

Energy Saving System Based on the Human Sensing Technique

李 鍾 弼* · 池 平 植** · 申 寬 雨*** · 林 裁 尹†
 (Jong-Pil Lee · Pyeong-Shik Ji · Kwan-Woo Shin · Jae-Yoon Lim)

Abstract - This research is investigated an energy saving system based on human detecting technique. It saves a lot of energy by automatic switching method of lighting, appliance, and so on. Existence of people on space is detected by infrared ray sensor. If there is not anybody during definite time, then main controller of system sends "power off" signal to lighting switches, and outlets. When people are detected again, turn on lighting switches and outlets. Result of this research is adaptable for classrooms and offices, and great effect of energy saving is expected.

Key Words : Energy saving system, Infrared ray sensor

1. 서 론

정보화 산업 사회의 원동력이고 질 높은 생활을 영위하기 위한 필수적인 에너지원은 97%가 해외에 의존하고 있는 현실에서 에너지 문제는 우리의 운명을 좌우할 중요한 사안이다. 따라서 정부에서는 에너지 절약 차원으로 효율적인 에너지 소비를 도모키 위한 세제 개편과 자발적 협약, 고효율 기가재 지정, ESCO(energy service company)사업 등과 같은 기술개발지원책을 개발 운영 중에 있다. 만일 가정에서 실내 온도 1℃만 낮추면, 50만kW급 발전소를 건설하지 않아도 되고, 난방 온도를 적정온도인 18~20℃로 유지한다면 연간 4700억 원을 절약할 수 있다[1-2].

그러나 우리 주변에서는 에너지를 낭비하는 사례가 너무나 많다. 일례로 학교 또는 일반 사무실에서 컴퓨터를 켜 놓은 상태에서 장시간 다른 업무를 본다든지, 수업이나 업무가 시작 될 때는 좋은 환경을 위하여 능동적으로 설비를 동작시키지만, 수업이나 업무가 끝나면 조명이나 냉난방 시설을 자발적으로 정지시키는 경우가 드물다. 이와 같은 이유는 무엇보다도 에너지의 중요성에 대한 인식 부족과 에너지 절약을 위한 기반 시설이 미약하다고 할 수 있어 에너지 절약을 위한 통합시스템을 개발할 경우 불필요하게 낭비되고 있는 전기에너지를 획기적으로 절약할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 에너지 절약을 위한 기술 개발로 인체 감지를 통한 통합적 에너지 절약 시스템을 구현하고자 한다. 즉, 인체를 감지해 조명용 스위치 및 각종 전기기기 등에

전력을 공급하는 콘센트를 원격으로 제어하는 통합적 전기 에너지 절약 시스템을 개발하고 특성실험을 통하여 제안된 방법의 우수성을 입증하였다.

2. 설계 및 제작

본 연구에서 제안하는 인체감지를 통한 에너지 절약 시스템의 구성은 그림 1과 같이 발신부와 수신부로 구성되어 있다. 발신부는 인체를 감지할 수 있는 센서부와 이를 제어하는 제어부, 또 그 신호를 수신부에 전송하는 무선송신부[3-6]로 구성하였다.

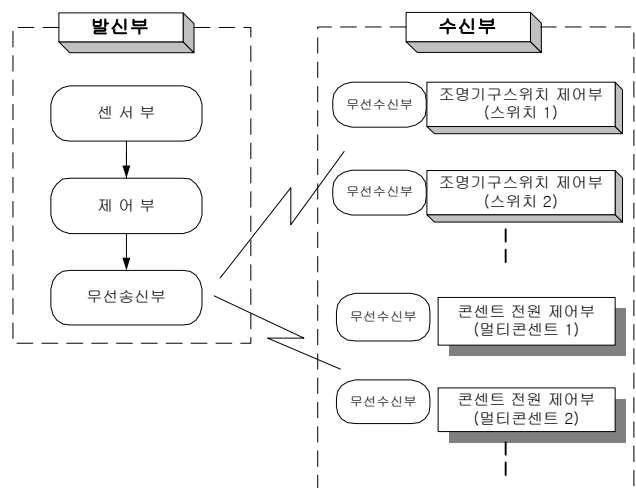


그림 1 시스템 구성도
 Fig. 1 Configuration of proposed system

* 正 會 員 : 忠北大學校 電氣工學科 博士課程
 ** 正 會 員 : 忠州大學校 電氣工學科 專任講師 · 工博
 *** 正 會 員 : 公州大學校 情報通信工學科 BK教授 · 工博
 † 교신저자, 正會員 : 大德大學 電氣科 副教授 · 工博
 接受日字 : 2004年 4月 12日
 最終完了 : 2004年 10月 20日

