



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월05일
 (11) 등록번호 10-1743348
 (24) 등록일자 2017년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01S 11/06 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G01S 11/06 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0072767
 (22) 출원일자 2015년05월26일
 심사청구일자 2016년04월07일
 (65) 공개번호 10-2016-0086244
 (43) 공개일자 2016년07월19일
 (30) 우선권주장
 1020150002752 2015년01월08일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020140091230 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 단국대학교 산학협력단
 경기 용인시 수지구 죽전로 152, 내 (죽전동, 단국대학교)
 (72) 발명자
 강정원
 경기도 성남시 분당구 중앙공원로 53 123동 801호 (서현동, 시범단지삼성. 한신아파트)
 남해운
 서울특별시 동작구 사당로16마길 9 501호 (사당동, 문현빌라)
 강인성
 경기도 안양시 만안구 병목안로130번길 50-10
 (74) 대리인
 특허법인이상

전체 청구항 수 : 총 14 항

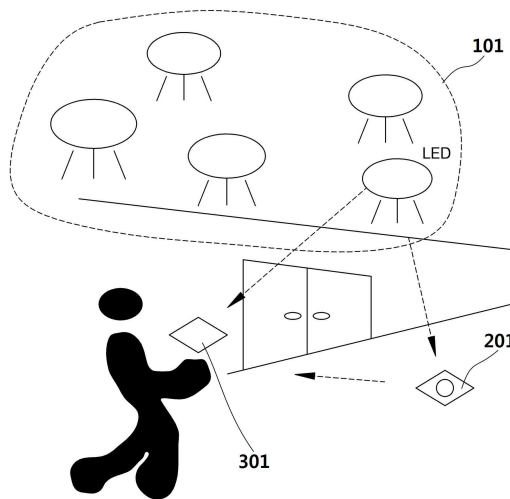
심사관 : 안문환

(54) 발명의 명칭 **실내 측위 시스템 및 방법**

(57) 요약

복수의 LED 각각의 광 출력을 계산하여 측위 오차를 줄일 수 있는 실내 측위 시스템 및 방법이 개시된다. 이는 일반 수신기가 LED 조명의 광 출력 수치를 알지 못하는 상황을 가정했을 때, 광 출력 측정부를 이용하여 각 LED의 광 출력 수치를 산출하고 이를 이용하여 보다 정확한 측위가 가능한 실내 측위 시스템 및 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

KR1020130085024 A*

KR101283896 B1*

KR1020120006306 A*

KR101511442 B1*

KR101268744 B1*

KR1020080105277 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0000913

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 지역연고산업육성사업

연구과제명 광응용기기 핵심전력부품 및 제품화 지원 사업(1/3,2단계)R

기여율 1/1

주관기관 단국대학교

연구기간 2014.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

광 신호를 발광하는 가시광 송신부;

상기 가시광 송신부의 광 신호와 광 출력을 이용하여 위치를 측정하는 수신부; 및

상기 광 출력을 산출하고, 상기 산출된 광 출력 수치를 상기 수신부로 송신하는 광 출력 측정부를 포함하는 것인 실내 측위 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광 출력 측정부는 상기 광 신호를 수신하여 광 신호 세기를 산출하고, 상기 산출된 광 신호 세기를 이용하여 상기 광 출력을 산출하는 것인 실내 측위 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광 출력 측정부는 지그비(Zigbee) 또는 와이파이(Wi-Fi)와 같은 무선 통신을 통해 상기 수신부로 상기 광 출력 수치를 송신하는 것인 실내 측위 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수신부는 상기 가시광 송신부의 상기 광 신호와 상기 광 출력 측정부에서 산출한 상기 광 출력 수치를 각각 수신하는 것인 실내 측위 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수신부는 상기 수신된 광 신호를 이용하여 광 신호 세기를 산출하고, 상기 산출된 광 신호 세기와 상기 광 출력 수치를 이용하여 상기 가시광 송신부와 상기 수신부 사이의 거리를 산출하는 것인 실내 측위 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 수신부는 상기 산출된 거리를 이용하여 상기 수신부의 위치를 측정하는 것인 실내 측위 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 가시광 송신부는 코드(Code) 또는 타임 슬롯(Time Slot)에 고유 패턴을 설정하여 상기 고유 패턴에 맞게 각각 발광하는 복수의 LED(Light Emitting Diode)를 포함하는 것인 실내 측위 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 가시광 송신부는 적어도 3개 이상의 상기 복수의 LED를 포함하는 것인 실내 측위 시스템.

