



## **Private residential solar energy Monitoring network system development**

**Byoung-Chan Jeon<sup>1</sup>, Huong-Sun Lim<sup>2</sup>, Sang-Jeong Lee<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Broadcast Smoke, Chungwoon University*

<sup>2</sup>*Division of Company AndBut R & D Center*

<sup>3</sup>*Department of Computer Science Engineering Soonchunhyang University*

### **ABSTRACT**

Recently IT fusion technologies have been developed for efficient consumption of energy. The development of these technologies makes the synergy of IT technology and traditional technology. Smart home services contribute to not only saving energy but also controlling energy consumption, monitoring of user-centric, integrated control system that combines renewable energy and technology. This technology is expected to an essential fact to each home for satisfying the quality of life and convenience to the users. In this research paper, we apply solar power generation to offer smart home services which makes users a high quality of life and ease. The data obtained by solar energy facilities makes user to monitor produced energy, electricity power status and equipment status. So that you can determine the rates calculated through the use of power. These informations visualize the benefits that can be obtained from the solar power plant and establish indicators for power usage of user-centered information. Also by constructing a framework which is not dependent on the platform and language data, makes a variety of service applications. In this paper, we provide information to the user by implementing applications using smartphone. Integrated system designed to manage a large number of home power systems, the central monitoring center is capable of handling bulk services. Integrated system designed to manage a large number of home power systems, the central monitoring center is capable of handling bulk services.

© 2015 KKITS All rights reserved

**KEYWORDS :** Smart home services , renewable energy, solar power generation, home power systems, electricity power

**ARTICLE INFO:** Received 15 May 2015, Revised 12 June 2015, Accepted 12 June 2015.

\*Corresponding author is with the Department of Computer science & Engineering, Soonchunhyang University, 22 Soonchunhyang-ro Sinchang-myeon,

Asan-city Chungnam, 302-715, KOREA.  
*E-mail address:* sjlee@sch.ac.kr

## 1. 서론

최근 정보통신기술의 가장 큰 이슈는 IT 융합이다. IT 융합은 현존 IT 기술을 다른 산업 기술과 융합하여 제품의 최신화, 서비스의 혁신 등 새로운 부가가치 창출을 목적으로 한다. 그중 스마트 그리드는 지능형 전력망을 뜻하는 것으로 기존의 전력망 시스템과 IT기술을 융합하여 전력공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환하고 에너지 효율을 최적화 하는 전력망이다[1-2]. 스마트 그리드는 단순히 기존의 전력망 시스템에 대한 변화가 아닌 생산, 배송, 소비까지 모든 구성요소들의 변화를 의미하며 (재)한국스마트그리드사업단에서 분류한 5개 분야로 지능형 전력망, 지능형 소비자, 지능형 운송, 지능형 신재생, 지능형 전력서비스로 나누어진다. 이중 지능형 소비자는 현재의 단방향, 폐쇄적 에너지 공급에서 벗어나 AMI 기반의 양방향 에너지 종합관리 시스템을 홈에 구축하여 이를 통해 에너지를 절약한다.

우리나라는 세계에서 8번째( '2010년 기준' )로 많은 양의 에너지를 소비하는 국가이며 사용 에너지의 해외 의존도 또한 상당히 높다[3]. 에너지 자원의 해외 의존성이 높아 오일피크와 같은 현상은 국가에 큰 경제적인 타격을 주기 때문에 에너지의 해외 의존성을 낮추고 자연 친화적인 에너지를 생산하기 위해서 신재생에너지에 대한 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 신재생 에너지 자원 중 태양광발전 산업은 2007년 이후 설치 사례가 급격하게 증가하고 있다. 정부에서도 관련 산업 육성을 위해서 산업용 설비에 설치비를 일부 지원해주며 그린 홈 100만호 보급 사업을 통해서 개인용 태양광 발전 설비에 대하여 지원해주고 있다. 태양광 산업은 풍력 발전과 함께 신재생에너지 중 주목받고 있는 분야로 국내에서는 정부와 기업이 함께 해당 분야 발전을 위해서 기술개발을 추진하고 있

다[4-5].

태양광 발전 산업 중 시스템 분야의 국내 업체 수는 2011년 기준으로 50여개업체로 관련 분야는 기술개발 보다는 서비스적인 측면이 강하다. 개인 주택에 태양광 발전 설비를 설치하는 사례가 많아지면서 관련 분야의 시장 규모는 점점 커지고 있지만 고객의 요구조건을 충족시킬만한 서비스 분야는 아직까지 미흡하다[6]. 하지만 정부의 지속적인 투자와 친환경 에너지 생산 장려는 지금보다 태양광 발전 산업을 더욱 활성화시키고 태양광 발전 설비 사용의 대중화를 유도할 것으로 예상된다. 이로 인해 많은 개인 주택에 태양광 발전 설비가 보급화 될 것으로 예상된다[7-10]. 이러한 가정주택 환경의 변화는 단순한 에너지 절약뿐만 아니라 사용자 중심의 에너지소비 및 감시, 제어 시스템을 통합한 스마트 홈 서비스의 형태로 보편적으로 자리 잡게 도와줄 것으로 예상된다[11]. 이는 사용자에게 높은 삶의 질과 편의성을 제공하고 새로운 미래 산업 분야로 귀추가 주목될 것으로 예상된다.

