

마이크로웨이브센서와 디밍제어를 활용한 조명제어시스템 설계 및 구현

Design of Illumination Control System Using Microwave Sensors and Dimming Control

송은성, 민병원, 오용선
목원대학교 정보통신융합공학부

Eun-Seong Song(silver8673@daum.net), Byoung-Won Min(minfam@mokwon.ac.kr),
Yong-Sun Oh(ysunoh@mokwon.ac.kr)

요약

본 논문에서는 지하주차장 조명방식의 효율성을 확보하기 위하여 디밍제어와 마이크로웨이브센서기술을 접목하여 새로운 조명제어시스템을 설계·구현한다. 이를 통하여 기존 시스템에 비하여 성능과 비용 측면에서 효율적인 조명체계를 확립하고 궁극적으로 에너지 절감효과를 얻고자 한다. 기존 아파트 지하주차장의 에너지 절감방식은 대부분 설계 당시 설치된 형광등을 전부 운영하지 않고 격등으로 운영하는 방식에 의존하고 있다. 일부에서는 이와 같은 격등 운영을 원활히 하기 위하여 적외선센서를 설치하여 형광등을 점·소등하거나, 타이머를 활용한 형광등의 점등시간을 조절하고 있다. 이러한 기존의 방식은 단순히 설계된 전기 사용량에 비해 소모되는 양을 감소시키는 방식으로 체계적인 에너지 절감 효과를 기대할 수 없으며, 방지되는 경우 지속적인 소모가 발생하는 등 매우 비효율적으로 운영되고 있다. 본 조명제어시스템은 마이크로웨이브센서를 통해서 사물을 감지하여 조명등의 점등 시점을 알려주고, LED 형광등의 디밍제어를 통해 환경에 따라 그 밝기를 조정함으로써, 일정한 조도로 상시 점등되는 기존의 지하주차장 조명체계를 획기적으로 개선한다. 본 논문을 통하여 설계된 조명제어시스템을 일반 지하주차장 조명체계에 적용하여 검증을 실시한 결과 최대 약 81.9%의 에너지 절감효과를 얻었다.

■ 중심어 : | 조명 | 에너지절감 | 마이크로웨이브센서 | 디밍제어 | LED 형광등 |

Abstract

In this paper, we present a novel illumination system for parking lots constructed underground. We design and implement this system using microwave sensors and dimming control of LED fluorescent lamps so that we can obtain lighting efficiency of the illumination scheme. We construct an effective illumination system in the aspects of performance and cost, resulting in energy-saving and electricity reduction. Recently conventional energy-saving method applied to old underground parking lots mainly relies upon turning off the half of total number of lamps installed in the parking lot. Sometimes there are some lots that have infrared sensor to be used to turn on/off the fluorescent lamps to realize these operations smoothly. The other schemes utilize timer to control lighting time of the fluorescent lamps. These conventional schemes are forcing to turn off a part of lamps installed so that we cannot apply them in a systematic way. Moreover they will be most inefficient when we leave them alone to be continuous consumers. The lighting control system proposed in this paper can recognize objects through microwave sensors and inform the appropriate lighting time, furthermore we can adjust brightness of LED lamps following the surroundings using dimming control scheme so that we can epochally improve the illumination system for underground parking lots. According to our sophisticated test experiments, we can maximally obtain 81.9% of energy-saving effectiveness using the system proposed in this paper.

■ keyword : | Illumination | Energy-saving | Microwave Sensor | Dimming Control | LED Fluorescent Lamp |

