

정규분포를 이용한 재실감지 센서의 시간지연 설정

정영훈^U · 송상빈 · 곽재영 · 여인선
 전남대학교 공과대학 전기공학과

Adjustment of delay time of occupancy sensor using normal distribution

Young-Hoon. Jeong^U · Sang-Bin. Song · Jae-Young. Gwark · In-Seon. Yeo
 Dept. of Electrical Engineering, Chonnam National University

Abstract - Occupancy sensor is a efficient light control system which light on/off automatically and reduces the unnecessary power waste. From now the research on occupancy sensor is restricted to the selection of the appropriate place or sensor. Exist occupancy sensor changes the delay time by manually to the place or situation, so it is unreliable. The delay time can be changed by the average time of the occupied and the preset time, but it is not enough to reliable. In this paper, so to acquire the reliance the average and the standard deviation of the occupied time change the delay time automatically and protect the malfunction from the detector. And to embody it, AT89C52 microcontroller is adopted to the control circuit. It is verified by simulation and experiment results of output characteristic for randomized input.

회로를 개폐시키며, 신호접촉은 반드시 선간 전압과 전류를 조절할 정도의 충분한 크기가 되어야 한다.

전원 공급부는 조명을 점멸시키기 위한 교류 110V 또는 220V와 신호처리부의 동작과 릴레이에 출력을 보내기 위한 5V의 정류회로를 포함한다.

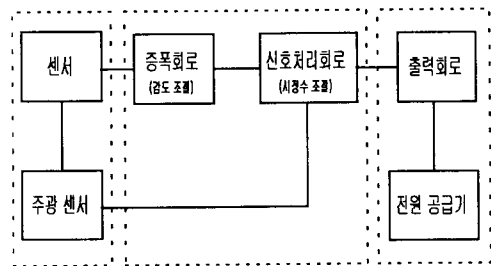


Fig 1. Block diagram of exist occupancy sensor.

1. 서 론

조명 에너지의 절약은 많은 기술적인 발전에 의한 절전형 조명기구의 개발과 기술 혁신에 의해 소형화, 저가격화 등에 의하여 이루어지고 있다. 특히 에너지의 효율적인 사용이 중요시되면서 조명제어 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다.

재실감지 센서는 비교적 설치가 간단하고 가격에 비하여 에너지 절약 효과가 크기 때문에 사용이 증가하고 있는 추세이다. 그러나 감지부에 사용되는 소자의 특성 문제와 부적절한 시간지연 설정에 의하여 오동작이 되는 문제점이 있다.

재실감지센서의 오동작을 방지하고 사용장소나 용도에 따라서 램프의 시간지연 설정이 자동적으로 변경되게 하기 위해서, 기존의 시간 지연 설정 회로인 RC 시정수 회로 대신 마이크로컨트롤러를 이용하여 자동적으로 센서부의 감지신호에 따라 시간지연 설정이 변경되도록 하였으며, 인체감지 시간이 정규분포를 이루도록 하여 인체 감지 후 시간지연에 의한 오동작을 방지하는 방법을 제시하고, 그 타당성을 실험을 통하여 입증하고자 한다.

2. 본 론

2.1 기존 재실감지 시스템

조명제어용 재실감지 시스템은 센서의 관측 범위 내에서 사람의 존재 여부에 따라 응답하는 스위치 장치이다. 시스템은 재실감지부, 신호처리부, 릴레이, 전원 공급기로 구성되어 있다. 재실감지부에 사용되는 초음파 또는 적외선 방사 기술에 따라 초음파 센서와 적외선 센서로 나누어 진다.

재실감지부는 센서로부터 공급된 정보를 분석하고 공간의 점유 상태를 판단한다. 또한 전자제어부 내에는 행동 감지에 대한 센서의 민감도를 조정할 수도 있고, 공간이 일정 시간동안 비점유되면 램프가 자동적으로 On/Off 되도록 하는 타이머가 포함되어 있다.

신호처리부로부터의 출력은 릴레이를 On/Off시켜서 조명

2.1.1 시간지연 설정

재실감지 센서의 시간지연 설정은 공간이 사람에 의하여 점유될 경우에 조명이 On 되는 시간을 정해주는 것이다. 재실감지부가 인체를 감지하였을 경우, 그 신호를 신호처리부에서 처리한 후 램프가 계속 On 상태를 유지하도록 하는 것이다. 그리고 인체의 존재를 감지하지 못하였을 경우 정해진 시간이 경과하면 자동적으로 OFF 되도록 한다.