청구항 9

광 신호를 발광하는 가시광 송신부; 상기 가시광 송신부의 광 신호와 광 출력을 이용하여 위치를 측정하는 수신부; 및 상기 광 출력을 산출하고, 상기 산출된 광 출력 수치를 상기 수신부로 송신하는 광 출력 측정부를 포함하는 실내 측위 시스템의 측정 방법에 있어서,

상기 가시광 송신부가 광 신호를 송신하는 단계;

상기 광 출력 측정부가 광 출력을 산출하는 단계; 및

상기 수신부가 상기 수신부의 위치를 측정하는 단계를 포함하는 것인 실내 측위 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 광 출력 측정부가 광 출력을 산출하는 단계는,

상기 광 신호를 수신하여 상기 광 신호의 세기를 측정하는 단계;

상기 광 신호의 세기를 이용하여 상기 광 출력을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 광 출력을 상기 수신부로 송신하는 단계를 더 포함하는 것인 실내 측위 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 수신부가 상기 수신부의 위치를 측정하는 단계는,

상기 광 신호를 수신하여 상기 광 신호의 세기를 측정하는 단계;

상기 광 출력 측정부에서 산출된 상기 광 출력 수치를 수신하는 단계;

상기 광 신호의 세기와 상기 산출된 광 출력을 이용하여 상기 가시광 송신부와 상기 수신부와의 거리를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 거리를 이용하여 상기 수신부의 위치를 산출하는 단계를 더 포함하는 것인 실내 측위 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 광 출력 측정부는 지그비(Zigbee) 또는 와이파이(Wi-Fi)와 같은 무선 통신을 통해 상기 수신부로 상기 광 출력 수치를 송신하는 것인 실내 측위 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 가시광 송신부는 타임 슬롯(Time Slot)에 고유 패턴을 설정하여 각각 발광하는 복수의 LED(Light Emitting Diode)를 포함하는 것인 실내 측위 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 가시광 송신부는 적어도 셋 이상의 상기 복수의 LED를 포함하는 것인 실내 측위 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실내 측위 시스템 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 LED 각각의 광 출력을 계산하여 측위 오차를 줄이는 실내 측위 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 실내 위치 인식 시스템에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 위치 인식 시스템에서 대표적으로 사용되는 것은 범지구 측위 시스템(Global Positioning System, GPS)이다. 다만, 범지구 측위 시스템의 무선 신호는

건물을 잘 통과하지 못하기 때문에, 실내에서는 측위 오차는 커지므로 범지구 측위 시스템을 대신할 다른 방법을 이용할 필요가 있다.

[0003] 대두되는 두 대안으로는 라디오 주파수를 이용한 방법과 가시광 통신을 이용한 방법이 있다. 라디오 주파수를 이용하는 방법의 경우에는 전자파 간섭의 문제뿐만 아니라 측위오차가 크지만, 가시광 통신을 이용하면 이러한 문제는 해결되기 때문에 해당 라디오 주파수를 사용하지 못하는 환경에서도 적용할 수 있다.

[0004] 현재, 가시광 통신을 이용한 실내 측위 시스템에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 대부분의 경우는 LED-ID(Light Emitting Diode-Identification) 기반의 측위 시스템으로, 해당 구역에 위치한 LED의 광 신호 패턴만 알고 있으면 위치를 알 수 있는 매우 간단한 방법이다. 하지만 이 방법의 경우에는 해당 LED가 위치한 구역만 알 수 있기 때문에 응용할 수 있는 폭이 제한된다.

[0005] 최근, 가시광 통신을 이용한 실내 측위 시스템에서 수신신호세기 (Received Signal Strength, RSS)를 이용한 방법이 많이 연구되고 있다. 최소 3개 이상의 LED로부터의 수신 신호세기를 분석하여 수신기로부터 각 LED까지의 거리를 계산하고, 이를 이용하여 수신기의 위치를 판단하는 기법이다. LED-ID형식보다 진보된 측위 형식이지만, 광 출력에 민감하여 측위 오차가 커질 수 있다. 이는 수신기에서의 거리를 계산하기 위해 필요한 각 LED의 광 출력 수치에 대한 오차가 커지거나, 외부 빛이 있는 환경에서는 측위 오차가 커진다는 것을 의미한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국특허 공개 10-2013-0085024

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 측위 오차를 줄일 수 있는 실내 측위 시스템 및 방법에 관한 것이다. 즉, 광 출력 측정부를 이용하여 LED 각각의 광 출력 수치를 산출하고, 이를 이용함으로써 보다 정확한 실내 측위가 가능한 실내 측위 시스템 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실내 측위 시스템은 광 신호를 발광하는 가시광 송신부, 상기 가시광 송신부의 광 신호와 광 출력을 이용하여 위치를 측정하는 수신부 및 상기 광 출력을 산출하고, 상기 산출된 광 출력 수치를 상기 수신부로 송신하는 광 출력 측정부를 포함한다.

[0009] 상기 광 출력 측정부는 상기 광 신호를 수신하여 광 신호 세기를 산출하고, 상기 산출된 광 신호 세기를 이용하여 상기 광 출력을 산출할 수 있다.