I. 서론

최근 국내 전력사용량이 급증하면서 에너지 절감에 대한 다양한 기술과 방법이 이슈화 되고 있다[1]. 정부에서도 전력대안이 현실화 되고 전력위기 상황이 계속 발생하기 시작하면서 에너지 절감에 대해 많은 관심을 가지고 있다. 이에 따라 에너지 효율과 관련한 각종 정책을 시행하고 있으며, 한국전력, 한국에너지관리공단을 통해서 에너지를 절감하는 공공기관이나 민간건물, 공동주택에 다양한 세제혜택과 금전적 지원을 아끼지 않고 있다. 기존 조명기구를 LED 조명으로 교체할 경우 최소 20%에서 최대 40%까지 에너지 절감 효과를 얻을 수 있다[2]. 하지만 초기 설치비용을 감안하면 조명기구의 교체로 에너지를 절감하는 방법은 통상적으로는 약 수 % 정도의 에너지 절감율 증대를 기대할 수 있다. 반면에 불필요한 조명을 차단하는 방법은 그보다 매우 큰 양의 에너지 절감이 가능하다고 한다. 그러나 기존까지는 불필요한 조명의 차단은 인력에 많이 의존하고 있어서 그 효과를 과학적으로 검증 또는 예측하기가 매우 어렵다[3]. 이러한 LED 조명이 최근에 가격이 저렴해지고 제품이 안정화 되면서 시장이 점점 커져가고 있다. LED 조명시장이 활성화되면서 LED 조명을 활용한 조명관리시스템에 관한 연구도 활발해지고 있다. 기존에 대부분의 아파트에서 에너지를 절감하는 방법은 현재 설계된 용량의 형광등 중에서 일부 구간의 형광등을 탈거하여 점등되는 형광등 수량을 줄여서 에너지를 절감하는 방식을 사용하고 있으며, 일부 아파트에서 적용한 조명제어 방식은 적외선 또는 열감지 센서에 의하여 사물이나 조도를 감지하여 조명장치를 작동하거나 타이머를 설정하여 제어함으로 전체 점등 또는 전체 소등으로 운영된다. 하지만 최근 LED 광원의 활용 기술, 넓은 범위의 조명 시설 제어 기술, U-컴퓨팅 기술과 결합 가능한 조명제어 기술 등이 개발되고 있다 [4]. 이로 인해 조명제어시스템이 과거와 달리 조명제어와 기존 건물관리시스템에서 사용하는 프로토콜과의 호환성이 높아지고 이를 가능하게 만들어줌으로써 단순 제어시스템에서 U-컴퓨팅 기술이 복합된 네트워크 차원의 조명제어시스템으로 확장되고 있다.

II. 관련연구

미국조명학회에서는 갈수록 복잡하게 연결되는 융복합 제어 및 통신기술을 고려하여 조명시스템의 구조 분석을 단순화하여 설명하기 위해서 일단 모든 조명시스템은 [그림 1]과 같이 일반화된 구조로 분류 할 수 있도록 하였다. 조명제어시스템을 공통적으로 일반화하기 위해서는 [그림 1]과 같이 광원 또는 조명기구의 출력을 제어하기 위한 다중의 전기/전자적 방식을 사용자 입력장치, 인터페이스 그리고 전력제어기의 3개 요소로 된 기본적인 구조로 구분하고 있다[5].

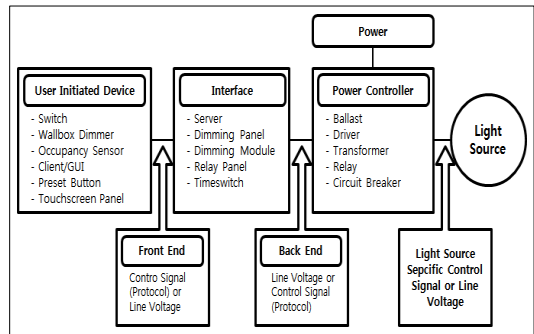


그림 1. 조명제어시스템 일반화된 구조

이러한 에너지 절감 조명제어시스템 설계 기술에는 고효율 조명설계기술, 네트워크기반 조명 제어 기술, 센서기반 조명협력 배광 제어기술, 에너지 절감량 예측 기술을 들 수 있다[6]. 고효율 조명설계 기술은 조명기기 자체의 효율성을 높여 고효율화를 통한 에너지 절감 효과를 극대화시키는 기술이다. 네트워크기반 조명제어 기술은 조명제어에 의한 에너지 절감, 중앙제어 및 분산 제어 방식에 의한 에너지 절감하는 방식이다. 센서기반 조명협력 배광 제어 기술은 외부 자극에 반응할 수 있는 장치나 시스템으로 유무선 통신 네트워크를 통해 조명기구를 제어하여 에너지를 절감하는 방식이다. 마지막으로 에너지 절감량 예측 기술의 경우 에너지의 부하분석을 통한 예측기술로 IT기반의 융합 기술을 적용하여 데이터를 종합하여 이를 분석하고 그에 맞추어 하드웨어기술을 접목한 방식이다.

