(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0048302
(43) 공개일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 45/00 (2020.01) *F21V 23/04* (2006.01)
G07C 9/00 (2020.01)
(52) CPC특허분류
H05B 47/105 (2020.01)
F21V 23/0471 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0130256
(22) 출원일자 2018년10월29일
심사청구일자 2018년10월29일

(71) 출원인
상명대학교산학협력단
서울특별시 종로구 홍지문2길 20 (홍지동,상명대학교)
(72) 발명자
김정욱
서울특별시 마포구 도화길 28, 108동 1202호(도화동, 삼성아파트)
정연웅
서울특별시 양천구 공항대로 646 태진빌딩 202호
(74) 대리인
특허법인대한

전체 청구항 수 : 총 9 항

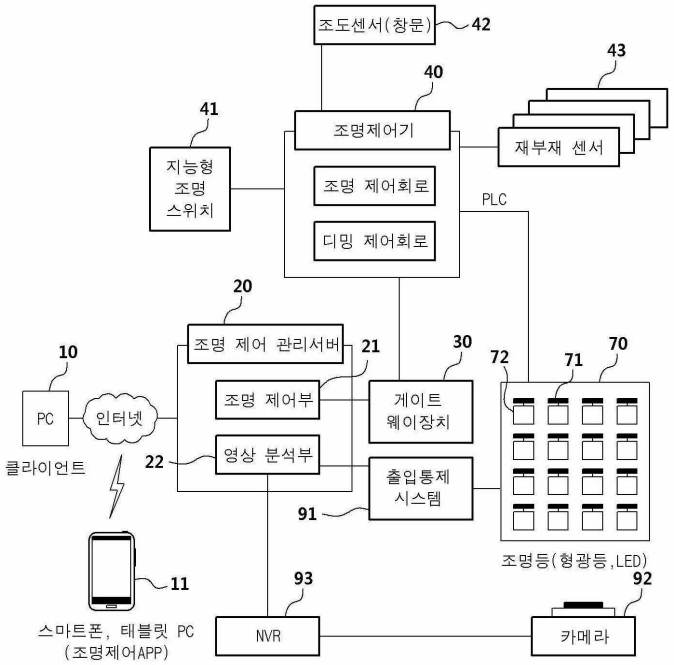
(54) 발명의 명칭 **에너지를 절감하는 조명 제어 시스템**

(57) 요 약

에너지를 절감하는 조명 제어 시스템 및 방법이 개시된다. 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템은 출입 카드의 태그를 인식하여 출입문 개폐를 제어하는 출입통제 시스템; 적어도 하나 이상의 카메라와, 창문 측에 구비된 조도 센서와 조명등 마다 구비된 재부재 센서와 연동되며, 지능형 조명 스위치가 구비된 조명 제어기; 상기 출입통

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도8



<조명 제어 시스템>

제 시스템과 카메라 시스템과 연계되며, 사용자 단말과 유무선 통신을 통해 연결되며, 상기 조도 센서의 조도 변화, 재부재 여부 또는 카메라 영상 감지에 따라 상기 사용자 단말로부터 상기 조명 제어기로 제어 신호를 전송하여 조명 에너지 절감 알고리즘을 사용하여 전체 지역을 n개의 소지역으로 구분된 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하는 조명 제어 관리 서버를 포함하며, 상기 사용자 단말의 클라이언트 소프트웨어에 의해 상기 출입통제 시스템의 출입 여부와 상기 재부재 센서를 활용하여 근무자가 존재하지 않는 구간의 조명등을 소등하며 상기 조도 센서에 의해 조도를 감지하여 각 조명등의 조도를 제어하여 에너지를 절감한다.

(52) CPC특허분류
F21V 23/0478 (2013.01)
G07C 9/00571 (2013.01)
H05B 47/11 (2020.01)
H05B 47/175 (2020.01)
H05B 47/19 (2020.01)
G07C 2009/00976 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20164030300230
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 에너지인력양성사업(산업전문인력역량강화사업)
연구과제명 IoT와 패스트데이터 기반의 스마트에너지 산업전문인력양성
기 여 율 1/1
주관기관 상명대학교산학협력단
연구기간 2016.11.01 ~ 2020.06.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

출입 카드의 태그를 인식하여 출입문 개폐를 제어하는 출입통제 시스템;

창측에 구비된 조도 센서와 조명등 마다 구비된 재부재 센서와 연동되며, 지능형 조명 스위치가 구비된 조명 제어기;

상기 출입통제 시스템과 카메라 시스템과 연계되며, 사용자 단말과 유무선 통신을 통해 연결되며, 상기 조도 센서의 조도 변화, 재부재 여부 또는 카메라 영상 감지에 따라 상기 사용자 단말로부터 상기 조명 제어기로 제어 신호를 전송하여 조명 에너지 절감 알고리즘을 사용하여 전체 지역을 n개의 소지역으로 구분된 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하는 조명 제어 관리 서버를 포함하며,

상기 사용자 단말의 클라이언트 소프트웨어에 의해 상기 출입통제 시스템의 출입 여부와 상기 재부재 센서를 활용하여 근무자가 존재하지 않는 구간의 조명등을 소등하며 상기 조도 센서에 의해 조도를 감지하여 각 조명등의 조도를 제어하는 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템은 카메라 시스템을 더 포함하며,

상기 카메라 시스템은, 건물 내 각 지역에 설치된 적어도 하나 이상의 카메라와; 상기 적어도 하나 이상의 카메라로부터 전송된 카메라 촬영 영상 데이터를 저장하는 NVR을 포함하며, 상기 NVR은 카메라 영상 감지에 따라 재부재 여부를 감지하여 각 지역 조명등들의 온/오프, 디밍 제어하는 상기 조명 제어 관리 서버와 연결되는, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 재부재 센서는 도플러 마이크로웨이브 센서, 적외선 센서, PIR 센서, 초음파 센서, 카메라 시스템을 사용하는, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 조명 관리 제어 서버는 PC와 스마트 기기를 포함하는 사용자 단말과 유무선 통신으로 연결되는 웹서버;

상기 조명 제어기와 연결된 조도 센서의 조도 변화, 상기 재부재 센서의 재부재 여부 또는 카메라 영상 감지에 따라 상기 사용자 단말로부터 상기 조명 제어기로 제어 신호를 전송하여 조명 에너지 절감 알고리즘을 사용하여 전체 지역을 n개의 소지역으로 구분된 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하는 조명 제어부; 및

카메라와 DVR 또는 NVR를 포함하는 상기 카메라 시스템과 연동되어 카메라 영상감지 기술을 사용하여 해당 지역의 사람의 재부재 연부를 감지하는 영상 분석부를 포함하는 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 조명 제어 관리 서버는 Wi-Fi, NB-IoT, LTE 4G/5G 중 어느 하나의 유무선 통신 또는 게이트웨이 장치를 통해 상기 조명제어기와 연결되는, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 조명 제어기는 각 지역의 조명등들과 전력선 통신을 통해 각 조명등의 온/오프를 포함하는 조명 제어 신호 및/또는 각 조명등의 디밍 제어 신호를 장치 ID로 식별되는 각 조명등으로 전송되며,

유선 케이블 연결부 또는 Wi-Fi, NB-IoT, LTE 4G/5G 중 어느 하나의 통신부;

상기 유선 케이블 연결부 또는 상기 통신부와 연결되는 조명제어기의 컨트롤러;

상기 조명제어기의 컨트롤러에 의해 건물 각 지역의 조명등의 온/오프를 제어하는 조명 제어 회로;

상기 조명제어기의 컨트롤러에 의해 형광등 또는 LED 조명등에 대하여 디밍제어를 위해 펄스폭변조(PWM) 또는 주파수변조, 전류량 조절에 의하여 건물 각 지역의 조명등들의 조도제어를 하는 디밍 제어 회로; 및 전원부; 를 포함하는 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 조명 에너지 절감 알고리즘은 Energy Efficiency 및 Energy Conservation 알고리즘으로 구분되며,

