



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0057277
(43) 공개일자 2016년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 37/02 (2006.01) G01S 11/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05B 37/0227 (2013.01)
G01S 11/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0016800
(22) 출원일자 2015년02월03일
심사청구일자 2015년02월03일
(30) 우선권주장
1020140157037 2014년11월12일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한
국기술교육대학교)
(72) 발명자
오창현
서울 서초구 서초중앙로 188, C동 1203호 (서
초동, 아크로비스타)
전민호
충청남도 천안시 동남구 충절로 872-14, 103동
311호(목천협성엠펜이어)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

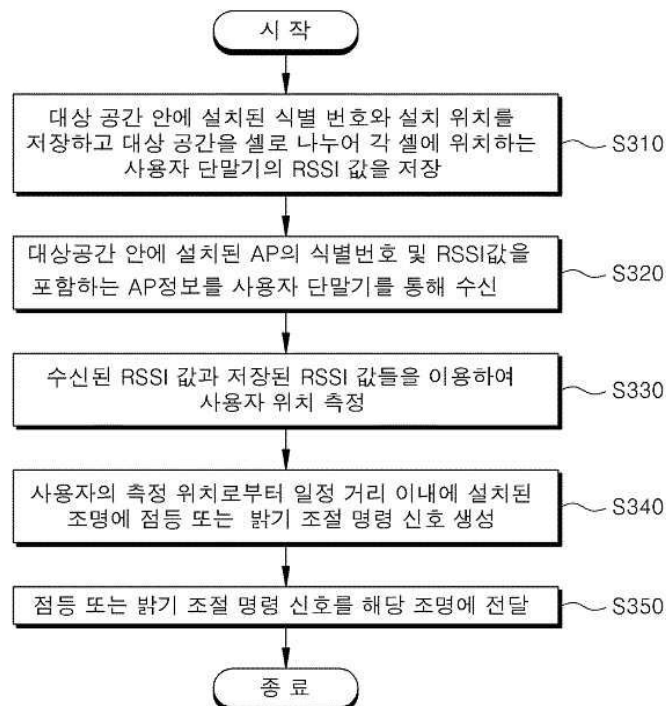
(54) 발명의 명칭 에너지 절약을 위한 위치측위 기반 조명 제어 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 에너지 절약을 위한 위치측위 기반 조명 제어 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 위치측위 기반 조명 제어 장치는, 대상공간 안에 설치된 조명의 식별 번호와 설치 위치를 저장하고, 상기 대상공간을 셀로 나누어 각 셀에 위치하는 사용자 단말기의 RSSI 값을 저장

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



값을 포함하는 AP 정보를 사용자 단말기를 통해 수신하는 RSSI 수신부, 상기 수신된 RSSI 값과 상기 저장된 RSSI 값들을 이용하여 상기 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치를 측정하는 위치 측위부, 상기 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 조명에 대하여 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성하는 제어부 및 상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 상기 해당 조명에 전달하는 통신부를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면 학교 및 대형 건물 안에서의 통로, 화장실 등과 같이 센서에 의존하는 기존의 조명 제어 방식과 비교하여 사용자 단말기로부터 RSSI 신호를 수신받아 사용자의 위치를 파악하고 개별적으로 조명을 제어하므로 불필요한 공간의 조명 점등으로 전력을 낭비하거나 조명의 수명 단축 등의 발생하는 비용을 절감할 수 있다.

(72) 발명자

조경우

충청남도 천안시 동남구 병천면 가전7길 1-12, 30
5호(탑원룸)

한병훈

충청남도 서산시 동서2로 15, 106동 1203호(석림동, 한성필하우스아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 H0502-13-1082

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 2013년 IT/SW창의연구과정(기술개발형)

연구과제명 WPS 기반의 빅데이터를 활용한 스마트그리드 솔루션 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국기술교육대학교 산학협력단

연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.30

명세서

청구범위

청구항 1

대상공간 안에 설치된 조명의 식별 번호와 설치 위치를 저장하고, 상기 대상공간을 구성하는 각 셀의 위치에 따른 RSSI 값들을 저장하는 저장부;

상기 대상공간 안에 설치된 AP의 식별번호 및 RSSI값을 포함하는 AP 정보를 사용자 단말기를 통해 수신하는 RSSI 수신부;

상기 수신된 RSSI 값과 상기 저장된 RSSI 값들을 이용하여 상기 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치를 측정하는 위치 측위부;

상기 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 조명에 대하여 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성하는 제어부; 및

상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 상기 해당 조명에 전달하는 통신부를 포함하는 조명 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 위치 측위부는,

상기 수신된 RSSI 값과 상기 저장된 각 셀의 RSSI 값에 대하여 유클리드 거리 수식을 이용하여 그 값이 최소가 되는 셀의 위치를 상기 사용자의 위치로 추정하는 조명 제어 장치;

$$D_i = \sqrt{\sum_{i=1}^k (M_AP_{n+i} - R_AP_{n+i})^2}$$

여기서, M_AP_{n+i} 는 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 통한 각 AP의 RSSI 측정값이고, R_AP_{n+i} 는

핑거프린트 맵에 저장된 AP의 RSSI 저장값이며, D_i 는 유클리드 거리이다.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 저장된 조명의 설치 위치를 이용하여, 상기 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 하나 이상의 조명을 선택하고,

상기 선택된 조명 중에서 상기 사용자의 측정 위치와 근접한 조명일수록 밝기 값을 높이도록 상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성하는 조명 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 선택된 조명에 대하여 다음의 수학적식을 이용하여 상기 선택된 조명의 밝기 값을 결정하는 조명 제어 장치:

$$A_{LUX} = \frac{\sum_{n=1}^N r_n^2 - r_A^2}{\sum_{n=1}^N r_n^2} \times A_{LUX_max}$$

여기서 A_{LUX} 는 해당되는 조명의 조절 밝기 값, r_n 은 n번째 조명과 상기 사용자 사이의 거리, r_A 는 상기 해당되는 조명과 상기 사용자 사이의 거리, A_{LUX_max} 는 상기 해당되는 조명의 최대 밝기 값이다.