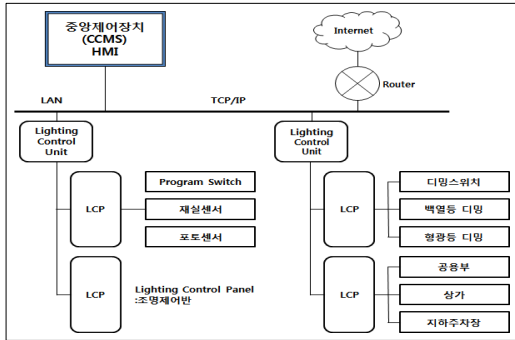


그림 2. 지하주차장 조명제어시스템 구성[7]

최근 연구되는 조명제어시스템은 앞서 제시한 일반화된 구조를 기반으로 에너지 절감 조명제어시스템 설계 기술을 접목하여 연구되고 있다. 공동주택의 지하주차장, 외곽가로등, 실내조명제어 등 세부적인 사항들을 고려하여 위에 열거한 여러 가지 기술을 접목한다. [그림 2]는 일반적으로 많이 도입되는 공동주택의 조명제어시스템의 구성도이다. 이러한 연구배경을 기반으로 본 논문에서 설계하고자 하는 지하주차장의 조명제어시스템의 주요구성은 크게 4가지로 나눌 수 있다. 사람이나 차량의 이동을 감지하는 감지센서, 각 감지센서에서 발송하는 신호를 수신하여 데이터를 전송하고 조명을 제어하는 로컬컨트롤러, 로컬컨트롤러에서 수집된 데이터를 관리서버로 보내주는 게이트웨이, 지하주차장에서 전송된 각종 정보를 모니터링 할 수 있는 관리서버로 구성된다. 4가지 구성요소 중에서 조명의 점/소등 시점을 확인하고 조명의 밝기를 제어하는 부분이 감지센서와 로컬컨트롤러 부분이다.

1. 감지센서

1.1 감지센서 기능

감지센서는 지하주차장내에서 차량이 진출입하는 입구와 사람이 출입하는 계단 및 현관 입구 그리고 차량이 통행하는 통행로에 적절히 배치하여 이동하는 사물을 감지하고 조명의 점/소등을 결정하는 부분이다. 현재 대부분의 아파트에서 사용되고 있는 감지센서는 적외선방식의 열감지 센서를 사용하여 사물의 이동을 감지하고 있다. 기존 적외선방식의 열감지 센서를 이용한

감지센서의 경우 직진성이 강한 감지방식의 특성상 감지의 폭이 좁고 반응이 둔한편이다. 또한 온도에 민감하게 반응하는 센서의 특성상 주차장내 온도변화에 따라 오작동 하는 경우가 많다. 이러한 단점을 해결하기 위해 넓은 감지 폭과 반응이 빠른 마이크로웨이브 방식의 감지센서를 사용하여 조명제어시스템을 설계하고자 한다.

1.2 마이크로웨이브센서 기술

마이크로웨이브센서는 파동을 발생시키는 파원과 그 파동을 관측하는 관측자 중 하나 이상이 운동하고 있을 때 주파수 변화가 나타나는 물리적 현상을 적용한 센서이다. 마이크로파 신호를 송신하여 움직이는 물체에 부딪혀 돌아오는 신호를 수신하면 주파수 변화가 나타나는데 거리가 가까워질수록 주파수가 높게 측정되고 반대로 거리가 멀어질 때에는 파동의 주파수가 더 낮게 관측된다[8].