상기 Energy Conservation 알고리즘은 전력 피크를 억제하기 위하여 일정 지역의 조명등을 강제적으로 소등하거나 격등 끄기에 의해 에너지를 절감하거나,

상기 Energy Efficiency 알고리즘은 건물의 구역별로 각 조명등의 점·소등시간을 설정하는 스케줄제어와; 구역 내의 조명등을 그룹으로 묶어서 조명등의 온/오프와 디밍을 제어하는 그룹제어; 또는 패턴 제어가 사용되며,

창측 또는 내측에 구비된 상기 조도 센서에 의해 조도를 감지하여 조명의 조도를 제어하거나, 상기 재부재 센서를 활용하여 근무자가 존재하지 않는 구간의 조명등을 소등하는, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 Energy Efficiency 알고리즘은 전체 지역을 n개의 소지역으로 구분된 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어(B), 패턴제어(C), 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 포함하며,

1) 스케줄제어(A)는 정해진 시간대별로 점등을 결정하며, 조명을 사용하지 않는 시간에 맞추어 조명을 소등하는 방식이며, 로컬제어 또는 중앙제어 모두 설정이 가능하고,

각 조명 제어 알고리즘이 적용 가능한 시간대를 지정하기 위하여 하루를 야간(T1), 청소(T2), 오전근무(T3), 점심(T4), 오후근무(T5) 시간대로 분리하며,

시간대별 조명에너지 절감량을 산정하여 전체 조명에너지 절감량 산정이 가능하다. 각 알고리즘(algorithm) a의 시간대 i의 에너지 사용량을 Ea(i), 에너지 절감량을 ESa(Ti)로 표시하면,

에너지 절감량 $ES=ES(T_1)+ES(T_2)+ES(T_3)+E(T_4)+ES(T_5)$ 로 표현되는 것을 특징으로 하는 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 그룹제어(B)는 사용 환경이 동일한 조명 회로를 구역별/지역별 동일 그룹으로 묶어 그룹으로 조명등의 온/오프오와 디밍 제어를 관리하며, 하나의 조명 회로는 여러개의 그룹에 소속될 수 있으며,

상기 패턴제어(C)는 신(Scene) 제어라고도 하며, 정해진 구역/지역의 조명회로 중에 특정 환경 또는 시간대에 점등이 필요한 조명회로를 패턴으로 구분하여 조건에 맞는 조명등만 점등하도록 에너지를 절약하며, 그룹제어와 패턴제어는 독립적으로 적용되며 패턴은 근무 시간 이후와 청소시간(T2), 점심 시간(T4)에 적용되며, 근무 시간에는 그룹제어와 패턴제어가 둘 다 사용될 수 있으나, 근무 시간에 패턴제어를 활용하는 경우는 적용 시간에 맞

추어 조명회로를 지정하는 설정 작업을 추가로 설정되며, 근무 시간에는 상기 그룹제어(B)를 적용하며,

$ES_B = ES_B(T_3) + ES_B(T_5)$ 이고, $ES_C = ES_C(T_1) + ES_C(T_2) + ES_C(T_4)$ 로 표시되는, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 조명 시스템의 수요 응답(demand response) 기반 에너지 절감 알고리즘(Energy Efficiency 알고리즘, Energy Conservation 알고리즘)을 제공하며, 건물에너지의 전력 피크수요를 저감하면서도 건물 내 근무자의 근무 환경 저하를 최소화하는 전력 수요관리 방법을 제시하는, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 1. 배경 기술

[0003] 전체 국가 에너지의 22%를 건물에서 차지하고 있으며 건물의 에너지 소비 합리화는 저탄소 녹색성장의 중요한 과제가 되고 있다. 최근, ICT 기술을 활용하여 에너지 수요를 조절하는 방법에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 에너지에 대한 사회적인 관심으로 조명에너지 절감을 위한 다양한 방안이 제시되고 있으나, 업무 생산성을 높이기 위한 조명의 질에 대한 고려가 부족한 실정이다. 건물의 운영 환경이 업무 생산성에 미치는 영향이 지대하므로 건물에서 작업 공간의 질을 결정하는 온도와 조명에 대한 질관리는 매우 중요한 사항이다. 건물 가치와 에너지 문제를 동시에 만족하기 위하여는 에너지절감 알고리즘과 함께 사용자에 미치는 영향을 최소화하는 연구가 필요하다.

[0004] 조명등은 형광등, LED 조명등이 사용된다.

[0005] 이와 관련된 선행기술1로써, 특허 등록번호 10-1243650에서는 "지능형 에너지 절감 조명 제어시스템 및 그 방법"이 등록되어 있다. 에너지 절감 목표량을 입력하면 그 목표 달성을 위하여 게이트웨이가 지능적으로 조명의 중요도(Priority), 최저 필요 조도값 등을 고려하여 에너지 절감 목표량을 달성하기 위하여 자동으로 제어를 수행하는 것이 목적이다.

[0006] 도 1은 종래의 에너지 절감 조명 제어시스템의 구성도이다.

[0007] 에너지 절감 조명 제어시스템은 조명 제어 서버(100), 에너지 제어 게이트웨이(200), 릴레이 제어장치(300), 디밍 스위치 장치(400), 조명장치(401,402,403)를 포함하여 구성된다.

[0008] 조명 제어 서버(100)는 사용자가 관리하는 서버로 사용자가 원격에서 에너지 제어 게이트웨이(200)와 연결되어 에너지 절감 목표량을 설정하거나 원하는 조명 장치를 제어할 수 있다.

[0009] 디밍 스위치 장치(400)는 릴레이 제어장치(300)에 연결되어 있는 조명장치의 디밍값을 조절하는 기능을 수행한다.

[0010] 또한 선행기술2로써, 특허 공개번호 10-2015-0064858에서는, "LED 조명의 에너지 절감 컨트롤러 및 그 제어방법"이 공개되어 있다.

[0011] 이는 LED 조명의 에너지 절감 컨트롤러 및 그 제어방법은 LED 조명등이 각각 설치되고, 각 컨트롤러들 사이는 무선 또는 유선으로 연결되어 신호를 주고받을 수 있고, LED 조명등에 설치되는 메인 회로기판과, 메인 회로기판과 전기적으로 연결되어 물체를 감지하는 감지센서와, 상기 감지센서로부터 인가되는 신호에 따라 해당 LED 조명등을 점등시키고, 그 근처에 있는 컨트롤러로 신호를 인가하는 제어유닛을 포함한다.

[0012] 그러나, 기존의 조명 제어 시스템은 Energy Conservation 관점에서 에너지 절감을 위해 조도를 낮추어 설정하거나 격등으로 제어하는 방식을 사용하였으며, 전력 피크를 억제하기 위하여 해당 지역의 조명을 개별 제어/그룹 제어를 통해 강제적으로 소등하는 방법을 사용하였으며, i) 격등 끄기, ii) 최소 조명, iii) 디밍 제어를 제공하였지만, 출입통제 시스템, 카메라 영상 감지 시스템과 연계하여 조명 제어 관리 서버와 조도 센서와 재부재 센서와 연동된 조명 제어기에 의해 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하지 않았다.