청구항 5

위치측위 기반 조명 제어 장치를 이용한 조명 제어 방법에 있어서,

대상공간 안에 설치된 조명의 식별 번호와 설치 위치를 저장하고, 상기 대상공간을 셀 형태로 나누어 각 셀에 위치하는 사용자 단말기의 RSSI 값들을 저장하는 단계;

상기 대상공간 안에 설치된 AP의 식별번호 및 RSSI값을 포함하는 AP 정보를 사용자 단말기를 통해 수신하는 단계;

상기 수신된 RSSI 값과 상기 저장된 RSSI 값들을 이용하여 상기 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치를 측정하는 단계;

상기 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 조명에 대하여 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성하는 단계; 및

상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 상기 해당 조명에 전달하는 단계를 포함하는 조명 제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 사용자의 위치를 측정하는 단계는,

상기 수신된 RSSI 값과 상기 저장된 각 셀의 RSSI 값에 대하여 유클리드 거리 수식을 이용하여 그 값이 최소가 되는 셀의 위치를 상기 사용자의 위치로 추정하는 조명 제어 방법:

$$D_i = \sqrt{\sum_{i=1}^k (M_AP_{n+i} - R_AP_{n+i})^2}$$

여기서, M_AP_{n+i} 는 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 통한 각 AP의 RSSI 측정값이고, R_AP_{n+i} 는 핑거프린트 맵에 저장된 AP의 RSSI 저장값이며, D_i 는 유클리드 거리이다.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성하는 단계는,

상기 저장된 조명의 설치 위치를 이용하여, 상기 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 하나 이상의 조명을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 조명 중에서 상기 사용자의 측정 위치와 근접한 조명일수록 밝기 값을 높이도록 상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성하는 단계를 포함하는 조명 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 명령 신호를 생성하는 단계는,

상기 선택된 조명에 대하여 다음의 수학적식을 이용하여 상기 선택된 조명의 밝기 값을 결정하는 조명 제어 방법:

$$A_{LUX} = \frac{\sum_{n=1}^N r_n^2 - r_A^2}{\sum_{n=1}^N r_n^2} \times A_{LUX_max}$$

여기서 A_{LUX} 는 해당되는 조명의 조절 밝기 값, r_n 은 n번째 조명과 상기 사용자 사이의 거리, r_A 는 상기 해당되는 조명과 상기 사용자 사이의 거리, A_{LUX_max} 는 상기 해당되는 조명의 최대 밝기 값이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에너지 절약을 위한 위치측위 기반 조명 제어 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 실내 위치측위를 통해 측정된 사용자의 위치에 따라 조명을 제어하는 에너지 절약을 위한 위치측위 기반 조명 제어 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전력 수요는 경제 성장의 지표로서 전력 소비 증가 또는 감소에 따라 나라 경제에 타격을 줄 수 있는 중요한 지표이다. 산업 발달 및 생활 수준의 향상으로 에너지 수요는 매년 급격하게 증가하고 있으며, 전력 수요 역시 급격하게 늘어 나고 있다. 이에 한정적으로 발생하는 전력난을 해결하기 위해 다양한 수요 전력 관리 제도를 시행하고 있다.

[0003] 전력 사용 요금을 줄이기 위해 LED 소자를 사용한 조명을 이용하는 추세이며, 중앙 통제실에서 건물에 사용되는 전력을 각각 제어하기도 하지만, 중앙통제실에서 모든 전자제품을 제어하지는 못하기 때문에 실내 조명과 같은 제품은 인체 감지 센서를 이용하여 제어하는 경우가 많다.

[0004] 인체 감지 센서를 이용하여 제어할 경우, 부적절한 센서 위치 선정, 잘못된 장비 선택에 의해 제대로 동작하지 않는 상황이 존재하며, 이로 인해 낭비되는 전력이 존재한다. 이러한 문제점을 해결하는 방안으로 건물 내의 상황을 인지할 수 있는 환경에서 전자제품들을 중앙에서 직접 통제하는 방법이 있다.

[0005] 이를 위해 기존의 조명제어 연구들의 경우, 직접적으로 CAN 통신이나 Zigbee 통신이 가능한 상태로 전등을 개조하거나 RS-485 등의 유선통신을 이용하는 방법에 관하여 연구가 진행되고 있다. 그러나, 전등 개조로 인해 기존 조명의 사용이 불가하며, 유선통신의 경우 제어를 위해 복잡한 배선이 필요한 문제점의 존재한다.

[0006] 이러한 문제를 해결하기 위해 실내 위치측위 기술을 기반으로 실내 상주자의 위치에 따라 기존 건물에 설치된 실내 조명을 각각 제어하는 조명 제어 시스템에 대한 연구가 지속되고 있다.

