

재실 감지 센서를 이용한 다용도 스마트 센서 개발

차주현^{a*}, 옹흥^b

Development of Multi-purpose Smart Sensor Using Presence Sensor

Joo-Heon Cha^{a*}, Heong Yong^b^a School of Mechanical Systems Engineering, Kookmin University,
77 Jeongneung-ro, Seongbuk-gu, Seoul 136-702, Korea^b Department of Mechanics and Design, Graduate School of Kookmin University,
77 Jeongneung-ro, Seongbuk-gu, Seoul 136-702, Korea

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 September 2014
Revised 4 December 2014
Accepted 21 January 2015

Keywords:

Smart grid
Presence sensor
Building energy management system
Human detection sensor
Fire sensor

ABSTRACT

This paper introduces a multi-purpose smart fusion sensor. Normally, this type of sensor can contribute to energy savings specifically related to lighting and heating/air conditioning systems by detecting individuals in an office building. If a fire occurs, the sensor can provide information regarding the presence and location of residents in the building to a management center. The system consists of four sensors: a thermopile sensor for detecting heat energy, an ultrasonic sensor for measuring the distance of objects from the sensor, a fire detection sensor, and a passive infrared sensor for detecting temperature change. The system has a wireless communication module to provide the management center with control information for lighting and heating/air conditioning systems. We have also demonstrated the usefulness of the proposed system by applying it to a real environment.

1. 서론

최근 신축되고 있는 많은 초대형 빌딩 등은 업무 능률을 향상시키고 쾌적한 건물 환경을 유지하며 동시에 효율적으로 건물을 관리하기 위하여 초고층 인텔리전트 빌딩의 형태로 건축되고 있으며, 한편 전통적인 빌딩, 아파트, 백화점 등 사무공간 및 주거공간 내에서 사용되는 막대한 에너지의 절감에 대한 필요성은 최근 스마트그리드(smart grid)^[1,2] 사업과 맞물리면서 가장 주목을 받고 있는 분야이다. 기존의 대부분 빌딩들은 주로 조명이나 냉난방 장치를 사람이 직접 판단하여 수동으로 조절하거나 온도센서와 같은 단순한 피드백 기술을 적용한 제어 시스템을 적용하여 전체 에너지를 관리하는 수준에 머물러 있는 실정이다. 이러한 제어 방법으로는 빌딩

전체에서 낭비되는 에너지를 효율적으로 관리하여 전체 에너지를 절감하기에 매우 어려운 상황이다.

국내 전체 에너지 소비의 약 30%를 점하고 있는 빌딩에 대해 획기적으로 에너지를 절감함으로써 지구온난화를 초래하는 이산화탄소 배출량을 절감하기 위한 새로운 빌딩 에너지관리 시스템 (building energy management system)^[3,4] 개발이 요구되고 있으며, 이에 따른 시장영역도 급속도로 확대되고 있다. 이러한 시스템 적용으로 전체 에너지 사용량의 10~30%의 절감 효과가 있을 것으로 예상되며, CO₂의 배출량은 35%의 절감효과가 있을 것으로 예상된다^[5].

한편, 이러한 초고층 인텔리전트 빌딩 등은 빌딩 자체의 규모가 수평적, 수직적으로 대형화되면서^[6], 호텔 등 숙박시설, 위락시설,

* Corresponding author. Tel.: +82-2-910-4816

Fax: +82-2-910-4839

E-mail address: cha@kookmin.ac.kr (Joo-Heon Cha).

관람시설, 집회시설 등 다양한 복합용도로 공간이 구성되어 있어, 용도에 따라 화재강도가 서로 차이가 있고 또한 복합용도에 의한 화재하중의 증가로 인하여 초기 진압 및 피난에 실패할 경우 많은 인명 및 재산피해가 발생할 가능성이 매우 높은 화재 특성을 가지고 있다. 경제적 생활수준이 높아짐에 따라 안전에 대한 사회적 요구도 크게 증가하였으며 하루 중에서 90% 이상을 건물 내에서 생활하고 있는 현대인들에게는 빌딩 관련사고 및 화재 안전에 대한 요구가 특히 높다.

초고층 건물에서 발생한 화재와 연기로 인한 인명 피해를 근본적으로 막기 위해서는 화재로 인한 화염과 연기 확산을 지연시키는 시스템 가동이 필요함과 동시에 재실자의 안전한 피난로를 반드시 유도해주어야 한다. 이를 위해서는 초고층 빌딩 내에 거주하는 모든 재실자의 현재 위치 정보 및 인원 정보를 실시간으로 감지하는 재실감지 센서 시스템 개발이 필요하다⁷⁾.