[0010] 상기 광 출력 측정부는 지그비(Zigbee) 또는 와이파이(Wi-Fi)와 같은 무선 통신을 통해 상기 수신부로 상기 광 출력 수치를 송신할 수 있다.

[0011] 상기 수신부는 상기 가시광 송신부의 상기 광 신호와 상기 광 출력 측정부에서 산출한 상기 광 출력 수치를 각각 수신할 수 있다.

[0012] 상기 수신부는 상기 수신된 광 신호를 이용하여 광 신호 세기를 산출하고, 상기 산출된 광 신호 세기와 상기 광 출력 수치를 이용하여 상기 가시광 송신부와 상기 수신부 사이의 거리를 산출할 수 있다.

[0013] 상기 수신부는 상기 산출된 거리를 이용하여 상기 수신부의 위치를 측정할 수 있다.

[0014] 상기 가시광 송신부는 코드(Code) 또는 타임 슬롯(Time Slot)에 고유 패턴을 설정하여 상기 고유 패턴에 맞게 각각 발광하는 복수의 LED(Light Emitting Diode)를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 가시광 송신부는 적어도 3개 이상의 상기 복수의 LED를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실내 측위 방법은 광 신호를 발광하는 가시광 송신부, 상기 가시광 송신부의 광 신호와 광 출력을 이용하여 위치를 측정하는 수신부 및 상기 광 출력을 산출하고, 상기 산출된 광 출력

수치를 상기 수신부로 송신하는 광 출력 측정부를 포함하는 실내 측위 시스템의 측정 방법에 있어서, 상기 가시광 송신부가 광 신호를 송신하는 단계, 상기 광 출력 측정부가 광 출력을 산출하는 단계 및 상기 수신부가 상기 수신부의 위치를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 광 출력 측정부가 광 출력을 산출하는 단계는, 상기 광 신호를 수신하여 상기 광 신호의 세기를 측정하는 단계, 상기 광 신호의 세기를 이용하여 상기 광 출력을 산출하는 단계 및 상기 산출된 광 출력을 상기 수신부로 송신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 수신부가 상기 수신부의 위치를 측정하는 단계는, 상기 광 신호를 수신하여 상기 광 신호의 세기를 측정하는 단계, 상기 광 출력 측정부에서 산출된 상기 광 출력 수치를 수신하는 단계, 상기 광 신호의 세기와 상기 산출된 광 출력을 이용하여 상기 가시광 송신부와 상기 수신부와의 거리를 산출하는 단계 및 상기 산출된 거리를 이용하여 상기 수신부의 위치를 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 광 출력 측정부는 지그비(Zigbee) 또는 와이파이(Wi-Fi)와 같은 무선 통신을 통해 상기 수신부로 상기 광 출력 수치를 송신할 수 있다.

[0020] 상기 가시광 송신부는 타임 슬롯(Time Slot)에 고유 패턴을 설정하여 각각 발광하는 복수의 LED(Light Emitting Diode)를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 가시광 송신부는 적어도 셋 이상의 상기 복수의 LED를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 광 출력 측정부를 이용하는 LED 가시광통신 기반의 실내 측위 시스템 및 방법은, LED의 광 출력을 알지 못하는 환경에서도 LED의 광 출력을 능동적으로 알 수 있기 때문에, 측위 오차를 감소시킬 수 있어 보다 정확한 실내 측위가 가능하다. 또한, LED는 오랜 시간 사용할 경우 광 출력이 낮아지기 때문에 실제에서도 매우 유용하게 사용 할 수 있다.

[0023] 본 발명의 기술적 효과들은 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 실내 측위 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 실내 측위 시스템의 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광 출력 측정부의 시스템 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 수신부의 시스템 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 실내 측위 시스템과 종래 기술에서 태양빛이 직접적으로 입사될 때 측위 오차 누적분포함수를 비교한 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실내 측위 시스템과 종래 기술에서 태양빛이 간접적으로 입사될 때 측위 오차 누적분포함수를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예를 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0026] 이하, 본 발명에 따른 실시 예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

