

6LoWPAN을 이용한 센서 네트워크의 구현

정구준* · 이상정** · 전병찬***

*순천향대학교 · **청운대학교

An Implementation of Sensor Network using 6LoWPAN

Gu-Jun Jeong* · Sang-Jeong Lee** · Byoung-Chan Jeon*** ·

*Computer Science Engineering, Soonchunhyang University

**Dept. of Liberal Arts Chungwoon University

E-mail : stormv2222@gmail.com

요 약

유비쿼터스라는 정보혁명에 뒤이은 제4의 혁명이 현대 사회를 변화시키고 있다. 유,무선 통합 인터넷, 모바일 컨버전스 RFID등이 유비쿼터스 IT와 결합하여 새로운 의미로 확대되고 있는데, 각 가정에서도 홈 네트워크를 구축하여 안락한 주거환경을 요구하기 시작하였다. 본 논문에서는 홈 네트워크 및 스마트그리드를 구현하기 위해 MOTE를 이용하여 온도, 습도 등의 가정 환경 정보를 수집하고, 계량기에 연결된 MOTE로부터 전력사용량을 수집하여 사용자로 하여금 확인이 가능하도록 설계하였다. 이때, 각 MOTE간의 전송은 6LoWPAN을 이용하여 기존의 IEEE 802.15.4 ZIGBEE 통신위에 IPv6를 적용한 새로운 통신체계를 이용하여 홈 네트워크 시스템을 제안한다.

키워드

홈 네트워크 시스템, USN, 스마트그리드, 전력사용량

1. 서 론

유비쿼터스라는 정보혁명에 뒤이은 제4의 혁명이 현대 사회를 변화시키고 있다. 클라우드 시스템이 도입되어 디바이스의 경계가 사라지고 있고, 유·무선 통합 인터넷, 모바일 컨버전스 RFID등이 유비쿼터스 IT와 결합하여 새로운 의미로 확대되고 있는데, 각 가정에서도 홈 네트워크를 구축하여 안락한 주거환경을 요구하기 시작하였다. 이로 인해, 가정에서는 전력사용량이 대폭 상승함에 따라 전력사용량이 사회이슈로 대두되자 기존의 전력망에 IT를 접목하여, 공급자와 소비자가 양방향으로 정보를 교환하고

에너지 효율을 최적화 시키는 전력망. 즉, 스마트그리드가 차세대기술로 떠오르게 되었다.

본 논문에서는 홈 네트워크 및 스마트그리드를 구현하기 위해 MOTE를 이용하여 온도, 습도 등의 가정 환경 정보를 수집하고, 계량기에 연결된 MOTE로부터 전력사용량을 수집하여 사용자로 하여금 확인이 가능하도록 설계하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이론적 배경에 대해서 나타내고, 3장에서는 6LoWPAN을 이용한 홈 네트워크 및 스마트그리드 시스템 설계 설명하고, 4장에서는 구현 및 테스트 분석하고, 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 이론적 배경

2.1 홈 네트워크

홈 네트워크란 TV, 냉장고, 에어컨 등 집안의 가전제품과 안방, 부엌, 거실, 현관 등 집안의 각 공간을 인터넷을 통해 연결, 정보를 전달해 휴대전화 등을 통해서도 작동이 가능토록 하는 미래형 가전시스템을 말한다. 다시 말해 홈 네트워크는 가정 내의 정보가전기기가 네트워크로 연결돼 기기, 시간, 장소에 구애받지 않고 서비스가 이뤄지는 미래 가정환경인 '디지털 홈'을 구성하는 것이다[1].

2.2 스마트그리드

기존의 전력망에 정보통신기술(IT)을 접목해 에너지 네트워크와 통신 네트워크가 합쳐진 지능형 전력망으로 전력공급자와 소비자가 실시간으로 전기사용 관련 정보를 주고받음으로써 에너지 사용을 최적화할 수 있는 차세대 전력망이다. 전력망을 디지털화함으로써 소비자는 스마트미터라는 개별 전력관리장치를 통해 전력의 수요공급 상황에 따라 변동하는 가격 등의 관련 정보를 확인하고 실시간으로 에너지원을 선택할 수 있게 된다[2][3].

지능형 전력망의 가장 큰 장점은 에너지를 효율적으로 사용할 수 있다는 것이다. 예를 들면, 집안 세탁기는 가장 싼 전기요금 시간대에 맞춰 작동하고, 전기 자동차는 주간에 주차해도 심야에 맞춰 싼 요금으로 충전한다. 또한 소비자 전력관리장치를 통해 전기사용 형태나 전기요금 등을 실시간으로 살펴볼 수 있어 소비자의 자발적인 에너지절약에도 도움이 된다.