먼저 인체 유무를 감지하는 센서 시스템에 관련된 연구들을 살펴보면 다음과 같다. Ha⁸⁾⁹⁾는 PIR(passive infra-red) 센서 기반으로 재실 위치 인식 시스템 제안하였다. 이 시스템은 하나의 센서로 사용하지 않고, 동시에 많은 센서들을 천정에 설치, 연동하여, 센서들의 겹침 영역으로 사람의 위치를 인식함으로써, 사람의 재실 위치를 정확하게 판단할 수 있으나, 동시에 많은 센서들이 연동해야 정확한 위치를 인식할 수 있기 때문에, 시스템 설치에 많은 비용이 드는 문제가 있고, 또한 PIR 센서는 열변화에 따른 동적인 열에너지만 감지할 수 있으므로, 움직이지 않는 정지된 인체의 재실 유무를 판단하기 어렵다는 단점이 있다.

한편 Chun¹⁰⁾는 조명 제어를 위해 인체 감지와 위치를 추정하는 방법으로 서모파일 센서 어레이를 이용한 방법을 제안하였다. 공간에 크기 193×299 cm²의 2D 좌표를 채우고, 3D로 구성된 실공간은 투사기술 이용해서 2D 평면에 표현하는 방법을 사용하여 인체의 이동경로를 추정하는 시스템을 구성하였으나, 센서로부터 생성되는 열 영상은 실제 3D 좌표계를 2D로 투영한 형태가 되기 때문에, 좌표를 실공간 좌표로 변환할 필요가 있어, 넓은 공간을 측정하

기가 쉽지 않다. 특히 서모파일은 열원거리 따라 측정 정확도가 많이 떨어지며, 인체의 열에너지 양과 비슷한 동물을 측정, 구분하기 어려운 문제점이 있다. 본 논문에서는 Fig. 1에서와 같이 고층 빌딩에 있어서, 인체감지 센서를 통하여, 평상시에는 조명 및 냉난방 기기에 사용되는 전기 에너지를 획기적으로 절감을 유도함과 동시에, 화재 발생 시에는 빌딩 내에 거주하는 사람들의 존재 여부 및 그 위치 정보를 관제 센터에 통보해주는 다용도 스마트 센서 시스템을 제안한다.

본 센서는 열에너지를 감지하는 서모파일 센서와 거리를 측정하는 초음파 센서, 화재 발생 유무를 감지하는 화재감지 센서, 열 변화를 감지하는 PIR(passive infra-red) 센서로 구성되며, 조명 및 냉난방 기기 제어장치와 관제 센터에 정보를 전달하기 위한 무선 통신부를 포함한다. 본 논문에서는 측정 데이터 검증에 위한 실제 환경 실험을 통해, 본 연구에서 제안한 시스템의 효용성 및 타당성을 확인한다.

2. 시스템 구성

본 시스템은 하드웨어와 소프트웨어를 포함하는 센서 유닛과 센싱 결과를 확인하고 제어하기 위한 GUI(graphic user interface)를 포함한 검증 유닛으로 구성된다. 검증 유닛은 각종 상황에 맞는 대응을 하며, 빌딩 내의 관제센터에 위치한다.

2.1 하드웨어 구성

본 연구에서 개발된 센서 유닛은 Fig. 2에서와 같이 크게 4가지 센서, 즉 열에너지를 감지하는 서모파일 센서와 거리를 측정하는 초음파 센서, 화재 발생 유무를 감지하는 화재감지 센서, 열 변화를 감지하는 PIR 센서로 구성된다. 본 센서 시스템을 기능적으로 구분하면, 다음과 같이 4가지 유닛으로 설명할 수 있다.

(1) 인체판단 유닛: 전술한 바와 같이 4가지의 독립된 센서들이 통합되어 인체판단 유닛을 구성한다. 본 유닛은 움직이거나, 혹은



Fig. 1 Concept of system

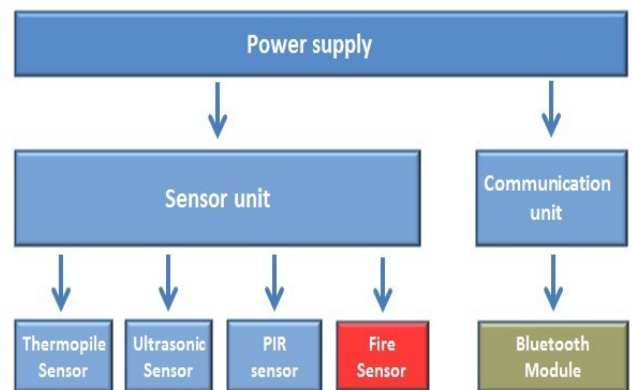


Fig. 2 Sensor unit configuration

움직이지 않는 인체의 존재 유무를 동시에 판단할 수 있으며, 측정 대상물과의 정확한 거리 측정이 가능하다.

