



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2013-0088254  
 (43) 공개일자 2013년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G01S 11/12** (2006.01) **G01S 5/16** (2006.01)  
**G01S 3/78** (2006.01) **G01S 1/70** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0009379  
 (22) 출원일자 2012년01월31일  
 심사청구일자 없음

(71) 출원인  
**연세대학교 산학협력단**  
 서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)  
 (72) 발명자  
**한상국**  
 서울특별시 서초구 반포동 32-5 한양아파트 1동 1203호  
**양세훈**  
 서울특별시 서대문구 신촌동 연세대학교 제3공학관 232호  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**최관락, 송인호, 민영준**

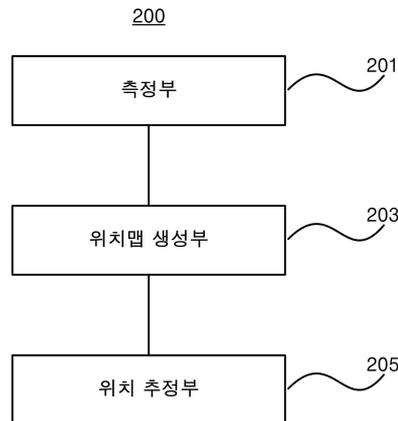
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **광 수신기의 위치 추정 장치 및 방법**

**(57) 요약**

광 수신기의 위치 추정 장치 및 방법이 개시된다. 광 수신기의 위치 추정 장치는 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 측정부; 상기 측정부를 통해 광 수신기에 기 저장된 셋 이상의 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 생성하는 위치 맵 생성부; 및 상기 측정부를 통해 상기 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기 및 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 이용하여 상기 광 수신기의 현재 위치를 추정하는 위치 추정부를 포함할 수 있다. 본 발명에 따르면, 광 수신기에서 실제 측정되는 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 이용하여 위치맵을 생성하고, 위치맵을 이용하여 광 수신기의 위치를 추정함으로써 광 송신기의 송신 감도 또는 광 수신기의 수신 감도를 고려한 위치 추정을 할 수 있다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자

**손용환**

서울특별시 도봉구 쌍문3동 삼성래미안 104동 304호

**김현승**

울산광역시 동구 서부동 성원상떼빌아파트 103동 1306호

**김덕래**

서울특별시 성동구 성수1가2동 668-50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 11911-01111

부처명 방송통신위원회

연구사업명 진파방송위성 원천기술개발사업

연구과제명 실내 LBS Localization 을 위한 근거리 가시광 통신 물리계층 핵심 기술 연구

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2011.03.01 ~ 2012.02.29

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 측정부;  
 상기 측정부를 통해 광 수신기에 기 저장된 셋 이상의 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 생성하는 위치 맵 생성부; 및  
 상기 측정부를 통해 상기 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기 및 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 이용하여 상기 광 수신기의 현재 위치를 추정하는 위치 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,  
 상기 셋 이상의 광 송신기 중 어느 하나의 광 송신기의 위치맵은 상기 셋 이상의 위치에 대한 평면 좌표 및 상기 셋 이상의 위치에서 각각 측정된 상기 어느 하나의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,  
 상기 위치 추정부는 상기 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵으로부터 각각의 직선 방정식을 도출하고, 상기 각각의 직선 방정식간의 교점들을 이용하여 상기 광 수신기의 현재 위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 장치.

**청구항 4**

제3항에 있어서,  
 상기 위치 추정부는 상기 교점들의 평균 좌표를 상기 광 수신기의 현재 위치로 추정하는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 장치.