한편, 시스템의 동작은 그림 2와 같이 인체를 감지하는 센서부에서 인체를 감지하여 무선 송신기를 통해 신호를 전송하면 각각의 무선 수신부에서 신호를 수신한 후 설정된 시간 동안 인체감지 신호가 없을 경우에 조명기구 스위치 또는 콘센트 전원을 차단한다. 또한, 사람이 입실하여 인체가 감지되면 차단되었던 조명기구 스위치 또는 전용 콘센트에 전원을 투입시킴으로써 실내에 사람이 없을 경우에 불필요하게 낭비되는 전기에너지를 절약할 수 있고, 전용 콘센트에 연결된 전열기와 같은 부하설비에 대하여 과열에 의한 화재 등을 미리 예방할 수 있다.

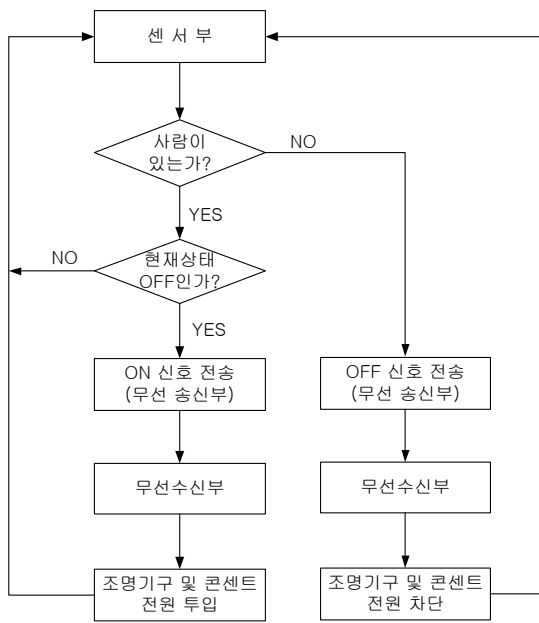


그림 2 시스템 흐름도
Fig. 2 Flow chart of proposed system

2.1 모션 디텍터 및 송수신 회로 설계

인체감지를 위해 본 연구에서는 인체의 감지(침입경보기, 자동문 등), 화재감지기, 가전용 전자기기, 산업용 기기 등에 널리 사용되고 있는 초전형 적외선 센서인 P2288을 사용하였으며 주요 사양은 표 1과 같다[7].

표 1 적외선 센서의 주요 사양
Table 1 Specification of infrared ray sensor

주요항목	사 양
유효 수광면	2면
소 자 수	2개
동작전압	3~15 V
주위온도	-40~+60℃
분광감도	7~15μm
감도(1Hz)	6,500V/W
(10Hz)	1,000V/W

초전형 적외선 센서의 시야 내에서 어떠한 물체나 인체가 움직이면 적외선 에너지량의 분포가 변화를 검출하게 되고, 이 검출된 신호는 매우 약하기 때문에 증폭 후 RF 무선 송신기에 의해 조명스위치 제어와 콘센트 전원 제어부의 RF 수신기로 전달되도록 인체감지용 회로를 설계하였다.

한편, 인체를 감지하여 전용콘센트 및 조명 스위치에 신호를 전달하기 위한 무선 송수신 회로는 무선 전용 칩인 nrf403을 이용하여 회로를 설계하였다.

2.2 DC/DC 컨버터를 이용한 파워서플라이[8]

인체감지 모듈과 전력절약 콘센트의 동작을 위한 전원공급기는 각 모듈들의 소비전력에 따라 결정하였으며 모든 모듈의 총 사용전력은 DC5V 300mA 미만이기 때문에 이 조건을 충족시키도록 하였다.

스위치 모드 전원공급기는 스텝다운 컨버터를 사용하였으며 부품의 수와 부피를 줄이기 위해 전용 DC-DC컨버터를 사용하여 설계하였다.