시간지연 설정은 조명에너지 절약과 밀접한 관계가 있는데 지연시간 설정이 짧을수록 에너지 절약효과는 커지게 된다. 그러나 센서가 인체의 존재를 감지하지 못할 경우 자동적으로 램프가 Off되므로 오동작을 일으키는 가장 중요한 요인이 된다.

기존 시간지연 설정 회로는 센서에 의한 인체감지 신호가 신호처리부에 입력되면 저항에 의해 커패시터스에 충전된 전하가 방전되면서 그 시간동안 스위칭 소자를 On시키는 방법을 사용하고 있다. 그러므로 시간지연은 시정수 관련 저항값 R의 변화에 의해서 조절할 수 있다.

2.2 제안된 재실감지 시스템 구성

재실감지 센서의 오동작 원인은 크게 두가지 경우로 나누어 생각할 수 있다.

재실감지부 자체의 재료적 특성에 의한 오동작과 부적절한 시간지연 설정에 의하여 발생하는 오동작인데, 이 논문에서는 재실감지부의 재료적 특성에 의한 오동작이 발생하지 않는 경우로 가정하여 시간지연 설정 시스템에 대한 실험을 행하였다.

2.2.1 시스템 구성도

제안된 재실감지 시스템은 그림 2와 같이 기존의 신호처리 회로를 마이크로컨트롤러로 대체하여 어떤 공간이 인체에 의하여 점유되는 시간에 따라 자동적으로 시간지연 설정을 변경시켜 램프의 On/Off를 제어되도록 하였다.

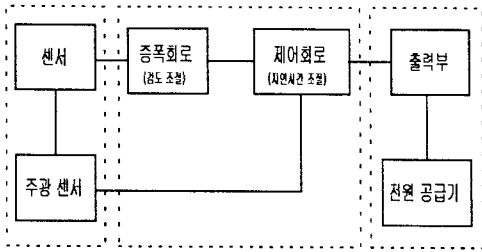


Fig 2. Block diagram of proposed occupancy sensor.

2.2.2 재실감지부

그림 3은 초전형 적외선 센서의 출력신호를 마이크로 컨트롤러에 입력하기 위한 회로도이다. 인체의 존재 여부를 적외선 센서가 감지할 경우 출력되는 신호에 의하여 램프가 점등 되는데 적외선 센서가 인체를 감지할 경우, 센서 자체의 전압 변화는 수십 mV에 불과하기 때문에 LM324 Op Amp를 이용한 비반전 증폭회로를 통하여 증폭하였으며, 감지신호의 미세한 변화를 정확히 인식하기 위하여 미분기에 의하여 구형파가 출력된다.

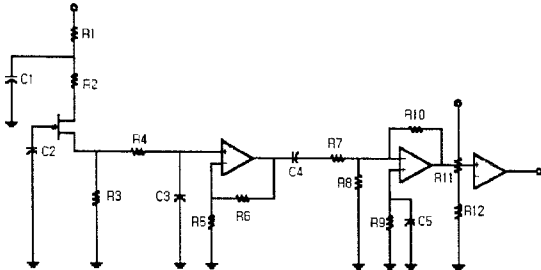


Fig 3. Detector circuit.

2.2.3 제어회로

제어회로는 재실감지부에서 출력되는 신호를 비교분석하여 재실감지 센서의 지연시간을 변화시키게 되는데, 이러한 동작을 하기 위하여 AT89C52 마이크로컨트롤러를 사용하였다.

2.2.4 출력부

제어회로에서 출력된 신호를 실제로 램프를 On/Off하기 위한 신호로 바꾸는 역할을 하게 된다.

그림 4는 센서 입력 신호에 의해 결정된 지연시간을 발생하도록 하기 위하여 Triac을 이용하여 램프를 On/Off하기 위한 회로도이다. AT89C52에서 출력되는 신호는 Triac을 구동시키기에는 약한 전류가 출력되기 때문에 MOC3041을 이용하여 전류를 증폭하여 Triac을 구동시켰다.