본 논문에서는 태양광 발전 설비와 전력량계를 통한 모니터링 시스템을 하나의 홈 전력 시스템으로 제안한다. 해당 홈 전력 시스템을 이용하여 태양광 발전 설비와 전력량계로부터 얻는 데이터를 실시간으로 사용자에게 서비스 어플리케이션을 통하여 전달한다. 이를 통해 사용자가 태양광 발전 설비를 통해 얻을 수 있는 이익 수치를 확인하고 전력소비에 참고할 수 있는 신뢰도가 높은 정보제공 시스템을 제안한다. 다수 홈 전력 시스템들은 중앙 관제 센터를 통해 제어된다. 또한 기존에 스마트 미터와 AMI가 구축되어있는 개인주택에 본 시스템을 적용하여 보다 기술적으로 향상된 홈 시스템을 구현한다.

## 2. 이론적 배경

## 2.1 태양광 발전

태양광 발전은 광전효과를 이용하여 태양의 빛 에너지를 전기에너지로 변환시키는 기술이다[12]. 이는 서로 다른 성질의 n형, p형 반도체를 접합시킨 태양전지 셀에 빛을 비추어 전자와 정공을 분리시켜 전기를 발생시키는 것이다. 일반적으로 태양전지 모듈은 폴리실리콘으로부터 가공한 반도체 화합물 소자를 이용하여 n형 반도체와 p형 반도체를 접합하여 광전효과를 통해 전류가 흐를 수 있도록 하여 준다. 일단 태양의 빛에너지가 태양전지판에 빛을 쬐기 시작하면 전하가 발생하게 된다. 이렇게 발생된 전하는 P-N접합의 의해 생긴 전계에 들어 오게 되면 서로의 반도체에 이동하지 못하고 전자는 n형 반도체에 정공은 p형 반도체에 이동하게 되는데 이때 표면의 전극을 형성하게 되면 전압차이로 인하여 전류가 발생하게 된다. 이때 태양전지 모듈에서 발생되는 전기는 직류이기 때문에 일반 가정용으로 사용하기 위해서는 교류 변환해주어야 하며 이를 변환시켜주는 별도의 인버터 장치가 필요하다. 인버터와 함께 전체적인 태양광 발전 시스템은 구성 요소에 따라서 계통형 방식과 독립형 방식으로 나누어진다. 다음 <그림 1> 과<그림 2>는 독립형 방식과 계통연계형 방식을 보여주고 있다.



그림 1. 독립형 태양광 발전 시스템  
Figure 1. Stand-alone Solar Power System

독립형 태양광 발전 설비인 경우 전기를 공급받을 수 없는 도서지역이나 산간벽지와 같은 전기를 공급 받을 수 없는 지역에 적합한 설비로써 전력 공급이 중단이 되지 않게 하기 위해서 축전지를 함께 설치한다. 독립형 태양광 발전 설비에서는 전력 사용 시 태양광 발전 장치로부터 발생되는 직류의 전력을 인버터를 통하여 교류로 변환하여 사용하고 전력 사용이 없거나 생산되는 전력이 사용 전력보다 더 많을 경우에는 축전지에 전력을 저장하게 된다. 구름이 많거나 야간에는 태양광 발전을 통한 전력 생산이 부족하거나 발전이 이루어지지 않기 때문에 축전지를 통하여 전력을 공급받아 태양 발전 장치로부터 발전이 이루어지지 않아도 전력을 공급받을 수 있다. 하지만 축전지 특성상 충·방전이 잦기 때문에 2~3년 마다 축전지를 교체하여야 해야 한다. 이로 인하여 유지 보수비가 비싸고 발전설비에 전력 공급을 의존하기 때문에 발전 효율이 충분하지 않을 경우 전력 공급의 차질이 생길 수 있다.

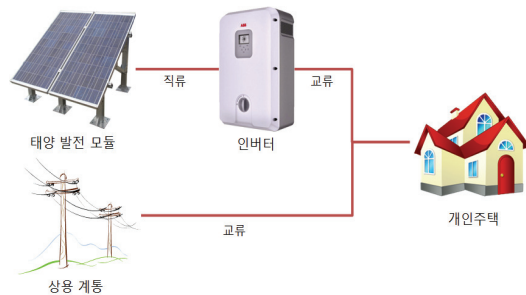


그림 2. 계통 연계형 발전 시스템  
Figure 2. Grid-connected power system

계통 연계형 태양광 발전 설비는 상용 계통과 연결되어 태양광 발전이 이루어지지 않을 시 에는 상용계통을 통해서 전력을 공급받을 수 있다. 일반적으로 태양광 발전이 이루어지는 주간에는 태양

광 발전 전력으로 전력 공급을 의존하고 구름이 많거나 야간에 경우 태양광으로부터 발전 전력이 없을 경우에는 상용 계통을 통해서 전력을 공급 받는다. 역으로 태양광 발전으로 생산된 전력이 사용 전력량 보다 많을 시에는 자동적으로 상용계통 쪽으로 남은 전력이 흘러가게 된다. 이 경우에는 공급자와의 규정에 따라서 태양광 발전 설비자에게 일정한 보상이 이루어지게 된다. 독립형 발전 설비와 동일하게 태양광 발전 설비로부터 생산된 전력은 직류이기 때문에 교류로 사용하기 위하여 인버터 장치를 거쳐서 전력을 공급 한다.