**청구항 5**

제2항에 있어서,  
 상기 위치맵은 하기의 수학식과 같은 평면 방정식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 장치.

$$Ax + By + Cz + D = 0$$

$$A = y_1(z_2 - z_3) + y_2(z_3 - z_1) + y_3(z_1 - z_2)$$

$$B = z_1(x_2 - x_3) + z_2(x_3 - x_1) + z_3(x_1 - x_2)$$

$$C = x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)$$

$$D = -x_1(y_2z_3 - y_3z_2) + x_2(y_1z_3 - y_3z_1) - x_3(y_1z_2 - y_2z_1)$$

여기서,  $x_1, y_1$ 은 제1 위치의 평면좌표,  $z_1$ 은 제1 위치 좌표에서 측정된 상기 어느 하나의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기,  $x_2, y_2$ 는 제2 위치의 평면좌표,  $z_2$ 은 제2 위치 좌표에서 측정된 상기 어느 하나의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기,  $x_3, y_3$ 는 제3 위치의 평면좌표,  $z_3$ 은 제3 위치 좌표에서 측정된 상기 어느 하나의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 각각 의미함.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호는 서로 다른 주파수를 이용하여 전송되거나 또는 서로 다른 시간대의 같은 주파수를 이용하여 전송되는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 장치.

**청구항 7**

광 수신기의 위치 추정 방법에 있어서,

상기 광 수신기에 기 저장된 셋 이상의 위치에서 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 단계;

상기 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 생성하는 단계;

광 수신기의 현재 위치에서 상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 단계; 및

상기 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기 및 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 이용하여 상기 광 수신기의 위치를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 셋 이상의 광 송신기 중 어느 하나의 광 송신기의 위치맵은 상기 셋 이상의 위치에 대한 평면 좌표 및 상기 셋 이상의 위치에서 각각 측정된 상기 어느 하나의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 방법.

**청구항 9**

제7항에 있어서,

상기 위치 추정을 하는 단계는 상기 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵으로부터 각각의 직선 방정식을 도출하고, 상기 각각의 직선 방정식간의 교점들의 평균 좌표를 상기 광 수신기의 현재 위치로 추정하는 것을 특징으로 하는 위치 추정 방법.

**청구항 10**

제7항에 있어서,

상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호는 서로 다른 주파수를 이용하여 전송되거나 또는 서로 다른 시간대의 같은 주파수를 이용하여 전송되는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 방법.

**청구항 11**

광 수신기의 위치 추정 방법에 있어서,

셋 이상의 광 송신기에 각각에 대한 위치맵을 수신하는 단계;

상기 셋 이상의 광 송신기 각각에 대한 위치맵을 이용하여 추정된 셋 이상의 위치에서 상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 단계;

상기 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 재 생성하는 단계;

광 수신기의 현재 위치에서 상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 단계; 및

상기 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기 및 상기 재 생성된 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 이용하여 상기 광 수신기의 위치를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명의 실시예들은 광 수신기의 위치 추정 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 광 수신기의 광 수신 감도를 고려한 광 수신기의 위치 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 무선 통신 기술의 급속한 발전을 통해 실내 환경에서 다양한 응용서비스들이 제공되고 있다. 하지만 대부분의 실내 응용 서비스를 지원하는 무선 통신 기술이 비 면허 대역을 사용함에 따라 기기 간 주파수 간섭으로 인해 통신 신뢰성의 문제가 야기된다. 이에 따라 WPAN(wireless personal area network) 통신 영역에서 기존 무선 통신 기기와 간섭이 발생하지 않는 새로운 무선 통신 기술의 개발 필요성이 대두되었고, 이를 위해 가시광선 대역을 이용하여 디지털 데이터를 전송하는 가시광 무선 통신 기술(VLC: visible light communication)이 연구되었다.

[0003] 가시광 무선 통신은 가시광(400~700nm)을 이용하여 데이터를 전달하는 통신 기술로서, 보다 상세하게는 형광등 또는 표시 기기 등에서 사용되는 발광 다이오드(LED: Light Emitting Diode)에서 발산되는 가시광선을 눈에 보이지 않는 빠른 속도로 점멸시켜 데이터를 송수신하는 통신 기술을 의미한다.