(2) 화재감지 유닛: 화재 발생 여부를 정확하게 감지한다. 화재가 감지되면, 비화재 모드에서 화재 모드로 변환되어, 초음파 센서가 비활성화됨과 동시에 PIR 센서는 구동을 시작한다.

(3) 제어 유닛: 측정 데이터로부터 인체감지 유무에 따라 전력을 소비하는 조명 및 냉난방기기 등을 능동적으로 On/Off 제어하고, 필요한 경우 빌딩 내의 타 센서들과의 연동이 가능하다.

(4) 통신 유닛: 화재가 발생한 경우, 모드가 바뀌어 빌딩 내 임의의 영역에서의 재실자 유무 및 위치를 감지하여 빌딩 관제센터에 알려준다.

본 센서 시스템은 Fig. 3과 같이 그 기능을 평상시와 화재 발생시 2가지로 구분하여 구현한다. 화재가 발생하지 않는 평상시에는, 임의의 영역(사무실 등)에서의 인체 유무를 감지하여, 그 영역에서의 조명이나 냉난방 시스템의 작동여부를 능동적으로 제어함으로써, 빌딩 내의 전력 에너지 절감을 유도하는 BEMS 기능을 수행한다. 한편 화재가 발생한 경우에는, 그 모드가 바뀌어 빌딩 내 임의의 영역에서의 재실자 유무 및 위치를 감지하여 빌딩 관제센터에 알려준다.

2.2 소프트웨어 구성

센서 유닛의 소프트웨어는 크게 3가지로 구성된다. 인체의 재실 유무 확인을 위한 서모파일 센서 및 초음파 센서의 후처리 알고리즘, 그리고 화재 발생시 인체의 움직임과 재실유무 판단을 위한 PIR 센서와 서모파일 센서의 후처리 알고리즘, 그리고 센서 유닛의 감지정보를 관제 센터로 전달하기 위한 통신 알고리즘으로 구성된다. 서모파일 센서는 측정대상 온도를 전압방식으로 출력한다. 서모파일 모듈에는 출력 단자가 2개 있다. 하나는 FOV(field of view) 출력 단자이고, 다른 하나는 환경온도 출력 단자이다.

물체가 없는 경우에는 환경 온도와 동일한 출력이 나오고, 측정 영역에 새로운 물체가 들어오면 온도가 변함으로써 물체를 감지하게 된다. 즉 환경온도와 측정대상의 온도를 실시간으로 비교하여 결과를 도출한다. 인체의 경우, 체온이 36.5~37.5°C로 환경온도에

Mode	Normal Mode	Fire Mode
Sensor	Presence Sensor	Fire Sensor
System Function	Saving of Electrical Power	Sensing of Survivors in Room
Ultrasonic Sensor	Distance from floor : 0 Cm	Distance from floor : 50 Cm

Fig. 3 Functions of sensor unit

비해 매우 높으므로 바로 감지할 수 있다. 즉, 환경 열에너지와 FOV 영역에 들어오는 대상 열에너지 비교하면서 변화 전압 산출하여 인체 유무를 판단한다. 이때 초음파 센서의 작동으로 측정대상이 바닥으로부터 50 cm 이하인 경우에는 인체로 판단하지 않도록 설정한다. 본 센서 시스템은 기존의 화재 감지기와 동일하게 빌딩 내의 모든 영역의 천정에 설치한다.

2.3 시스템 알고리즘

본 센서 시스템은 Fig. 4와 같이 그 기능을 정상모드와 화재모드 2가지 모드로 구분하여 구현한다. 화재가 발생하지 않는 정상모드에서는, 임의의 영역(사무실 등)에서의 인체 유무를 감지하여, 그 영역에서의 조명이나 냉난방 시스템의 작동 여부를 능동적으로 제어함으로써, 빌딩 내의 전력 에너지 절감을 유도하는 BEMS 기능을 수행한다. 한편 화재가 발생한 화재모드에서는, 그 모드가 바뀌어 빌딩 내 임의의 영역에서의 재실자 유무 및 위치를 감지하여 빌딩 관제센터에 알려준다. 정상모드에서는 대상공간을 “방” 단위로 구현하기로 한다. Fig. 5에서와 같이 실제로 애완동물을 키우는 가정집에 본 센서 시스템을 적용하는 경우, 그 동물과 인체의 체온이 비슷하기 때문에, 서모파일의 열에너지 비교로는 인체감지 구분이 어렵다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 초음파 센서를 추가하여 서모파일 신호와의 논리 연산으로 시스템을 구현할 수 있다. 여기에서는 가정에서 키우고 있는 애완동물의 크기를 50 cm 이하로 가정하고, 인체의 키를 100~200 cm 사이로 가정한 경우를 예로 들어 생각한다. 초음파 센서는 장애물까지의 거리를 정확히 측정할 수 있으며, 가격도 적당하므로, 본 시스템에서 요구기능을 충분히 만족한다. 단, 여기에서는 바닥을 기어 다니는 유아에 대한 감지는 단순화를

