

# 스마트 그리드 구현을 위한 절전센서 노드 개발

## Development of power saving sensor for Smart Grid Implementation

\*이경호<sup>1</sup>, #차주현<sup>2</sup>

\*Kyung-Ho Lee<sup>1</sup>, #Joo-Heon Cha(cha@kookmin.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 국민대학교 일반대학원 기계설계학과, <sup>2</sup> 국민대학교 기계시스템공학부

Key words : Smart Grid, Smart Home, Room Sensor, Energy conservation, Sensor Node, Intelligent System

### 1. 서론

플랜트 혹은 일정지역의 전력 소모량을 측정하여 지능형 전력망을 구축하는 것이 스마트 그리드이다. 지능형 전력망이란 상황에 맞추어 적절한 지역이나 플랜트로 적절한 전력을 송전하는 것을 일컫는다. 결국에 지능형 전력망과 스마트 그리드에서 가장 중요한 것은 “적절한 절전”이다. 그러나 현재의 스마트 그리드는 위에서 설명한대로 플랜트 혹은 일정지역 등 광역에 걸쳐서만 이루어지고 있기 때문에 실질적인 전력망 서비스 이용자인 단일 가정이나 건물 등에서도 자체적인 지능형 전력망의 구성과 그를 위한 센서노드의 개발이 시급한 시점이다<sup>(1)</sup>.

본 논문에서는 가정 및 실내 환경에서의 센서 노드 구성을 위한 단일 센서 모듈의 알고리즘 개발에 관한 연구결과를 다루기로 한다. 개발 과정에서의 디버깅의 유용성을 위하여 ATmega128 마이크로프로세서 모듈, HEIMANN 사의 서모파일과 서미스터, 그리고 CDS 센서를 결합한 테스트 보드를 제작하여 실험을 진행하여 알고리즘 설계에 관한 연구를 수행하였다.

### 2. 테스트 환경 및 변수설정

#### 2.1 구축조건

“절전용 재실센서”를 개발하는 것이 1차 목적이기 때문에 연구실에 직접 테스트 보드를 설치하고 시리얼 통신을 이용하여 데이터를 취득 후 매트랩을 이용해 데이터를 분석하였다. 인체감지를 목적으로 한 재실센서의 특성상 고속으로 움직이는 열원에 대한 감지를 제한하여야 하기 때문에 타이머를 이용하여 샘플링 주기를 컨트롤 하였다. 64개의 데이터를 묶어서 평균을 내는 방식으로 출력변화를 선형화 하는 동시에 샘플링 주기를 맞추어 주었다. 계산된 샘플링 주기는 다음과 같다.

$$200\mu s(1회) \times 64 + 2.2ms(ADC클러다운) = 16ms$$

$$16ms(이벤트1회) \times 4 = 64ms$$

ADC 이벤트는 총 3개를 사용하였고 시리얼 출력과 메인 루틴 실행을 위한 1개의 이벤트를 추가하여 1회의 전체 루프 실행을 위해 64ms가 소모된다. 현재의 샘플링 주기로는 5.2ms/s 정도의 속도까지를 인식할 수 있다(일반적인 인간의 평균 이동 속도는 1.1m/s).

Measured Field of View

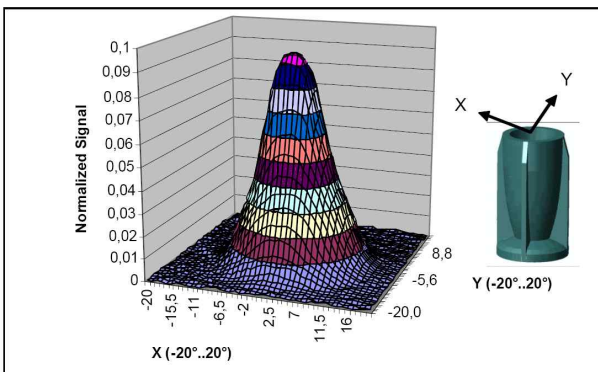


Fig. 1 Measured FOV, in test environment

Fig.1 은 서모파일의 FOV를 3차원 그래프로 나타낸 것이다. 실제 실험환경은 2500mm 의 낮은 천장 높이에서 구성되었다. 좀 더 정밀한 데이터 수집과 그에 따른 알고리즘을 설계하기 위하여 별도의 광각확장장치 없이 센서모듈을 단독으로 구성을 하였다.

#### 2.2 취득 데이터의 가공

테스트 보드는 10bit ADC를 통해, “000/(1024)”의 형식으로 데이터를 취득하게 된다. 이를 온도 값으로 변환해주기 위해선 다음과 같은 방법으로 전압값으로 변환해주어야 한다.

$$\frac{(\text{취득데이터})}{1024} \times 4.5(V_{A.Ref}) = \text{취득전압}(V)$$

테스트 보드를 통해 취득되는 데이터는 광량, 레퍼런스 온도, 그리고 센서출력 온도 총 3가지이다. CDS를 통해 취득하는 광량의 경우 비교적 선형에 가까운 형태로 데이터를 받을 수 있기에 큰 영향이 없지만, 온도의 경우는 비선형적인 증가를 보이기 때문에 범위를 제한해주어야 할 필요가 있다.