[0004] 가시광 통신은 빛이 차단되는 경우, 데이터가 외부로 새어나갈 염려가 없어 무선 랜(LAN: Local Area Network)에 비해 안전성이 높고, 여러 대의 단말 장치로 동시에 데이터를 전송하더라도 전송 속도가 크게 감소되지 않는다는 장점이 있다.

[0005] 도 1은 일반적인 가시광 통신 시스템의 전체 구성을 도시한 도면이다.

[0006] 도 1을 참조하면, 가시광 통신 시스템(100)은 광 송신기 (110)와 광 수신기(120)를 포함할 수 있다.

[0007] 광 송신기(110)는 데이터 변조부(111), 가시광 구동부(113) 및 가시광 방사부(114) 를 포함한다.

[0008] 데이터 변조부(411)는 외부에서 유입되는 디지털 신호를 데이터 변조부내의 라인 인코딩 블록과 변조 블록등을 통해 데이터를 변조하여 가시광 구동부(413)에 전송한다.

[0009] 가시광 구동부(413)는 변조된 데이터 신호가 LED를 통해 전송될 수 있도록 가시광 방사부(415)를 구성하는 LED의 ON/OFF를 제어한다.

[0010] 가시광 방사부(415)는 LED로 구성될 수 있으며 LED의 ON/OFF를 통해 발생하는 가시광을 이용하여 변조된 데이터 신호를 광 수신기(120)로 전송한다.

[0011] 광 수신기(120)는 가시광 수신부(421) 및 데이터 복조부(423)를 포함한다.

[0012] 가시광 수신부(421)는 가시광 방사부(415)에서 전송된 가시광을 수신하며 수광 블록인 PD(Photo Diode)로 구성될 수 있다.

[0013] 종래에는 이러한 가시광 무선 통신을 이용하여 광 수신기의 위치를 추정하기 위해 공개논문 "실내 가시광 무선 통신 시스템의 수신 광도 변화 추적 기반 단말기 위치 및 수신각 추정 알고리즘. 황준호, 이지수, 유명식, 전자공학회지 제48권, 2011.03"에서는 광 송신기의 광 신호의 세기를 미리 측정하여 특성화 곡선을 생성하고, 특성화 곡선을 이용하여 사용자 단말의 위치를 추정하는 기법이 제안되었다.

[0014] 하지만, 상기 기법은 광 신호의 세기가 상황에 따라 달라질 수 있으며, 사용자 단말에 포함된 광 수신기의 광 수신 감도 또한 사용자 단말마다 다르기 때문에 특정 사용자 단말을 이용하여 미리 생성된 특성화 곡선으로는 여러 사용자 단말에 대한 정확한 위치 추정을 하기 어려운 문제가 있었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0015] 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명에서는 광 수신기의 광 수신 감도를 고려한 광 수신기의 위치 추정 장치 및 방법을 제안하고자 한다.

[0016] 본 발명의 다른 목적들은 하기의 실시예를 통해 당업자에 의해 도출될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0017] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 측정부; 상기 측정부를 통해 광 수신기에 기 저장된 셋 이상의 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 생성하는 위치 맵 생성부; 및 상기 측정부를 통해 상기 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기 및 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 이용하여 상기 광 수신기의 현재 위치를 추정하는 위치 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 장치가 제공된다.

[0018] 여기서, 상기 셋 이상의 광 송신기 중 어느 하나의 광 송신기의 위치맵은 상기 셋 이상의 위치에 대한 평면 좌표 및 상기 셋 이상의 위치에서 각각 측정된 상기 어느 하나의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 이용하여 생성될 수 있다.

[0019] 상기 위치 추정부는 상기 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵으로부터 각각의 직선 방정식을 도출하고, 상기 각각의 직선 방정식간의 교점들을 이용하여 상기 광 수신기의 현재 위치를 추정할 수 있다.

[0020] 상기 위치 추정부는 상기 교점들의 평균 좌표를 상기 광 수신기의 현재 위치로 추정할 수 있다.