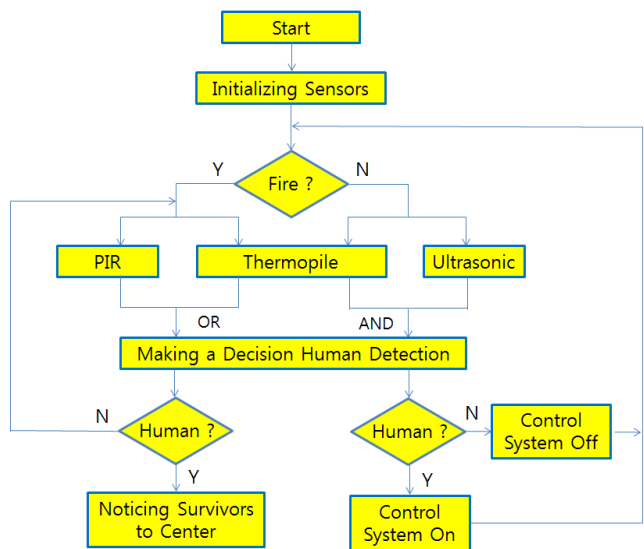


Fig. 4 System algorithm of sensor unit

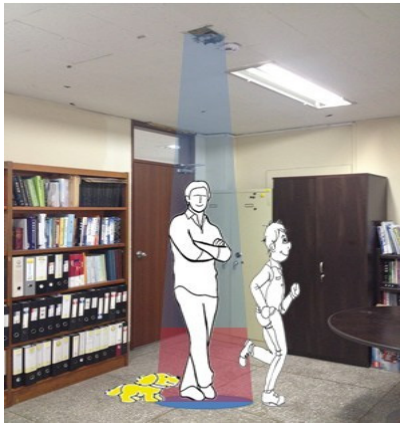


Fig. 5 Objects measured by sensor unit

위해 제외한다.

한편 화재모드에서는 재실자가 연기로 인해 바닥에 엎드려 있거나, 실신한 경우가 발생한 경우에도 인체감지를 판단해야 한다. 결국 화재가 발생하지 않은 경우에는 동물과 인체의 구별이 필요하고, 화재 발생시에는 엎드려거나 쓰러진 인체를 확인해야 한다. 따라서 정상모드에서는 바닥으로부터 50 cm 이상인 장애물의 열에너지가 측정하여 인체 여부를 구분해야 하며, 화재모드에서는 50 cm 이하에 존재하는 인체도 감지할 수 있어야 한다.

3. 시스템 구현

3.1 실험 환경 설정

본 센서 시스템을 실제 환경에서 검증하기 위해 국민대학교 공학관 315호에 테스트베드를 구성하였다. 본 실험은 실제의 환경과 동일하게 낮과 야간 환경에서 실험을 수행하였다. 본 시스템은 설치 위치에 영향을 받기 쉬우므로 주변에 급속한 열에너지 변화가 없는 장소에 설치해야 한다. 천장까지의 거리는 250 cm이다. 그리고 애완동물과 사람의 체온이 비슷하므로, 인체만 감지하기 위해 초음파 센서는 200 cm로 설정하여 바닥에서 50 cm 이상을 감지하도록 설정하였다. 한편, 화재 발생시에는 엎드려 있는 사람이 있을 수 있으므로, 초음파 센서는 슬립 모드로 설정되며, 이동 인체 판단하기 위해서 PIR 센서가 구동된다. 본 연구에서 설계, 제작한 스마트 센서 시스템을 Fig. 6에 나타내었다.

본 논문에서 사용한 서브 센서들은 다음과 같은 사양을 가진다. 서머파일 센서는 독일의 Heimann社의 HTIA-D 타입이며, 최대 측정각도가 26°(렌즈 사용시 각도 조정 가능), 최대 측정거리가 2.5 m로, 측정 거리가 길다는 장점을 가지고 있다. 초음파 센서는 영국의 Robot Electronics社의 SRF04 모델을 사용하였으며, 40 KHz의 초음파를 이용하여 3~300 cm의 거리를 감지할 수 있으며, 정밀한 거리 측정이 가능한 장점이 있다. PIR 센서는 투과형으로

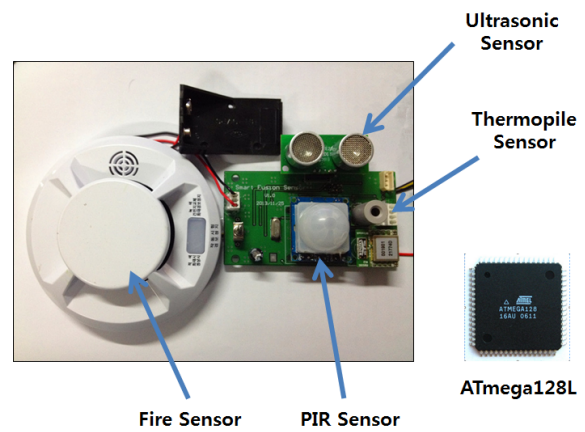


Fig. 6 Assembled sensor unit

거리 10 m인 일반적인 모듈을 사용하였다.