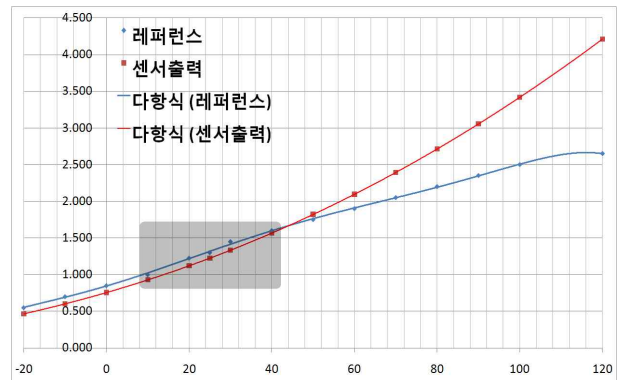


Fig. 2 Temperature to voltage Polynomial interpolation

Fig.2 는 실험 환경에서의 온도변화에 따른 전압변화를 도식화한 것이다. 실험 환경은 일반 가정이나 연구실의 가용 실내온도인 10°C ~ 40°C 사이의 온도로 설정 하였고 이 영역에서 만큼은 위 그래프와 같이 레퍼런스와 센서출력이 어느 정도 비례적이라고 볼 수 있다. 선택영역에서는 온도와 센서출력 사이의 관계를 1차식으로 표현할 수 있지만, 선택영역 밖에서까지 1차식으로 이를 표현하기엔 무리가 따른다. 이를 해결하기 위하여 실험적으로 얻어진 데이터를 6차 함수식으로 보간 하였으며, 실제로 음영 처리된 가용 실내온도 구간(약 10°C ~ 40°C) 밖에서 거의 오차 없이 전압-온도를 변환할 수 있었다.

실제 마이크로프로세서를 통한 레퍼런스와 센서 출력치는 초기 예상범위인 200 ~ 400에 전부 들어왔다(약 일반적 실내온도 10°C ~ 40°C).

### 3. 실내 환경에서의 실험결과

조도센서를 on/off 스위치로 사용하여 출력치가 기준치 이상(주변이 매우 밝은 경우)일 경우에는 소동상태를 유지하는 것이 기본이므로 이에 관한 실험 결과는 생략한다.

### 3.1 서미스터 출력 안정 상태에서의 실험결과

서미스터의 출력이 안정 상태라는 것은 현재 주변온도를 변화시키는 요인이 없다는 것, 즉 주변에 유동열원(인체)이 없다는 것을 의미한다. 이것은 센서영역에서 대기하는 경우 또는 센서영역을 통과하는 경우로 나누어 볼 수 있다.

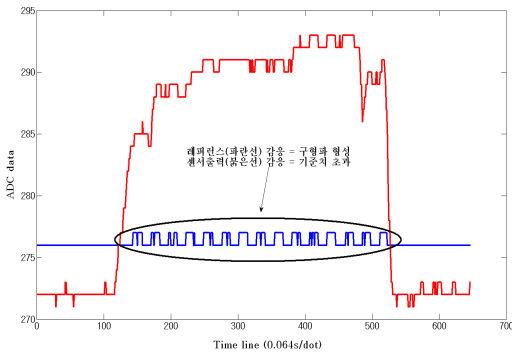


Fig. 3 Sensing of hold position (Steady-State)

Fig. 3은 주변에 열원이 없는 상태에서 열원이 들어와 대기하는 상태를 표현한 그래프이다. 열원이 빠져나감에 따라서 레퍼런스가 구형파에서 선형으로 바뀌는 것을 알 수 있다.

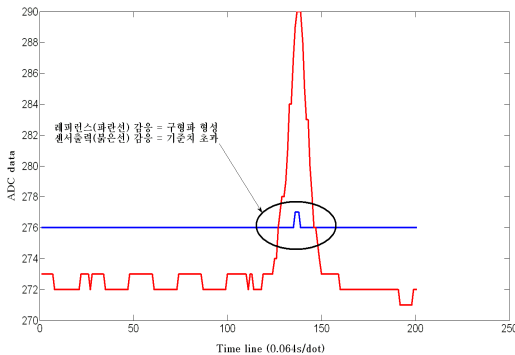


Fig. 4 Sensing of movement (Steady-State)

Fig.4 는 열원이 주변에 없는 상태에서 열원이 센서영역을 통과하는 상태를 표현한 그래프이다. 레퍼런스가 잠깐 동안 구형파가 된 것을 알 수 있다.