선행기술문헌

[0013] (특허문헌 001) 특허 등록번호 10-1243650 (등록일자 2013년 03월 08일), "지능형 에너지 절감 조명 제어시스템 및 그 방법", 주식회사 에이비아이시스템스

[0014] (특허문헌 002) 특허 공개번호 10-2015-0064858 (공개일자 2015년 06월 12일), "LED 조명의 에너지 절감 컨트롤러 및 그 제어방법", (주)제이엠포스

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 조명 시스템의 수요 응답(demand response) 기반 에너지 절감 알고리즘(Energy Efficiency 알고리즘, Energy Conservation 알고리즘)을 제공하고, 건물에너지의 전력 피크수요를 저감하면서도 건물 내 근무자의 근무 환경 저하를 최소화하는 전력 수요관리 방법을 제시하며, 출입통제 시스템, 카메라 시스템과 연계하여 조명 제어 관리 서버와 조도 센서와 재부재 센서와 연동된 조명 제어기에 의해 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어와 패턴 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하는, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명의 목적을 달성하기 위해, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템은 출입 카드의 태그를 인식하여 출입문 개폐를 제어하는 출입통제 시스템; 적어도 하나 이상의 카메라와, 창문 측에 구비된 조도 센서와 조명등 마다 구비된 재부재 센서와 연동되며, 지능형 조명 스위치가 구비된 조명 제어기; 상기 출입통제 시스템과 카메라 시스템과 연계되며, 사용자 단말과 유무선 통신을 통해 연결되며, 상기 조도 센서의 조도 변화, 재부재 여부 또는 카메라 영상 감지에 따라 상기 사용자 단말로부터 상기 조명 제어기로 제어 신호를 전송하여 조명 에너지 절감 알고리즘을 사용하여 전체 지역을 n개의 소지역으로 구분된 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어와 패턴 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하는 조명 제어 관리 서버를 포함하며,

[0017] 상기 사용자 단말의 클라이언트 소프트웨어에 의해 상기 출입통제 시스템의 출입 여부와 상기 재부재 센서를 활용하여 근무자가 존재하지 않는 구간의 조명등을 소등하며 상기 조도 센서에 의해 조도를 감지하여 각 조명등의 조도를 제어하여 에너지를 절감한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템은 조명 시스템의 수요 응답(demand response) 기반 에너지 절감 알고리즘(Energy Efficiency 알고리즘, Energy Conservation 알고리즘)을 제공하고, 건물에너지의 전력 피크수요를 저감하면서도 건물 내 근무자의 근무 환경 저하를 최소화하는 전력 수요관리 방법을 제시하며, 출입통제 시스템, 카메라 영상 감지 시스템과 연계하여 조명 제어 관리 서버와 조도 센서와 재부재 센서와 연동된 조명 제어기에 의해 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어와 패턴제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하여, 전력 피크를 초과하지 않도록 제어하며, 조명등의 전기 에너지 소모를 줄이고 전력 사용량 요금을 줄이는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 종래의 에너지 절감 조명 제어시스템의 구성도이다.

도 2는 조도 변경이 검출된 객체의 백분율과 조도 변경(illuminance change)의 정도를 백분율로 나타낸 그래프이다.

도 3은 수요 응답(demand response) 기반 조명 제어 알고리즘(Lighting control algorithm)을 보인 순서도이다.

도 4는 수요 응답(demand response) 기반 조명 제어(Lighting control)의 예를 보인 블럭도이다.

도 5는 전체 지역이 n개의 소지역으로 구분된 경우, 에너지 절감량 Energy Savings(n=6, C=4) 시뮬레이션을 보인 그래프이다.

도 6은 에너지 절감량 Energy Savings(n=8, C=4) 시뮬레이션을 보인 그래프이다.

도 7은 에너지 절감량 Energy Savings(n=6,8,10,12,14,16) 시뮬레이션을 보인 그래프이다.

도 8은 본 발명에 따른 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 발명의 구성 및 동작을 상세하게 설명한다.

[0021] 본 발명의 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템은 조명 시스템의 수요 응답(demand response) 기반 에너지 절감 알고리즘(Energy Efficiency 알고리즘, Energy Conservation 알고리즘)을 제공하고, 건물에너지의 전력 피크수요를 저감하면서도 건물 내 근무자의 근무 환경 저하를 최소화하는 전력 수요관리 방법을 제시하며, 출입통제 시스템, 카메라 시스템과 연계하여 출입 여부와 카메라 영상 감지 기술에 의해 재부재를 감지하여 조명등의 ON/OFF를 제어하는 조명 제어 관리 서버와 조도 센서와 재부재 센서와 연동된 조명 제어기에 의해 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어와 패턴 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하여, 조명등들의 전기 에너지 소모를 줄이기 위한 것이다.

[0022] 도 8은 본 발명에 따른 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템 구성도이다.

[0023] 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템은 조명 시스템의 수요 응답(demand response) 기반 에너지 절감 알고리즘(Energy Efficiency 알고리즘, Energy Conservation 알고리즘)을 제공하고, 건물에너지 전력 피크수요를 저감하면서도 건물 내 근무자의 근무 환경 저하를 최소화하는 전력 수요관리 방법을 제시하며, 출입통제 시스템, 카메라 영상 감지 시스템과 연계하여 조명 제어 관리 서버와 조도 센서와 재부재 센서와 연동된 조명 제어기에 의해 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공한다.

[0024] 본 발명의 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템은

[0025] 출입 카드의 태그를 인식하여 출입문 개폐를 제어하는 출입통제 시스템(91);

[0026] 창문 측에 구비된 조도 센서(42)와 조명등 마다 구비된 재부재 센서(43)와 연동되며, 지능형 조명 스위치가 구비된 조명 제어기(40);

[0027] 상기 출입통제 시스템(91)과 카메라 시스템과 연계되며, 사용자 단말과 유무선 통신을 통해 연결되며, 상기 조도 센서(42)의 조도 변화, 재부재 여부 또는 카메라 영상 감지에 따라 상기 사용자 단말(10,11)로부터 조명 제어 관리 서버(20)를 통해 상기 조명 제어기(30)로 제어 신호를 전송하여 조명 에너지 절감 알고리즘을 사용하여 전체 지역을 n개의 소지역으로 구분된 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하는 조명 제어 관리 서버(20)를 포함하며,

[0028] 상기 사용자 단말(10,11)의 클라이언트 소프트웨어에 의해 상기 출입통제 시스템(91)의 출입 여부와 상기 재부재 센서(43)를 활용하여 근무자가 존재하지 않는 구간의 조명등을 소등하며 상기 조도 센서(42)에 의해 조도를 감지하여 각 조명등의 조도를 제어하여 에너지를 절감한다.

[0029] 또한, 에너지를 절감하는 조명 제어 시스템은 카메라 시스템을 더 포함하며,

[0030] 상기 카메라 시스템은

[0031] 건물 내 각 지역에 설치된 적어도 하나 이상의 카메라(92)와;

[0032] 상기 적어도 하나 이상의 카메라(92)로부터 전송된 카메라 촬영 영상 데이터를 저장하는 DVR 또는 NVR(93)을 포함하며,

[0033] 상기 DVR 또는 NVR(93)은 카메라 영상 감지에 따라 재부재 여부를 감지하여 각 지역 조명등들의 온/오프, 디밍 제어하는 상기 조명 제어 관리 서버(20)와 연결된다.

[0034] 상기 조명 제어 관리 서버(20)는 PC와 스마트 기기를 포함하는 사용자 단말과 유무선 통신으로 연결되는 웹서버; 상기 조명 제어기(40)와 연결된 조도 센서의 조도 변화, 상기 재부재 센서의 재부재 여부 또는 카메라 영상 감지에 따라 상기 사용자 단말로부터 상기 조명 제어기로 제어 신호를 전송하여 조명 에너지 절감 알고리즘을 사용하여 전체 지역을 n개의 소지역으로 구분된 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어, 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 제공하는 조명 제어부; 및 카메라(92), DVR 또는 NVR(93)를 포함하는 상기 카메라 시스템과 연동되어 카메라 영상감지 기술을 사용하여 해당 지역의 사람의 재부재 연부를 감지하는

영상 분석부를 포함한다.