### 3. 태양광 발전 홈 전력 시스템

#### 3.1 시스템 구성도

본 논문에서 제안한 홈 전력 시스템과 제어 및 서비스를 위한 전체 구성도는 <그림 3>과 같다. 태양광 발전 설비와 상용계통으로부터 전력을 공급 받는 개인 주택은 태양광 발전으로 전력을 생산할 경우에 발전된 전력을 사용하고 태양광 발전이 이루어지지 못할 경우에는 상용으로 전력을 공급받기 때문에 상시 전력을 공급받을 수 있다. 태양광 발전으로 전력의 생산이 개인 주택에서 사용되는 전력 부하량 보다 많을 시에는 해당 전력은 자동으로 상용계통으로 흐르게 된다. 태양광 발전으로 생산되는 전력은 직류이기 때문에 가정용에서 사용하기 위해서는 교류로 변환되어야 한다. 직류를 교류로 변환시키기 위해서는 해당 인버터 장치가 필요하며 해당 장치는 직류의 전력을 교류의 형태로 변환시켜 주는 역할을 수행하며, 태양광 설비의 장치 상태, 생산 전력상태, 생산량 등의 데이터를 얻을 수 있다. 해당 데이터를 얻기 위해서는 통신 기능이 있는 인버터와 해당 데이터를 수집하기 위한 임베디드 게이트웨이가 필요하다. 또한 사용자에게 사용 전력을 계측하기 위한 전력

량계를 통해서도 사용자가 사용한 전력의 데이터를 얻을 수 있다. 하나의 홈 전력 시스템은 태양광 발전 장치, 전력량계, 임베디드 게이트웨이로 구성되며 해당 홈 전력 시스템을 관리하기 위한 중앙 관제 센터가 존재한다. 해당 중앙 관제 센터는 다수의 홈 전력 시스템을 관리하고 해당 시스템으로부터 데이터를 수집하여 데이터베이스에 저장하며 서비스 서버를 통하여 해당 데이터를 요청하는 서비스 어플리케이션 사용자에게 해당 데이터를 활용 가능한 정보로써 가공하여 제공하여 준다.

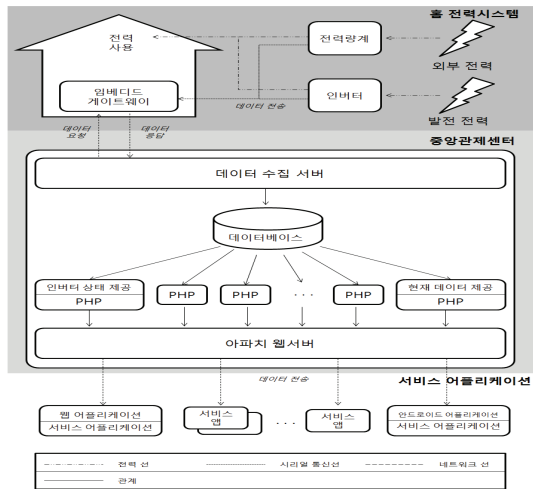


그림 3. 전체 시스템 구성도  
Figure 3. Overall system configuration

중앙관제센터에서는 각 홈 전력 시스템으로부터 데이터를 요청하여 응답 데이터로부터 저장할 데이터를 분류하여 데이터베이스에 저장하게 된다. 저장된 데이터베이스는 데이터를 서비스 어플리케이션으로 제공하기 위해서 서비스 서버를 통하여 표준화된 형식이 필요하다. 해당 표준화 형식을 위해서 XML을 사용하여 서비스 어플리케이션이 중앙관제센터에 요구하는 데이터를 XML형식으로 응답 데이터를 보내고 서비스 어플리케이션은 해당 XML형식을 파싱하여 사용자에게 정보를 제공 하

게 된다. <그림 4>는 전체 데이터 흐름도를 보여 주고 있다.

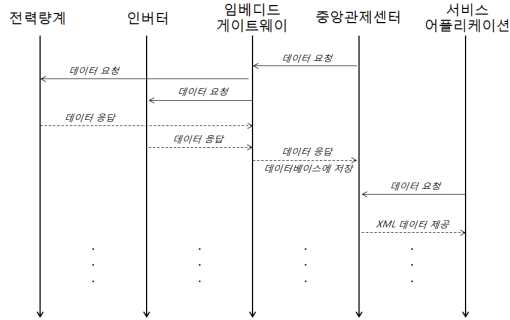


그림 4. 전체 데이터 흐름도  
Figure 4. data flow

중앙 관제 센터인 중앙 서버에서 각각의 홈 전력 시스템으로 데이터를 요청하고 해당 요청을 받은 임베디드 기기는 각 기기로부터 데이터를 요청하여 응답받은 데이터를 다시 중앙 서버로 보내어 데이터베이스 내에 저장하게 된다. 서비스 어플리케이션은 필요한 데이터를 중앙서버로 요청하게 되고 중앙서버는 이를 데이터베이스에서 가져와 XML 형식의 데이터 제공하여 준다.

### 3.2 홈 전력 시스템

하나의 홈에 구성될 핵심 요소는 임베디드 기기, 인버터 장치, 그리고 전자식 전력량계이다. 그중 인버터 장치와 전자식 전력량계는 사용자에게 제공되는 기본적인 데이터를 제공한다. 이러한 데이터를 수집하고 중앙 서버로 전송하기 위해서는 임베디드 기기가 게이트웨이 역할을 수행해야 한다. 해당 임베디드 게이트웨이는 인버터와 전자식 전력량계와 연결되어 일정 시간마다 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 중앙 데이터베이스에 전송을 하는 역할을 수행하게 된다. 인버터와 전자식

전력량계와의 통신을 위해서는 시리얼 직렬 통신을 이용하여 연결되어야 한다. 이러한 연결을 위해서 실제 임베디드 보드의 USB 인터페이스를 통하여 시리얼 직렬통신을 구성하였다. <그림 5>에서 보여주는 것처럼 USB 인터페이스를 시리얼 포트 로 변환 시켜주고 해당 시리얼 포트와 장치에 시리얼 포트 간 연결을 통하여 직렬 통신을 가능하게 하였다.