[0007] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제10-2014-0079897호 (2014.06.30 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 에너지 절약을 위한 위치측위 기반 조명 제어 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 실내 위치측위를 통해 측정된 사용자의 위치에 따라 조명을 제어하는 에너지 절약을 위한 위치측위 기반 조명 제어 장치 및 그 방법을 제공하기 하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 기술적인 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 대상공간 안에 설치된 조명의 식별 번호와 실

치 위치를 저장하고, 상기 대상공간을 구성하는 각 셀의 위치에 따른 RSSI 값들을 저장하는 저장부, 상기 대상 공간 안에 설치된 AP의 식별번호 및 RSSI값을 포함하는 AP 정보를 사용자 단말기를 통해 수신하는 RSSI수신부, 상기 수신된 RSSI 값과 상기 저장된 RSSI 값들을 이용하여 상기 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치를 측정하는 위치 측위부, 상기 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 조명에 대하여 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성하는 제어부 및 상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 상기 해당 조명에 전달하는 통신부를 포함한다.

[0010] 상기 위치 측위부는, 상기 수신된 RSSI 값과 상기 저장된 각 셀의 RSSI 값에 대하여 유클리드 거리 수식을 이용하여 그 값이 최소가 되는 셀의 위치를 상기 사용자의 위치로 추정할 수 있다.

$$D_i = \sqrt{\sum_{i=1}^k (M_AP_{n+i} - R_AP_{n+i})^2}$$

[0011]

[0012] 여기서, M_AP_{n+i} 는 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 통한 각 AP의 RSSI 측정값이고, R_AP_{n+i} 는 평거프린트 맵에 저장된 AP의 RSSI 저장값이며, D_i 는 유클리드 거리이다.

[0013] 상기 제어부는, 상기 저장된 조명의 설치 위치를 이용하여, 상기 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 하나 이상의 조명을 선택하고, 상기 선택된 조명 중에서 상기 사용자의 측정 위치와 근접한 조명일수록 밝기 값을 높이도록 상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성할 수 있다.

[0014] 상기 제어부는, 상기 선택된 조명에 대하여 다음의 수학적식을 이용하여 상기 선택된 조명의 밝기 값을 결정할 수 있다.

$$A_{LUX} = \frac{\sum_{n=1}^N r_n^2 - r_A^2}{\sum_{n=1}^N r_n^2} \times A_{LUX_max}$$

[0015]

[0016] 여기서 A_{LUX} 는 해당되는 조명의 조절 밝기 값, r_n 은 n번째 조명과 상기 사용자 사이의 거리, r_A 는 상기 해당되는 조명과 상기 사용자 사이의 거리, A_{LUX_max} 는 상기 해당되는 조명의 최대 밝기 값이다.

[0017] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 위치측위 기반 조명 제어 장치를 이용한 조명 제어 방법에 있어서, 대상공간 안에 설치된 조명의 식별 번호와 설치 위치를 저장하고, 상기 대상공간을 셀 형태로 나누어 각 셀에 위치하는 사용자 단말기의 RSSI 값들을 저장하는 단계, 상기 대상공간 안에 설치된 AP의 식별번호와 사용자 단말기 RSSI 값을 사용자 단말기를 통해 수신받는 단계, 상기 수신된 RSSI 값과 상기 저장된 RSSI 값들을 이용하여 상기 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치를 측정하는 단계, 상기 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 조명에 대하여 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성하는 단계 및 상기 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 상기 해당 조명에 전달하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0018] 이와 같이 본 발명에 따르면 학교 및 대형 건물 안에서의 통로, 화장실 등과 같이 센서에 의존하는 기존의 조명 제어 방식과 비교하여 사용자 단말기로부터 RSSI 신호를 수신받아 사용자의 위치를 파악하고 개별적으로 조명을 제어하므로 불필요한 공간의 조명 점등으로 전력을 낭비하거나 조명의 수명 단축 등의 발생하는 비용을 절감할 수 있다.

[0019] 또한, 기존 조명을 사용하여 복잡한 배선 없이도 사용자의 측정 위치 주변의 조명만을 제어할 수 있으므로 설치 및 관리에 있어 경제적인 이점과 사용자의 편리함을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 위치측위 기반 조명 제어 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 위치측위 기반 조명 제어 장치의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 절약을 위한 위치측위 기반 조명 제어 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 핑거프린트 맵을 이용한 위치측위 개념도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 단말기의 RSSI 수집시의 화면을 나타낸 예시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 사용자 단말기의 조명제어 모니터링 화면을 나타낸 예시도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 조명 제어 시스템의 소비전력 측정값을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0023] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 위치측위 기반 조명 제어 시스템을 나타낸 도면이다.
- [0025] 도 1에서 나타낸 것처럼, 위치측위 기반 조명 제어 시스템은 조명 제어 장치(100), 복수의 조명(200-1, ..., 200-n: 이하 '200'으로 통칭함), 중앙관리 서버(300) 및 복수의 AP(Access Point: 미도시함)를 포함한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 조명 제어를 위한 제어 시스템의 전체 맵으로서, 각 조명 제어 장치(100)와 중앙관리서버가 연결된 시스템을 통해 통신이 가능한 다양한 공간의 조명(200)을 모두 제어할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면 배선이 중앙통제실에 모두 배치되지 않고도 다양한 공간에 설치된 조명(200)을 개별적으로 제어할 수 있다.
- [0027] 도 1에서 나타낸 것처럼, 위치측위 기반 조명 제어 시스템은 조명 제어 장치(100), 복수의 조명(200-1, ..., 200-n: 이하 '200'으로 통칭함), 중앙관리 서버(300), 사용자 단말기(미도시함) 및 복수의 AP(Access Point: 미도시함)를 포함한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 조명 제어를 위한 제어 시스템의 전체 맵으로서, 각 조명 제어 장치(100)와 중앙관리서버가 연결된 시스템을 통해 통신이 가능한 다양한 공간의 조명(200)을 모두 제어할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면 배선이 중앙통제실에 모두 배치되지 않고도 다양한 공간에 설치된 조명(200)을 개별적으로 제어할 수 있다.
- [0029] 조명 제어 장치(100)는 MCU(Micro Controller Unit)로는 ATMegall28A를 사용하였으며, 고전압의 서지 노이즈(Surge and Noise) 및 조명의 돌입 전류로 인한 오작동을 방지하기 위해 SSR(Solid State Relay) 릴레이를 사용하여 조명 전원을 각각 제어한다.
- [0030] 조명 제어 장치(100)는 사용자 단말기로부터 대상공간 안에 설치된 AP를 통해 AP의 식별 번호 및 사용자 단말기의 RSSI 값을 수신받고 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치를 추정한다. 조명 제어 장치(100)는 추정한 사용자의 위치에 대응하는 적어도 하나의 조명(200)을 점등 또는 소등하게 되며 이와 같은 조명의 변화 상태를 중앙관리서버(300)로 전송할 수 있다.
- [0031] 조명(200)은 적어도 하나가 실내의 천장 등에 고정되거나 매립되며, LED 조명, 형광등, 백열등, 그리고 할로겐 등등 대상 공간에 적합한 조명으로 설치되며 이에 한정되지 않는다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 위치측위 기반의 조명 제어 장치에 대한 구성도이다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 따른 위치측위 기반의 조명 제어 장치(100)는 저장부(110), RSSI 수신부(120), 위치 측위부(130), 제어부(140) 및 통신부(150)를 포함한다.