소자의 특징은 일본 TAMURA 제작소의 uPM0518SA로 초소형, 초절전형 DC-DC 컨버터로 입력 전압은 DC80V~DC375V 범위로 전 세계의 가정용 AC 전압 범위에서 동작하도록 되어 있다.

입력에 브리지 정류회로와 출력 측의 필터회로만 구성하면 자유 입력 전압/5V(300mA) 정전압 출력의 초절전형 스위칭 파워 서플라이를 구성할 수 있다.

주요 용도는 리모컨에 의하여 시스템의 전원이 ON 되는 전자기기(TV, 오디오, 에어컨, CD플레이어, 탁상용 조명기기) 등에 사용하도록 고안되었다. uPM0518SA는 부하가 10mA의 전류를 소비할 때 0.18W의 최소 전력을 소비하므로 전력 절약용 기기의 설계에 아주 좋다.

2.3 조명스위치 및 콘센트 전원 제어부

조명 스위치 및 전용 콘센트의 전원부의 스위칭 기능은 부피와 부품 수를 줄이기 위해 AC 전력제어용 반도체 릴레이인 JC216SC를 사용하여 회로를 구성하였으며 주요 사양은 표 2와 같다.

표 2 반도체 릴레이 주요 사양
Table 2 Specification of semiconductor relay

주요항목	사 양
출력전압	35~280 V
출력전류	16 A
반복피크전압	600 V
반복 피크전류	160 A
On 상태 전압강하	1.5 V
입력전류	8~50 mA
입출력절연저항	10GΩ
동작온도	-25~100℃
Turn on/off시간	10ms이하

3. 실험 및 결과고찰

3.1 인체감지 실험

그림 3은 본 연구에서 설계·제작된 인체감지 모듈로서 인체로부터 발산되는 적외선을 검출하게 된다. 인체 유무를 감지하기 위해 센서의 설치 위치에 따라 모듈의 검출 범위가 달라지게 되는데 적외선 센서의 감도뿐만 아니라 수광부 전면에 설치하는 프레넬 렌즈라고 하는 렌즈의 종류에 따라 범위가 결정된다.



그림 3 제작된 인체감지 모듈
Fig. 3 Prototype Human sensing module

본 연구에서는 인체감지 모듈을 천장에 부착하는 형식인 돛형 프레넬 렌즈를 사용하였다. 인체감지거리는 약 2.5미터의 거리를 갖도록 하였다. 그림 4는 인체가 감지되었을 때 적외선 센서의 출력 전압이 매우 낮기 때문에 증폭기를 통해 3V로 증폭된 전압의 신호 파형으로 이 신호는 사람이 실내에 있는지를 판단하는 마이크로프로세서의 입력 신호로 들어간다. 인체의 감지는 오동작 없이 정확하게 검출되었지만 회로의 특성상 인체의 움직임이 없으면 인체감지신호가 출력되지 않는 문제점이 있다. 따라서 인체감지 타이머의 시간을 10분 이상으로 정해놓아 인체가 10분 이상 움직임 없이 있을 경우를 제외한 나머지의 정확한 검출이 이루어지도록 하였다.

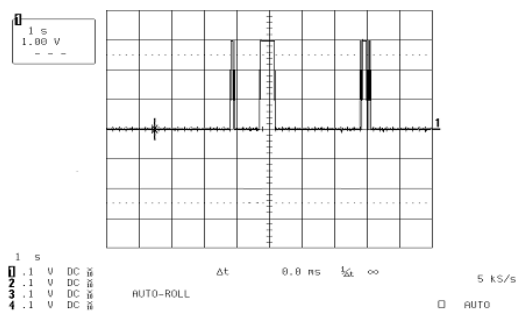


그림 4 인체가 감지되었을 때의 신호 파형
Fig. 4 Signal waveform for human sensing

3.2 콘센트 전원 제어 실험

전원 콘센트는 인체감지모듈을 통해 전송된 인체감지신호를 바탕으로 인체감지 시 콘센트의 전원을 공급해주고 지정된 시간동안 인체가 없는 것으로 판단된 신호 감지 시는 콘센트의 전원을 차단시켜주기만 하면 된다. 콘센트의 동작은 정확하게 이루어졌다. 그림 5에 회로를 바탕으로 제작된 전력절약 콘센트를 나타내었다. 콘센트의 오른쪽에 스위치모드 파워서플라이와 무선수신모듈이 연결되어 있는 모습을 볼 수 있다.