[0021] 상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호는 서로 다른 주파수를 이용하여 전송되거나 또는 서로 다른 시간대의 같은 주파수를 이용하여 전송될 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 광 수신기의 위치 추정 방법에 있어서, 상기 광 수신기에 기 저장된 셋 이상의 위치에서 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 단계; 상기 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 생성하는 단계; 광 수신기의 현재 위치에서 상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 단계; 및 상기 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기 및 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 이용하여 상기 광 수신기의 위치를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 방법이 제공된다.

[0023] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 광 수신기의 위치 추정 방법에 있어서, 셋 이상의 광 송신기에 각각에 대한 위치맵을 수신하는 단계; 상기 셋 이상의 광 송신기 각각에 대한 위치맵을 이용하여 추정된 셋 이상의 위치에서 상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 단계; 상기 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 상기 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 재 생성하는 단계; 광 수신기의 현재 위치에서 상기 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하는 단계; 및 상기 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기 및 상기 재 생성된 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 이용하여 상기 광 수신기의 위치를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 수신기의 위치 추정 방법이 제공된다.

**발명의 효과**

[0024] 본 발명에 따르면, 광 수신기에서 실제 측정되는 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 이용하여 위치맵을 생성하고, 위치맵을 이용하여 광 수신기의 위치를 추정함으로써 광 송신기의 송신 감도 또는 광 수신기의 수신 감도를 고려한 위치 추정을 할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0025] 도 1은 일반적인 가시광 통신 시스템의 전체 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신기의 위치 추정 장치의 상세한 구성을 도시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 신호의 세기를 측정하는 일례를 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신기의 위치 추정 방법의 전체적인 흐름을 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0026] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 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 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

- [0027] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0028] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신기의 위치 추정 장치의 상세한 구성을 도시한 블록도이다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 위치 추정 장치(200)는 광 수신기에 포함되거나 광 수신기와 네트워크로 연결된 서버에 포함될 수 있다. 이하, 본 발명의 설명에서는 설명의 편의를 위해 위치 추정 장치(200)가 광 수신기에 포함되는 것으로 하여 설명하도록 한다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 위치 추정 장치(200)는 측정부(201), 위치맵 생성부(203) 및 위치 추정부(205)를 포함할 수 있다.
- [0031] 측정부(201)는 서로 다른 위치에 위치하는 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호는 서로 다른 주파수를 이용하여 전송되거나 또는 서로 다른 시간대의 같은 주파수를 이용하여 전송될 수 있다. 이는 셋 이상의 광 송신기 중 어느 광 송신기로부터 전송되는 광 신호인지 구별하기 위함이다.
- [0033] 보다 상세하게, 측정부(201)는 광 신호가 수신되는 주파수 대역을 통해 어느 광 송신기로부터 전송되는 광 신호인지 구별하거나, 어느 시간 대역에 광 신호가 수신되는지를 이용하여 어느 광 송신기로부터 전송되는 광 신호인지 구별할 수 있다.
- [0034] 위치맵 생성부(203)는 측정부(201)를 통해 광 수신기에 기 저장된 셋 이상의 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 생성한다.
- [0035] 여기서 광 수신기에 기 저장된 위치는 광 수신기에서 알고 있는 특정 위치의 평면 좌표를 의미한다. 따라서 광 수신기는 특정 위치로 이동할 수 있으며, 측정부(201)는 특정 위치에서의 광 신호의 세기를 측정하게 된다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 셋 이상의 광 송신기 중 어느 하나의 광 송신기의 위치맵은 셋 이상의 위치에 대한 평면 좌표 및 셋 이상의 위치에서 각각 측정된 어느 하나의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 이용하여 생성될 수 있다.
- [0037] 이어서, 위치 추정부(205)는 측정부(201)를 통해 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 셋 이상의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기 및 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 이용하여 광 수신기의 현재 위치를 추정한다.
- [0038] 이하 설명의 편의를 위해 위치 추정부(205)는 세 개의 광 송신기의 위치맵을 이용하여 광 수신기의 위치 추정을 하는 것으로 가정하여 본 발명을 설명하도록 한다.
- [0039] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 신호의 세기를 측정하는 일례를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [0040] 도 3을 참조하면, 광 송신기(301, 303, 305)는 서로 다른 위치에 위치한다. 광 수신기(300)는 실내 영역의 셋 이상의 위치에 대한 평면 좌표를 저장하며 이때의 평면 좌표는 제1 위치(311), 제2 위치(313) 및 제3 위치(315)에 대한 좌표일 수 있다.
- [0041] 측정부(201)는 광 수신기(300)가 제1 위치(311)에 위치 하는 경우 광 송신기(301, 303, 305)로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정한다. 또한, 광 수신기(300)가 제2 위치 및 제3 위치(311)에 위치 하는 경우의 광 송신기(301, 303, 305)로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정한다.
- [0042] 따라서, 위치맵 생성부(203)는 제1 위치(311), 제2 위치(313) 및 제3 위치(315)에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 광 송신기(301,303,305) 각각의 위치맵을 생성한다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 특정 광 송신기에 대한 위치맵을 하기의 수학적 1과 같이 표현할 수 있다.
- [0044] [수학적 1]