- [0034] 저장부(110)는 대상공간 안에 설치된 조명의 식별 번호와 설치 위치를 저장하고, 대상공간을 셀 형태로 나누어 각 셀에 위치하는 사용자 단말기의 수신신호세기(Received Signal strength indicator, 이하 'RSSI'라고 함) 값들을 저장한다.
- [0035] 먼저, 저장부(110)는 대상공간 안에 이격되어 설치된 복수의 조명을 구별할 수 있는 식별 번호와 각 조명이 설치된 지점의 좌표 값을 저장한다. 여기서, 조명의 식별 번호와 위치 정보는 조명 데이터 테이블 형태로 저장될 수 있다.
- [0036] 또한, 저장부(110)는 대상공간 안에 설치되어 있는 적어도 하나의 액세스 포인트(Access Point, 이하 'AP'라 함)에 관한 식별번호와 함께 사용자 단말기의 위치에 따른 각 AP의 RSSI 값을 포함하는 핑거프린트 맵을 저장한다.
- [0037] 즉, 핑거프린트 맵은 복수의 AP의 각각의 식별 번호, 대상 공간 안의 기준 포인트에서 AP의 RSSI 값 그리고 기준 포인트의 좌표 값을 포함한다.
- [0038] RSSI 수신부(120) 대상공간 안에 설치된 AP의 식별번호 및 RSSI값을 포함하는 AP 정보를 사용자 단말기를 통해 수신한다.
- [0039] 위치 측위부(130)는 사용자 단말기(미도시함)로부터 수신된 RSSI 값과 저장부(110)에 저장된 RSSI 값들을 이용하여 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치를 측정한다.
- [0040] 또한, 위치 측위부(130)는 유클리드 거리 공식을 이용하여 연산된 값이 가장 작은 값을 가지는 기준 포인트의 좌표 값을 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치를 측정한다.
- [0041] 제어부(140)는 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 조명에 대하여 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성한다. 그리고, 제어부(140)은 저장된 조명의 설치 위치를 이용하여, 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 하나 이상의 조명을 선택할 수 있다.
- [0042] 또한, 제어부(140)은 선택된 조명 중에서 상기 사용자의 측정 위치와 근접한 조명일수록 밝기 값을 높이도록 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성할 수 있다.
- [0043] 통신부(150)는 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 해당 조명에 전달한다.
- [0044] 이때, 통신망은 IP(Internet Protocol) 기반의 유무선망을 포함하며, IP망과 같이 특정 프로토콜을 이용하여 중앙관리서버와 데이터를 송수신할 수 있는 다양한 망을 통해 구현될 수 있다.
- [0045] 또한, 통신부(150)는 소규모 공간에서의 제어 시 블루투스(Bluetooth)를 이용하여 해당 조명에 신호를 전송할 수 있으며, uart-wi-fi 변환 모듈을 사용하여 대형 건물의 wi-fi망을 통해 제어 신호를 송신 또는 수신할 수 있다.
- [0046] 이하에서는 도 3 내지 도 5를 통하여 본 발명의 실시예에 따른 위치측위 기반의 조명 제어 방법에 대해서 설명한다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 위치측위 기반의 조명 제어 방법에 대한 흐름도이며 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 핑거프린팅을 이용한 위치측위 개념도이고 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 사용자 단말기의 RSSI 수집시의 화면을 나타낸 예시도이다.
- [0048] 먼저, 조명 제어 장치(100)는 대상공간 안에 설치된 조명의 식별 번호와 설치 위치를 저장하고, 대상공간을 셀 형태로 나누어 각 셀에 위치하는 사용자 단말기의 RSSI 값들을 저장한다(S310).
- [0049] 조명 제어 장치(100)는 각 조명의 식별 번호와 설치위치를 저장하는 조명 데이터 테이블과, 대상 공간을 구성하는 셀의 좌표 및 RSSI 값을 저장하는 핑거프린팅 맵을 저장한다.
- [0050] 조명 제어 장치(100)의 동작 과정은 도 4와 같이 측위하고자 하는 공간을 셀 형태로 나누어 각 셀의 RSSI 데이터를 저장하는 오프라인 과정(off-line phase)와 실제 측위 시 핑거프린트맵에 저장된 RSSI 데이터와 비교하여 위치를 결정하는 온라인 과정(on-line phase)으로 나뉜다.
- [0051] 오프라인 과정(off-line phase)에서는 예시한 대상공간을 복수의 셀 형태로 구분하여 사용자가 사용자 단말기를 소지한 상태에서 각 셀이 위치하는 공간을 통과하면서 사용자 단말기로부터 수신되는 RSSI 값들을 각 셀의 위치별로 저장한다.