- [0027] 실시예
- [0028] 도 1은 본 발명의 실내 측위 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 실내 측위 시스템은 가시광 송신부(101), 광 출력 측정부(201), 수신부(301)를 포함한다.
- [0030] 가시광 송신부(101)는 광 신호를 발광하며, 코드(Code) 또는 타임 슬롯(Time Slot)에 고유 패턴을 설정하여 상기 고유 패턴에 맞게 각각 발광하는 복수의 LED(Light Emitting Diode)를 포함할 수 있다. 바람직하게는 가시광 송신부(101)는 적어도 셋 이상의 복수의 LED를 포함하며, 각각의 LED를 고유 패턴에 맞게 발광한다. 고유 패턴은 LED의 위치 정보를 포함하고 있으며, 예를 들어 '1'은 LED의 'ON'상태를 의미할 수 있으며, '0'은 LED의 'OFF' 상태를 의미할 수 있다. 여기서 'ON'상태 및 'OFF'상태는 LED가 실제로 켜지거나 꺼짐을 의미하거나 LED의 특정한 밝기 레벨을 의미할 수도 있다. 또는 각각의 LED의 구분은 LED를 각각 다른 색으로 구성하거나, 혹은 모든 LED의 시간을 동기화 시켜 각각의 고유한 타임 슬롯에 LED의 고유 패턴을 설정한다.
- [0031] 광 출력 측정부(201)는 가시광 송신부(101)의 광 신호를 수신하여 광 출력을 산출하고, 산출된 광 출력 수치를 수신부(301)로 송신한다. 가시광 송신부(101)에서 광 신호를 고유 패턴에 맞게 각각 LED를 발광하기 때문에, 광 출력 측정부(201)는 수신되는 광 신호를 코드 또는 타임 슬롯의 고유 패턴에 맞게 구분하여 수신 할 수 있다.
- [0032] 일반적으로 광 채널에서는 가시선(line of sight, LOS) 성분이 크기 때문에, 직류 이득(DC gain)이 중요하다. 채널의 직류 이득은 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$H(0) = \begin{cases} \frac{m+1}{2\pi d^2} A \cdot \cos^m(\phi) \cdot T_s(\psi) \cdot g(\psi) \cdot \cos(\psi), & 0 \leq \psi \leq \Psi_c \\ 0, & \psi > \Psi_c \end{cases}$$

- [0033]
- [0034] 여기서, $H(0)$ 는 채널의 직류 이득, m 은 Lamberian 차수로 $-\frac{\ln 2}{\ln(\cos\Phi_{1/2})}$, d 는 LED와 수신기 사이의 거리, A 는 수신기의 포토다이오드의 물리적 영역의 크기, ϕ 는 LED로부터의 빛의 방사각, ψ 는 수신기로부터의 빛의 입사각, $\Phi_{1/2}$ 는 LED의 최대 빛의 세기의 1/2되는 각도의 값, $\Psi_{1/2}$ 는 LED의 시각(field of view, FOV)의 반각, $g(\psi)$ 는 집광기의 이득, $T_s(\psi)$ 는 광 필터의 이득을 의미한다.

- [0035] $T_s(\psi) \cdot g(\psi)$ 를 하나의 이득 상수 G 로 변환하고, $\cos^m(\phi)$, $\cos(\psi)$ 를 LED와 수신기의 거리에 대한 표현으로 변경하면 수신기에서 수신되는 LED에서 방출된 광신호의 세기는 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$P_r = H(0) \cdot P_t = \frac{(m+1) \cdot P_t}{2\pi d^2} A \cdot \cos^m(\phi) \cdot G \cdot \cos(\psi)$$

$$= \frac{(m+1) \cdot P_t}{2\pi d^2} A \cdot G \cdot \left(\frac{d}{h}\right)^{m+1}$$

- [0036]
- [0037] 여기서, P_r 은 수신기에서 수신되는 LED에서 방출된 광신호의 세기, P_t 는 LED의 소스 파워(Source Power), h 는 LED와 수신기 사이의 수직 거리를 의미한다. 상기 수식을 설명하기 위한 수신기는 본 발명에서는 광 출력 측정부(201) 및 수신부(301)가 될 수 있다.
- [0038] 광 출력 측정부(201)에서 LED의 광 출력을 구하기 위해 광 출력 측정부(201)의 위치를 시스템에서 고정 되어 있다고 가정하면, 삼변측량법에 의해 최소 3개의 LED와 광 출력 측정부(201) 사이의 거리를 이용하여 광 출력 측

정부(201)의 위치를 알 수 있다. 이를 역으로, 고정된 광 출력 측정부(201)의 위치에 의해 LED 각각의 광 출력을 산출할 수 있다. 광 출력 측정부(201)에서 산출한 LED의 광 출력 수치는 수학식 2를 이용하여 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$\hat{P}_t = \frac{2\pi d^2 P_r}{(m+1)A \cdot G} \left(\frac{d}{h}\right)^{m+1}$$

[0039]

여기서, \hat{P}_t 는 산출한 LED의 광 출력을 의미한다.

[0040]

일반적으로 LED 조명의 수직 높이는 일정하기 때문에 LED와 광 출력 측정부(201) 사이의 거리를 수직 거리와 수평거리로 나누면 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

[0041]

수학식 4

$$d = \sqrt{d_{xy,ref}^2 + h^2}$$

[0042]

여기서, $d_{xy,ref}$ 는 LED와 광 출력 측정부(201) 사이의 수평거리를 의미한다.

[0043]

상기 수학식 4를 이용하면 LED 각각의 광 출력 수치는 수학식 5와 같이 좀 더 간단하게 나타낼 수 있다.