그림 5. USB To Serial 직렬 통신을 위한 연결 구성도  
Figure 5. USB To Serial connection configuration for serial communications degree

태양광 발전 설비로부터 발생되는 데이터를 받기 위해서는 통신기능을 갖고 있는 인버터를 사용하여야 한다. <그림 6>의 태양광 인버터는 ㈜월링스에서 제공하는 UB-030모델로 실제 태양광으로부터 발생되는 직류 전원을 가정용 교류로 변환시켜 주며 통신 기능을 가지고 있어 연결을 통하여 데이터를 송수신할 수 있다.



그림 6. 태양광 인버터 UB-030  
Figure 6. Solar Inverter UB-030

사용자가 사용하는 전력량은 자동으로 전력량계를 통하여 기록이 된다. 일반 가정용 전력량계를 사용하기 위해서 한국전력에 납품하는 (주)남전사의 Nj12-204-STD제품을 사용하였다. <그림 7>에서 보여주는 저압 전자식 단상 방식으로 데이터를 제공하기 위한 통신 기능을 포함 하고 있다.



그림 7. 전력량계 Nj12-204-STD  
Figure 7. Meters Nj12-204-STD

임베디드 게이트웨이는 인버터와 전력량계로부터 받은 데이터를 중앙 데이터베이스 서버에 전송하게 된다. 중앙 데이터베이스 서버는 여러 개의 홈 전력 시스템을 관리하기 위해서 별도의 테이블을 구성하여 관리를 하게 된다.

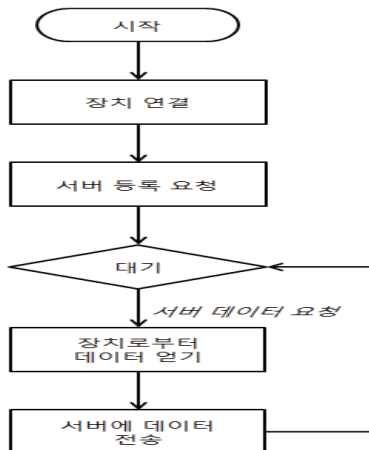


그림 8. 게이트웨이 데이터 흐름도  
Figure 8. Gateway data flow

<그림 8>은 임베디드 게이트웨이와 중앙 데이터베이스 서버간에 흐름도중 임베디드 게이트웨이를 중심으로 발생하는 데이터 흐름을 보여주고 있다. <그림 8>의 임베디드 게이트웨이에 데이터 흐름도와 같이 임베디드 게이트웨이는 처음 인버터와 전력량계 장치와의 연결을 시도한다. 연결에 성공한 후에는 중앙 데이터베이스 서버에 등록요청을 하게 된다. <표 1>은 해당 등록 요청을 위한 프레임 구조를 나타내고 있다.

표1. 등록 요청 프레임 구조  
Table 1.Registration Request frame structure

Mac Address	Device Name	User name
-------------	-------------	-----------

- Mac address : 임베디드 기기 고유명으로써 식별값으로 사용된다.
- Device Name : 사람이 인지하기 위한 식별값으로 임의로 지정한다.
- User Name : 사용자 이름

해당 등록 요청 메시지를 통하여 중앙 데이터베이스 서버는 하나의 홈 전력 시스템으로 구별하기 위하여 기기 관리 테이블에 등록 여부를 확인하고 미등록 시 기기를 등록하게 된다. 등록 후에는 중앙 데이터베이스의 데이터 요청에 따라서 임베디드 기기가 장치로부터 데이터를 수집하게 되고 수집된 데이터는 식별을 위한 데이터와 함께 중앙 데이터베이스 서버로 전송하게 된다. <표 2>는 연결된 장치로부터 얻은 데이터를 포함한 전송 메시지의 프레임 구조이다.

표 2. 전송 메시지 프레임 구조  
Table 2. Sent the message frame structure

Mac Address	Device Name	User name	Data
-------------	-------------	-----------	------

- Mac address : 임베디드 기기 고유명으로써 식별값으로 사용된다.
- Device Name : 사람이 인지하기 위한 식별값으로 임의로 지정한다.
- User Name : 사용자 이름
- Data : 장치로부터 수집된 부분

Data 영역에는 해당 장치로부터 받은 데이터를 의미한다. 각각의 장치별로 받는 데이터 영역은 다음과 같이 이루어져있다.

-인버터 Data 영역

태양전지 상태	인버터 상태	계통기 상태	컨버터 상태	전압	전류	역률	순시	누적
---------	--------	--------	--------	----	----	----	----	----

- 전력량계 Data 영역

유효전력량
-------

데이터베이스 서버는 전체 홈 전력 시스템을 관리하고 해당 시스템으로부터 일정시간마다 데이터를 요청하여 수신 받은 데이터를 데이터베이스에 저장할 시켜준다. 전체 홈 전력 시스템을 관리하고 각 홈 전력 시스템마다 데이터를 저장하기 위하여 관계형 데이터베이스를 이용하여 테이블을 형성하여 데이터를 저장하게 된다. <그림 9>는 전체 시스템 구성에 필요한 데이터베이스의 테이블 구조를 나타내고 있다.