[0035] 상기 조명 제어 관리 서버(20)는 Wi-Fi, NB-IoT, LTE 4G/5G 중 어느 하나의 유무선 통신을 통해 연결되거나, 또는 게이트웨이 장치(30)를 통해 상기 조명제어기(40)와 연결되며,

[0036] 상기 조명 제어기(40)는 각 지역의 조명등들과 전력선 통신을 통해 각 조명등의 온/오프를 포함하는 조명 제어 신호 및/또는 각 조명등의 디밍 제어 신호를 장치 ID로 식별되는 각 조명등으로 전송되며,

[0037] 유선 케이블 연결부 또는 Wi-Fi, NB-IoT, LTE 4G/5G 중 어느 하나의 통신부; 상기 유선 케이블 연결부 또는 상기 통신부와 연결되는 조명제어기의 컨트롤러; 상기 조명제어기의 컨트롤러에 의해 건물 각 지역의 조명등의 온/오프를 제어하는 조명 제어 회로; 상기 조명제어기의 컨트롤러에 의해 형광등 또는 LED 조명등에 대하여 디밍 제어를 위해 펄스폭변조(PWM, Pulse Width Modulation) 또는 주파수변조, 전류량 조절에 의하여 건물 각 지역의 조명등들의 조도제어를 하는 디밍 제어 회로; 및 전원부를 구비한다.

[0038] 건물 각 지역의 조명등들은 형광등 또는 LED 조명등을 사용하며,

[0039] 각 조명등 마다 재부재 센서(43) 및 조명등(72)이 구비되며, 각 조명등에 개별 스위치(71)가 구비될 수 있다.

[0040] 2. 조명제어 시스템 구조

[0041] 가. 조명회로와 조명스위치 결선

[0042] 조명제어 시스템은 조명회로(또는 전등회로)와 조명스위치를 매칭하는 방법에 따라 시스템의 구조 및 배선 방법이 결정된다.

[0043] 1) 조명회로와 조명스위치를 직접 연결

[0044] 일반적으로 가정집에 설치되는 형광등을 제어하는 방식으로, 스위치 하나와 조명기구를 하나 또는 다수 개를 연결한다. 단락 기능만을 갖는 이러한 조명스위치를 더미(Dummy) 스위치라 한다. 설치 현장(로컬)에서 직접 관리를 하므로 제어 방식이 간단하나, 대형 건물 같이 중앙 통제가 필요한 곳에서는 운영이 어렵다는 단점이 있다.

[0045] 2) 조명회로와 조명스위치를 M:N 연결

[0046] 대형 사무실과 같이 조명등과 스위치의 수량이 많고, 임차인에 따라 사무실의 구조가 바뀌는 경우에 조명회로 및 조명스위치를 변경할 수 있도록 하는 방식이다. 매칭된 조명회로를 가변할 수 있는 이러한 스위치를 지능형 스위치라고 한다. 조명스위치로 제어가 가능한 조명 회로를 할당하는 로직이 필요하므로, 조명회로와 조명스위치를 연결하는 PLC(Programmable Logic Controller) 또는 조명전용 제어장치가 필요하다.

[0047] 나. 조명제어 단위

[0048] 조명은 동일한 운영환경을 갖는 조명등을 그룹으로 관리하는 것이 효과적이다.

[0049] 1) 개별 조명제어

[0050] 조명을 제어하는 최소 단위가 개별 조명등기구 인 경우이다. 개별 등기구를 수동으로 동작하는 경우, 더미스위치가 조명등기구마다 설치한다. 지능형 스위치를 이용하여 동작하는 경우에는 조명기구별로 조명 전용 제어장치와 통신 결선이 필요하다. 이 경우에 DALI(Digital Addressable Lighting Interface) 또는 PLC(Power Line Controller) 기술을 사용하여 통신하게 된다.

[0051] 2) 조명회로 제어

[0052] 여러개의 조명을 하나의 단위로 묶어 조명을 제어하는 방식이다. 조명을 제어하는 효과적인 방법이나 조명 회로를 지나치게 많이 할당하면, 소등이 되어야 하는 공간도 불필요하게 점등되어 에너지를 낭비하는 요소가 발생할 수 있다.

[0053] 3) 조명스위치

[0054] 지능형 조명스위치는 PLC(Programmable Logic Controller) 또는 조명전용 제어장치와 통신을 위한 결선 이외에 자체 전원 공급을 위한 결선이 추가로 필요하다. PLC(Power Line Controller) 기술은 지능형 스위치의 전원 공급에 필요한 배선을 줄이기 위하여 사용되기도 한다.

[0055] 다. 관리 방식

[0056] 1) 로컬제어

[0057] 로컬제어는 조명회로를 이용하는 곳에서 직접 관리하는 방식으로 관리 주체가 명확한 경우에 유리하다. 더미 스위치 또는 지능형 스위치를 사용하여 구성이 가능하다.

[0058] 2) 중앙제어

[0059] 중앙제어는 로컬 제어에서의 조명 관리와 함께 중앙에서도 전체 조명회로를 관리하게 된다. 로컬 제어를 위한 장치 이외에 조명 제어기(40)를 연결하는 게이트웨이 장치(30); 상기 게이트웨이 장치(30)로부터 수집한 정보를 축적하고 관리하는 컴퓨터의 조명 제어 관리 서버(20); 상기 조명 제어 관리 서버(20)에서 수집된 정보를 사용자 인터페이스를 통하여 그래픽으로 관제를 담당하는 사용자 단말의 클라이언트 소트웨어가 필요하다. 최근 정보통신 기술을 활용하여 건물 군관리의 경우에 원격지 상황을 관제하기도 한다.

[0060] 2-2. 조명 에너지 절감 알고리즘

[0061] 로컬제어 또는 중앙제어로 구성된 조명제어 시스템은 조명 에너지를 절감하기 위하여 여러 가지 알고리즘을 탑재하게 된다. 일반적으로, 조명 에너지 절감 알고리즘은 Energy Efficiency 및 Energy Conservation 관점으로 구분할 수 있다.

[0062] Energy Efficiency는 사용자에게 동일한 조명 환경을 제공하면서도 에너지를 절감하는 방안으로, 형광등을 LED 조명등으로 변경하는 경우 등이 있다.

[0063] Energy Conservation은 에너지를 절감하기 위하여 조명 환경의 질적 하락을 초래하는 방안으로, 일정 지역의 조명을 강제 차단하는 경우 등에 해당한다.

[0064] 상기 조명 에너지 절감 알고리즘은 Energy Efficiency 및 Energy Conservation 알고리즘으로 구분되며,

[0065] 상기 Energy Conservation 알고리즘은 전력 피크를 억제하기 위하여 일정 지역의 조명등을 강제적으로 소등하거나 격등 끄기에 의해 에너지를 절감하거나,

[0066] 상기 Energy Efficiency 알고리즘은 건물의 구역별로 각 조명등의 점·소등시간을 설정하는 스케줄제어와; 구역내의 조명등을 그룹으로 묶어서 조명등의 온/오프와 디밍을 제어하는 그룹제어; 또는 패턴 제어가 사용되며,

[0067] 창측 또는 내측에 구비된 상기 조도 센서에 의해 조도를 감지하여 조명의 조도를 제어하거나, 상기 재부재 센서를 활용하여 근무자가 존재하지 않는 구간의 조명등을 소등하는 방법이 있다. Energy Conservation 관점의 에너지절감 알고리즘은 조도를 낮추어 설정하거나 격등으로 제어하는 방식이 일반적이며, 전력 피크를 억제하기 위하여 해당 지역의 조명을 강제적으로 소등하는 방안이 있다.

[0068] 가. Energy Efficiency 접근

[0069] Energy Efficiency 알고리즘은 전체 지역을 n개의 소지역으로 구분된 각 지역 조명등들의 1) 스케쥴 제어, 2) 그룹 제어(B), 패턴제어(C), 3) 일광 제어, 4) 재부재 센서 기반 조명제어를 포함한다.

[0070] 1) 스케줄제어(A)

[0071] 스케쥴제어는 정해진 시간대별로 점등을 결정하며, 조명을 사용하지 않는 시간을 파악하여 사용하지 않는 시간에 맞추어 조명을 소등하는 방식이다. 로컬제어 또는 중앙제어 모두 설정이 가능하다. 모든 시간에 활용이 가능하므로 에너지 절약을 위한 가장 기본적이면서 효과적인 방식이다. 에너지 절감량은 $ES=ES(T_1)+ES(T_2)+ES(T_3)+E(T_4)+ES(T_5)$ 이다.