- [0052] 즉, 오프라인 과정(Off-line phase)에서 조명 제어 장치(100)는 도 5와 같이 사용자 단말기에 설치된 스마트 디바이스 어플리케이션을 이용하여 각 셀의 RSSI 데이터를 수집하고, MySQL을 이용하여 핑거프린트 맵을 구축한다.
- [0053] 이와 같이 S310 단계에서 핑거프린트 맵이 구축된 상태에서, 사용자 단말기를 소지한 사용자가 대상 공간에 진입하면, 사용자 단말기는 대상공간 안에 설치된 복수의 AP로부터 수신된 신호에 대하여 RSSI 값을 측정한다. 그러면, 조명 제어 장치(100)는 사용자 단말기로부터 AP의 식별번호 및 RSSI값을 포함하는 AP 정보를 수신한다(S320).
- [0054] 도 4에서는 사용자 단말기가 대상공간 안에 설치된 세 개의 AP(AP1, AP2, AP3)로부터 AP 정보를 받아 조명 제어 장치(100)로 전달하는 것으로 예시하였다.
- [0055] AP 정보는 대상공간 안의 AP 식별 번호와 측정된 각 AP의 RSSI값(S1, S2, S3)을 포함한다.
- [0056] 다음으로 조명 제어 장치(100)는 측위 대상인 사용자 단말기로부터 수신된 RSSI값과 저장부(110)에 저장된 RSSI값들을 이용하여 측위 대상이 되는 사용자의 위치를 측정한다(S330).
- [0057] 조명 제어 장치(100)는 수신된 RSSI값과 저장된 RSSI값을 다음의 수학적 식 1에 적용하여 유클리드 거리를 연산한다.

수학적 식 1

$$D_i = \sqrt{\sum_{i=1}^k (M_AP_{n+i} - R_AP_{n+i})^2}$$

- [0058]
- [0059] 여기서, M_AP_{n+i} 는 측위 대상이 되는 사용자 단말기를 통한 각 AP의 RSSI 측정값이고, R_AP_{n+i} 는 핑거프린트 맵에 저장된 AP의 RSSI 저장값이며, D_i 는 유클리드 거리이다.
- [0060] 이때, 조명 제어 장치(100)는 D_i 값이 가장 작은 값을 가지는 셀에 해당되는 좌표를 사용자 위치로 추정할 수 있다.
- [0061] 한편, 수학적 식 1을 통해 연산된 D_i 의 가장 작은 값이 하나 이상일 경우, 조명 제어 장치(100)는 K-NN 알고리즘을 통해 RSSI 세기가 가장 큰 기준 포인트를 검색하고, 검색된 기준 포인트의 좌표를 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치로 추정할 수 있다.
- [0062] 또한, 조명 제어 장치(100)는 수학적 식 1을 통해 연산된 D_i 의 값이 가장 작은 값부터 순서대로 N번째까지의 값을 가지는 셀의 좌표들을 검색하여 검색된 N개의 좌표들의 평균 값을 가지는 셀의 좌표를 사용자 단말기를 소지한 사용자의 위치로 추정할 수도 있다.
- [0063] 여기에서 N번째까지의 값을 가지는 셀의 좌표들 검색하도록 설정하는 것은 사용자에 의해 용이하게 설정 또는 변경될 수 있다.
- [0064] 다음으로 조명 제어 장치(100)는 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 조명에 대하여 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성한다(S340).
- [0065] 조명 제어 장치(100)는 저장된 조명의 설치 위치를 이용하여, 사용자의 측정 위치로부터 일정 거리 이내에 설치된 하나 이상의 조명을 선택하게 된다.
- [0066] 조명 제어 장치(100)는 선택된 조명 중에서 사용자의 측정 위치와 근접한 조명일수록 밝기 값을 높이도록 점등 명령 신호 또는 밝기 조절 명령 신호를 생성한다. 이때 선택된 조명의 밝기 값은 거리에 따라 차등적으로 달라지는데, 다음과 같이 수학적 식 2를 이용하여 결정한다.

수학식 2

$$A_{LUX} = \frac{\sum_{n=1}^N r_n^2 - r_A^2}{\sum_{n=1}^N r_n^2} \times A_{LUX_max}$$

[0067]

[0068] 여기서 A_{LUX} 는 해당되는 조명의 조절 밝기 값, r_n 은 n번째 조명과 사용자 사이의 거리, r_A 는 해당되는 조명과 사용자 사이의 거리, A_{LUX_max} 는 해당되는 조명의 최대 밝기 값이다.

[0069] 상기와 같이 사용자의 측정 위치와 일정 거리 내에 위치한 조명을 선택하는 것으로 설명하였으나, 일정 거리는 사용자에게 의해 용이하게 변경될 수 있으며, 일정 거리에 한정하지 않고 조명의 개수를 직접 선택할 수도 있다.

[0070] 다음으로 조명 제어 장치(100)는 점등 또는 밝기 조절 명령 신호를 해당 조명에 전달한다(S350).

[0071] 이때, 조명 제어 장치(100)는 조명(200)으로 제어명령 신호를 전달하기도 하지만, 중앙관리서버(300) 또는 사용자 인터페이스와의 통신을 통하여 조명(200)으로 제어 명령 신호를 전달할 수도 있다.