마지막으로 화재감지 센서는 국내기업인 리더스테크社 제품으로 산란광 방식의 광전식 연기 센서를 사용하였다. 작동 원리는 연기나 가스와 같은 기체가 센서 내에 들어가 산란광을 일으켜 전기 저항이 변화되는데, 이러한 전기 저항 감소에 따른 전류의 흐름의 증가를 스위칭 회로로 검출하는 방식이다.

따라서 각 센서들의 사양으로부터 본 센서 시스템의 인체감지 범위는 서머파일 센서를 고려하면 바닥면을 기준으로 직경 1m, 높이 2.5 m임을 알 수 있다.

3.2 알고리즘 구현

본 절에서는 각 센서들의 동작 여부 및 통합 기능을 포함하는 인체감지 실험을 통해 시스템 구현의 유효성을 확인한다. 먼저 초음파 센서는 화재 발생 여부를 따라 측정대상의 거리를 설정해야 하므로, 그 정확도가 매우 중요하다. 평상시인 정상모드와 화재 발생시인 화재모드, 두 가지로 나누어 인체의 재실 유무를 정확하게 판단해야 한다.

Fig. 7은 초음파 센서에 의한 거리 측정 실험을 진행한 결과이다. 일정한 조건 및 거리 환경에서 초음파 센서는 실제 거리와 정확히 동일한 결과 나오는 것을 알 수 있다. 이 실험은 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm 거리에서 34회 실험을 통해 그 평균값을 계산하였다.

한편 센서 시스템이 정확하게 인체의 재실 유무를 확인하기 위해 인체감지 유닛은 별도의 실험을 수행하였다. 열에너지는 외부 온도의 영향을 많이 받기 때문에 실제로 실험할 때, 많은 실험을 통해서 주변 온도에 따른 정확한 기준치를 수집해야 한다.

인체의 재실 유무를 확인하는 실험에서는 측정대상인 사람이 측정영역 안으로 들어갈 때 시스템이 정상적으로 동작하는지를 확인하였다. 그리고 그 측정값과 참조(reference)값을 비교해서 알고리즘에 적용하여 수행된다.

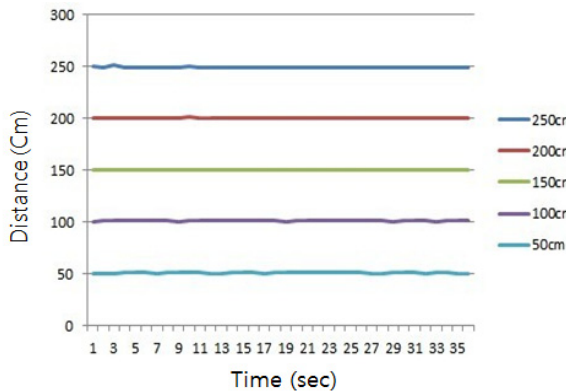


Fig. 7 Distance data measured by ultrasonic sensor

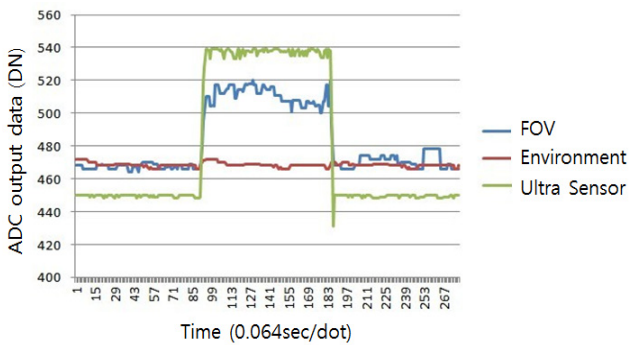


Fig. 8 Human detection experiment by sensor unit

Fig. 8은 실험 환경온도는 보통 실내온도와 비슷한 23°C로 전체 실험을 진행한 데이터를 나타낸다. 사람이 측정영역 안으로 들어가게 되면 환경온도와 큰 차이를 확인할 수 있다.