$$\begin{aligned}
 Ax + By + Cz + D &= 0 \\
 A &= y_1(z_2 - z_3) + y_2(z_3 - z_1) + y_3(z_1 - z_2) \\
 B &= z_1(x_2 - x_3) + z_2(x_3 - x_1) + z_3(x_1 - x_2) \\
 C &= x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2) \\
 D &= -x_1(y_2z_3 - y_3z_2) + x_2(y_1z_3 - y_3z_1) - x_3(y_1z_2 - y_2z_1)
 \end{aligned}$$

[0045]

[0046] 여기서,  $x_1, y_1$ 은 제1 위치(311)의 평면 좌표,  $z_1$ 은 제1 위치 좌표에서 측정된 특정 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기,  $x_2, y_2$ 는 제2 위치(313)의 평면 좌표,  $z_2$ 은 제2 위치 좌표(313)에서 측정된 특정 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기,  $x_3, y_3$ 는 제3 위치(315)의 평면 좌표,  $z_3$ 은 제3 위치 좌표(315)에서 측정된 특정 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 각각 의미한다.

[0047] 위치 추정부(205)는 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 광 송신기(301, 303, 305)로부터 전송되는 광 신호의 세기를 광 송신기(301, 303, 305) 각각의 위치맵에 대입하여 광 송신기(301, 303, 305) 각각의 직선 방정식을 도출할 수 있다. 이때, 특정 광 송신기의 직선 방정식을 하기의 수학식 2와 같이 표현할 수 있다.

[0048] [수학식 2]

$$f(x) = -\frac{1}{B}(Ax + Cz + D)$$

[0049]

[0050] 여기서,  $f(x)$ 는 특정 광 송신기의 직선 방정식,  $z$ 는 광 수신기의 현재 위치에서 측정된 특정 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 의미한다,

[0051] 광 수신기(300)의 현재 위치에서 측정된 특정 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기는 상수 값이므로 특정 광 송신기의 위치맵에 대입되는 경우 위치맵은 평면 상에 정사영된 직선 방정식으로 표현될 수 있다.

[0052] 광 송신기(301, 303, 305)의 종류에 따라  $[A_1, B_1, C_1, D_1]$ 를 제1 광 송신기(301)의 위치맵 상수,  $[A_2, B_2, C_2, D_2]$ 를 제2 광 송신기(303)의 위치맵 상수,  $[A_3, B_3, C_3, D_3]$ 를 제3 광 송신기(305)의 위치맵 상수로 표현할 수 있다. 또한, 광 송신기(301, 303, 305) 각각의 직선 방정식을  $f_1(x), f_2(x), f_3(x)$ 로 표현할 수 있다. 이때,  $f_1(x)$ 와  $f_2(x)$ 의 교점의 좌표를  $(x_{12}, y_{12})$ ,  $f_2(x)$ 와  $f_3(x)$ 의 교점의 좌표를  $(x_{23}, y_{23})$ ,  $f_3(x)$ 와  $f_1(x)$ 의 교점의 좌표를  $(x_{31}, y_{31})$ 으로 정의하는 경우 이는 하기의 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