[0072] 그리고 사용자 인터페이스는 사용자 단말기에 또는 PC(Personal Computer)를 통해 사용자가 조명 상태를 확인하고 수동으로 조명을 제어할 수 있도록 제공한다.

[0073] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 사용자 단말기의 조명제어 모니터링 화면을 나타낸 예시도이다.

[0074] 사용자는 도 6과 같은 실내조명 모니터링 화면을 통하여 편리하게 조명의 제어가 가능하고 대상공간 내 조명의 상태를 확인할 수 있다.

[0075] 실내조명 모니터링 화면은 본 발명의 실시예에 따른 조명 제어 시스템에서 사용자에게 제공하는 사용자 인터페이스의 예로, 실내 조명 모니터링은 중앙관리서버 또는 조명 제어 장치(100)로부터 저장된 조명 데이터 테이블 및 평거프린트 맵에 대한 데이터를 전송받아 조명의 점등 또는 소등된 상태의 정보를 사용자에게 제공한다.

[0076] 도 6과 같이, 실내조명 모니터링 화면은 사용자가 대상공간의 조명의 점등 또는 소등된 상황을 한눈에 알아 볼 수 있도록 대상공간의 단면도를 이용하여 각 조명이 설치된 위치에 점등된 조명을 초록색으로 소등된 조명의 색상을 주황색으로 달리 나타낸다.

[0077] 또한, 실내조명 모니터링 화면은 단면도와 함께 우측면에 별도로 각 조명의 식별 번호와 점등 또는 소등을 나타내는 색상을 함께 표시한다.

[0078] 즉, 사용자는 실내조명 모니터링 화면을 통해 조명의 위치, 식별번호 및 상태를 확인할 수 있으며 이를 통해, 수동으로 제어하고자 하는 조명의 위치 및 상태를 정확하게 파악할 수 있다.

[0079] 또한, 실내 조명 모니터링 화면의 시스템은 사용자가 실내조명 모니터링 화면을 통해 각 조명에 대하여 점등 또는 소등이 되도록 제어 신호를 생성하면, 이와 같은 제어 신호를 TCP/IP를 이용하여 조명 제어 장치(100)로 전달할 수 있다.

[0080] 한편, 실내조명 모니터링 화면의 오른쪽 하단에는 조명 제어 장치(100)에 수신되는 사용자 단말기가 측정한 RSSI 값 및 평거프린트 맵의 각각 셀에 저장된 RSSI와 셀의 좌표가 사용자에게 제공된다. 사용자는 이와 같은 실내조명 모니터링 화면을 보고 조명 제어 장치(100)의 작동 상태를 확인할 수 있다.

[0081] 이하에서는 기존의 조명 제어 시스템과 본 발명의 실시예에 따른 조명 제어 장치의 소비전력측정을 비교하는 실험에 대한 결과에 대해 설명한다.

[0082] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 조명 제어 시스템의 소비전력 측정값을 나타낸 그래프이다.

[0083] 소비 전력 측정 실험을 위하여, 천장에 상용 LED 조명을 부착한 후 실험대상공간에 야간에 사용자 4인이 존재하는 1시간 동안의 누적 소비전력을 측정하였다.

[0084] 도 7과 같이, 평균소비전력량의 경우 사용자의 위치에 관계없이 모든 조명을 점등하는 기존 조명 제어 시스템

(Ex)은 125Wh로 측정되는 반면, 본 발명의 실시예(Pro[Wh])에 따른 위치측위 기반 조명 제어 방법을 사용한 경우에는 96Wh로 측정되었다

[0085] 또한, 누적소비전력의 경우 기존 조명 제어 시스템(Ex)은 약 150W, 본 발명의 실시예에 따른 조명 제어 방법(Pro)는 약 140W로 측정되었다.

[0086] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 위치측위 기반 조명 제어 시스템을 사용할 경우, 종래에 비하여 29Wh의 평균 소비전력량, 10W의 누적소비전력이 절감 효과가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

[0087] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면 학교 및 대형 건물 안에서의 통로, 화장실 등과 같이 센서에 의존하는 기존의 조명 제어 방식과 비교하여 사용자 단말기로부터 RSSI 신호를 수신받아 사용자의 위치를 파악하고 개별적으로 조명을 제어하므로 불필요한 공간의 조명 점등으로 전력을 낭비하거나 조명의 수명 단축 등의 발생하는 비용을 절감할 수 있다.

[0088] 또한, 기존 조명을 사용하여 복잡한 배선 없이도 사용자의 측정 위치 주변의 조명만을 제어할 수 있으므로 설치 및 관리에 있어 경제적인 이점과 사용자의 편리함을 도모할 수 있다.