현재의 측정영역에서 출력된 서모파일 및 초음파 센서 데이터를 한주기 전에 수집한 데이터와 비교하여, 그 값이 기 측정된 인체의 체온 데이터와 거리에 대한 데이터가 일치하는 경우 인체가 영역 내에 존재한다고 판단한다^[11]. 이때 서모파일 데이터는 35~40°C, 초음파 데이터는 천정에서 0~200 cm의 범위로 구성되며, 인체 유무 판단은 최종적으로 두 데이터간의 AND 관계로 정의된다.

Fig. 6의 다용도 스마트 센서 시스템에 채용한 MCU(PCB 하부면에 장착)는 AVR社의 ATmega128L칩이 사용되었으며, 16 MHz의 외부 크리스털을 통해 빠르고 정확한 연산이 가능하며, UART 커넥터가 2개이므로 복수의 센서를 연결할 수 있어 그 활용성이 매우 넓다. 더불어 ATmega128L칩의 경우 8 bit 급 MCU 중에서는 가장 큰 내부 메모리(128 KB)를 가지고 있어, 소프트웨어 및 알고리즘 구성에 있어서 상당한 이점을 지닌다. ATmega128L은 내부 비교전압이 2.56 V로 구성된다. 10진수개념을 사용하여, 2.56 V를 1,024로 나눈다. 즉, 2.56 V 전압을 1,024로 등분하게 되며, 실제 나오는 값 400은 전압으로 환산하면 1 V 전압이 된다. 서모파일은 비선형 변화이지만, 선형으로 가정하여 계산하면, 최대

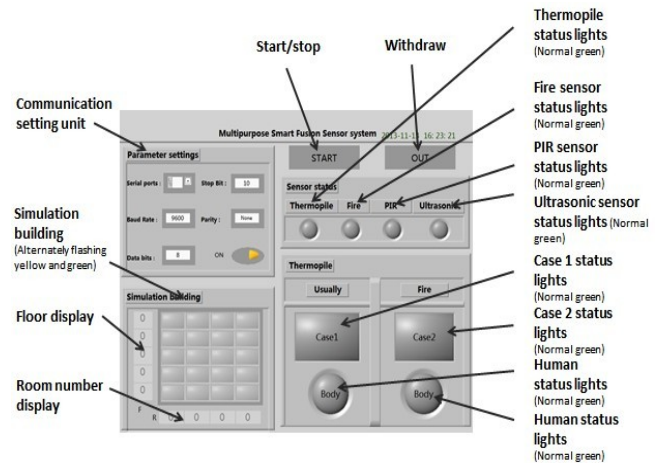


Fig. 9 Graphic user interface

100°C까지 측정이 가능하며, 1V에 대응하는 열에너지는 $1V/2.56 V * 100^{\circ}C$ 로 계산하면 39°C 정도로 나온다.

3.3 GUI(graphic user interface) 구성

실제 작성된 GUI는 Fig. 9과 같이 4가지 부분으로 구성된다. 그림에서 좌측 위쪽에는 통신설정 메뉴가, 아래쪽에는 빌딩 내의 인체 위치를 표시하는 그림으로 구성된다. 또한 우측 가운데 4가지 버튼은 4개 센서의 활성 유무 상태를 표시하며, 아래쪽에 평상시 모드는 Case 1으로 화재발생 모드는 Case 2로 구분되어 정의된다. 이때 실제로 인체가 감지된 경우에 “Body” 아이콘 색깔이 회색에서 녹색으로 변경된다.

4. 시스템 적용

본 논문에서는 BEMS 기능과 화재 발생시 재실자의 위치 파악 기능을 포함한 다용도 스마트 융합 센서를 제안하였다. 이를 실제 환경에 설치, 적용해봄으로써 시스템의 유효성을 검증한다.

실험 대상은 키가 172 cm고, 몸무게 60 kg인 평범한 체격의 남성 1명으로 진행하였다. Fig. 10 ~ Fig. 12는 화재가 발생하지 않은 평상시, 즉 정상 모드에 빌딩 에너지관리 기능을 위한 인체감지 모드가 작동되는 모습을 나타낸 것으로 “Case 1”의 아이콘이 녹색으로 나타난다. 이때 작동된 센서가 녹색으로 바뀐 것으로 서모파일 센서와 초음파 센서 2개임을 알 수 있다.

단, 여기에서는 단순히 인체를 감지하는 기능만을 시연한 것으로, 조명이나 냉난방 기기를 인체 감지를 통해 On/Off 제어하는 BEMS 기능은 제외하였다. 또한 실제 화재가 발생한 경우 재실자가 책상과 같은 가구 아래에 있는 경우에는 재실 유무를 감지할 수 없으므로 본 센서 시스템을 본 센서를 천장에 설치하는 경우, 그 측정범위를 신중히 고려하여 설치할 필요가 있다.