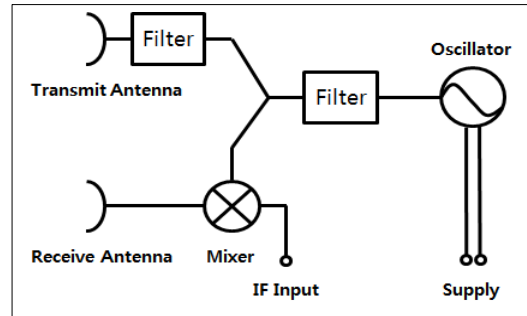


그림 3. 마이크로웨이브 센서 블록 다이어그램

[그림 3]은 마이크로웨이브 센서의 블록 다이어그램이다. 오실레이터에서 발진된 전파가 안테나를 통해 방사되고, 방사된 전파의 산란된 전파 및 반사전파가 수신안테나로 입력되면 믹서에서 비교를 통해 $IF(=|f_{Doppler} - f_{transmitted}|)$ 신호를 발생한다. 일반적으로 도플러 효과에 의해 반사되어 수신되는 주파수는 아래의 식(2.1)에 의해 계산된다[9].

$$f_{Doppler} = 2 \times V_{target} \times \cos\theta \times \frac{f_{Transmitted}}{c} \quad (1)$$

여기서, $f_{Transmitted}$ 는 센서의 출력 주파수, C 는 빛의

속도, V_{target} 은 목표물의 속도, θ 는 센서와 움직이는 물체의 각도이다. 출력은 수십[mV]이며 파형 관찰을 위해 저주파수 증폭기를 이용하며 대역 통과 증폭기를 둔다.

2. 디밍제어

2.1 디밍제어 기능

디밍제어는 램프의 광 출력을 조절하여 빛의 밝기를 제어하는 것이다. 디밍제어기에 따라 최대 광 출력(100%)에서 최소 광 출력의(10%)까지 제어가 가능하다. 디밍제어기가 더 낮은 단계까지 제어가 가능한 디밍안정기도 있지만 사람 눈으로 보았을 때 큰 차이를 느끼지 못하며 지하주차장의 특성상 세세한 디밍제어까지는 필요하지 않다. 보통 지하주차장의 디밍제어 시 최소는 20% 밝기를 유지하여도 사물을 인지하는데 큰 어려움이 없다[9]. 조도계를 통해 측정된 밝기와 사람의 눈으로 보는 밝기는 큰 차이가 있다. 따라서 세세한 제어를 하는 디밍제어기를 적용한다면 비용의 상승만 초래할 뿐 실질적인 활동에 지장을 주지 않는다. 디밍제어를 적용하는 중요한 이유는 조명이 감지센서를 통해서 받은 신호에 따라 조명의 밝기를 제어함으로써 불필요한 시간에 조명을 점등하여 소모되는 에너지를 줄이고자 함이다.

2.2 디밍제어 기술

현재 상용화된 디밍 입력은 크게 리니어(Linear) (0.1~10V) 입력방식과 PWM 입력방식으로 나누어 진다. PWM(pulse width modulation) 입력방식은 일반적으로 PWM 입력 포트가 내장된 LED드라이버IC를 이용하여 간단히 설계하고 PWM 입력신호를 받아 출력전류를 가변하여 LED 디밍을 구현하는 방식이다. 리니어 입력방식은 MCU(Micro Controller Unit)에 AD 입력포트로 리니어(0.1~10V) 입력을 받아 MCU의 출력포트에 신호를 가변하여 LED 디밍을 구현하는 방식으로 MCU 입출력 포트의 전·후단으로 각각 분압회로와 출력 변화 회로 및 MCU 전원부를 추가 적용해야 한다 [10]. 디밍제어를 적용하기 위해서는 다수 제조사의 LED 디밍 등기구, 안정기를 포함한 제품이 설치된 환

경이나 LED 등기구가 증설될 경우 원활한 디밍제어를 위해서 적용해야 하는 디밍입력 방식으로 PWM 기반의 디밍기술을 적용한다. 이는 on/off의 비율을 변화시켜서 제어하는 방법으로 LED조명 제품들의 광량제어에 사용되는 기술이다[6].

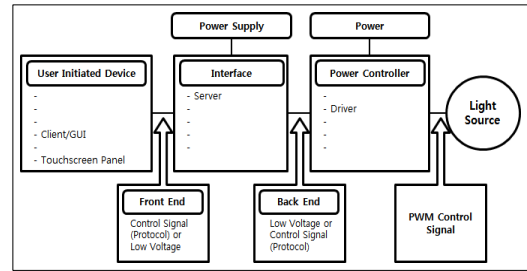


그림 9. LED PWM 방식 구조

III. 조명제어시스템 설계

본 논문에서 설계하고자 하는 조명제어시스템은 [그림 4]에 나타내고 있다.

