectStatus
PCS 정지/운전	DERStatus.inverterStatus
PCS 충방전모드	DERStatus.storageModeStatus
PCS 운전모드	DERStatus.manufacturerStatus
SOC	DERStatus.stateOfChargeStatus
오류보고	DERStatus.manufacturerStatus
인버터과전류	DERStatus.manufacturerStatus
계통 과전압	DERStatus.manufacturerStatus
계통 저전압	DERStatus.manufacturerStatus
계통 주파수상승	DERStatus.manufacturerStatus
계통 주파수하강	DERStatus.manufacturerStatus
계통 단독운전검출	DERStatus.manufacturerStatus
인버터 직류과전압	DERStatus.manufacturerStatus
배터리 과전압	DERStatus.manufacturerStatus
배터리 과전류	DERStatus.manufacturerStatus
배터리 저전압	DERStatus.manufacturerStatus
배터리 과열	DERStatus.manufacturerStatus
컨버터 과전류	DERStatus.manufacturerStatus

Attribute에 매핑(Mapping)하여 개발을 수행하였다.

PV의 발전량 및 ESS의 충·방전량 등의 정보 수집은 각각 매핑된 URI에 HTTP GET Method로 접근할 수 있도록 개발되었으며, SEP 2.0 서버는 Client가 요청하는 URI의 주소에 따라 각각의 정보를 SEP 2.0에 정의된 XML 데이터 포맷으로 Client에게 응답메시지로 전달한다. 아래 표 2는 ESS의 각 세부기능에 대한 SEP Class 매핑(Mapping)값을 나타낸다.

앞서 기술한 것과 같이, SEP에서 Function Set 및 Resource, Attribute는 고유한 URI를 가지고 있으며 HTTP Method를 활용해 REST 기반의 XML Interface가 가능하다. 본 연구에서 정의 및 개발한 함수와 URI는 다음 표 3과 같다.

표 3. 에너지저장시스템 함수 구분 및 URI  
Table 3. Energy storage system function classification and URI

함수	HTTP Method	URI
DER Status	GET	/edev/1/der
ESS Status	GET	/edev/1/der/0/ders
ESS Setting	PUT	/edev/1/der/0/ders

3.2 SEP 2.0 연동 게이트웨이 개발 및 동작시험  
본 연구 실증을 위해 3.3kWh급 가정용 ESS를 제작하였다. 제작된 ESS의 경우, PV가 단독으로 계통에 연계되는 것을 제한하며, 이는 고품질의 전력을 ESS를 통해 정제하여 계통에 공급하기 위함이다. 그러나 ESS가 방전동작을 수행하는 경우에도 PV를 통해 발전되는 전력이 ESS를 충전하거나 ESS를 통하여 계통에 전력을 공급하게끔 설정하였다.

개발된 ESS 시제품은 PCS, BMS, 제어보드로 구성되며, BMS와 PCS에서 수집되는 데이터는 제어보드로 전송되며, 각각 CAN과 Modbus 프로토콜을 사용한다.

또한 제어보드에 수신된 데이터를 외부로 송신하거나 스마트 홈 제어모듈로부터 제어명령을 받는 경우, 분산형 전원 표준 프로토콜인 SEP 2.0 연동 게이트웨이를 통해 표준정보 인터페이스로 연동되도록 구성하였다.

이를 위해 가정용 ESS에서 주로 사용되는 CAN, Modbus 프로토콜을 SEP 2.0 표준 프로토콜로 변환해주는 SEP 2.0 연동 게이트웨이를 개발하였다. 게이

트웨이는 라즈베리파이를 사용하여 구현하였으며, 연동 시스템 구조도는 아래 그림 1과 같다.

SEP2.0 연동 게이트웨이는 ESS의 제조사에서 사용되어지는 CAN, Modbus 프로토콜을 SEP 2.0으로 변환시켜주며, 외부 HEMS등의 서비스에 대응하기 위한 ESP 2.0 서버의 기능을 수행한다.

본 연구에서 게이트웨이는 라즈베리파이 HW를 활용하여 구현하였다. 본 연구에서 정의한 SEP 2.0기반 에너지저장장치 함수 및 HTTP Method를 활용해 개발하였으며, 다음과 같이 HTTP 기반 SEP 2.0 XML 표준을 이용하여 기능호출 및 설정이 가능하다.

아래 그림 2는 REST 기반의 XML Interface를 사용하여 SEP 2.0 게이트웨이에 ESS의 동작상태 제어를 수행한 결과를 나타낸다.

#### IV. 결론

본 연구에서는 HEMS와 가정용 ESS구성 기기 간 개방형 연동을 위해, 에너지 디바이스 간의 상호운용성 제공하는 SEP 2.0연동 게이트웨이를 개발하였다. 이를 위해 기존 ESS 제품에서 다양한 스마트홈 기기의 상호운용성 확보를 위해 필요한 ESS 필수 기능을 정의하고 이를 SEP 2.0 프로토콜과 연동하기 위한 프로토콜 매핑을 제안하였다. 또한 동작시험을 통해 기존 ESS적용에 대한 적정성을 검증하였으며, 향후 가정용 ESS 최적운전 및 에너지 자립형 홈 구축을 위한 연구를 진행하고자 한다.

본 논문에서 제안하는 SEP 2.0 표준 프로토콜 기반 에너지 관리 시스템과 프로토콜 게이트웨이의 기술 개발을 통해 시장에 출시된 비표준 프로토콜의 ESS, PV, 스마트 기기를 표준기반으로 연동하고, 이를 통해 효율적인 통합 에너지 관리환경을 구축할 수 있는 기반을 마련한다.

#### References

- [1] M.-Y. Choi, J.-K. Lee, and K.-H. Lee, "An interoperable mapping model between SEP 2.0 & OpenADR 2.0b for ICT grid convergence," *J. Korea Convergence Soc.*, vol. 8, no. 8, pp. 41-49, Aug. 2017.
- [2] Korea Smart Grid Association, *Electrical Energy Storage System — Part 4 Information Exchange Requirements of Electrical Energy Storage System*, SPS-SGSF-045-1-4, May 2016.

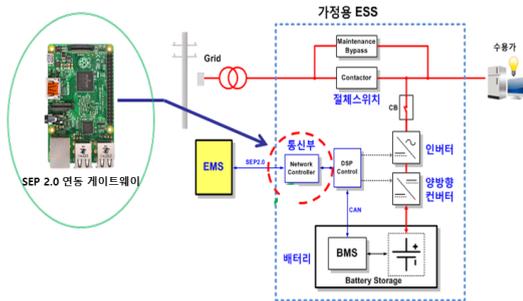


그림 1. 가정용 ESS 시스템 구조도  
Fig 1. Home ESS system System Structure

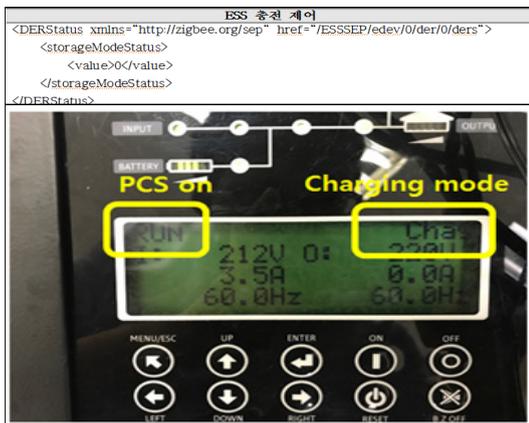


그림 2. ESS 충전명령 제어(上) 및 결과화면(下)  
Fig. 2. ESS charge command control(Top) and result screen(Bottom)