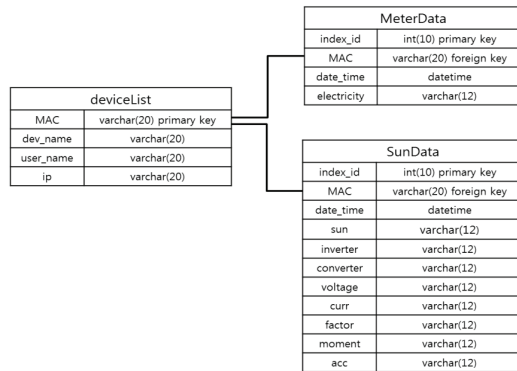


그림 9. 데이터베이스 테이블 구조  
Figure 9. Database table structure

### 3.3 중앙 관계 센터

중앙 관계 센터에서는 하나 이상의 홈 전력 시스템을 관리하게 된다. 중앙 관계 센터는 역할을 분류하여 홈 전력 시스템으로부터 수집된 데이터를 저장하는 데이터베이스 서버와 서비스 어플리케이션에게 데이터를 제공하기 위한 서비스 서버로 나누게 된다. 데이터베이스 서버는 일정 시간마다 기기 관리 테이블에 등록된 정보에 따라 각각의 홈 전력 시스템으로부터 데이터를 요청하여 저장하게 된다. 서비스 서버인 경우 서비스 어플리케이션의 요청에 따라 해당 데이터를 데이터베이스로부터 가져와 제공하여 준다.

#### 3.3.1 데이터베이스 서버

■ deviceList 테이블 : 하나 이상의 홈 전력 시스템을 관리하기 위해서 deviceList 테이블을 통하여 임베디드 기기의 고유번호인 MAC값을 이용하여 식별을 위한 주키로 설정하였다. 또한 해당 기기와 사용자 구별을 위해서 dev\_name, user\_name의 속성 값을 두었고 데이터수집에 필요한 ip로 테이블을 구성하였다. 해당 테이블을 이용하여 데이터베이스 서버는 수집할 홈 전력 시스템에 ip를 얻어 데이터를 요청하게 된다.

■ MeterData 테이블 : 전력량계로부터 수집된 데이터를 저장하기 위한 테이블로 주 데이터는 유효전력량의 값인 electricity 속성 값으로 구성되어 있다.

■ SunData 테이블 : 인버터 장치로부터 얻은 데이터를 저장하는 테이블로 태양전지, 인버터, 컨버터 상태 등의 속성 값을 등으로 구성되어있다.

데이터베이스 서버가 임베디드 게이트웨이로부터 하나의 홈 전력 시스템으로 최초 등록을 위해서는 <그림 10>과 같은 데이터 흐름이 필요하다.

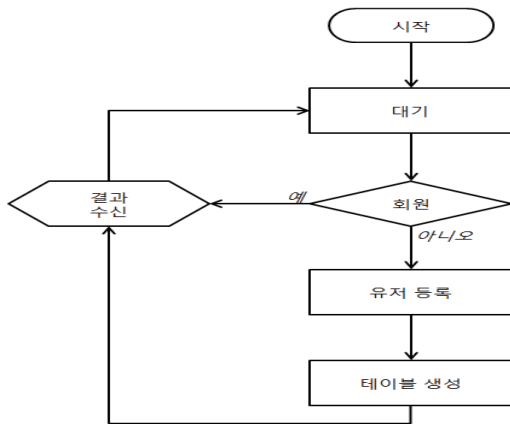


그림 10. 홈 전력 시스템 관리를 위한 데이터 흐름도  
Figure 10. Data Flow for home power system management

데이터베이스 서버는 임베디드 게이트웨이로부터 등록 요청 메시지를 받게되면 해당 홈 전력 시스템이 deviceList 테이블 내에 존재하는 시스템인지를 MAC을 기준으로 검색을 하게 되고 테이블 내에 존재 하지 않는 시스템일 경우 새로운 홈 전력 시스템으로 등록하게 된다. 데이터베이스 서버는 일정 시간마다 각각의 홈 전력 시스템으로부터 데이터를 요청하고 해당 데이터를 테이블에 저장하여야 한다. <그림 11>은 데이터 수집을 위한 데이터 흐름도를 보여주고 있다. 데이터베이스 서버는 deviceList 테이블로부터 등록된 홈 전력 시스템의 정보를 가져오게 된다. 가져온 정보를 통해서 각각의 홈 전력 시스템으로부터 데이터를 요청하게 되고 응답된 데이터는 데이터베이스에 저장하

기 위해 분석하게 되고 해당 데이터 오류가 없을 시에는 데이터베이스에 저장하게 된다.

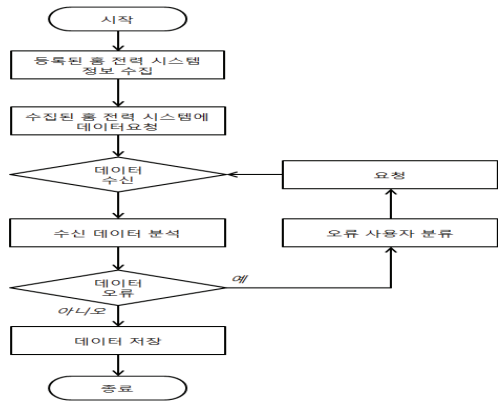


그림 11. 데이터 수집을 위한 데이터 흐름도  
Figure 11. Data flow diagram for data collection

### 3.3.2 서비스 어플리케이션

서비스 어플리케이션은 사용자에게 보다 편리한 형태로 쉽게 정보를 얻을 수 있고 정보에 대한 접근성을 높여 보다 사용자 중심의 서비스를 제공하는데 목적이 있다. 해당 서비스 어플리케이션은 어떠한 플랫폼에 종속되지 않고 다양한 측면에서 서비스가 제공될 수 있어야 한다. <그림 12>는 서비스 어플리케이션 측면에서 해당 중앙 관제 센터와의 데이터 흐름을 나타내고 있다.