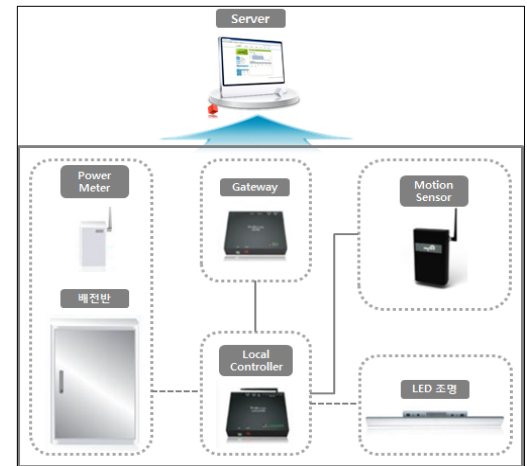


그림 4. 조명제어시스템 구성도

지하주차장 조명제어시스템은 사물의 움직임을 감지하는 감지센서부, 감지센서에서 송신된 데이터를 서버에 전송하고 조명에도 전송하여 동작을 시키도록 하는 로컬컨트롤러, 로컬컨트롤러에서 수집된 데이터를 받

아 관리서버로 데이터를 전송하고 관리서버에서 보내준 제어신호를 받아 이를 로컬컨트롤러에 전달하는 게이트웨이, 전력의 사용량과 시스템 현황을 볼 수 있는 관리서버로 나누어진다. 또한 전력의 사용량을 측정하고 이를 서버로 전송하여 사용전력량을 보내줄 수 있는 파워미터가 있다. 지하주차장 환경에 맞도록 조명제어시스템을 설계하기 위해서는 고려해야 하는 사항이 많다.

1.1 마이크로웨이브센서 구성

지하주차장 같이 닫힌 공간이며 다층으로 이루어진 공간 내에서 조명제어를 위해서는 무선통신모듈을 사용하는 것이 설치의 용이성과 관리의 편리성을 제공해준다. 신호의 전송을 주로 하는 감지센서는 각 진출입부, 통로 공간, 현관, 계단 출입문 등에 설치를 해야 되므로 무선통신을 기반으로 하는 통신모듈을 장착하여 감지 신호를 송신한다. 지하주차장의 특성을 고려하여 Mesh형 토폴로지를 사용한 무선방식을 적용하여 밀폐된 다층구조에서 최상층부터 최하층까지 데이터를 전송할 수 있도록 한다.

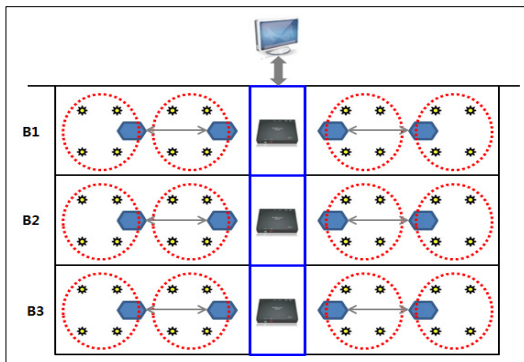


그림 5. 조명제어시스템 네트워크 토폴로지

감지센서의 관리를 위해 각 주차공간을 Group으로 나누어 설치된 감지센서에 Group ID를 할당하여 설정한다. 각 Group별로 감지센서로부터 전송받은 신호를 모아 전력을 제어하고 디밍 신호를 보내줄 수 있는 Local Controller를 구성한다. 각 Local Controller는 Gateway를 통해 서버로 각종 신호를 전송하며, 서버로부터 받은 제어신호를 받아 조명을 제어한다. 마이크로

웨이브센서의 감지범위는 25M~30M정도 가능한 것으로 선정한다. 이 감지반경은 차량의 진입 및 이동 속도를 고려하여 설계한 최적의 감지반경이다.