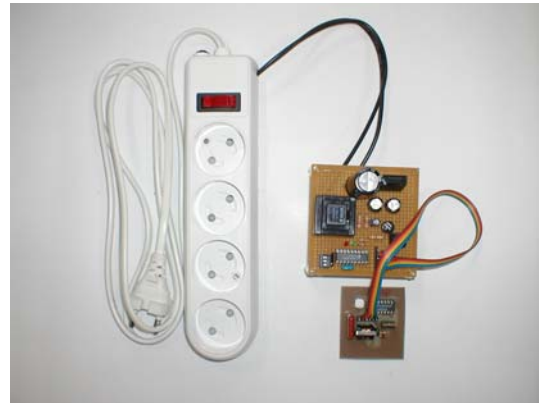


그림 5 제작된 전력절약 콘센트
Fig. 5 Power saving outlets

3.3 전력 절약 실험

전력 절약 콘센트를 사용하였을 때와 사용하지 않고 일반적인 환경으로 부하기기를 사용하였을 때를 각각 실험하였다. 전력절약용 콘센트를 실험실에 설치하고 센서부의 모션 디텍터에 의한 인체감지 신호를 무선통신을 통해 전달받도록 구성하여 실험하도록 하였다. 실험은 그림 6과 같이 실험군과 대조군으로 나누어 시행하였다.

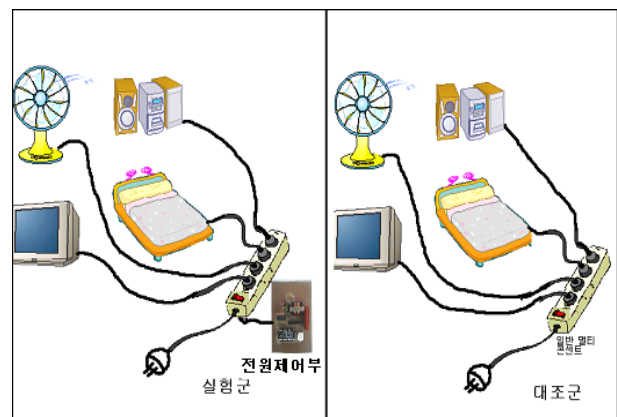


그림 6 실험군과 대조군의 부하구성
Fig. 6 Configuration of load set for test

콘센트에는 일반적으로 가정이나 사무실 등에서 사용하는 기기를 선정하여 꼽아놓고 소비되는 전력을 측정하였다. 실험

에 사용된 기기는 일반적으로 가정에서 많이 사용하는 TV, 선풍기, 전기장판 3종류와 형광등 등 총 4종류를 사용하여 이에 따른 전력소비량을 측정하였다.

실험은 비교적 간단하나 본 연구에서 제안하는 전력절약의 목적을 잘 설명해 주고 있다. 실험군과 대조군으로 나눠 실험군은 3개의 부하기기를 콘센트에 꼽아 동작시키고, 조명을 켜둔 상태에서 전력소비량을 측정하기 시작하여 1시간 50분 후 실험실을 나간다. 약 10분 후 전원절약 콘센트가 작동하여 전력을 차단시킨다. 그 후 2시간을 더 소비전력을 측정한다. 대조군은 3개의 전력 소비기기를 콘센트에 꼽아 동작시키고 조명을 켜둔 상태에서 역시 1시간 50분 후에 실험실 밖으로 나간 다음 계속 소비전력을 측정하여 총 4시간이 되도록 한 후 측정한 후 그 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3 특성실험에 따른 전력 소비량 비교

Table 3 Consumed energy on characteristics experiment

기기명	실험군				대조군			
	TV	선풍기	전기장판	형광등	TV	선풍기	전기장판	형광등
소비 전력	48W	80W	60W	40W×4개	48W	80W	60W	40W×4개
사용 시간	2H	2H	2H	2H	4H	4H	4H	4H
대기 시간	2H	2H	2H	2H	0	0	0	0
총 소비량	96WH	160WH	120WH	320WH	192WH	320WH	240WH	640WH
합계	696WH				1392WH			

