

# 초음파 센서와 서모파일센서를 이용한 인체감지센서

## Presence sensor by using Ultrasonic sensor and Thermopile sensor

\*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 전반기에 개발한 단일 센서 모듈 노드<sup>(2)</sup>의 개선에 관한 연구결과를 다루기로 한다. 전반기에 개발된 단일 센서모듈의 가장 큰 문제는 주변 환경온도에 영향을 많이 받아 극도로 한정된 장소에서만 정상적인 작동을 보장하는 점이었다. 이 점을 개선하기 위하여 고지향각 초음파 센서와 초정밀 OPAMP를 이용했다. 테스트 보드에 사용된 MCU는 기존의 ATmega128 보다 단가와 전력운용에서 효율적인 ATmega8을 이용하였다.

### 2. 서모파일 출력의 보정

FOV 안의 열만을 감지하여 전압레벨로 출력하는 서모파일 센서의 특성 때문에, 대류로 인한 열까지도 모두 인식 하여 극도로 온도 구배가 낮은 실내공간 이외에서는 정확한 측정이 어려웠다. 더불어 열을 측정하는 과정에서 센서 하우징으로의 복사열이 발생하여 센서의 출력 값 자체가 안정되지 않는 치명적인 문제가 있었다<sup>(3)</sup>.

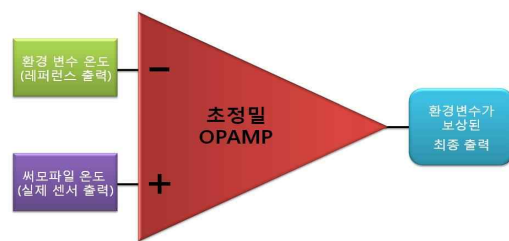


Fig. 1 Differential Amplifier

이를 개선하기 위해, 오프셋 전압이  $\mu V$  대로 매우 낮은 초정밀 OPAMP를 이용하여 Fig.1 과 같이 차동증폭을 수행하였다.

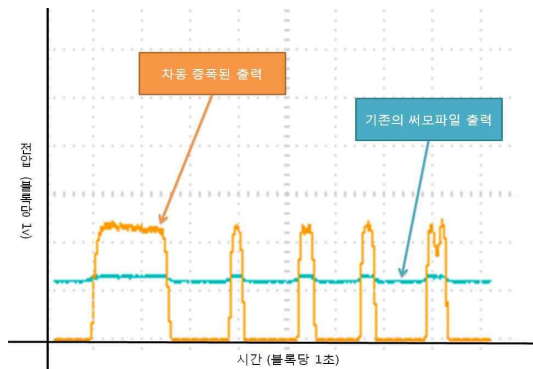


Fig. 2 Raw data and amplified data of thermopile

환경변수온도와 실제센서출력온도의 차이를 증폭하는 방식이기 때문에 Fig.2 에서와 같이 오프셋이 있는 mV 대의 출력을 TTL 신호레벨로 증폭할 수 있었다. 이를 통해 온도구배 또는 복사열로 인한 센서출력의 오류를 하드웨어적으로 보정하였다. 더불어 소프트웨어적으로 발생하던 출력 데이터의 계단현상 또한 크게 개선하였다.

### 3. 써모파일 센서 출력의 보정

써모파일 센서로는 FOV 안의 열만을 감지 할 수 있기 때문에, 온열기의 열풍과 같은 것까지 모두 감지하게 된다. 따라서 온도구배가 크면서 동시에 일정 크기 이상을 지닌 열원을 감지할 수 있어야 일상에서 발생할 수 있는 오작동을 줄일 수 있다. 이를 위해 초음파 센서를 추가로 사용했다.

$$\text{거리} = \text{음속} \times \text{측정시간} \times \frac{1}{2}$$

$$= (331.5 \times 0.607 \times T^*) \times \text{측정시간} \times \frac{1}{2}$$

$T^*$  = 환경온도,  $t$  = 음파의 왕복시간

음파의 편도 이동 시간을 알 수 없기 때문에, 음파가 발사된 순간부터 돌아올 때까지의 시간을 실시간 인터럽트를 이용하여 캡처하고 그것을 1/2 하여 실제 음파의 편도 이동시간을 알아내는 방법을 이용했다. 3m 이내라는 실내 공간상의 제약이 있기 때문에 실제 거리 측정에서 오는 오차는 1% 미만으로 줄어들었다.