[0072] 각 조명 제어 알고리즘이 적용 가능한 시간대를 지정하기 위하여 하루를 야간(T1), 청소(T2), 오전근무(T3), 점심(T4), 오후근무(T5) 시간대로 분리하였다. 시간대별 조명에너지 절감량을 산정하여 전체 조명에너지 절감량 산정이 가능하다. 각 알고리즘(algorithm) a의 시간대 i의 에너지 사용량을 Ea(i), 에너지 절감량을 ESa(Ti)로 표시하였다.

[0073] 2) 그룹제어(B), 패턴제어(C)

[0074] 상기 그룹제어(B)는 사용 환경이 동일한 조명 회로를 구역별/지역별 동일 그룹으로 묶어 그룹으로 조명등의 온/오프오와 디밍 제어를 관리하며, 하나의 조명 회로는 여러개의 그룹에 소속될 수 있으며, 스케줄제어 및 원격제어시의 운영을 편리하게 할 수 있다.

[0075] 상기 패턴제어(C)는 신(Scene) 제어라고도 하며, 정해진 구역(1,2,3 빌딩)/지역(A,B,C...)의 조명회로 중에 특정 환경 또는 시간대에 점등이 필요한 조명회로를 패턴으로 구분하여 조건에 맞는 조명등만 점등하도록 한다. 동일 근무 공간에서 근무 시간의 조명과 점심 시간의 조명 패턴을 달리 유지하여 에너지를 절약하고자 하는 것이다.

[0076] 그룹제어(B)와 패턴제어(C)는 독립적으로 적용되며 패턴은 근무 시간 이후와 청소시간(T2), 점심 시간(T4)에 적용이 가능하다. 근무 시간에는 그룹제어와 패턴제어가 둘다 사용될 수 있으나, 근무 시간에 패턴제어를 활용하는 경우는 적용 시간에 맞추어 조명회로를 지정하는 설정 작업을 추가로 하여야 한다. 따라서, 근무 시간에는 그룹제어(B)를 적용한다고 가정한다.

[0077] $ES_B = ES_B(T_3) + ES_B(T_5)$ 이고, $ES_C = ES_C(T_1) + ES_C(T_2) + ES_C(T_4)$ 이다.

[0078] 3) 일광제어(D)

[0079] 창측에 부착된 조도센서의 조도 변화에 따라 내측의 형광들을 제어하는 방식이다. 주간에 조명을 절약하는 효과적인 수단이나, 조도센서의 위치 선정과 조도에 따라 영향을 받는 형광등의 할당이 필요하다. 조도 센서는 구름의 변화에 따라 변화 정도가 심하므로, 조도의 변화에 민감하지 않도록 히스테리시스 조건 등을 잘 설계하여야 한다. 조도 센서의 오작동에 의해 활용이 잘 되지 않는 경우가 많다. 점심 시간에는 패턴제어를 활용하므로 근무 시간에만 적용이 가능하다.

[0080] $ES_D = ES_D(T_3) + ES_D(T_5)$ 이다.

[0081] 4) 재부재 제어(E)

[0082] 스케줄제어가 정해진 시간대별로 점등을 결정하는 것과 달리, 재부재 센서의 재실자의 재부재 정보에 의하여 사람이 존재하면 해당 지역의 조명등을 점등하는 방식이다. 재부재를 파악하는 재부재 센서는 마이크로웨이브 센서 또는 적외선 센서, PIR 센서, 초음파 센서, 카메라와 DVR/NVR와 영상 분석 서버의 영상감지 기술 등을 활용하고 있으나, 운영 환경(움직임, 열, 소리 등)의 변화에 의한 오작동 요소가 존재하여 설치 이후에 활용이 잘 되지 않는 경우가 많다. 사무 공간은 스케줄 제어를 기본으로 하고, 재실센서는 소등 상태에서 점등을 위한 보조 수단으로 활용한다. 따라서, 에너지 절감 효과는 스케줄 제어에서 이미 산정된 것으로 볼 수 있으며, 이 기간의 에너지 사용량은 에너지 절감효과에서 마이너스 값으로 작용한다.

[0083] $ES_E = -[E_A(T_1) + E_A(T_2) + E_A(T_3) + E_A(T_4) + E_A(T_5)]$ 이다.

[0084] 나. Energy Conservation 접근

[0085] 1) 격등 끄기(F)

[0086] 정해진 지역의 조명등을 강제적으로 격등으로 소등하여 에너지를 절감한다. 관공서에서 활용하는 경우가 많으며, 조명을 강제적으로 제어하면서 발생하는 문제점을 최소화할 수 있어야 한다.

[0087] 2) 최소 조명(F)

[0088] 특정 지역의 조명을 최소로 유지하는 에너지 절약 방법으로 격등 끄기 대신에 활용하는 방법이다. 근무 시간외에는 그룹제어 및 패턴제어로 활용하며, 근무 시간에 적용하게 된다. 근무자의 조명 환경을 강제한다는 측면에서 Energy Conservation 접근이며, 근무 환경의 질적 저하를 막기 위해 조명등의 점등 상황을 원하는 근무자를 위한 환경이 보조적으로 제공될 수 있어야 한다.

[0089] 3) 디밍(Dimming) 제어(G)

[0090] 조명 에너지절감을 위한 위하여 LED 조명등에 대하여 조명의 디밍 레벨을 조정하는 것이다. 특수 기능이 내장된 발리스터를 채택한 형광등의 경우에도 조도 제어가 가능하다. 조도 제어는 근무 환경의 질적 저하를 초래하므로 Energy Conservation 접근이며, 근무 환경의 질적 저하를 최소화할 수 있어야 한다.

[0091] 다. 조명 에너지절감 알고리즘의 개선점(H)

[0092] 조명제어 에너지 절감 알고리즘의 효용성이 높아지기 위해서는 오작동을 최소화하여야 한다. 전술한바와 같이 일광제어 알고리즘의 적응성(Adaptation) 및 조도센서와 재실센서의 정확도가 향상되어야 에너지절감 알고리즘의 효용성이 높아진다. 전력 수요관리는 국가적인 관심사로 필요성이 인정되나 에너지량을 줄이는 것과 함께 조

명 환경의 질적 저하를 최소화하는 방안이 제시되어야 한다.

[0093] 본 발명에서는 조명 질을 고려한 조명에 에너지절감 방안을 제시하여 이러한 문제점을 보완하기 위한 것이다.

[0094] 3. 수요기반 조명 에너지절감 알고리즘

[0095] 3-1. 수요자원으로서의 조명에너지

[0096] 전력 관리에서의 피크제어는 국가의 전력산업의 효율성이라는 공적인 측면과 건물 소유주의 전력 요금 감소라는 측면에서 필수 불가결한 측면이 존재한다. 일반적으로 통용되는 전력 사용량의 피크제어는 최대수요전력(15분 PEAK 전력)을 목표전력 이내로 조절하기 위하여 15분 주기 적산전력을 산출하고 매 1분마다 사용 전력과 목표전력을 비교하여 일정한 설정치를 초과하는 경우에 정해진 조명을 소등하여 피크 전력을 낮춘다.

[0097] 다. 피크제어

[0098] 가 수요시간내의 최대수요전력을 억제하는데 반하여, 전력사용량 제어 알고리즘은 하루에 소비되는 전력량을 일정수준으로 억제하는 방안이다[4][5]. 이러한 피크전력 억제 방안은 강제적인 방법을 사용하므로 근무자의 쾌적성을 저해할 수 있다는 단점이 존재한다.

[0099] 3-2. 수요자원으로서의 조명에너지 절감 알고리즘

[0100] 조명 제어 시스템은 단독으로도 에너지절감이 가능하지만, 건물 내의 조명 설비 자동제어 시스템과 출입 통제 시스템을 ICT 기술을 활용하여 시스템 간의 연계를 위하여 BACnet, Modbus, EIB의 여러 통신 방식을 활용하여 상기 출입통제 시스템 또는 근무지원 시스템과 조명 설비 자동제어 시스템을 연계하여 개인별 또는 소그룹별 조명등 ON/OFF와 디밍 제어를 제공하는 맞춤형 조명 서비스를 제공하여 근무 쾌적성을 유지하면서 해당 근무지역 또는 해당 위치의 회의실의 조명등을 점·소등할 수 있다.