실험 결과에 나타난바와 같이 사용하지 않는 시간에 대기 전력을 차단시킴으로써 얻는 전력 절약의 효과는 상당하다고 볼 수 있다. 사용자의 무관심으로 낭비되는 전력을 자동으로 차단함으로써 에너지 절약에 상당한 도움이 될 것이다. 실험에 나타난 바와 같이 각 기기의 사용하지 않는 시간에 전원을 차단함으로써 기기의 대기 전력으로 낭비되는 전력을 절약할 수 있다. 그러나 본 연구결과인 전기에너지절약시스템은 지속적인 전원 공급이 필요한 기기 즉, 작업 수행중인 컴퓨터, 휴대폰 충전기, 냉장고, 세탁기 등 항시 전원이 투입되어야 하는 기기는 사용할 수 없다. 따라서 사용자는 사람이 없을 때 동작하지 않아도 되는 기기만 골라서 본 전원절약 콘센트를 사용하여야 하는 불편함은 일부 있으나 작은 노력으로 불필요하게 낭비되는 전력을 절약할 수 있으며, 특히 대학의 대형 강의실이나 초·중·고교 교실 등에 사용할 경우 전기에너지 절약효과는 상당히 클 것으로 기대된다.

4. 결 론

본 연구는 빈 강의실이나 사람이 없는 실내의 조명기구나 모니터, 전열기구 등을 불필요하게 켜져 있는 부하설비에 대하여 인체감지를 통해 전력에너지를 절약할 수 있는 에너지 절약시스템에 관한 연구이다.

원적외선 센서를 이용하여 인체 유무를 판단하고 일정시간 사람이 없는 경우에 전원 OFF 신호를 조명용 스위치나 전용 콘센트에 무선 전송하여 수신된 신호에 따라 조명기구나 콘센트의 부하전원을 OFF시키고 다시 인체가 감지되면 조명기구를 켜주고 콘센트에 전원을 투입시킴으로써 불필요하게 낭비되는 전기를 획기적으로 절약하는 시스템으로 본 연구 결과를 대학강의실 또는 초·중·고교 교실 등에 이용할 경우 많은 에너지 절약이 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 에너지관리공단, “에너지 이용 합리화를 위한 금융, 세계 지원 안내”, 1997. 3
- [2] 산업자원부, “효율적인 건물에너지 관리기법 개발을 위한 기획 연구”, 1997. 6
- [3] Razavi, Behzad, Theodore S.Rappaport., “RF MICRO ELECTRONICS”, Prentice Hall, 1998.
- [4] “TSOP1x IR Detector Photomodules”, VISHAY Semiconductor
- [5] Massaki Ando, “Detection of Human Position and Movement by IR Sensor Array”, TECHNICAL DIGEST OF THE 12TH SENSOR SYMPOSIUM, 1994
- [6] 박정훈 외, “무인 원격감시 시스템용 인체감지 모듈의 구현”, 한국자동제어 학회 학술회의 논문집, 2000년.
- [7] 길주형, “자동화·계측에서의 센서기술과 응용”, 제어계측, 2002.4.
- [8] 김희준, “스위치모드 파워플라이”, 성안당, 1998.1.

저 자 소 개



이 종 필 (李 鍾 弼)

1970년 12월 14일생. 1996년 충북대학교 공대 전기공학과 졸업, 1999년 동 대학원 대학원 전기공학과 졸업(공학석사), 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.
E-mail : jolious@ddc.ac.kr



지 평 식 (池 平 植)

1964년 3월 5일생. 1994년 충북대학교 대학원 전기공학과 석사과정 졸업(공학석사), 1998년 동대학원 전기공학과 박사과정 졸업(공학박사), 현재 충주대학교 전기공학과 전임강사.
E-mail : psji@chungju.ac.kr



신 관 우 (申寬雨)

1971년 1월 4일생. 1996년 호원대 전기공학과 졸업. 공주대학교 전기공학과 대학원 석사(1998), 동대학원 박사(2003). 2003년~현재 공주대학교 정보통신공학부 BK교수.

E-mail : skw@kongju.ac.kr



임 재 윤 (林裁尹)

1961년 8월 4일생. 1984년 충북대 공대 전기공학과 졸업, 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사), 1995년 홍익대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사), 1999~2000 Texas A&M Univ. 방문교수, 현재 대덕대학 전기과 부교수.

E-mail : jyylim@ddc.ac.kr