Fig. 10은 측정 영역에 인체가 존재하지 않아 “Case 1”의 “Body” 아이콘의 색깔이 회색임을 나타낸다. Fig. 11은 측정 영역 안에 인체가 감지되었음을 나타낸 것으로 “Case 1”의 “Body” 아이콘이 녹색으로 바뀌었다. 그런데 Fig. 12는 특별한 경우로 인체가 측정 영역 안에 있지만 그 높이가 50 cm 이하이므로 “Case 1”의 “Body” 아이콘의 색깔이 회색으로 인체로 감지되지 않았음을 나타낸다.

한편, Fig. 13 ~ Fig. 15는 화재 모드인 경우, 빌딩 내의 재실자의 존재 유무를 감지하기 위한 모드를 실험한 결과를 나타낸

것이다. Fig. 13은 그림에서 잘 보이지 않지만, 화재 발생 가스를 분사시켜 화재 발생 모드인 “Case 2”의 아이콘이 녹색으로 바뀌었다. 이때 작동된 센서 버튼에서 초음파 센서만 Sleep 모드인 회색이고, 나머지 센서 3개는 모두 녹색으로 작동되고 있음을 알 수 있다.

Fig. 14와 Fig. 15는 화재 발생 모드에서 인체가 측정 영역 안에 존재할 때의 모습으로 “Case 2”의 “Body” 아이콘이 녹색으로 인체가 감지되었음을 나타낸 것이다. 이와 같이 일련의 실험을 통하여 본 연구에서 개발된 다용도 스마트 센서 시스템의 기능과 그 효용성을 확인할 수 있었다.

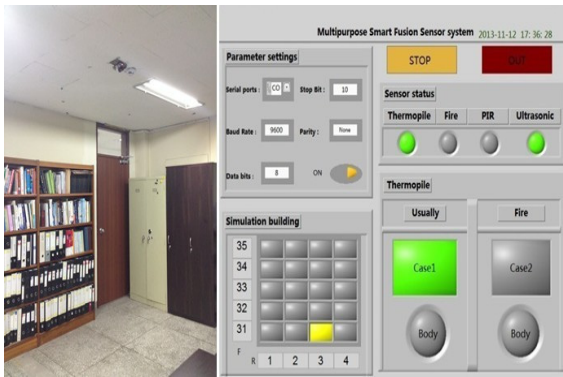


Fig. 10 No human in normal mode

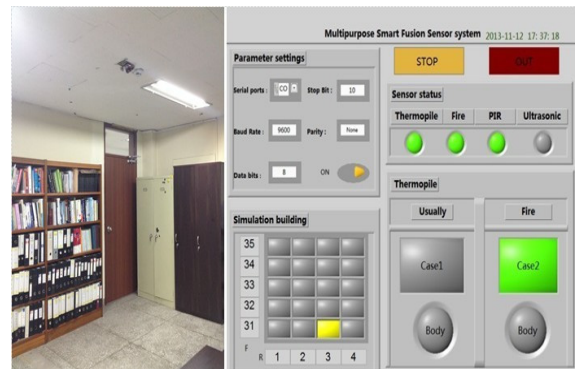


Fig. 13 No human in fire mode

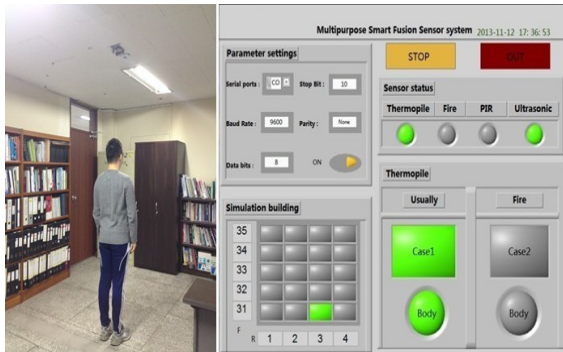


Fig. 11 Human detection in normal mode

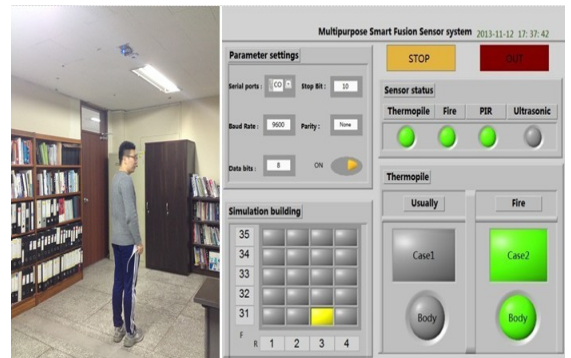


Fig. 14 Human detection in fire mode

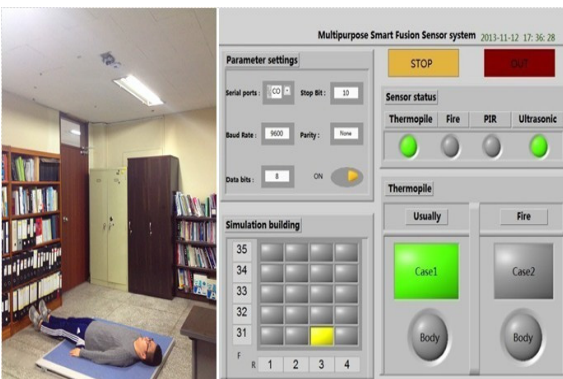


Fig. 12 No human detection in normal mode (under 50 cm)