[0101] 수요자원으로서의 조명 활용에 대한 연구에 의하면 Lux가 10% 이하 변화되면 20% 이하의 사람만이 변화를 알아차린다[6]. 반면에 15% 이상의 조도가 변화하는 경우에는 조도 변화 방법에 무관하게 대부분의 사람들이 변화를 인지할 가능성이 높다는 것이다.

[0102] 도 2는 조도변화와 인지율의 관계를 보인 도면이다[6].

[0103] 최근 에너지 비용을 통제하기 위한 여러 알고리즘이 제시되고 있으며, [4][5]에서는 냉난방 및 조명에 사용되는 건물의 전체 에너지사용량을 일정하게 유지하도록 하는 알고리즘을 제시하였다. 본 연구에서 빌딩 전력사용 예측곡선이 e(t), 일일 전력사용량 목표가 Q인 경우에 목표전력 곡선 $q_0(t)$를 다음과 같이 제시하였다.

[0104] $$q_0(t) = a \times e(t) \quad \text{(식1)}$$

[0105] $$Q = \Sigma q_0(t) = a \cdot \Sigma e(t) \quad \text{(식2)}$$

[0106] $$q_0(t) = \frac{Q}{\Sigma e(t)} \times e(t) \quad \text{(식3)}$$

[0107]

[0108] 동 알고리즘에서는 수요시한 동안 피크제어를 수행하며, 실제 전력사용량에 따라 다음 수요시한의 목표 전력량을 재설정한다. 이 알고리즘은 전력사용량 목표를 만족하기 위한 방안은 제시되었으나, 사용자의 근무 환경을 고려하지 못하는 측면이 존재하였다.

[0109] 도 3은 수요 응답(demand response) 기반 조명 제어 알고리즘(Lighting control algorithm)을 보인 순서도이다.

[0110] 본 발명의 새로운 조명 에너지 절감 알고리즘(도 3)에서는 기존 연구를 보완하여 전력 수요관리에 따른 사용자의 불편을 최소화하도록 설정된 전력 목표치를 초과하면 기존 조명의 조도를 줄여서 피크수요를 줄이도록 한다. [5]의 알고리즘이 최초의 설정치를 사용자가 임의로 설정하는 반면에 새로운 조명 에너지 절감 알고리즘은 부하관리사업자(또는 Load Aggregator)의 DR(Demand Response) 프로그램에 의하여 목표 전력 설정치를 결정하게 된다. 피크 설정치를 초과하는 경우에, 건물의 특정 구역의 조명등을 오프되도록 제어하는 방안에 비하여 조도가

일정 부분 낮아지지만 조명 환경이 유지된다는 측면에서 현실성이 더 높다고 할 수 있다.

[0111] 형광등 또는 LED 조명등의 디밍제어는 펄스폭변조(PWM, Pulse Width Modulation) 또는 주파수변조, 전류량 조절에 의하여 조도제어를 하는 제품으로 다수의 제품이 시중에 출시되어 있다. 발광 효율 η인 조명의 경우에 면적 A인 지점의 조도 Ev(lux)와 소비전력 P의 관계는 다음과 같으므로 전력 절감량은 조도 절감율과 비례하게 된다.

[0112] 도 4는 수요 응답 기반 조명 제어(Lighting control based on demand response)

[0113] $$P(W) = Ev(lux) \times A(m^2) / \eta(lm/W) \quad (식4)$$

[0114] 중앙집중형의 조명제어시스템을 채택하고 있는 건물에서는 조명 스위치와 등기구가 별개의 회로로 구성되므로, 새로운 점등 요구가 있는 경우에 조명에 의한 전력소비량을 사전에 예측하는 것이 가능하다. 도 3의 에너지 절감을 위한 조도 수준은 새롭게 점등 요구가 있는 지역을 포함한 전체 전력에너지량을 산정하여 조도를 최소한으로 낮추도록 한다. 또한 80%의 사람이 인지하지 못하는 조도 변화율 10%가 조도 설정치의 한계가 된다.

[0115] 도 4는 음영으로 표시된 구역의 조명이 점등되어 있는 상태(피크설정치 초과)에서 소등 구역의 조명이 새롭게 점등되는 경우에 전체 조명의 조도를 조금 낮추는 상황을 표시한다. 조도 10% 절감제어는 수요시 한 내에 조명 에너지사용량 예측치가 설정치를 넘는 경우에만 조명의 조도를 10% 절감한다.

[0116] 조명 에너지 절감 알고리즘은 조명제어 시스템과 출입통제 시스템(91)의 연계하여 효율적인 구축이 가능하다. 출입통제 시스템(91)에 의하여 출입 요구가 발생하면, 해당 근무자의 태그 ID를 파악하여 해당 위치의 조명등을 ON시키며 전체 조명 전력량을 예측하여 새로운 점등 지역에 적용할 조도를 계산하여 조명을 제어하게 된다. 인원의 출입이 빈번한 출퇴근 시간 및 점심 시간 전후에 더욱 효과가 높을 것으로 생각된다. 조명 에너지 절감 알고리즘은 다수 건물의 에너지를 원격지에서 관리하는 군관리 체계에서 조명제어에 유용하게 활용이 가능하다. 군관리 체계에서는 수요반응 연계를 위하여 Polynomial 시간안에 수행이 가능한 부하배분 알고리즘[2]에 의하여 각 수용가의 피크 설정치를 결정하여 수요반응 연계를 수행할 수 있다.

[0117] 3-3 시뮬레이션

[0118] 도 5는 전체 지역이 n개의 소지역으로 구분된 경우, 에너지 절감량 Energy Savings(n=6, C=4) 시뮬레이션을 보인 그래프, 도 6은 에너지 절감량 Energy Savings(n=8, C=4) 시뮬레이션을 보인 그래프, 도 7은 에너지 절감량 Energy Savings(n=6,8,10,12,14,16) 시뮬레이션을 보인 그래프이다.

[0119] 본 발명의 조명 에너지 절감 알고리즘의 효율성을 검증하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였다. 건물 전체 구역이 n개의 소지역으로 구분되어 있고, 피크 설정치는 C개의 소지역이 전부 점등이 된 경우의 제C에너지량으로 가정한다. 각 소지역의 공간 점유율이 변하는 경우에 전체 에너지량이 상기 제C에너지량를 초과하는 경우에만 에너지 절감제어를 수행한다. 도 4와 도 5는 n 값이 6과 8인 경우에 4개의 소지역에 전체 점등된 경우를 피크 설정치로 하였다.

[0120] 소지역의 점유율에 따른 시간별 분포는 랜덤으로 생성하였으며, 점유율이 높을수록 에너지 절감 효과가 커짐을 알 수 있다. 도 6은 n을 변화하면서 절감 효과를 측정하였다. n이 커지고, 점유율이 높을수록 에너지 절감 효과가 커짐을 알 수 있다.

[0121] 4 조명 에너지절감 알고리즘의 절감량 산정

[0122] 조명제어 시스템의 에너지 절약 효과를 산정하기 위하여 표준화된 측정 방법이 필요하다. 건물의 종류(사용 형태에 따른 구분)에 따른 시간대별 표준 점유율을 기준으로 조명 에너지절감 알고리즘의 효과를 측정하는 것이다. 유럽의 EN15232(Energy performance of buildings Impact of Building Automation, Controls and Building Management)는 건물의 종류별로 시간대별 점유율을 제시하고 있다. 우리나라도 이러한 기준의 제시가 필요하나, 본 발명에서는 표준 조건하에서 조명 에너지절감량을 산정하는 방법을 제시하도록 한다.