지하주차장의 설계 도면을 검토하면 한 구역에 평균 주차면은 9~12대 정도로 설계된다. 주차면의 주차너비는 최소 2.3M이다. 따라서 평균 주차면의 수량과 주차너비를 계산하면 주차장 한 구간의 평균 거리가 20M~28M 정도를 유지하여 설계가 되어 있음을 알 수 있다.

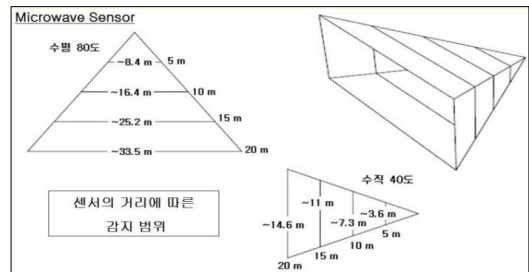


그림 6. 마이크로웨이브 센서 감지범위

마이크로웨이브 센서 역시 거리가 멀어질수록 인식이 저하되는 부분이 있다. 따라서 차량의 진입이 여러 방향에서 이루어 질 경우를 대비하여 각 구간에 감지센서를 설치할 때 인식거리가 서로 중첩되는 부분이 있도록 설치한다. 이는 움직이는 차량이 있을 때 이를 감지하여 바로 신호를 전송할 수 있기 때문이다.

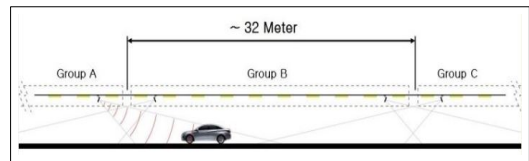


그림 7. 마이크로웨이브 센서 설치 예

위 [그림 7]와 같이 지하주차장에 설치된 조명을 환경에 맞게 제어하도록 Group A, Group B, Group C로 나누어 관리한다. 여기서 차량이 C구간에서 B구간을 지나 A구간으로 접근할 때 A구간에 설치된 센서가 B구간에 설치된 센서와 중첩되도록 설치해야만 차량이 A구간에 진입하기 전에 해당 구간에 조명이 점등할 수 있다.

1.2 디밍제어 구성

지하주차장에 설치된 LED 등기구 중에서 조명밝기 제어가 필요한 통로구간에 적용하여 설치한다. 아파트 지하주차장의 경우 통로구간과 주차구간으로 나누어서 조명기기가 설치되어 있다. 이중 통로구간은 관리사무소에서 지하주차장 안전 및 보안을 위해 CCTV를 작동시켜 관찰 및 녹화를 하는 구간이다. 따라서 차량 및 사물의 이동이 없다 하더라도 통로구간의 조명이 최소 20% 이상 밝기를 유지해야만 CCTV를 통해 관리사무소에서 지하주차장의 상황을 확인할 수 있기 때문이다.



그림 8. 디밍제어 4단계 구현 예시[11]

디밍제어는 앞서 구성한 마이크로웨이브센서와 연동하여 동작한다. 마이크로웨이브센서에서 사물을 감지하면 연계된 조명기에 점등신호를 전달하여 해당 구간을 점등하는 것이다. 사물이 감지되었을 경우 조명밝기를 100%로 설정하여 구동되고, 감지되지 않을 경우 최소 밝기를 20%로 조정된다. 아파트 지하주차장 구조에 따라서 최대 밝기를 구분 제어하여 추가적인 에너지 절감을 하고자 하는 아파트의 수요를 충족시킬 수 있도록 4단계로 나누어 디밍제어를 할 수 있도록 설계한다.

IV. 조명제어시스템 성능분석

1. 조명제어시스템의 성능비교

본 논문에서는 설계한 조명제어시스템은 마이크로웨이브센서를 적용하여 기존 감지센서의 낮은 인식률을 개선하고 조명에 디밍제어를 적용하여 에너지 절감에

효율적으로 대응할 수 있게 설계하였다. 감지센서는 사물 인식률을 높임으로서 아파트 입주자들이 센서의 오작동 및 인식률 부족으로 조명이 동작하지 않아서 생기는 불편함과 두려움을 감소시킬 수 있도록 하였다. 디밍제어 기능의 경우 단순 점/소등으로 이루어지는 에너지 절감을 디밍제어를 통해 효율적으로 제어하도록 하여 에너지 절감율을 높이는 효과를 가져 올 수 있다.