[0044]

수학식 5

$$\hat{P}_t = \frac{2\pi d^2 P_r}{(m+1)A \cdot G} \left(\frac{\sqrt{d_{xy,ref}^2 + h^2}}{h}\right)^{m+1}$$

[0045]

상술한 바와 같이 광 출력 측정부(201)는 가시광 송신부(101)의 복수의 LED에서 발광하는 광 신호를 각각 구분하여 수신하고, 수신된 신호를 수학식 5를 이용하여 복수의 LED에 대한 광 출력을 각각 산출할 수 있다.

[0046]

광 출력 측정부(201)는 산출한 광 출력 수치를 수신부(301)로 송신한다. 광 출력 측정부(201)는 수신부(301)로 광 출력 수치를 송신하기 위해 별도의 지그비(ZigBee) 또는 와이파이(Wi-Fi)와 같은 무선 통신을 이용하여 신호를 송신할 수 있다.

[0047]

수신부(301)는 가시광 송신부(101)의 복수의 LED에서 발광하는 광 신호와 광 출력 측정부(201)에서 산출한 광 출력 수치를 수신 받는다. 수신부(301)는 광 신호의 세기와 광 출력 수치를 이용하여 가시광 송신부(101)와 수신부(301)와의 거리를 산출하고, 산출된 거리를 이용하여 현재 위치를 측정한다.

[0048]

수신부(301)가 광 신호의 세기와 광 출력 수치를 수신하면, 수신부(301)는 수신부(301)와 가시광 송신부(101) 사이의 거리를 산출할 수 있다. 수신부(301)와 가시광 송신부(101) 사이의 거리는 수학식 5를 이용하여 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

[0049]

수학식 6

$$d_{xy} = \sqrt[m+3]{\frac{(m+1)\hat{P}_t \cdot A \cdot G \cdot h^{m+1}}{2\pi P_r}}$$

[0050]

[0051] 여기서, d_{xy} 는 LED와 수신부(301) 사이의 수평 거리를 의미한다.

[0052] 수신부(301)는 LED와 수신부(301)의 거리를 산출하여, 수신부(301)의 위치를 측정 할 수 있다. 수신부(301)는 수신부(301)의 위치를 측정하기 위해 적어도 셋 이상의 LED와의 거리를 산출함이 바람직하다. 예를 들어, 두 개의 LED에서 방출된 빛의 세기를 이용하면, 예측된 수신부(301)의 위치가 하나 이상일 수가 있다. 따라서, 세 개 이상의 LED에서 방출된 빛을 수신한 세기를 이용해야 삼변 측량법을 이용하여 수신부(301)의 정확한 위치를 측정할 수 있다.

[0053] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 세 개의 LED와 수신부(301)와의 거리를 이용한 수신부(301)의 위치 좌표는 수학적 식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 7

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{d_{xu1}^2 - d_{xu2}^2 + x_2^2 + y_2^2 - x_1^2 - y_1^2}{2} \\ \frac{d_{xu1}^2 - d_{xu3}^2 + x_3^2 + y_3^2 - x_1^2 - y_1^2}{2} \end{bmatrix}$$

[0054]

[0055] 여기서, $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ 는 측정된 수신부(301)의 위치 좌표이고, x_1, x_2, x_3 은 각각 세 개의 LED에 대한 x좌표, y_1, y_2, y_3 은 각각 세 개의 LED에 대한 y좌표이며, $d_{xu1}, d_{xu2}, d_{xu3}$ 은 각각 세 개의 LED에 대한 LED와 수신부(301) 사이의 거리를 의미한다. 따라서, 수신부(301)는 수학적 식 7를 이용하여 최종적으로 수신부(301)의 위치를 측정할 수 있다.

[0056] 상술한 바와 같이 수신부(301)는 가시광 송신부(101)의 복수의 LED에서 발광하는 광 신호의 세기와 광 출력 측정부(201)에서 수신 받은 광 출력 수치를 이용하여 각각의 LED와 수신부(301) 사이의 거리를 산출하고, 산출된 거리 수치를 이용하여 수신부(301)의 위치를 측정 할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실내 측위 시스템은 수신부(301)가 LED의 광 출력 수치를 모르는 상황이나, 외부 빛이 있는 환경에서도 광 출력 측정부(201)에 의해 수신부(301)로 광 출력 수치를 제공함으로써 측정 오차를 감소시킬 수 있고, 이에 따라 정확한 측위를 할 수 있다.

[0057] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 실내 측위 시스템의 흐름도이고, 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광 출력 측정부의 시스템 흐름도이며, 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 수신부의 시스템 흐름도이다.

[0058] 도 2 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 실내 측위 시스템의 측위 방법을 상세히 설명한다.