### 4. 인체감지 프로세스

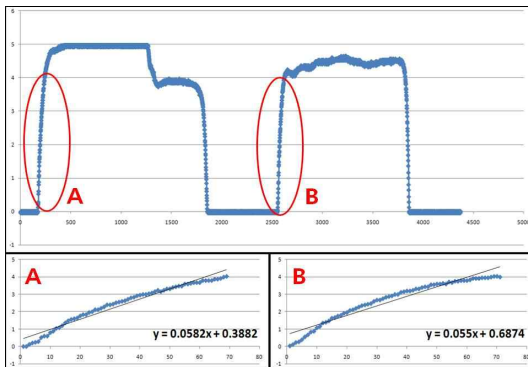


Fig. 3 Thermopile's output slope compare

써모파일 출력의 최종 레벨과는 상관없이 써모파일 출력의 기울기에 기반을 두어 인체감지를 판단하기 때문에 감지대상이 다르더라도 Fig.3 에서와 같이 특정구간의 기울기 차이는 0.001~0.005 정도로 아주 근소해진다. 이에 기반을 두어 주변 환경온도에 영향을 많이 받던 레벨 측정 방식 대신에, 차동 증폭하여 기울기를 측정하는 방식으로 써모파일의 데이터 프로세싱을 수행하였다.

FOV 안에서 도출될 수 있는 온도 구배 영역에서 급격히 빠른 열원의 이동으로 생기는 급격한 영역과 일반적인 대류로 인해 생기는 완만한 영역

을 제외한 나머지 영역을 기준으로 1차적으로 열원을 감지하고 하여 주변 환경으로부터 생기는 오작동을 방지하는 것이 핵심이다.

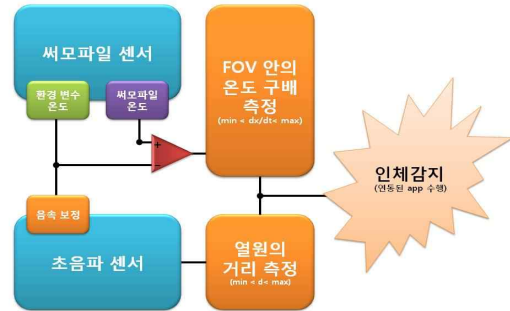


Fig. 4 Presence Detection process

최종적으로는 써모파일의 출력에 초음파센서의 출력값을 가지고 열원의 크기, 즉 사람의 사이즈 인가 아닌가를 최종적으로 판단하여 Fig. 4 에서와 같이 연결된 어플리케이션을 실행하게 된다.

### 5. 결론

본 논문에서는 인체감지 센서모듈의 인식률 개선을 위한 새로운 프로세스 및 하드웨어를 제안하였다. 본 논문에서 제안한 프로세스를 검증하기 위하여 써모파일센서와 초음파센서로 이루어진 하드웨어를 개발하였으며, 온도 데이터 및 거리 데이터를 기반으로 실시간으로 인체의 유무를 감지하는 시스템을 구현하였다. 또한 실험을 통해 본 논문에서 제안한 방법의 타당성을 입증하였다.

### 6. 향후 과제

기존의 연구는 연동된 어플리케이션이 없는 상태에서 이루어 졌다. 이번 연구를 기반으로 여러 가지 어플리케이션을 연동하여 인체감지의 효율과 타당성에 관한 연구 및 개발을 진행하고자 한다.

### 참고문헌

1. 이일우, "스마트 그리드 기술 동향," 한국통신학회지 (정보와통신) 제26권 제9호, 24-33p, 2009
2. 이경호, "스마트 그리드 구현을 위한 절전센서 노드 개발," 한국정밀공학회 2010년도 춘계학술대회논문집 하권, 1029-1030p, 2010
3. 이진우, "원격 온도측정을 위한 열 적외선 센서," 유량계/센서의 기술동향과 적용사례, C&I 2010.2, 72-78p, 2010.