

PV, ESS 를 활용한 SEP 2.0 기반의 HEMS 개발

김병민*, 이상학**, 조성호*

*한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

**전자부품연구원 에너지 IT 융합연구센터

e-mail : kbm6954@hanyang.ac.kr, shlee@keti.re.kr, dragon@hanyang.ac.kr

Development of Smart Energy Profile(SEP)2.0 Based Home Energy Management System(HEMS) for Photovoltaic(PV), Energy Storage System(ESS)

Byung Min Kim*, Sang Hak Lee**, Sung Ho Cho*

*Dept. of Electronic and Computer Engineering, Hanyang University

**Energy IT Convergence Research Center, Korea Electronics Technology Institute

요 약

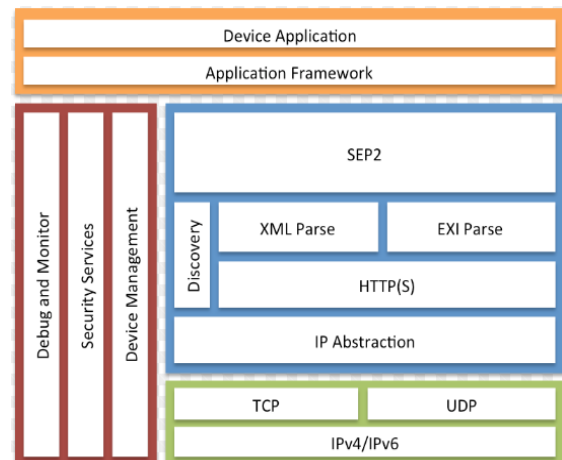
최근 에너지 시장의 흐름은 공급위주에서 효율위주로 이동함에 따라 가정 내에서 스마트 그리드와 연동하고 태양광 및 에너지저장시스템을 활용한 에너지 관리 시스템 기술에 대한 연구와 개발이 활발히 진행되고 있다. 하지만 시중에서 판매되는 제품은 인터페이스를 갖추고 있지 않거나 제조사별 독자 프로토콜 사용으로 인한 기존 홈 네트워크와 호환성 문제를 가지고 있다. 본 논문에서는 호환성 향상을 위한 SEP2.0 기반의 홈 에너지 관리 시스템 개발과 에너지관리 스케줄링에 대해 기술하고자 한다.

1. 서론

국내에서 발생한 2011년 9.15 대규모 정전사태 이후 제한송전에 대비한 비상전원장치와 예비율 확보를 위한 침두부하 보상시스템의 필요성이 제기되고 있으며 정부의 에너지 신사업 정책에 따라 에너지 저장 시스템(이하 ESS) 및 태양광(이하 PV) 발전시스템의 시장수요가 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 스마트 그리드와 연동하고 가정의 ESS, PV, 전력사용량 데이터를 수집, 에너지 사용의 효율향상을 위한 홈 에너지 관리 시스템(이하 HEMS)이 주요 이슈가 되고 있으나 ESS, PV 및 전력 계측기의 제조사별 독자 프로토콜 사용으로 인한 호환성 문제를 가지고 있다. 본 논문에서는 호환성 향상을 위해 SEP(Smart Energy Profile) 2.0 표준에 따른 ESS, PV 인터페이스 개발, 홈 에너지 현황정보 제공하고 전력사용량, PV, ESS 를 활용해 가정의 에너지 사용 효율을 증대하는 홈 에너지 관리 시스템 개발에 대한 내용을 기술한다.

2. 본론

Smart Energy Profile 2.0(이하 SEP 2.0)은 Zigbee Alliance 에서 제정한 응용프로그램 계층의 프로토콜로 응용프로그램 간 스마트 에너지 관련 데이터 및 에너지 관련 디바이스(PV, ESS, EV 등) 제어, 모니터링 정보를 수집하기 위한 Web 기반의 REST, XML 인터페이스를 정의한 표준이다.



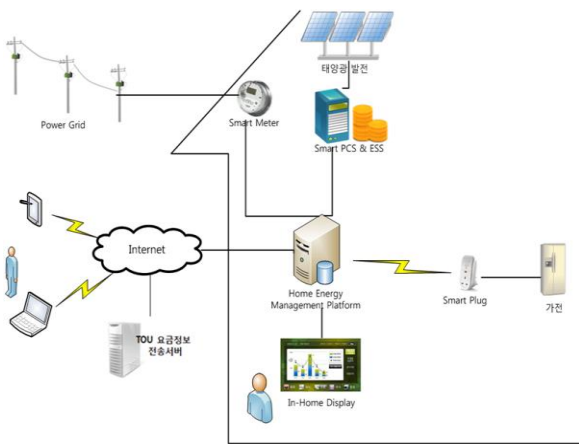
(그림 1) SEP 2.0 Software Stack

PV, ESS 의 상태정보를 모니터링 하기 위해 라즈베리파이 플랫폼에서 SEP2.0 Server 를 개발하였다. SEP2.0 Server 는 각 디바이스와 물리적 통신으로 수집한 정보를 데이터베이스에 저장하고 표준에 정의된 PV, ESS 관련 Function Set, Attribute 구조에 따른 고유 URI 를 API 로 제공한다. HEMS 는 각 URI 에 HTTP GET 을 통해 상태정보를 XML 응답으로 수신한다. HEMS 는 현재 가정의 에너지현황 정보를 통해 ESS 의 정책을 결정, XML 형식의 제어 메시지로 구성하여 SEP 2.0 Server 의 제어 URI 에 HTTP POST Payload 로 전송한다.

```
Request
  http://183.99.103.196:8089/upt/1/mr/1/r
  <Reading href="/upt/1/mr/1/r" xsi:schemaLocation="http://zigbee.org/sep.../sep.xsd">
    <value>88</value>
    <localID>1</localID>
  </Reading>
```