[0059] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실내 측위 시스템의 측위 방법은 가시광 송신부(101), 광 출력 측정부(201) 및 수신부(301)를 포함하는 실내 측위 시스템의 측정 방법에 있어서, 상기 가시광 송신부(101)가 광 신호를 송신하는 단계(S100), 상기 광 출력 측정부(201)가 광 출력을 산출하는 단계(S200) 및 상기 수신부(301)가 상기 수신부(301)의 위치를 측정하는 단계(S300)를 포함한다.

[0060] 가시광 송신부(101)가 광 신호를 송신하는 단계(S100)에서, 가시광 송신부(101)는 광 신호를 발광하며, 코드(Code) 또는 타임 슬롯(Time Slot)에 고유 패턴을 설정하여 상기 고유 패턴에 맞게 각각 발광하는 복수의 LED(Light Emitting Diode)를 포함할 수 있다. 즉, 가시광 송신부(101)는 적어도 셋 이상의 복수의 LED를 포함하며, 각각의 LED를 고유 패턴에 맞게 발광한다.

[0061] 고유 패턴은 LED의 위치 정보를 포함하고 있으며, 예를 들어 '1'은 LED의 'ON' 상태를 의미할 수 있으며, '0'은 LED의 'OFF' 상태를 의미할 수 있다. 여기서 'ON'상태 및 'OFF'상태는 LED가 실제로 켜지거나 꺼짐을 의미하거나 LED의 특정한 밝기 레벨을 의미할 수도 있다. 또는 각각의 LED의 구분은 LED를 각각 다른 색으로 구성하거나, 혹은 모든 LED의 시간을 동기화 시켜 각각의 고유한 타임 슬롯에 LED의 고유 패턴을 설정한다.

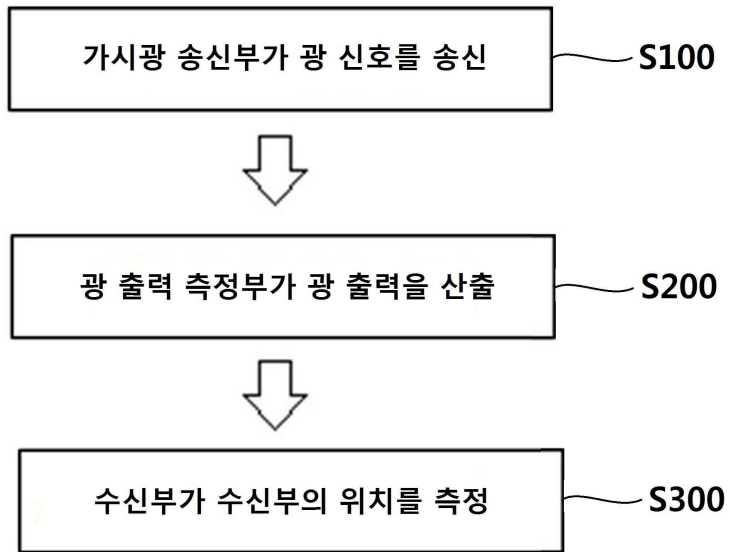
[0062] 도 3을 참조하면, 광 출력 측정부(201)가 광 출력을 산출하는 단계(S200)는, 상기 광 신호를 수신하여 상기 광 신호의 세기를 측정하는 단계(S210), 상기 광 신호의 세기를 이용하여 광 출력을 산출하는 단계(S220) 및 상기 산출된 광 출력을 상기 수신부(301)로 송신하는 단계(S230)를 더 포함할 수 있다.

[0063] 광 신호를 수신하여 상기 광 신호의 세기를 측정하는 단계(S210)에서, 광 출력 측정부(201)는, 광 신호를 코드

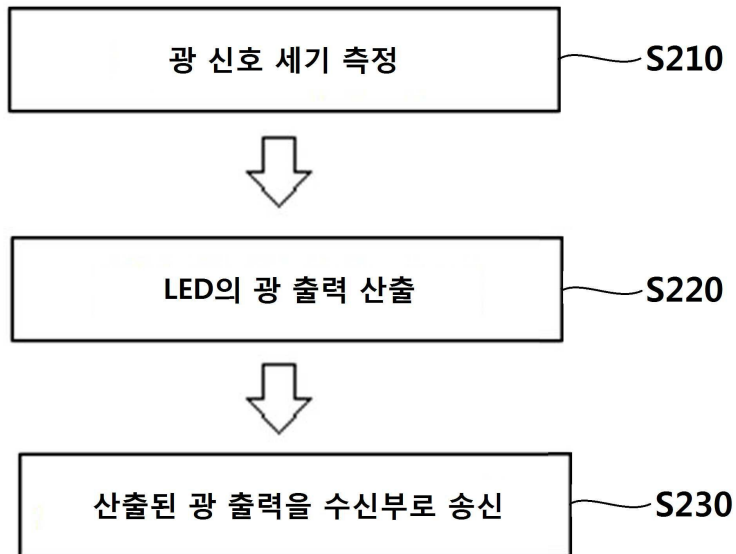
또는 타임 슬롯의 고유 패턴에 맞게 각각 LED를 발광하는 가시광 송신부(101)의 광 신호를 상기 고유 패턴에 맞게 구분하여 수신할 수 있다. 또한, 광 출력 측정부(201)는 수신된 광 신호를 수학식 2를 이용하여 각각의 LED에 대한 광 신호의 세기를 측정할 수 있다.

