

조도 감지기를 이용한 절전형 간판 자동 전원 제어기 The Energy-Efficient Automatic Power Controller of The Signboard using Illuminance Detector

라 승 탁*, 임 송 환**, 이 승 호*★

Seung-Tak Ra*, Song-Hwan Lim**, Seung-Ho Lee*★

Abstract

In this paper, we propose energy-efficient automatic power controller which can power on and off the signboard at the specified light intensity using the Illuminance Detector. By using segmented section Classification algorithm, light intensity setup system propose variable resistor method which makes users more easy to control. Automatic light on-off system set a standard by measured illuminance data. Measured light-intensity through the Illuminance Detector are communicated with the signboard power controller with wireless communication, and it controls lighting system. In this paper, we evaluated the Energy-Efficient Automatic Power Controller of The Signboard using illuminance detector. Experimental results in lightless environment shows that the error rate is less than 3% by Accredited Testing Laboratories.

요 약

본 논문에서는 조도 감지기를 이용하여 사용자가 설정한 조도량에 따라 점등되는 방식의 절전형 간판 자동 전원 제어기를 제안한다. 조도량 설정 방식은 사용자의 편리성을 감안하여 조도량 단위별 구간 분류 알고리즘을 통해 설정 과정이 누구나 쉽게 조작이 가능한 가변저항 방식을 제안한다. 자동 점등의 기준이 되는 조도량의 데이터는 조도 감지기가 측정된 조도량을 무선 통신을 통해 간판 자동 전원 제어기에 보내어 간판의 점등을 제어하게 된다. 본 논문에서 제안된 조도 감지기를 이용한 절전형 간판 자동 전원 제어기의 성능을 평가하기 위하여 공인 시험기관에서 외부의 빛이 모두 차단된 상태에서 시험한 결과, 각 구간별로 오차율이 $\pm 3\%$ 이하로 측정되어 우수한 성능을 나타내었다.

Key words : Power Control of signboard, Illuminance detector, Wireless Data Transmission, Dynamic Power Management, Bluetooth 4.0

* Dept. Electronics&Control Engineering, Hanbat National University

** Dept. Naturaltech Co. Ltd, new74938@naver.com, 042-361-4938

★ Corresponding author

e-mail : shlee@cad.hanbat.ac.kr tel : 042-821-1137

※ Acknowledgment

This work was supported by the Human Resource Training Program for Regional Innovation and Creativity through the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea(NRF-2015H1C1A1035818)

Manuscript received May. 13, 2016; revised Jun. 3, 2016; accepted Jun. 20, 2016

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

국내에 사용 중인 간판 전원 제어기는 대부분 아날로그 타입 또는 디지털 타입의 타이머 장치이다. 아날로그 타입의 장치는 단순 24시간의 시간만을 활용해 전원 공급을 차단하는 장치로 외부 간판의 점등이 불필요한 요일 및 시간에도 간판이 점등되는 문제점이 있다[1]. 디지털 타입의 타이머는 요일 및 시간을 설정할 수 있으나 조작법이 까다로워 숙련되지 않으면 계절별로 타이머를 재설정하는데 어려움이 많다. 기존의 간판 전원 제어기는 다음과 같은 단점들이 존재한다. 첫째로 갑작스런 일기 변화에 의해서도 시간과 무관하게 간판을 점등해야 할 필요성이 있다. 두 번째로 계절에 따라 조도량이 변화하므로 이에 맞추어 매번 간판의 점등 시간을 조정해야 한다. 세 번째로 가게나 회사의 휴무일등 간판을 점등할 필요가 없는 경우도 기존의 타이머식 전원 제어기는 설정된 시간을 간판 및 네온사인 등을 점등하는 방식으로 간판 운영의 비효율성을 보인다[2].

따라서 본 논문에서 제안하는 조도 감지기를 이용한 절전형 간판 자동 전원 제어기는 조도 감지기가 측정한 조도량을 무선 통신[3]을 통해 간판 전원제어기에 보내어 자동으로 간판의 점등을 제어한다[4][5].

II. 본론

1. 조도 감지기

조도 감지기는 간판에 공급하는 전원 인가 여부를 결정하기 위해 상점의 창가에 설치하여 일광(조도량)을 측정하여 조도 데이터를 간판 전원 자동제어기에 송신하는 역할을 한다. 조도 감지기의 하드웨어는 조도 센서의 데이터를 자동 전원 제어기에 블루투스 4.0 전송을 하는 역할인 무선 송신부, 조도량을 측정하여 무선 송신부에 전달하는 역할인 조도 센서부, 무선 조도 감지기에 AAA 건전지 3개를 이용해 전원을 공급하는 전원부로 나뉜다. 그림 1은 조도 감지기 하드웨어의 블록도이다.