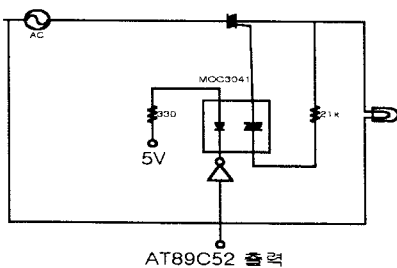


Fig 4. Relay circuit.

2.3 제어회로의 시간지연 설정

기존의 재실감지 센서의 시간지연 설정이 처음 설정된 그대로 유지되면서 점멸이 실행되기 때문에 관리자가 수동으로 조절을 해줘야 한다는 문제점과 함께 정확한 지연 시간을 설정하지 못하는 단점이 있었다. 지금까지 그 문제를 해결하기 위해 생각되었던 해결책이 각각의 장소에 따른 시간지연을 측정하여 설치당시 설정하는 것이었으나 재실감지 센서의 응용 분야가 넓어지고 있는 상황에서 모든 장소를 실험을 통하여 시간지연을 설정한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 그러므로 시스템이 자체적으로 시간지연 설정을 변경시키으로써 효율적인 에너지 사용과 그 응용분야가 확대될 수 있을 것이다. 이를 위하여 프로그램이 자유로운 마이크로프로세서를 이용하였다.

2.3.1 중심극한정리 (中心極限整理)

확률이론에 의하면 크기 n 인 확률표본 X_1, X_2, \dots, X_n 이 비록 정규분포에서 추출되지 않았다고 하더라도 표본평균은 표본크기가 커질수록 정규분포에 접근해 간다는 중요한 사실이 알려져 있다. 이 이론은 통계학에서 중심이 되는 중요한 극한정리라는 의미에서 中心極限整理 (central limit theorem)라고 한다.

즉 평균 μ , 분산 σ^2 을 갖는 분포로부터 크기 n 인 확률표본 X_1, X_2, \dots, X_n 을 택했다면

$$Z = \frac{X - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \frac{X_i - \mu}{\sigma} \dots \dots \dots (1)$$

의 분포는 n 이 커짐에 따라 $N(0,1)$ 에 접근해 간다.

2.3.2 표본크기의 결정

최대오차를 ϵ 으로 하여 성공률 p 를 추정할 때 신뢰도를 $100(1-\alpha)\%$ 로 하려면 표본크기 n 은 p 에 대한 사전 정보가 없을 때 $n = z_{0.5\alpha} / 4 \epsilon^2$ 로 주어진다.

2.3.3 지연시간 설정 순서도

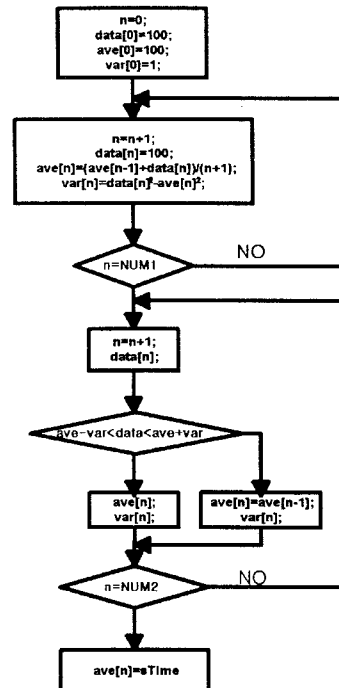


Fig 5. Flow chart for delay time setting.

그림 5는 채실 감지부의 신호를 측정하여 시간지연 설정을 변화시키기 위한 마이크로 컨트롤러 제어회로의 프로그램 순서도이다. 인체감지 시간을 설정된 회수만큼 저장하여 정규분포가 구성되고 감지시간의 전체 평균치에 의하여 지연시간이 설정된다. 그후 입력된 감지시간을 설정된 지연시간과 비교하여 이후 적외선 센서에 의해 인체감지가 된 경우에 시간지연 설정을 변화시키게 된다.

2.4. 프로그램 시뮬레이션

난수를 발생시켜 그림 4의 순서도에 의한 시뮬레이션을 행한 결과 그림6과 같이 난수의 평균치가 변화되었다. 또한 기존의 수동 조작, 평균치, 정규분포에 의한 시간지연 설정에 대하여 램프 On 시간을 비교한 결과 표 1과 같은 결과를 얻었다.