[0123] 전체 에너지 절감량은 시간대별 에너지 절감량의 합이므로,

[0124] $ES = ES(T_1) + ES(T_2) + ES(T_3) + E(T_4) + ES(T_5)$ 이다. 근무자에게 열악한 조명 환경을 제공할수록 절감 효과가 커지기 때문에 조명의 질적 수준이 보장되지 않는 상태에서의 에너지절감 효과 산정은 무의미하다. 따라서, 기존의 에너지 Conservation 알고리즘인 1) 격등 끄기, 2) 최소 조명, 3) 기존의 디밍 제어는 산정에서 제외한다.

[0125] {표 1}조명제어 알고리즘의 적용

	야간 (T_1)	청소 (T_2)	오전근무 (T_3)	점심 (T_4)	오후근무 (T_5)
스케줄(A)	○	○	○	○	○
패턴(B)	○	○		○	
그룹(C)			○		○
일광(D)			○		○
재부재(E)	○	○	○	○	○
격등/최소(F)					
디밍(G)					
수요 기반(H)			○		○

[0126]

[0127] 상기 조명 제어 관리 서버는 시간대별 조명에너지 절감량과 전체 조명에너지 절감량이 저장되고, 상기 사용자 단말의 클라이언트 소프트웨어에 표시도니다.

[0128] 각 조명 제어 알고리즘이 적용 가능한 시간대를 지정하여 하루를 야간(T1), 청소(T2), 오전근무(T3), 점심(T4), 오후근무(T5) 시간대로 분리하였다. 시간대별 조명에너지 절감량을 산정하여 전체 조명에너지 절감량을 산정한다.

[0129] 시간대별 조명에너지 절감량은 다음과 같이 계산된다.

[0130] $$ES(T_1)=ES_A+ES_B-E_E$$

[0131] $$ES(T_2)=ES_A+ES_B-E_E$$

[0132] $$ES(T_3)=ES_A+ES_C+ES_D-E_E+ES_H$$

[0133] $$ES(T_4)=ES_A+ES_B-E_E$$

[0134] $$ES(T_5)=ES_A+ES_C+ES_D-E_E+ES_H$$

[0135] 전체 에너지 절감량은 시간대별 에너지 절감량의 합이므로,

[0136] $$ES=ES(T_1)+ES(T_2)+ES(T_3)+E(T_4)+ES(T_5)$$ 이다.

[0137] 여기서 ES_A 스케줄과 연관된 에너지량,ES_B 패턴과 연관된 에너지량, ES_C 그룹과 연관된 에너지량, ES_D 일광과 연관된 에너지량, E_E 재부재와 연관된 에너지량, ES_H 수요기반과 연관된 에너지량 이다

[0138] 5. 결 론

[0139] 본 발명에서는 기존의 조명 에너지절감 알고리즘을 에너지 Efficiency와 Conservation 관점으로 정리하였다. 전력 수요관리는 국가적인 필요성이 있으나 조명이 근무 효율에 끼치는 영향이 크므로, 에너지 Conservation 방안이 가지는 비효율성을 개선할 필요가 있으며, 조명의 질적 수준이 보장되지 않는 상태에서 에너지절감 효과 산정이 가지는 문제점을 보완할 수 있도록 수요 기반의 새로운 조명에너지 절감 알고리즘을 도입하였다.

[0140] 또한, 발명은 표준화된 하루 시간대별 건물 점유율 조건하에 조명 제어 시스템의 에너지절감 효과를 산정할 수 있는 방법론을 사용하였다.

[0141] 전술한 바와 같이 본 발명의 방법은 프로그램으로 구현되어 컴퓨터의 소프트웨어를 이용하여 읽을 수 있는 형태

로 기록매체(CD-ROM, RAM, ROM, 메모리 카드, 하드 디스크, 광자기 디스크, 스토리지 디바이스 등)에 저장될 수 있다.

[0142] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자가 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0143] 10: PC 11: 스마트폰, 태블릿 PC(조명 제어 App)