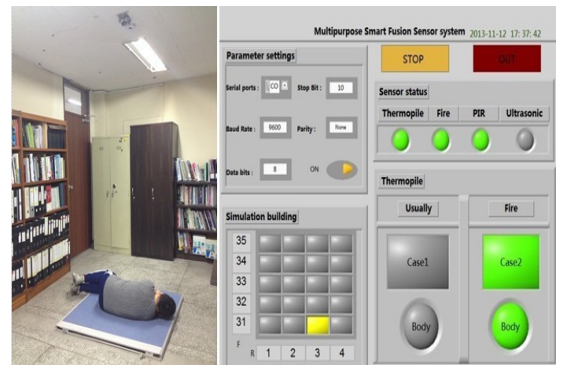


Fig. 15 Human detection in fire mode (under 50 cm)

5. 결 론

본 논문에서는 고층 빌딩에 있어서, 인체감지 센서를 통하여, 평상시에는 조명 및 냉난방 기기에 사용되는 전기 에너지를 획기적으로 절감을 유도함과 동시에, 화재 발생 시에는 빌딩 내에 거주하는 사람들의 존재 여부 및 그 위치 정보를 관제 센터에 통보해주는 독립형 다용도 스마트 융합 센서 시스템을 제안하였다.

이를 구현하기 위해서 모두 4개의 센서, 즉 열에너지를 감지하는 서모파일 센서와 거리를 측정하는 초음파 센서, 화재 발생 유무를 감지하는 화재감지 센서, 열 변화를 감지하는 PIR 센서로 구성되며, 조명 스위치 및 냉난방 기기 제어장치와 관제 센터에 정보를 전달하기 위한 무선 통신부를 포함하고 있으며, 데이터 취합과 분석을 위해 AVR ATmega128L을 이용하여 제작하였다.

마지막으로 개발된 센서 및 시스템 검증을 위해, 실제 환경에서 다양한 실험을 수행해봄으로써, 본 시스템의 효용성 및 타당성을 확인하였다.

후 기

본 연구는 2014년도 국민대학교 교내연구비와 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행된 연구과제입니다. (No. 20134010200580)

References

- [1] Gellings, C. W., 2009, The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response, Fairmont Press, USA.
- [2] Farhangi, H., 2010, The Path of the Smart Grid, IEEE Power & Energy Mag., Issue 1 18-28.
- [3] Lim, S. -C., 2009, The Technologies of Building Energy Management System, Korean Architects, 71-74.
- [4] Lee, T. -W., Kim, Y. -K., Seo, J. -S., 2012, The Major Functions and Using Method of the Building & Energy Management and Information System, SAREK Summer Conference, 420-423.
- [5] Hong, S. G., Park, S. H., Jang, D. H., Jeon, J. S., 2010, Roles of IT in the Green Growth Strategy: Priority Setting on Green IT Infrastructures and Services, Journal of Cyber Communication Academic Society, 27:3 265-300.
- [6] Song, W. -S., Hong, S. -H., Song, K. -D., Son J. -L., 2002, Performance Analysis of BACnet-based Fire Detection/Monitoring System in the Hig-rise Building, Journal of the Architectural Institute of Korea, 18:1 171-178.
- [7] Cha, J.-H., Lee, K. H., 2012, Development of Sensor System for Indoor Location-Based Service Implementation, Trans. Korean Soc. Mech. Eng. A, 36:11 1433-1439.
- [8] Ha, K. N., Lee, K. C., Lee, S., 2006, Development of PIR Sensor based Indoor Location Detection System for Smart Home, International Joint Conference, 12:9 2162-2167.
- [9] Kim, H. H., Ha, K. N., Lee, K. C., 2009, Resident Location-Recognition Algorithm Using a Bayesian Classifier in the PIR Sensor-Based Indoor Location-Aware System, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part C, 39:2 240-245.
- [10] Chun, S. Y., Lee, C. -S., 2012, Human Location Estimation using Thermopile Sensor Array for Lighting Control, The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers 2012 Spring Conference, 156-157.
- [11] Lee, K. H., Cha, J. -H., 2010, Development of Power Saving Sensor for Smart Grid Implementation, Korean Society for Precision Eng. 2010 Spring Conference B, 1029-1030.