2.3 TinyOS

UC버클리에서 진행해온 스마트 텍스트 프로젝트에 이용하기 위하여 개발된 이벤트 발생 중심의 상태 변화 방식을 채택한 센서 네트워크용 운영체제로써, 동시적인 프로세싱 alv 제한된 하드웨어 메모리 공간에서 효율적인 성능을 지원해주는 운영체제이다.

상태 머신 기반의 구조를 가지는 운영체제로, 각각의 상태는 컴포넌트가 해당된다. 응용 프로그램은 컴포넌트 구현에 독립적인 연결 방법을 사용하여 각각의 TinyOS 컴포넌트를 연결한다. 그리고 각 컴포넌트에 명령이 내려지고 이 명령을 처리하는 이벤트 처리기는 그 명령에 따른 상태변화를 신속하게 일으켜, 필요로 하는 일을 수행하는 특징을 가진다[4].

2.3 6LoWPAN

IETF에서 표준화를 추진중인 IPv6 기반 저전력 무선 근거리 개인 통신망. 유비쿼터스 시대의 핵심인 3L(low power, low cost, low bandwidth) 기반의 디바이스들을 기존 인터넷에 바로 연결하기 위해 IPv6 주소를 부여한 통신망이다[5].

III. 6LoWPAN을 이용한 홈네트워크 및 스마트그리드

3.1 시스템 구성도

제안된 시스템은 그림 1과 같이 온도와 디지털 전력량계에서 사용전력량을 측정하고 측정된 데이터를 저장하는 데이터베이스, 무선 네트워크로 통신하는 센서 네트워크, 임베디드 서버로 구성되어 있다.

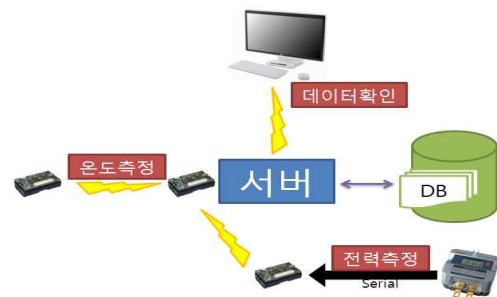


그림 1. 시스템 구성도

모든 데이터는 연결된 무선센서 노드를 통해 서버로 전송되며, 이때 각 무선센서 노드는 서버에 연결된 베이스스테이션 센서 노드와 통신을 하여 서버간의 데이터를 전달하게 된다.

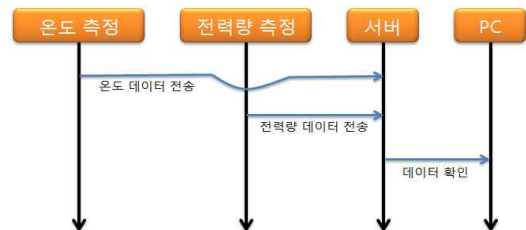


그림 2. 시스템 흐름도

그림 2는 홈 네트워크의 데이터 흐름을 보여주고 있다. 각 센서는 10초 간격으로 매초 측정된 데이터를 서버에 전송한다. 통합서버는 전송된 데이터를 데이터베이스에 저장한다. 사용자는 PC를 이용하여 통합서버에 접속하여 데이터를 확인 할수 있다.

3.2 6LoWPAN 구축

기존의 802.15.4 Zigbee 통신의 환경에 IPv6를 적용하는 6LoWPAN 기술은 기존의 Zigbee 통신의 MTU와 관련하여 많은 문제를 안고 있다. 한번에 최대 127옥텟을 전송할 수 있는 Zigbee 통신이지만 1280옥텟이나 되는 IPv6의 헤더를 전송할 수가 없기 때문이다. 이런 단점을 해결하기 위해 데이터를 단편화시키고 재조립하는 매커니즘과 헤더를 압축하는 기술등이 필요한데, 이러한 매커니즘을 직접 구현하기엔 무리가 있어 공개된 Open Source를 이용하여 구축하였다.

```
root@tiny-VirtualBox:/opt/tinyos-2.1.1/support/sdk/c/blip# make telosb blip inst all
mkdir -p build/telosb
compiling BaseStationC to a telosb binary
ncc -o build/telosb/main.exe -Os -O -DPACKET_LINK -DDEF_MEMCPY -DENABLE_SPI0_DW A -DBLIP_MULTICAST -DCC2420_HW_ACKNOWLEDGEMENTS -DTOSH_DATA_LENGTH=102 -I/opt/tinyos-2.1.1/tos/lib/net/ -I/opt/tinyos-2.1.1/support/sdk/c/blip/lib6lowpan/ -I/opt/tinyos-2.1.1/support/sdk/c/blip/lib6lowpan/ -I/opt/tinyos-2.1.1/support/sdk/c/blip/lib6lowpan/
```