표 1. 기능비교

항목	기존 조명제어시스템	제안된 조명제어시스템
사물감지	적외선방식의 열감지 센서를 사용하나 감지능력이 둔하고 오작동율이 높음	마이크로웨이브 센서를 적용하여 감지율이 높고 오작동율이 낮음
조명제어	타이머기능을 통한 제어	감지센서를 통한 자동제어
디밍기능	없음	4단계 디밍기능 제공
원격제어	없음	관리서버를 통한 원격제어
에너지 절감	타이머기능을 통해 점/소등하여 주간에는 일부 소등을 통해서 에너지 소모를 낮출 수 있으나 야간에는 절감하지 못함	디밍기능을 통해 실시간으로 제어함으로써 주/야간 상관없이 에너지 절감율을 높일 수 있음

또한 시스템의 설치적인 환경에서도 기존의 조명제어시스템을 비해 환경적인 영향을 많이 적용받지 않으면서 기준에 하지 못한 지하주차장 영역별 제어 등이 가능하도록 설계되었다.

표 2. 설치비교

항목	기존 조명제어시스템	제안된 조명제어시스템
기본요소	조명제어모듈, 타이머, 적외선 센서 등은 조명기기 배선과 설치환경에 따라 설치 제약이 있음	무선통신모듈을 이용하여 설치가 용이하고 기존 환경으로 인한 제약조건 미비
설치공간	지하주차장 조명기기 설치환경에 따라 제약이 있음 (레이스웨이타입 or 스탠드타입에 따라 설치 불가능한 경우도 생김)	조명기기 환경관 관계없이 설치 가능
그룹설정	기 설치된 조명기기 배선구성에 따라 가능여부 판단	감지센서 그룹설정으로 제어 가능

따라서 본 논문에서 설계된 조명제어시스템은 기존 운영되는 조명제어시스템에 비해 기능의 다양성과 설치의 편리함, 기존 설치환경과의 호환성 등을 고려하였을 때 우수한 기능을 제공하고 있다. 이러한 우수성을 기반으로 효율적인 조명제어환경을 제공하여 관리의 편리성과 에너지 절감의 효율성을 제공할 수 있다.

2. 조명제어시스템의 구현

설계된 조명제어시스템을 대전에 위치한 아파트 지하주차장 일부 구간에 설치하여 짧은 기간 운영을 하였다. 전력량 비교를 위해 동일한 구조를 가진 같은 층에 설치하려 하였으나 해당 아파트 입주민들의 불편과 민원 문제를 고려하여 같은 동 지하 1,2층 주차장에 시스템을 설치하였다.

표 3. 전력량 비교

계측일자	지하1층 전력량 계	지하2층 전력량 계	1층대비 2층 절감율
2013.02.28	20.2kWH	103.5kWH	
2013.03.04	51.4kWH	108.0kWH	85.6%
2013.03.08	86.2kWH	115.8kWH	77.6%
2013.03.11	112.0kWH	120.3kWH	82.6%
	평균 절감율		81.9%
참고사항 2월 28일~3월 4일 : 휴일 3일 3월 4일~3월 8일 : 평일 5일 3월 8일~3월 11일 : 휴일 2일			

지하1층은 기존 형광등이 설치된 조명시스템 그대로 운영하였고, 지하2층에는 설계된 조명제어시스템과 형광등을 LED형광등으로 교체 설치하여 운영하였다.