2. 자동 전원 제어기

자동 전원 제어기는 조도 감지기에서 보내온 조도량을 디지털 수치화하고 사용자가 간판 전

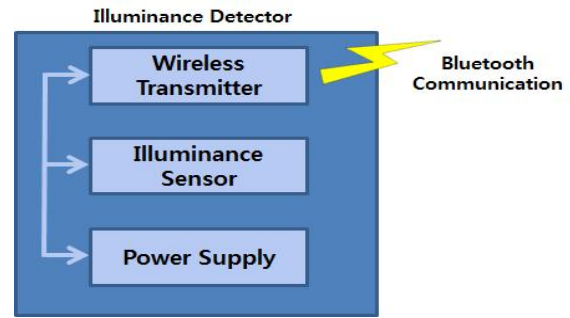


Fig. 1. Hardware Block Diagram of the Illuminance Detector.

그림 1. 조도 감지기 하드웨어 블록도

원 자동 제어기에서 설정한 전원 인가시점을 비교하여 설정한 값보다 작으면 간판에 전원을 공급하는 신호를 보내어 상점의 간판을 점등하고 설정한 값보다 크면 소등하는 제어 신호를 발생하는 역할을 한다. 자동 전원 제어기의 제어부는 무선 수신부를 통해 수신된 조도 감지기(센서)의 조도량 값을 메모리부에 기록되는 정보와 비교하여 부하출력전원의 전력 공급 유무를 결정한다. 전원부는 효율적인 전원 관리를 위해 사용 중인 디바이스들 외에 주변 장치들의 전원을 관리하여 전력 소비를 최소한으로 줄일 수 있도록 설계한다. 전원 차단부는 제어부의 제어신호에 의해 부하출력전원의 전력공급을 안정적으로 공급 또는 차단이 가능하도록 설계한다. 무선 수신부는 조도 감지기에서 송출하는 블루투스 4.0 신호를 수신할 수 있도록 한다. 무선신호 감지부는 조도 감지기와의 원활한 통신이 이루어지고 있는지를 확인하는 저항을 이용하여 설계한다. 조도 설정부는 어느 정도의 조도량에 부하출력전원을 공급할 것인지에 대해 사용자가 설정한 값을 디지털 지시값으로 변환하여 메모리부에 전달하도록 설계한다. 타이머는 날짜/요일을 확인하기 위해 타이머 모듈을 장착하여 설계한다. 휴일 설정부는 토요일, 일요일등 휴일에도 간판 또는 네온사인 등을 점등할 것인지에 대해 사용자가 설정한 값을 메모리부에 전달하도록 설계한다. 메모리부는 사용자 설정 값(휴일설정, 조도설정)과 현재 날짜, 시간을 메모리에 기록하도록 설계한다. 그림 2는 자동 전원 제어기의 하드웨어 블록도이다.

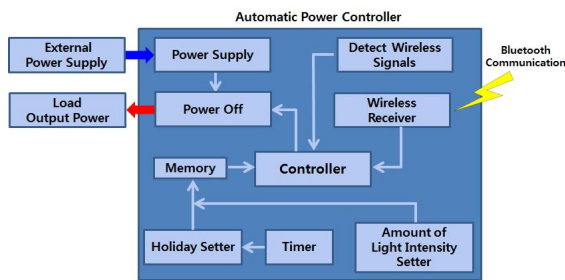


Fig. 2. Hardware Block Diagram of the Automatic Power Controller.

그림 2. 자동 전원 제어기 하드웨어 블록도

3. 조도량 단위별 구간 분류 알고리즘

기상청에서 우리나라 지역의 20년 평균 일사량은 연별 4,525.16 MJ/m²이다. 발표한 근거에 의해 여름철 최고 일사량은 1,000W/m² (100,000Lux), 겨울철 최고 일사량은 100W/m² (10,000Lux)를 기준으로 계산하여 알고리즘을 개발하였다. 1,000Lux = 16W/m², 10,900Lux = 114W/m², 12,000Lux = 195W/m², 87,500Lux = 1,001W/m²의 계산식이 대입된 방식을 적용하여 조도가 10,900Lux(114W/m²)일 때 간판의 전원을 점등하려면 가변 저항값을 2,650Ω으로 하는 설정 방법을 통해 조도별 단위 구간 알고리즘 구현방식으로 디지털 값을 정수로 하는 가중치를 적용하였다. 무선 조도 감지기 센서가 송신한 조도량 데이터를 디지털 값으로 변환하고 사용자가 설정한 값과 비교하여 간판에 전원을 공급하거나 차단하게 된다. 그림 3은 디지털 지시값에 따른 조도량 측정 구간 데이터이다.