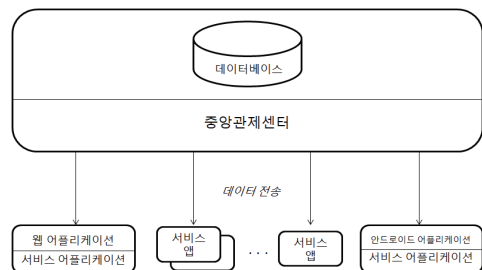


그림 12. 중앙관제센터와 서비스 어플리케이션과의 데이터 흐름도  
Figure 12. Data flow diagram of the central control center and service applications

## 4. 시스템 구현 및 테스트

### 4.1 시스템 구현

개인 주택용 태양광 모니터링 네트워크 시스템을 구성하기 위해서 데이터를 수집하고 해당 데이터를 중앙 데이터베이스 서버로 전송하는 작업을 수행한다. 해당 작업을 수행하기 위해서는 임베디드 장치가 필요하며 해당 장치는 인버터와 전력량 계와의 통신연결을 위해 직렬통신 인터페이스와 수집된 데이터를 외부 네트워크 망을 통하여 전송하기 위한 이더넷 인터페이스를 갖추어야 한다. 본 논문에서 사용된 임베디드 기기는 S5PC100 Cortex-A8 프로세서를 탑재하며 운영체제로는 임베디드 리눅스(리눅스 커널 2.6.29)를 포팅 하여 탑재하였다. 또한 해당 임베디드를 구성하는 인터페이스로 USB, 이더넷, 시리얼 통신 포트, SD카드 등 갖춘 모델을 사용하였다. 태양광 발전 설비는 실제 태양광을 통해 전력을 발생하는 태양광 발전 모듈과 발생된 직류 전기를 교류를 변환해주는 인버터로 구성되어 있다. <그림 13>은 실제 개인 주택에 설치되어 있는 태양광 발전 모듈과 인버터를 보여주고 있다.



그림 13. 태양광 발전설비 및 인버터  
Figure 13. Solar installations and inverters

태양광 발전 설비로부터 태양광 발전에 관한 데이터를 얻기 위해서는 인버터 장치와의 연결이 필요하다. 해당 장치 연결은 시리얼 직렬 통신을 통하여 임베디드 게이트웨이에 연결 된다. 인버터 장치로부터 본 논문에서 활용하기 위한 데이터를 수신받기 위해서는 프로토콜에 맞는 요청 메시지를 보내야 한다. <그림 14>는 각각의 데이터를 요청하고 인버터로 수신 받은 메시지들이다.

```

root@Mango: ~/sun# ./final2
Connet !!
FD NUM : 3
Program Start !

인버터 요청 ! [0]lr SB01026000 [0]A
전압 요청 ! [0]lr SB010200DF [0]E
전류 요청 ! [0]lr SB01020060 [0]A
역률 요청 ! [0]lr SB010203E7 [0]B
순시 요청 ! [0]lr SB01020862 [0]4
누적 요청 ! [0]lr SB010496770010 [0]4
    
```

그림 14. 인버터 응답 메시지  
Figure 14. Inverter response message

### 4.2 테스트

시스템은 사용자에게 서버에서 얻어온 정보를 효과적으로 전달하는 데 가장 큰 목적을 둔다. 따라서 이러한 정보를 직관적으로 표현하기 위해 데이터별 분류를 통한 체계화된 인터페이스를 제공한다. 메뉴 버튼은 사용자의 입력 인터페이스를 통해 카테고리를 선택할 수 있는 유일한 수단이다. 사용자는 이 버튼을 통해 카테고리별로 정보를 제공받을 수 있으며, 버튼을 선택하는 즉시 소제목과 내용은 입력에 대한 변화를 사용자에게 보여준다. 버튼은 카테고리 명으로 구분되며 아이콘은 간략한 다이어그램과 카테고리 명으로 구성되어 있다. <표 3>은 메뉴버튼 명세를 나타내고 있다.

표 3. 메뉴 버튼 명세  
Table 3. Menu button Specifications

카테고리	상태	현재	생산	예상	설정
아이콘					

메뉴 버튼의 입력을 통해 현재 선택된 카테고리를 인식하여 해당하는 정보를 사용자에게 제공한다. 시스템이 가장 처음 실행될 때의 기본 내용은 ‘설정’ 카테고리이다. 이는 시스템의 전반적인 정보 제공의 모든 요소를 제공한다. 제공하는 카테고리별 정보요소는 다음과 같다.

#### 4.2.1 상태 카테고리

상태 카테고리는 사용자에게 직관적인 인터페이스를 통해 시스템의 정상 유무를 빠르게 파악하게 하는 데에 목적이 있다. 상태 카테고리는 <그림 15>와 <그림 16>에서 보여주고 있다.