그림 3. 베이스스테이션 설치 과정

그림 3은 무선센서노드에 베이스스테이션을 make 매개변수에 blip을 포함시켜 make 설치하는 과정을 보여주고 있다.

```
# set the address of the router's 802.15.4 interface. The interface
# ID must be a 16-bit short identifier.
addr fec0::64

# the router can proxy neighbor IPv6 neighbor discovery on another
# interface so that other machines on the subnet can discover hosts
# routing through this router. This specifies which interface to proxy
# the NDP on.
proxy lo #eth1

# which 802.15.4 channel to operate on. valid choices are 11-26.
channel 15
```

그림 4. 베이스스테이션 IP 설정

그림 4는 베이스스테이션에 설정할 IP 및 proxy, channel 등을 보여주고 있다. 그림 4에서의 설정은 사용자의 환경에 맞게 변경시키면 베이스스테이션의 IP 및 채널 등이 변경된다. 여기서 IP는 기존의 IPv4가 아닌 IPv6를 사용하게 된다. 그림 5는 설정한 IP 등으로 베이스스테이션을 작동시킨 과정을 보여주고 있다. 위와 같은 메시지가 나타나게 되면 무선센서노드는 베이스스테이션의 역할을 실행하여 데이터를 받을 준비가 되었다는 것이다. 위의 과정을 거쳐 무선센서노드에 6LoWPAN을 이용하여 데이터를 전송하는 베이스스테이션을 완성하게 된다.

```
root@tiny-VirtualBox:/opt/tinyos-2.1.1/support/sdk/c/blip# driver/ip-driver /dev/ttyUSB1 telosb
2013-10-23T15:30:07.633KST: INFO: Read config from 'serial_tun.conf'
2013-10-23T15:30:07.634KST: INFO: Using channel 15
2013-10-23T15:30:07.635KST: INFO: Retries: 5
2013-10-23T15:30:07.638KST: INFO: telnet console server running on port 6106
2013-10-23T15:30:07.645KST: INFO: created tun device: tun0
2013-10-23T15:30:07.989KST: INFO: interface device successfully initialized
2013-10-23T15:30:07.992KST: INFO: starting radvd on device tun0
```

그림 5. 베이스스테이션 작동

3.3 데이터베이스 설계

제안된 시스템의 데이터베이스는 리눅스 기반의 MySQL를 사용하였다. 그림 6은 디지털 전력량계로부터 사용전력량 상태 추출한 원시데이터를 나타낸 것이고, 표 1은 온도센서로부터 현재 온도값을 측정하고 이 ADC값을 각 단위에 맞게 변환하여 그림 7과 같이 데이터베이스에 저장한다.

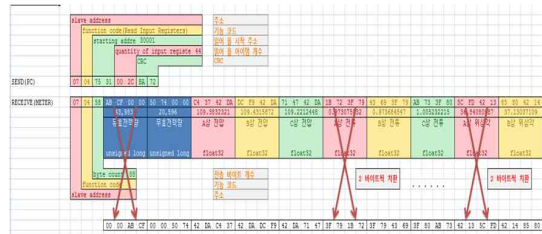


그림 6. 전력량계의 원시데이터

표 1. 온도센서 원시데이터

시작	ACK	ID	payload	CRC	끝
7E	0x45	00	payload	CRC	7E
7E	45	00	00 00 01 00 00 11 ...	97 B8	7E

```
mysql> select * from data;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| count | data1 | data2 | data3 | data4 | data5 | data6 | data7 | data8 | data9 | data10 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 7847  | 29.31 | 29.32 | 29.31 | 29.31 | 29.31 | 29.3  | 29.3  | 29.3  | 29.29 | 29.28 |
| 7848  | 29.27 | 29.27 | 29.26 | 29.26 | 29.26 | 29.26 | 29.26 | 29.26 | 29.25 | 29.25 |
| 7849  | 29.24 | 29.25 | 29.24 | 29.24 | 29.24 | 29.24 | 29.24 | 29.24 | 29.23 | 29.22 |
| 7850  | 29.22 | 29.22 | 29.21 | 29.21 | 29.2  | 29.2  | 29.2  | 29.19 | 29.21 | 29.19 |
| 7851  | 29.2  | 29.21 | 29.2  | 29.21 | 29.2  | 29.2  | 29.2  | 29.19 | 29.21 | 29.19 |
| 7852  | 28.9  | 28.9  | 28.9  | 28.91 | 28.91 | 28.92 | 28.92 | 28.91 | 28.92 | 28.93 |
```

그림 7. 변환된 센서 데이터의 데이터베이스

통합서버는 임베디드 서버를 사용한다. 이 서버에는 데이터베이스가 존재하며 센싱된 데이터를 10회 측정하여 데이터베이스에 전송하는 방법으로 전력소모를 최소한으로 줄였다.