그림 4의 조도량 단위별 구간 분류 알고리즘의 흐름도는 다음과 같은 단계를 수행한다.

첫 번째는 수신된 조도 데이터에 가중치를 적용해 디지털 지시 값으로 변환한다. 여기서 가중치는 조도센서의 데이터 시트의 값을 참조하여 수신된 조도량의 근사치에 임의의 변수 값을 대입하는 값으로써 임의의 변수 값은 기상청의 우리나라 계절별, 시간대별의 평균 조도량을 가지고 여러 차례 실험을 통해 결정하였다. 두 번째는 변환된 디지털 지시값이 직전에 값과 같은 경우 다음 신호가 수신될 때까지 대기한다. 세 번째는 급격한 빛의 변화에 대비하여 디지털 지시값이 다르다 하더라도 신호를 처리하는 셋팅된 시간이 아닌 경우 다음 신호가 수신될 때까지 대기한다.

데이터 처리시간을 두는 이유는 무선 조도 감지기는 상가의 창가 등에 설치될 것으로 예상되어 야간에 자동차 헤드라이트에 의해 일시적으로 빛의 량이 증가되어도 자동 전원 제어기에서 외부로 출력되는 전원이 차단되는 것을 방지하기 위해서 이다. 네 번째는 셋팅된 시간이 초과되고 변환된 디지털 지시값이 다른 경우에, 전원공급 및 차단 기능 수행한다. 전원이 공급되는 상태라면, 변환된 디지털 지시값이 사용자가 설정한 설정값보다 큰 경우 전원 공급을 차단하라는 제어신호가 발생된다. 전원의 공급이 차단된 상태라면, 변환된 디지털 지시값이 사용자가 설정한 값보다 작을 경우 전원을 공급하라는 제어신호 발생된다.

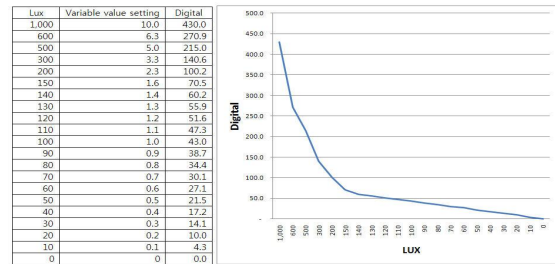


Fig. 3. Measured Data Interval of the light intensity According to The Digital Indication.

그림 3. 디지털 지시값에 따른 조도량 측정 구간 데이터

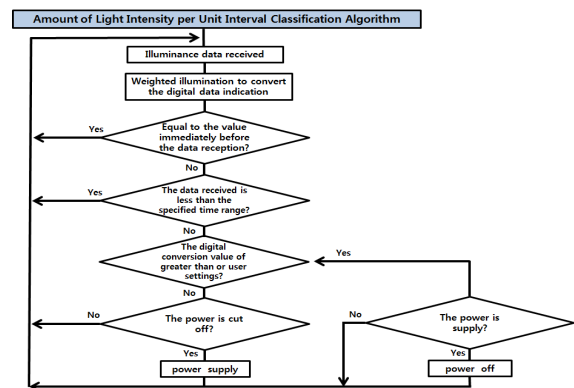


Fig. 4. Light Intensity per Unit Interval Classification Algorithm Flowchart.

그림 4. 조도량 단위별 구간 분류 알고리즘 흐름도

4. 성능 실험

본 논문에서 제안된 조도 감지기를 이용한 절전형 간판 자동 전원 제어기의 성능을 평가하기 위하여 다음과 같이 실험을 수행하였다. 실험 방법

은 전원 제어기의 다이얼 조작으로 실험할 조도 구간의 설정을 세팅한 다음, 무선 조도 감지기에 실험할 조도량의 빛을 쬐이는 방식이다. 목표하는 오차 범위에서 조도센서의 무선 신호 수신 후 전구 점등(전원인가)을 확인한다. 실험 장소의 환경은 그림 5와 같이 공인 시험기관에서 외부의 빛이 모두 차단된 상태에서 진행하였다.