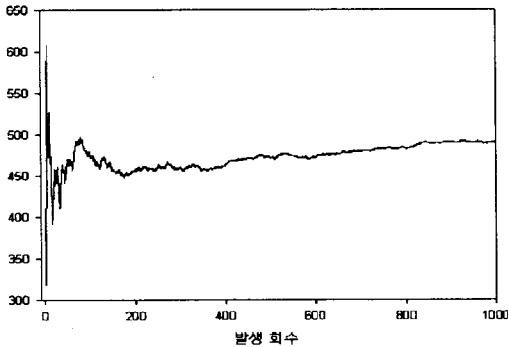


Fig 6. Average of the simulation.

표1. 시뮬레이션에 의한 램프 On 시간

시간지연 설정 방법	램프 On 시간[%]
수동 조작	100
단순 평균치	91
정규분포	88

2.5. 실험 및 결과

각기 다른 상황에 따른 인체의 감지시간에 대한 시간지연 설정의 변화가 이루어 지는지를 확인하기 위하여 제시된 회로를 구성하였고 감지 시간에 변화를 주어 동작여부를 실험하였다. 이 실험에서는 초기에 49개의 감지시간을 입력받아서 추출된 표본들이 신뢰성 95%, 최대오차 0.1을 갖도록 표준정규분포를 구성하였다.

그림 7은 중심극한 정리에 의한 지연시간 설정의 변화치이다.

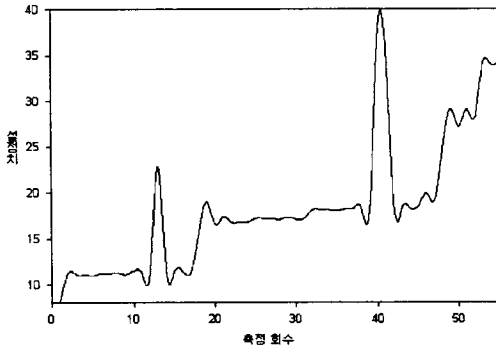


Fig 7. Change of delay times.

3. 결 론

채실감지 센서의 신호입력에 따라 시간지연 설정이 변경되는 회로를 제안하고 이를 실험을 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 마이크로프로세서를 이용하여 채실감지부의 인체감지 시간을 비교·분석하여 자동적으로 시간지연이 입력신호에 따라 변화하는 새로운 채실감지 시스템을 설계하였다.
2. 중심극한 정리에 의하여 구성된 인체감지 시간의 표준정규분포에 의하여 지연시간이 설정되도록 하였으며, 시뮬레이션을 통하여 기존의 수동으로 설정된 것보다 설정 시간에 따라 9% 이상의 전력절감이 가능함을 알 수 있었다.
3. 제안된 시스템을 이용하여 실험을 수행한 결과, 마이크로 컨트롤러에 의하여 시간지연 설정이 변화됨을 알 수 있었고 그 타당성을 증명하였다.
4. 앞으로 전원 회로를 실제 구성하여 실용화를 꾀하는 한편, 센서 입력신호의 변화에 대한 시간지연 설정 외에 조광이 가능한 회로의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

(참 고 문 헌)

- [1] J. D. Kaloudis, "Applying occupancy sensors for lighting control," *Electrical Design and Installation*, 1991, pp. 50-57.
- [2] Richard E. Harris, "Electro-Optical system design," 1977, pp. 42.
- [3] Thomas L. Floyd, "Electronic Devices," Prentice Hall, 1996, pp.763-765.
- [4] Thomas L. Floyd, "Electronic Devices," Prentice Hall, 1996, pp.763-765.
- [5] 정병득, 정영훈, 주윤석, 여인선, "인체 감지센서에 의한 조명제어의 최적 운용 방법", 1998년도 춘계학술발표회논문집, 한국조명·전기설비학회 광주·전남지회, pp.39-44, 1998
- [6] 황희용, "C언어기초 + α ," 교학사, 1998.
- [7] 박귀태, "C로쓰는 8051," Ohm사, 1998.
- [8] 차영배 "One-Chip Microcomputer 8051," 다다미더어, 1998.