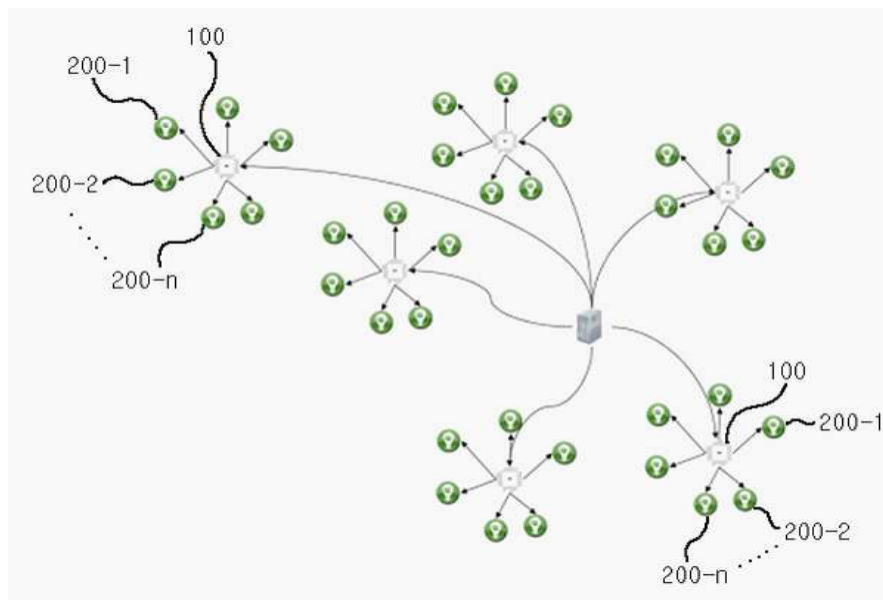
[0089] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

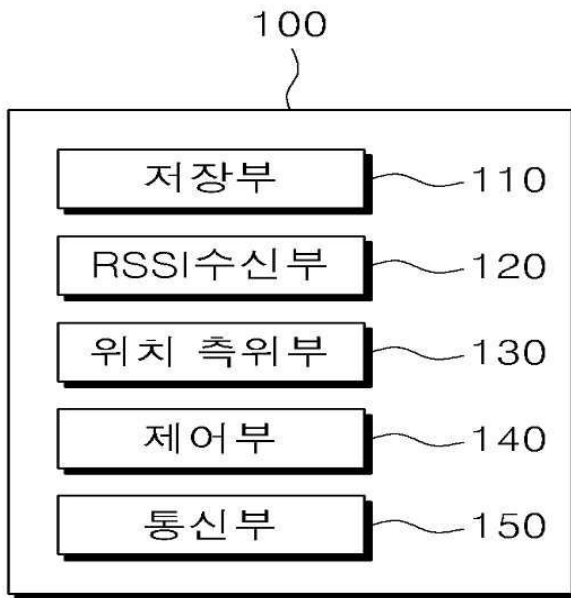
[0090]	100: 조명 제어 장치	110: 저장부
	120: RSSI 수신부	130: 위치 측위부
	140: 제어부	150: 통신부
	200-1, ..., 200-n: 조명	300: 중앙관리서버