- [0064] 광 신호의 세기를 이용하여 광 출력을 산출하는 단계(S220)에서, 광 출력 측정부(201)는 가시광 송신부(101)에서 발광하는 복수의 LED에 대한 각각의 광 신호 세기를 이용하여 광 출력을 산출할 수 있다. 즉, 광 출력 측정부(201)는 수학식 3 또는 각각의 LED와 광 출력 측정부(201)의 거리를 이용하는 수학식 5를 이용하여, 수신된 각각의 LED에 대한 광 출력을 산출할 수 있다.
- [0065] 산출된 광 출력을 수신부(301)로 송신하는 단계(S230)에서, 광 출력 측정부(201)는 산출된 각각의 LED에 대한 광 출력 수치를 수신부(301)로 송신할 수 있다. 이때, 수신부(301)로 광 출력 수치를 송신하기 위해 별도의 지그비(ZigBee) 또는 와이파이(Wi-Fi)와 같은 무선 통신을 이용하여 신호를 송신할 수 있다.
- [0066] 도 4를 참조하면, 수신부(301)가 상기 수신부(301)의 위치를 측정하는 단계(S300)는, 상기 광 신호를 수신하여 상기 광 신호의 세기를 측정하는 단계(S310), 상기 광 출력 측정부(201)에서 산출된 광 출력 수치를 수신하는 단계(S320), 상기 광 신호의 세기와 상기 산출된 광 출력을 이용하여 상기 가시광 송신부(101)와 상기 수신부(301)와의 거리를 산출하는 단계(S330) 및 상기 산출된 거리를 이용하여 상기 수신부(301)의 위치를 측정하는 단계(S340)를 더 포함할 수 있다.
- [0067] 수신부(301)가 광 신호를 수신하여 상기 광 신호의 세기를 측정하는 단계(S310)에서, 수신부(301)는 가시광 송신부(101)에서 발광하는 복수의 LED의 광 신호를 수신하여 광 출력 측정부(201)와 동일하게 수학식 2를 이용하여 각각의 LED에 대한 광 신호의 세기를 측정할 수 있다.
- [0068] 광 출력 측정부(201)에서 산출된 광 출력 수치를 수신하는 단계(S320)에서, 수신부(301)는 가시광 송신부(101)로부터 광 신호를 수신하여 광 신호의 세기를 측정함과 동시에 별도의 지그비(ZigBee) 또는 와이파이(Wi-Fi)와 같은 무선 통신을 이용하여 광 출력 측정부(201)에서 송신된 광 출력 수치를 수신할 수 있다.
- [0069] 광 신호의 세기와 상기 산출된 광 출력을 이용하여 가시광 송신부(101)와 수신부(301)와의 거리를 산출하는 단계(S330)에서, 수신부(301)는 가시광 송신부(101)의 광 신호 세기와 광 출력 측정부(201)에서 수신된 광 출력 수치를 이용하여 수학식 6을 통해 수신부(301)와 가시광 송신부(101)의 각각의 LED에 대한 거리를 산출할 수 있다. 이때, 수신부(301)는 수신부(301)의 위치를 측정하기 위해 가시광 송신부(101)의 복수의 LED 중 적어도 셋 이상의 LED와의 거리를 산출함이 바람직하다.
- [0070] 상기 산출된 거리를 이용하여 상기 수신부(301)의 위치를 측정하는 단계(S340)에서, 수신부(301)는 각각의 LED와 수신부(301)와의 거리를 이용하여 수학식 7을 통해 최종적으로 수신부(301)의 위치를 측정할 수 있다.
- [0071] 도 5는 본 발명의 실내 측위 시스템과 종래 기술에서 태양빛이 직접적으로 입사될 때 측위 오차 누적분포함수를 비교한 그래프이고, 도 6은 본 발명의 실내 측위 시스템과 종래 기술에서 태양빛이 간접적으로 입사될 때 측위 오차 누적분포함수를 비교한 그래프이다.
- [0072] 도 5 및 도 6을 참조하면, 일반적으로 LED는 오랜 시간동안 사용되면 광 출력은 낮아진다. 따라서, 수신기에서 각 LED의 광 출력 수치를 알고 있다고 가정하여, 광 출력 수치와 수신신호의 세기를 이용하여 수신기의 위치를 측정하는 종래의 측위 시스템의 경우는 이러한 광 출력의 변화량을 인식하지 못하기 때문에, 시간이 흐르면 흐를수록 측위 오차는 점점 커진다.
- [0073] 도 5 및 도 6은 모두 1W의 LED의 광 출력이 오랜 시간 사용되어 0.9W로 낮아진 경우를 가정하여, 태양빛이 직접적으로 입사될 때와 간접적으로 입사될 때 본 발명에 따른 실내 측위 시스템과 종래 기술에 따른 실내 측위 시스템의 측위 오차에 대한 누적분포함수를 나타낸다. 도 5 및 도 6의 그래프에서와 같이, 태양 빛의 산탄잡음 발생으로 인해 태양 빛이 직접적으로 입사되는 도 5에서 태양 빛이 간접적으로 입사되는 도 6보다 측위 오차가 더 크게 나타남을 확인할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 실내 측위 시스템이 종래 기술에 따른 실내 측위 시스템보다 태양빛이 직접적으로 입사되는 경우와 간접적으로 입사되는 경우 모두 측위 오차가 크게 감소되었음을 확인할 수 있다.
- [0074] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 실내 측위 시스템은 광 출력 측정부(201)를 구비함으로써, 수신기가 LED의 광 출력 수치를 모르는 상황이나, 실내에 외부 빛이 있는 환경에서도 광 출력 측정부(201)에 의해 수신부(301)로 광 출력 수치를 제공함으로써 측정 오차를 감소시킬 수 있고, 이에 따라 실내에서도 정확한 측위를 할 수 있다.