그림 11. 시스템 설치 후 전력량계 검침 자료

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 공동주택에서 전기에너지를 가장 비

효율적으로 사용하고 있는 지하주차장에 IT기술을 접목한 조명제어시스템을 설계 및 구현하였다. 설계한 시스템은 조명제어시스템의 핵심이라 할 수 있는 감지센서모듈을 기존 방식보다 높은 감지율과 고성능의 마이크로웨이브센서를 활용하여 설계하였으며, 조명의 밝기제어를 통해 에너지를 절감할 수 있도록 디밍제어를 함께 설계하였다. 이를 통해서 기존의 상시 점등 방식으로 운영할 때 소모되는 전기에너지 사용량 대비 약 80%를 절감하는 것으로 나타났다. 기존 형광등 대비 에너지 절감율이 높은 LED 형광등으로 대체하였고, 실험기간이 다소 짧았다는 점과 시스템이 설치된 공간의 실험조건이 동일하다고 보기 어려웠지만 휴일과 평일이 적절히 배치되어 있어서 평일 대비 휴일에 에너지 절감효과가 더 높다는 사실도 알게 되었다. 24시간 상시 켜놓고 있는 조명을 필요할 때 정확하게 감지하고 이를 통해 효율적으로 조명을 사용함으로써 에너지를 절감하면 최근 발생하고 있는 전력대란에 효율적이고 능동적으로 대처할 수 있을 것이다. 향후 설계된 시스템이 짧은 기간 검증된 절감율을 계속 유지할 수 있는지에 대해 검증이 필요하며, 설치된 시스템이 안정적으로 계속 운영되는지에 대해서도 검증해야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 송은성, 민병원, 오용선, “IT융합 에너지 절감형 조명제어시스템의 설계”, 한국콘텐츠학회 춘계종합학술대회, 2013.
- [2] 한승호, “조명제어시스템을 이용한 에너지 절감”, 한국조명전기설비학회 추계학술대회, 2010.
- [3] 차상민, “마이크로웨이브센서 기반의 LED 옥내 조명제어”, 한국해양정보통신학회 춘계학술대회.
- [4] 김재인, 황부현, “DMX512 프로토콜 기반의 ZDMX 모듈을 이용한 광대역 LED 조명 시스템 구현”, 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제11호, 2010.
- [5] 한수빈, “최근 건물에서의 조명제어 시스템 및 통신 프로토콜 현황”, 한국조명전기설비학회논문지,

Vol.27, No.2, 2013.

- [6] 이종찬 외, “LED광원과 에너지 절감형 IT융합 제어관리 조명시스템 기술”, 한국조명전기설비학회 논문지, Vol.26, No1, 2012.
- [7] 손병락 외, “유비쿼터스 센서 네트워크기반 지하 주차장 조명제어시스템”, 한국통신학회논문지, Vol.35, No.1, 2010.
- [8] 차상민, *마이크로웨이브 센서와 조도 센서를 활용한 스마트LED조명제어*, 부경대학교 석사학위 논문, 2012.
- [9] <http://blog.naver.com/seo0511>
- [10] 류재만, “LED 등기구와 제어장치를 통한 디밍(dimming)연동기술”, 한국조명전기설비학회논문지, Vol.26, No.1, 2012.
- [11] M2MKorea, “지능형 무인 자동 조명제어시스템 Smart-Con”, 제안서, 2012.

저 자 소 개

송 은 성(Eun-Seong Song)

정회원



- 2004년 2월 : 목원대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2014년 2월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신공학전공 석사과정

<관심분야> : 조명제어시스템, 무선센서네트워크, 전자계시관

민 병 원(Byoung-Won Min)

중신회원



- 2005년 2월 : 중앙대학교 대학원 컴퓨터소프트웨어학과(공학석사)
- 2010년 2월 : 목원대학교 대학원 IT공학과(공학박사)
- 2005년 4월 ~ 2008년 2월 : 영

- 동대학교 컴퓨터공학과 전임강사
 - 2008년 3월 ~ 2011년 2월 : 목원대학교 산학협력단 전임강사
 - 2011년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 공과대학 정보통신공학과 전임강사
- <관심분야> : 온톨로지, U-Health, 모바일콘텐츠, 클라우드 컴퓨팅, SaaS, 모바일 클라우드, 스마트 도서관

오 용 선(Yong-Sun Oh)

중신회원



- 1983년 2월 : 연세대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
- 1985년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

- 2007년 9월 ~ 2008년 8월 : 한국전자통신연구원(ETRI) 초빙연구원
 - 1988년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 공과대학 정보통신공학과 교수
 - 2006년 7월 ~ 2012년 12월 : 한국콘텐츠학회 회장
- <관심분야> : 디지털통신시스템, 정보공학, 멀티미디어 콘텐츠, 맞춤형 이러닝