20: 조명 제어 관리 서버 21: 조명 제어부

22: 영상 분석부 30: 게이트웨이 장치

40: 조명 제어기 41: 지능형 조명 스위치

42: 조도 센서 43: 재부재 센서

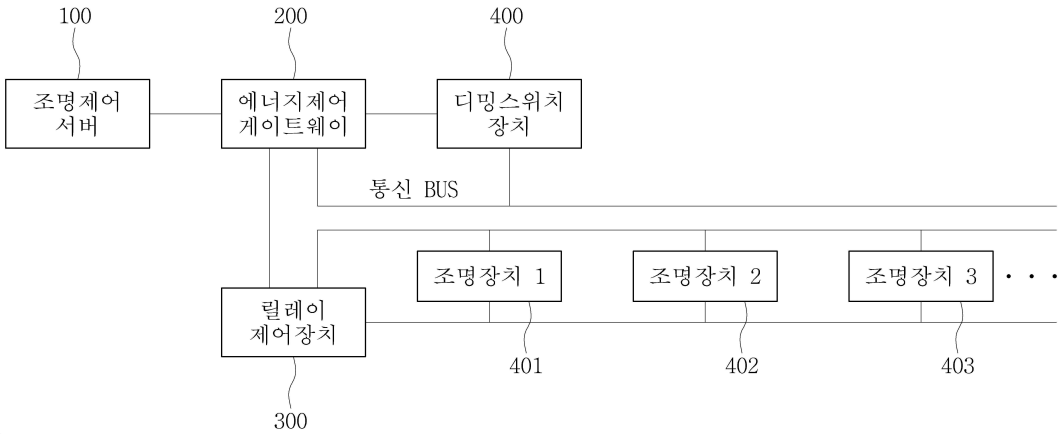
70: 전체 지역의 조명등 71: 개별 스위치

72: 조명등 91: 출입 통제 시스템

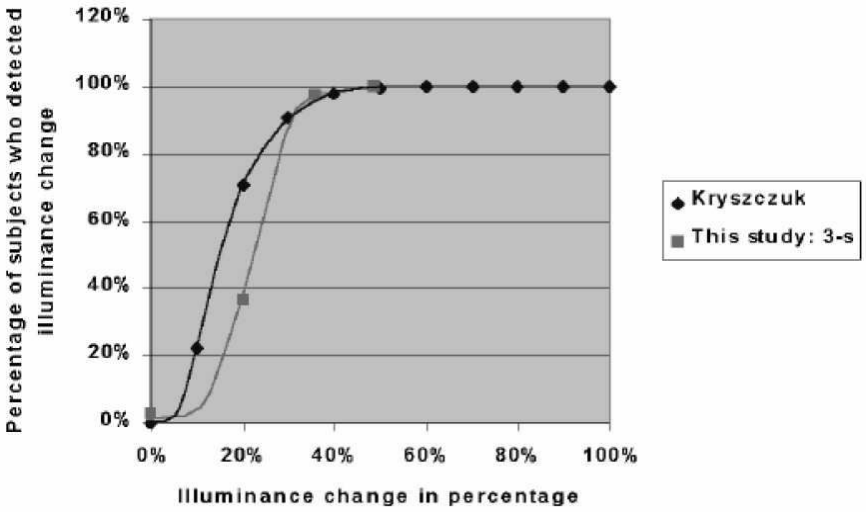
92: 카메라 93: NVR

도면

도면1

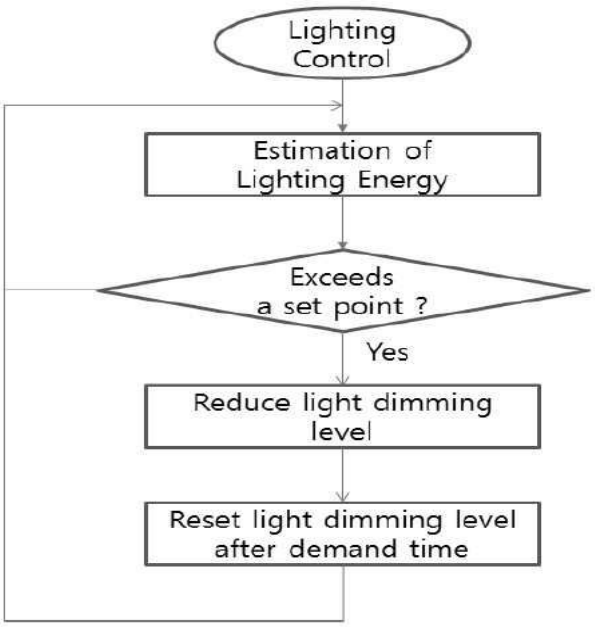


도면2



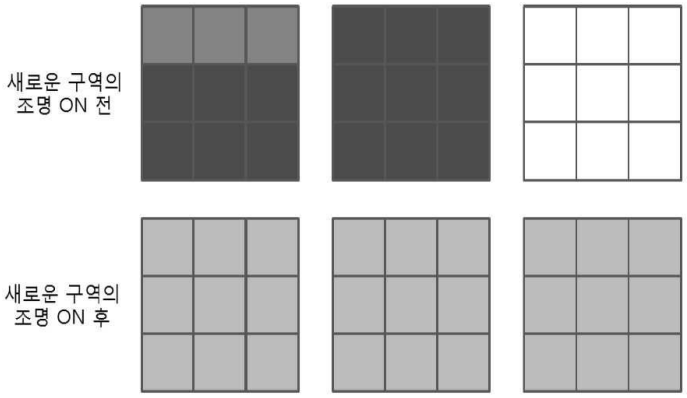
Percentage of subjects who detected illuminance changes vs. the degree of illuminance changes in percentage

도면3



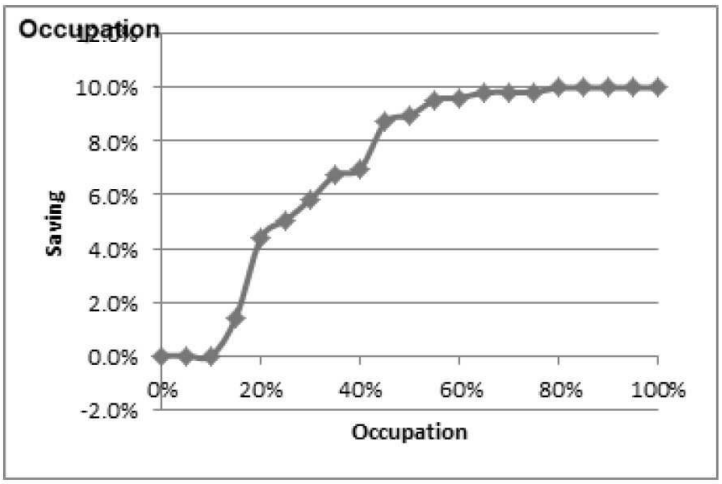
Lighting control algorithm based on demand response

도면4



Lighting control based on demand response

도면5



Energy Saving(n=6, C=4)

도면6

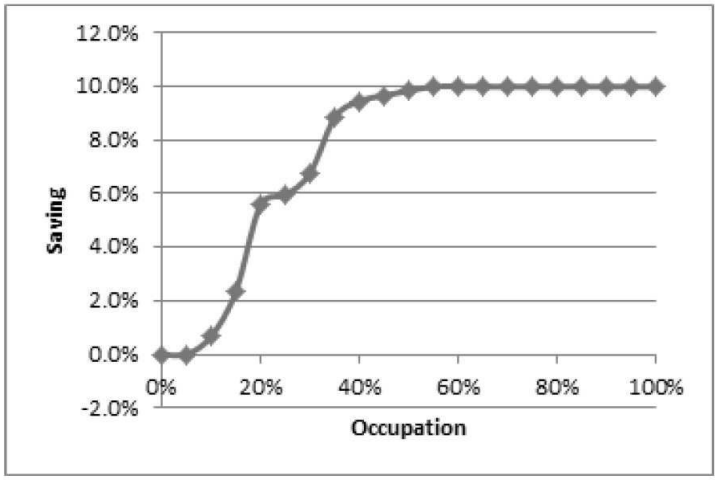


Fig. 5. Energy Saving(n=8, C=4)

도면7

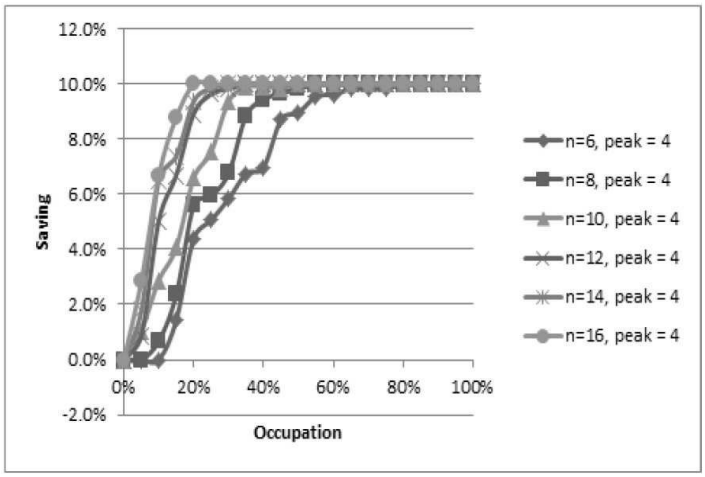
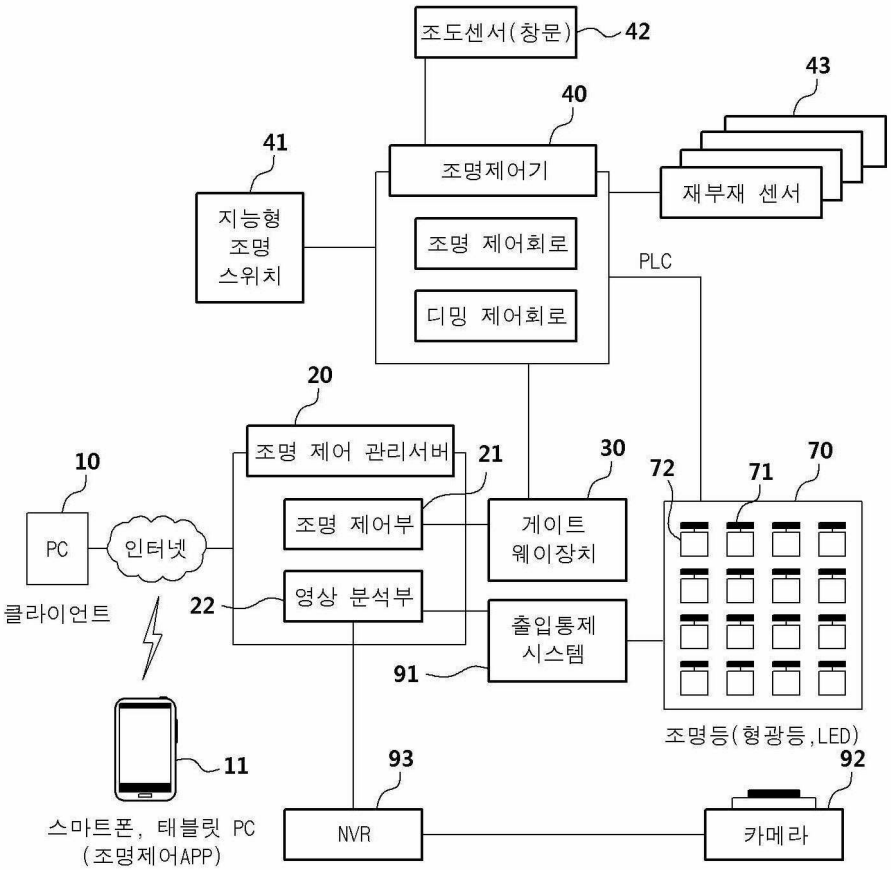


Fig. 6. Energy Saving(n=6,8,10,12,14,16)

도면8



<에너지 절감 조명 제어 시스템>