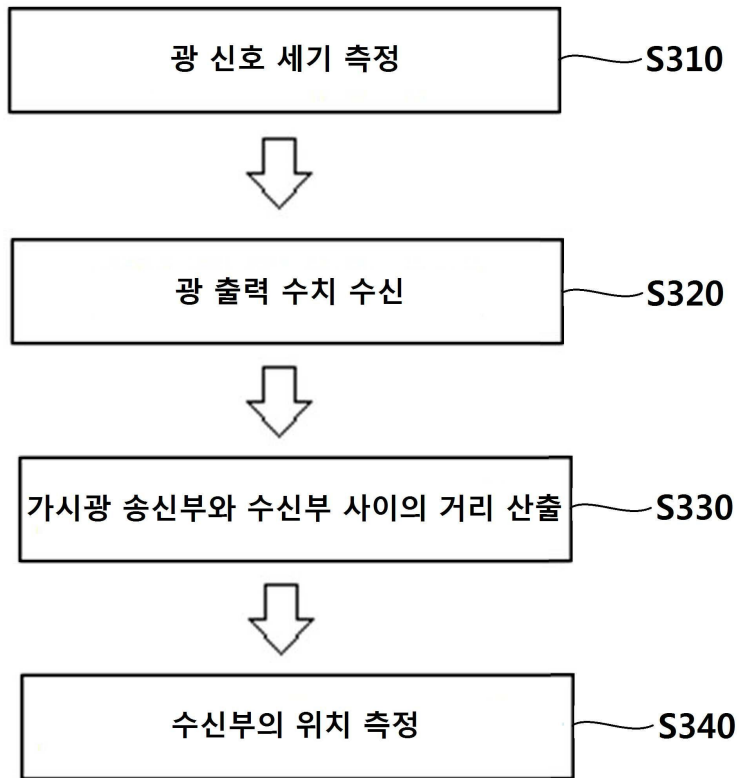
도면2



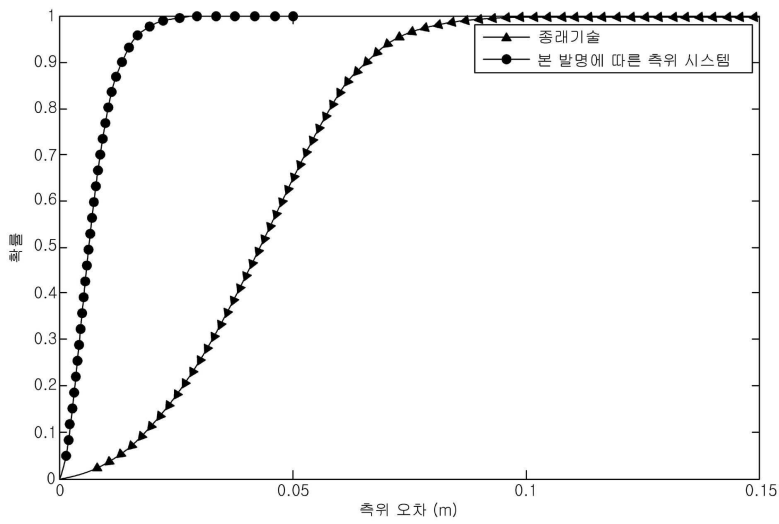
도면3



도면4



도면5



도면6