표 1은 본 논문에서 제안된 조도 감지기를 이용한 절전형 간판 자동 전원 제어기의 실험 결과를 나타낸다. Light Intensity(Lux)는 측정하고자 하는 기준의 조도량, Reference value(Lux)는 실제 측정된 조도량, Power controller settings는 사용자가 간판 점등을 위해 설정하는 전원 공급 설정위치의 디지털 값, Digital indication은 무선 조도 감지기에서 전송한 조도 데이터를 디지털 값으로 변환한 값이다. 표 1에서 나타난 바와 같이 각 구간별로 Error rate이 $\pm 3\%$ 이하로 측정되었으므로 우수한 성능을 나타내었다.

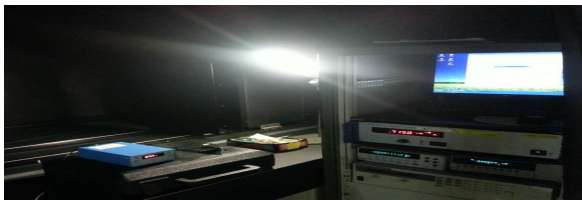


Fig. 5. Environment Measuring the Amount of Light of Accredited Testing Laboratories.

그림 5 공인 시험기관의 광량측정 환경

Table 1. Test Results of Automatic Power Controller.

표 1. 자동 전원 제어기의 실험 결과

Light Intensity (Lux)	Reference value (Lux)	Power controller settings	Digital indication	Error rate
150	150.6	70	71	$\pm 3\%$ less
200	201	100	100	$\pm 3\%$ less
300	301	140	140	$\pm 3\%$ less
500	500	220	222	$\pm 3\%$ less
600	600	270	271	$\pm 3\%$ less
1,000	1001	430	431	$\pm 3\%$ less

III 결론

본 논문에서는 조도 감지기를 이용하여 사용자가 설정한 조도량에 따라 점등되는 방식의 절전형 간판 자동 전원 제어기를 제안하였다. 조도량 설정 방식은 사용자의 편리성을 감안하여 조도량 단위별 구간 분류 알고리즘을 통해 설정 과정이

누구나 쉽게 조작이 가능한 가변저항 방식으로 제안하였다. 자동 점등의 기준이 되는 조도량의 데이터는 조도 감지기가 측정한 조도량을 무선 통신을 통해 간판 전원 제어기에 보내어 간판의 점등을 제어하게 된다. 제안된 조도 감지기를 이용한 절전형 간판 자동 전원 제어기의 성능을 평가하기 위하여 공인 시험기관에서 외부의 빛이 모두 차단된 상태에서 시험한 결과, 각 구간별로 오차율이 $\pm 3\%$ 이하로 측정되어 우수한 성능을 나타내었다. 그림 6은 본 논문에서 제안하는 조도 감지기와 절전형 간판 자동 전원 제어기의 전체 이미지를 나타낸다. 향후 더 광범위한 범위의 조도량을 세분화하여 구분할 수 있는 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.



Fig. 6. Full Image of Illuminance Detector and Energy-Efficient Automatic Power Controller of signboard.

그림 6. 조도 감지기와 절전형 간판 자동 전원 제어기의 전체 이미지

References

- [1] Yeon Je Jo, Ju yeong Yoon, Gang Hwa Jeong, "An Analytic Study on Saving Effect for Signlighting Improvement", *Digital Design Research*, vol.11, no.2, pp. 107-116, April, 2011.
- [2] Yeon Je Jo, Ju yeong Yoon, Gang Hwa Jeong, "A Study On The Solutions To Lighting Sign's Light Polution", *Digital Design Research*, vol.11, no.3, pp. 495-504, July, 2011.
- [3] Sangook Moon, "Design of a GPIO Unit for Bluetooth Embedded Systems", *Journal of the Korea Information and Communication Sciences*, vol.16, no.1, pp. 107-112, Nov, 2012.
- [4] Jin Kyu Yu, Ji Yung Lee, Byeong Choel Oh, "Development of saloon light automatic control system by Using Illumination Sensor for Railway Vehicles", in *Proc. of the 2015 Korea Railroad Sciences Conference*, 2015, pp. 183-188.
- [5] Chi Goog In, Dal Hwan Yoon, Chi Ho Lin, "New Lighting Control System for Light Devices", *Journal of IKEEE*, vol.15, no.4, pp. 261-266, Dec, 2011.