위의 두 가지 경우를 표현한 그래프에서 볼 수 있듯이, 두 가지 경우 모두 안정적인 동작을 보여 주었다.

### 3.2 서미스터 출력 불안정 상태에서의 실험결과

서미스터의 출력이 불안정 상태라는 것은 현재 주변온도를 변화시키는 요인이 있다는 것, 즉 주변에 유동열원(인체)이 존재한다는 것을 의미한다. 이것은 3.1과 마찬가지로 시스템이 열원의 대기 상태와 열원의 이동 상태를 확실히 구분 지을 수 있어야 한다는 의미로 해석할 수 있다.

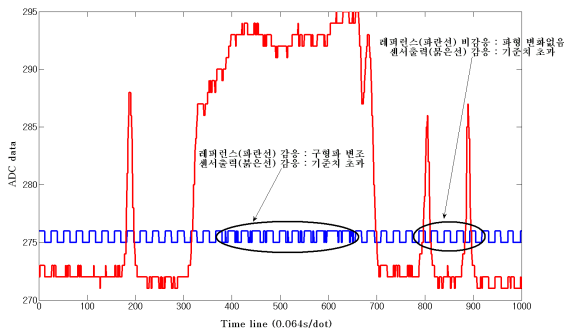


Fig.5 Sensing of complex situation (Unstable-State)

Fig.5 에서, 유동열원(인체)이 센서영역에서 대기할 경우 레퍼런스(서미스터)의 주기에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 이 경우는 다시, 열원의 대기 상태와 이동 상태를 확실히 구형파의 파장변화를 통하여 인지할 수 있게 된다는 이야기이다. 이는 기존 재실 센서인 PIR 센서의 최대 단점인, 센서 영역에서의 움직임이 없을 때 인체 감지가 불가능한 기존의 알고리즘을 개선할 수 있는 방법이다. 2개의 센서모듈을 이용하여, 총 3개의 on/off 방식의 소프트웨어 스위치를 사용하여 Fig. 6 과 같은 알고리즘을 설계 하였다<sup>(2)</sup>.

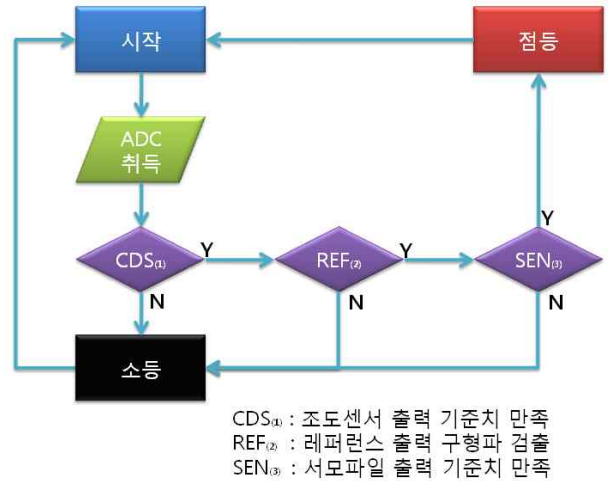


Fig.6 Designed algorithm

## 4. 결론

본 논문에서는 실내 환경에서의 스마트 그리드 구현을 위한 절전용 센서모듈의 알고리즘을 제안하였다.

본 논문에서 제안한 알고리즘을 검증하기 위하여 서모파일과 서미스터 CDS센서로 이루어진 하드웨어를 개발하였으며, 수신된 조도 및 온도 데이터를 기반으로 실시간으로 인체의 유무를 감지하는 시스템을 구현하였다. 또한 실험을 통해 본 논문에서 제안한 방법의 타당성을 입증하였다.

## 5. 향후 과제

초소형, 초저전력 센서모듈의 개발이 최초의 콘셉트임으로 그에 맞추어서 최대한 알고리즘과 하드웨어를 간결화 하는 것에 초점을 맞추었다. 이번 연구를 기반으로 인식영역을 고려한 독립식 연동형 센서노드의 연구 및 개발을 진행하고자 한다<sup>(3)</sup>.

## 후기

본 논문은 지식경제부에서 시행한 2009년 정보통신성장성기술개발사업 'IT융합기술지원' 사업에 의해 수행되었으며, 위 기관의 후원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 이일우, "스마트 그리드 기술 동향," 한국통신학회지 (정보와 통신) 제26권 제9호, 24-33p, 2009
2. 이해욱, "인체감지 모듈을 적용한 에너지 절감형 조명기구," 조명설비학회지 제 15권 5호, 36-41p, 2001
3. 김현희, "PIR 센서 기반 태내 위치 인식 시스템의 센서 배치를 위한 성능지수," 한국정밀공학회지 Vol. 24, No.6, 37-44p, 2007