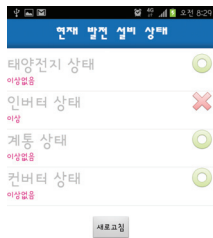


그림 15. 상태 카테고리(이상) 화면  
Figure 15. Status categories(more) screen

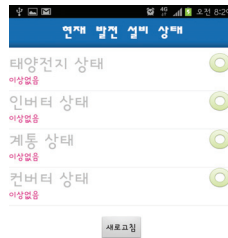


그림 16. 상태 카테고리(정상) 화면  
Figure 16. Status categories (normal) screen

시스템 요소 이상 유무의 지표는 ‘이상/이상없음’의 표기로 사용한다. 이러한 이상 유무는 서버에서 가져오는 데이터의 요소를 그대로 활용하여 알아보기 쉬운 OX의 표기로 시각화함으로써 사용자가 한 눈에 발전 설비의 상태를 파악할 수 있도록 도움을 준다. 이를 포함한 모든 시스템의 데이터는 서버와의 네트워크 통신을 통해 정보를 제공받으며, 사용자는 세로고침 버튼을 통해 데이터를 최신의 데이터로 서버와 동기화 할 수 있다.

#### 4.2.2 현재 카테고리

현재 카테고리는 사용자에게 현재 인버터에서 생산하는 최신의 정보를 제공하는 데에 목적이 있다. 현재 카테고리는 <그림 17>와 <그림 18>에서 보여주고 있다.



그림 17. 현재 카테고리(밤) 화면  
Figure 17. This category (night) screen



그림 18. 현재 카테고리(낮) 화면  
Figure 18. This category (daytime) screen

생산 정보의 단위는 모두 반올림한 정수 표기로 사용한다. 이러한 표기는 서버에서 가져오는 데이터를 단순하고 가장 빠르게 파악할 수 있도록 도움을 준다. 사용자는 세로고침 버튼을 통해 데이터를 최신의 데이터로 서버와 동기화 할 수 있다.

### 4.2.3 생산 카테고리

생산 카테고리는 사용자가 요구하는 단위 및 기간을 입력 받아, 그에 해당하는 누적 생산된 전력량을 비교분석이 용이하도록 차트를 통해 시각화된 정보를 제공하는 데에 목적이 있다. <그림 19>에서 <그림 22>까지 생산(연도별, 월별, 일별, 시간별) 카테고리를 보여 주고 있다.



그림 19. 생산 카테고리 (연도별) 화면  
Figure 19. Production categories (by year) Screen

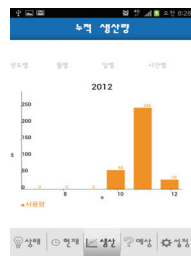


그림 20. 생산 카테고리 (월별) 화면  
Figure 20. Production categories (Monthly) Screen



그림 21. 생산 카테고리 (일별) 화면  
Figure 21. Production categories (Day) Screen



그림 22. 생산 카테고리(시간별)화면  
Figure 22. Production categories (hourly) Screen

연도별 단위는 현재 년도를 기준으로 최근 5년의 누적 생산량에 관한 정보를 제공받을 수 있으며, 월별 단위는 ‘월별 기간 선택’을 입력하게

되고 선택한 년도에 해당하는 12달에 대한 누적 생산량에 관한 정보를 제공받을 수 있다. 일별 단위는 ‘일별 기간 선택’을 입력하게 되고 선택한 달에 해당하는 28~31일에 대한 누적 생산량에 관한 정보를 제공받을 수 있다. 시간별 단위는 ‘시간별 기간 선택’을 입력하게 되고 선택한 날짜에 해당하는 24시간에 대한 누적 생산량에 관한 정보를 제공받을 수 있다.

### 4.2.4 예상 카테고리

예상 카테고리는 기존의 인버터로 수집된 데이터를 계량기를 통해 수집된 데이터와 비교분석하여 사용자에게 지능적으로 현재의 상황과 추이를 인식 및 분석하여 예상되는 데이터를 제공하는 데에 목적이 있다. <그림 23>는 예상 카테고리를 보여주고 있다.



그림 23. 예상 카테고리 화면  
Figure 23. Estimated Categories screen

## 5. 결 론

본 논문에서 제안한 시스템은 태양광 발전 설비로부터 기기상태, 발전상태, 생산량 데이터를 얻고 전자식 전력량계로부터 사용전력량 데이터를 얻음

으로써 사용자에게 필요한 정보만을 가공하여 스마트폰을 통하여 제공하였다. 또한 사용자에게 이러한 단순 측정정보 제공 외에도 실질적으로 필요로 하는 당월 전력요금 정보와 누진세 적용에 따른 가이드라인 정보 등을 제공하였다. 그 외에도 서비스적인 측면 외에도 여러 개의 홈 전력 시스템을 관리하기 위한 통합적 설계와 XML을 사용한 데이터 형식 통일화를 이용하여 플랫폼과 언어에 종속적이지 않게 데이터를 제공 받을 수 있는 프레임워크를 구성하였다.

추가적으로 기존 스마트 홈서비스가 적용된 개인 주택에 본 시스템을 적용함으로써 별도의 추가 장비 없이 해당 시스템을 결합 할 수 있었다. 테스트 베드의 구축 환경은 기존의 스마트 미터와 AMI가 구축 되어 있는 개인 주택에 홈 전력 시스템과 결합하여 좀 더 발전된 홈 시스템을 완성시킴으로써 사용자에게 높은 삶의 질과 편의성을 제공하였다.