도면

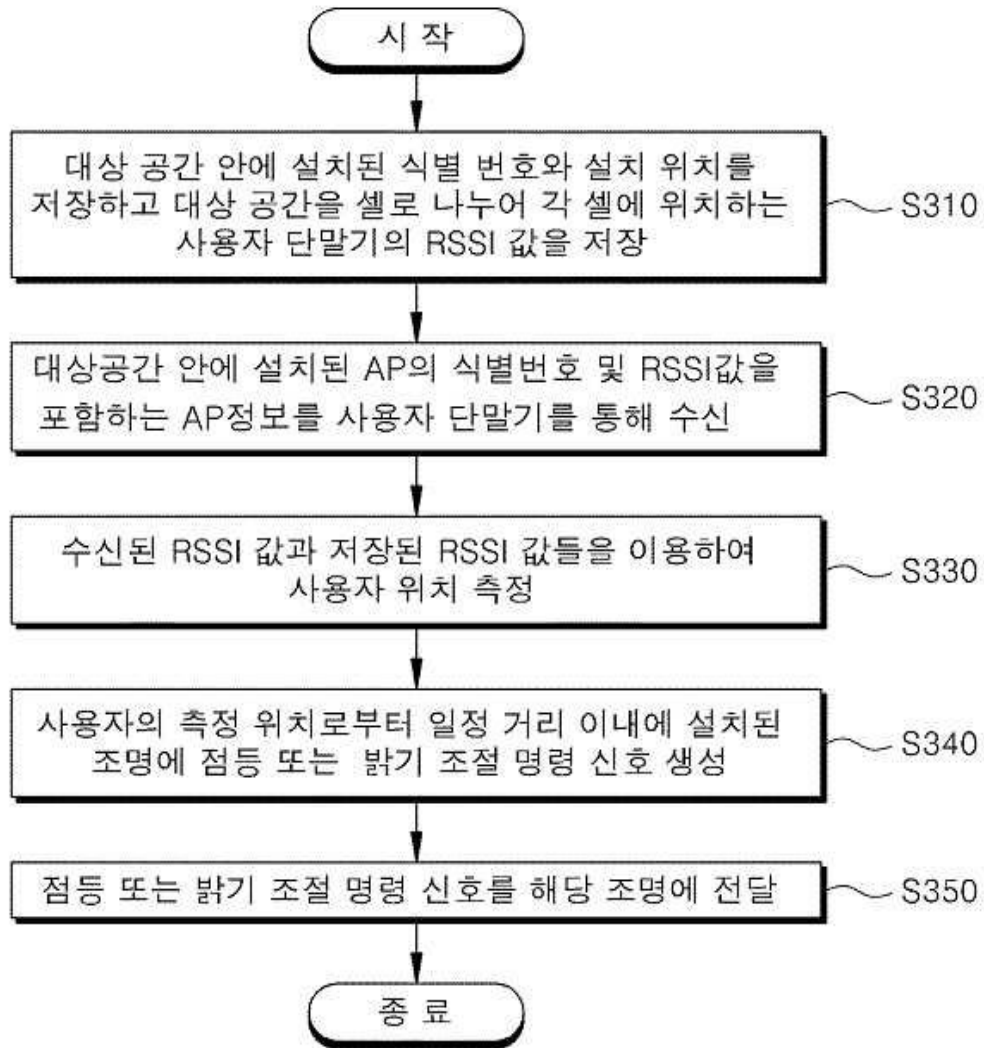
도면1



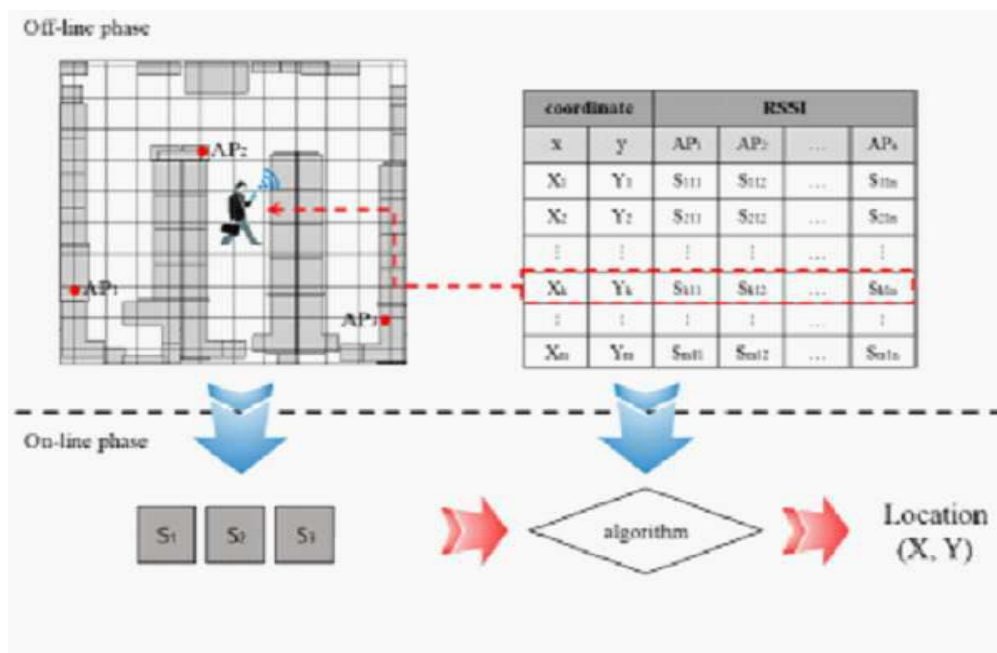
도면2



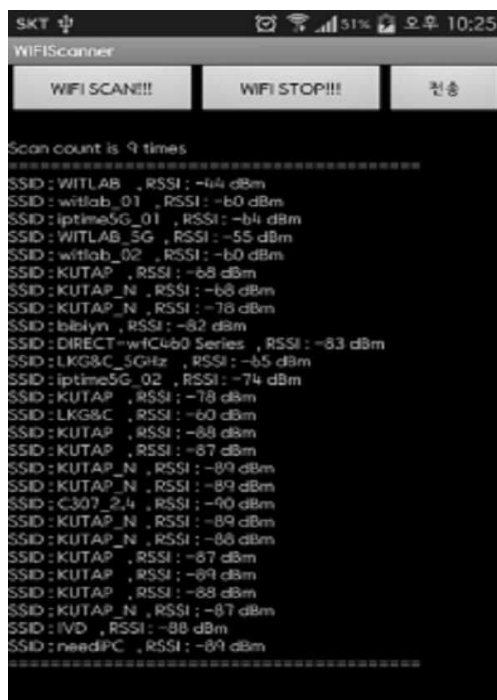
도면3



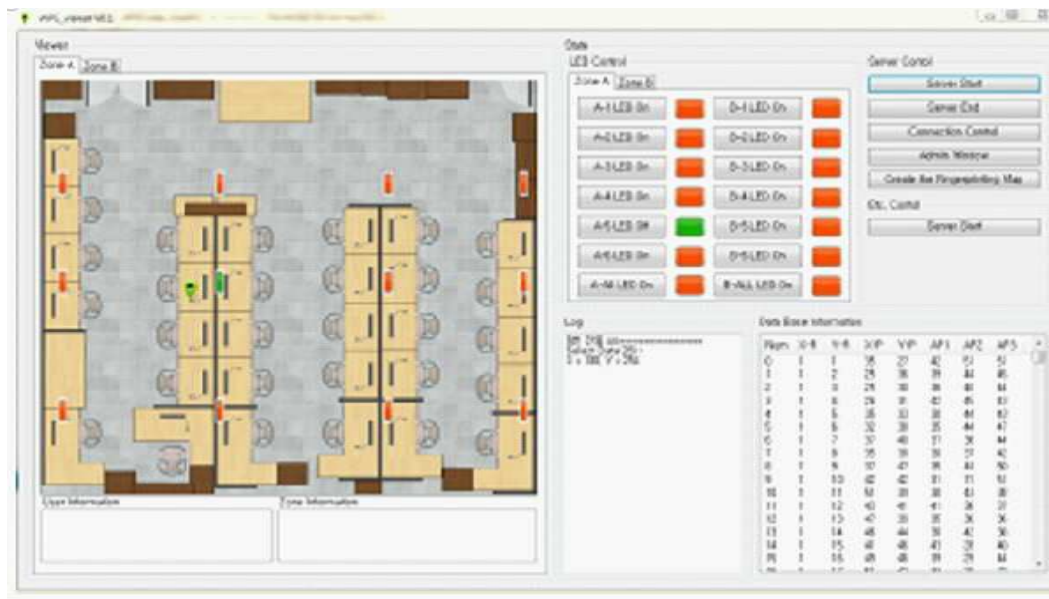
도면4



도면5



도면6



도면7