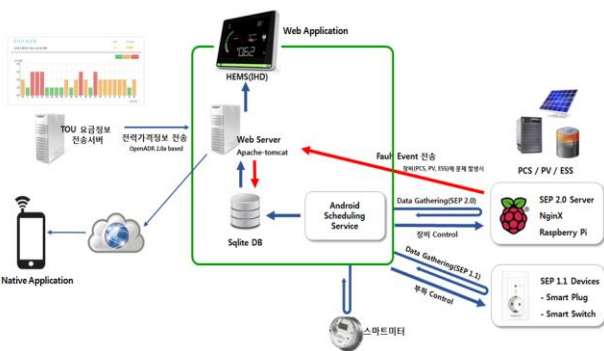
(그림 2) SoC(State of Charge) URI 및 응답메시지

가정의 에너지 효율 측면에서 현재 전력사용량은 가장 주요한 데이터이다. HEMS 는 정확한 전력사용량 수집을 위해 스마트플러그, 스마트미터의 데이터를 사용하며 ESS, PV 와 SEP 2.0 기반의 인터페이스를 수행한다. 또한, 외부 네트워크를 통해 사용자에게 에너지 현황정보를 제공한다.



(그림 3) HEMS 네트워크 구성도

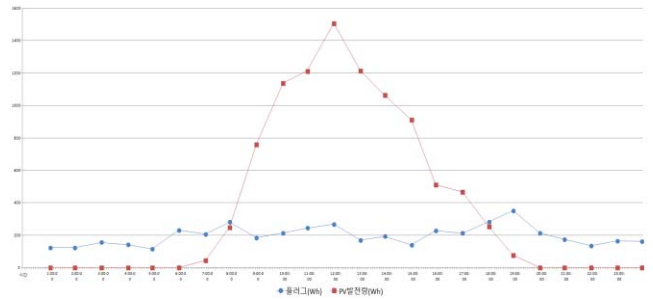
HEMS 는 내부적으로 Scheduling S/W 와 UI 를 제공하기 위한 Web Server 가 구동된다. Scheduling S/W 는 가정의 전력사용량과 ESS, PV, PCS 로 부터 상대정보를 5 분에 한번씩 수집한다. 상태정보 및 시간대에 따라 ESS 의 충/방전 정책을 결정하고 현황정보와 제어로그를 데이터베이스로 구성한다. Web Server 는 데이터베이스를 참조하여 사용자에게 현재 가정의 에너지 현황 정보를 UI 로 제공한다.



(그림 4) HEMS 의 S/W 연동구조

Scheduling S/W 는 크게 두 가지의 ESS 정책을 결정한다. 야간 ESS 정책은 낮 시간 계통 침투부하 분산

을 목적으로 부하가 적은 새벽시간에 ESS 를 미리 충전하는 정책이다. 주간 ESS 정책은 PV 발전이 불가능한 기상조건이나, 저녁시간에 가정의 전력사용량에 따라 ESS 의 방전을 전력단위로 최적 제어한다. 주간의 PV 발전량이 현재 전력사용량보다 클 경우 PV 발전으로 가정부하를 충당하고 여분의 전력을 충전한다.



(그림 5) 전력사용량 및 PV 발전량 패턴

테스트베드를 선정하고 본 논문에서 제안하는 시스템의 검증을 수행한 결과 한전 고지서상의 전력사용량이 작년 동월대비 약 81% 절감되었다.

<표 1> 실증사이트 한전 월별 고지서 전력사용량

2015년		2016년	
6월	176kWh	6월	168 kWh
7월	178 kWh	7월	182 kWh
8월	188 kWh	8월	35 kWh

3. 결론

현재 홈 네트워크에서 정의되지 않은 기기에 대한 호환성문제는 매우 중요한 이슈이다. 본 논문에서는 SEP 2.0 표준을 적용한 홈 에너지 관리시스템에 대한 개발내용과 ESS, PV 와 연동, 가정의 에너지 효율을 향상하는 에너지 관리 정책에 대해 기술하였다. 차후 전력 요금제에 계시별, 실시간 요금제가 도입될 경우 스마트 그리드와 연동, 부하분산을 통한 HEMS 의 사용에너지 절대량 절감, 에너지사용 효율증대효과는 더욱 커질 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구의 결과물로 제안된 논문입니다. (No. 20131020400900)

참고문헌

- [1] ALLIANCE, ZigBee; ALLIANCE, HomePlug. Smart energy profile 2 application protocol standard. 2013.
- [2] HAN, Dae-Man; LIM, Jae-Hyun. Smart home energy management system using IEEE 802.15. 4 and zigbee. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2010, 56.3: 1403-1410.
- [3] HAN, Dae-Man; LIM, Jae-Hyun. Design and implementation of smart home energy management systems based on zigbee. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2010, 56.3: 1417-1425.