## References

- [1] S. J. Kim, J. C. Kim, J. S. Kim, S. M. Jeong, and D. U. Kim, *The direction of smart home-grid evolution based on smart grid*, KISTI, Vol. 30, No. 8, pp. 9-18, 2012.
- [2] G. C. Lee, J. Y. Oh, and Y. G. Kim, *Smart-grid home service*, Journal of The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 27, No. 4, pp. 38-42, 2010.
- [3] D. W. Yu, *Photovoltaic technology research*, Journal of Electrical Engineering & Technology, Vol. 59, No. 5, pp. 55-67, 2010.
- [4] A. C. Pitts, and L. E. Gyoh, *Optimisation of photovoltaic cladding installation photovoltaic*, 14th. EC. Photovoltaics Solar Energy Conference, pp. 1835-1837, 1997.
- [5] T. Oozeki, K. Otani, and K. Kurokawa, *An evaluation method for PV System to identify system losses by means of utilizing monitoring data*, In : Process dings of 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, pp. 2319-2322, 2006.
- [6] H. C. Kim, *The Plan of solar-house development center*, Journal of The Korea Institute of Architectural, Vol. 24, No. 2, pp. 3-6, 1980.
- [7] M. S. Oh, J. Y. Kim, and W. H. Hong, *A study on performance analysis of photovoltaic system in apartment housing*, Preceeding of The Korea Institute of Architectural, Vol. 27, No. 1, pp. 1041-1044, 2007.
- [8] Y. H. Ban, and T. H. Lee, *Analysis of citizen recognition on photovoltaic system supply policies in domestic housing sector*, Preceeding of The Korean Solar Energy Society, Vol. 30, No. 2, pp. 1-9, 2010.
- [9] H. C. Jo, and G.L. Sim, *Ubiquitous networking based intelligent monitoring and fault diagnosis approach for photovoltaic generator system*, Journal of The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 59, No. 9, pp. 1673-1679, 2010.
- [10] H. G. Kim, Y. W. Lee, and C. W. Lee, *NET based monitoring system for managing solar power energy using embedded system*, Preceeding of IEIE, Vol. 30, No. 1, pp. 617-618, 2007.
- [11] <http://developer.android.com/about/index.html>
- [12] H. W. Je, O. Yang, *Remote monitoring system for photovoltaic inverter using a smartphone*, Journal of KIIT, Vol. 10, No. 1, pp. 241-249, 2012.

## 개인 주택용 태양광 에너지 모니터링 네트워크 시스템 개발

전병찬<sup>1</sup>, 임홍순<sup>2</sup>, 이상정<sup>3</sup>

<sup>1</sup>청운대학교 방송연기학과

<sup>2</sup>(주)앤벳 기업부설연구소

<sup>3</sup>순천향대학교 정보통신공학과

### 요 약

최근 에너지 효율적인 소비를 위하여 IT 기술과 융합으로 인한 시너지 효과가 매우 크다. 스마트 홈 서비스는 단순히 에너지 절약만이 아닌 사용자 중심에서 에너지 소비 및 감시와 제어 시스템을 통합하고 신재생 에너지와 접목한 기술이다. 이는 사용자에 삶의 질과 편의성을 만족시키는 기술로 앞으로 미래 사회에 각 가정에 필수적인 요소로 자리 잡을 것이다. 본 논문에서는 스마트 홈 서비스를 목표로 태양광 발전 설비가 설치되어 있는 개인 주택용 홈 전력 시스템을 적용하였다. 태양광 발전 설비로부터 얻을 수 있는 데이터와 전력량계로부터 데이터를 얻어 사용자에게 해당 데이터를 가공하여 생산된 전력량, 전력상태, 기기상태 등을 모니터링 하고, 사용 전력량을 통하여 요금을 계산하여 사용자에게 유용한 정보를 제공하였다. 이러한 정보제공은 태양광 발전 설비로부터 얻을 수 있는 이득과 전력사용에 대한 안내를 통하여 사용자 중심의 정보를 제공하는 것이 주목적 이다. 또한, 하나 이상의 홈 전력 시스템을 관리하기 위하여 중앙 관계 센터를 두어 해당 시스템들을 관리하고 일괄적인 서비스를 처리 할 수 있는 시스템을 설계 하였다.

### 감사의 글

본 논문은 청운대학교의 2015학년도 학술연구조성비를 지원 받았음.

**Byoung-Chan Jeon** received the bachelor's degree in the department of Computer Science from the Hanbat National University in 1989. He received the M.S. degree in the Department of Computer Science from Suwon University in



1994. He received the Ph.D. degree in the Department of Computer Science Engineering from Soonchunhyang University in 2001. He is currently a professor in the Department of Liberal Arts at Chungwoon University, Korea. His current research interests include computer architecture, network Application, Embedded Systems. He is a member of the KKITS.

E-mail : jbc66@chungwoon.ac.kr



**Heung-Sun Lim** received the B.S. department of computer science and engineering from the Soonchunhyang University in 2013, He is currently a engineer at the Andbut company. His current research areas are Android SDK Develop for Userhabit Service and embedded software

E-mail : zoo5252@naver.com



**Sang-Jeong Lee** received the B.S., M.S., Ph.D. in electronic engineering from the Hanyang University in 1983, 1985 and 1988, respectively He is currently a professor at the department of computer science and engineering in Soonchunhyang University, Korea. His current research areas are computer architecture, network application and embedded system.

E-mail : sjlee@sch.ac.kr