[0053] [수학식 3]

$$x_{12} = \frac{B_2 D_1 - B_1 D_2}{A_2 B_1 - A_1 B_2} \quad y_{12} = \frac{-(A_1 x_{12} + D_1)}{B_1}$$

$$x_{23} = \frac{B_3 D_2 - B_2 D_3}{A_3 B_2 - A_2 B_3} \quad y_{23} = \frac{-(A_2 x_{23} + D_2)}{B_2}$$

$$x_{31} = \frac{B_1 D_3 - B_3 D_1}{A_1 B_3 - A_3 B_1} \quad y_{31} = \frac{-(A_3 x_{31} + D_3)}{B_3}$$

[0054]

[0055] 이때, 위치 추정부(205)는 교점들의 평균 좌표를 광 수신기(300)의 현재 위치로 추정하며 이는 하기의 수학적 식 4와 같이 표현된다.

[0056] [수학적 식 4]

$$x_{est} = \frac{1}{3}(x_{12} + x_{23} + x_{31}) \quad y_{est} = \frac{1}{3}(y_{12} + y_{23} + y_{31})$$

[0057]

[0058] 여기서  $x_{est}$  광 수신기(300)의 추정된 현재 위치의 x좌표,  $y_{est}$ 는 광 수신기(300)의 추정된 현재 위치의 y좌표를 의미한다.

[0059] 따라서, 본 발명은 광 수신기에서 실제 측정되는 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 이용하여 위치맵을 생성하고, 위치맵을 이용하여 광 수신기의 위치를 추정함으로써 광 송신기의 송신 감도 또는 광 수신기의 수신 감도를 고려한 위치 추정을 할 수 있다.

[0060] 즉, 광 송신기의 송신 감도 또는 광 수신기의 수신 감도의 변화에 능동적으로 대처하여 위치를 추정할 수 있어 이미 다른 광 수신기에 의해 생성된 위치맵을 이용하여 위치를 추정하는 것보다 정확성을 향상시킬 수 있다.

[0061] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 광 수신기는 셋 이상의 특정 위치에 대한 정보를 기 저장하는 대신 다른 광 수신기에 의해 생성된 세 개의 광 송신기에 대한 위치맵을 광 수신기와 네트워크로 연결된 서버로부터 수신할 수 있다. 이 경우 광 수신기는 위치맵을 이용하여 추정된 세 개의 위치에서 세 개의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정하여 세 개의 광 송신기 각각에 대한 위치맵을 새롭게 생성할 수도 있을 것이다.

[0062] 이 경우 광 수신기는 세 개의 위치를 기 저장할 필요 없으며, 특정 광 수신기를 이용하여 생성된 광 송신기 각각에 대한 위치맵을 이용하여 세 개의 위치를 추출하고, 세 개의 위치에서 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 측정하여 위치맵을 재 생성함으로써 광 송신기의 송신 감도 및 광 수신기의 수신 감도를 고려한 위치맵을 재 생성할 수 있다.

[0063] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신기의 위치 추정 방법의 전체적인 흐름을 도시한 도면이다. 이하, 도 4를 참고하여 각 단계에서 수행되는 과정을 상술한다.

[0064] 먼저 단계(S400)에서 측정부(201)은 광 수신기에 기 저장된 셋 이상의 위치에서 셋 이상의 광 송신기로부터 각각 전송되는 광 신호의 세기를 측정한다.

[0065] 이어서, 단계(S405)에서 위치맵 생성부(203)는 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵을 생성한다. 보다 상세하게 위치맵 생성부(203)는 광 수신기에 기 저장된 셋 이상의 위치에 대한 평면

좌표 및 셋 이상의 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 광 송신기 각각에 대한 위치맵을 생성한다.

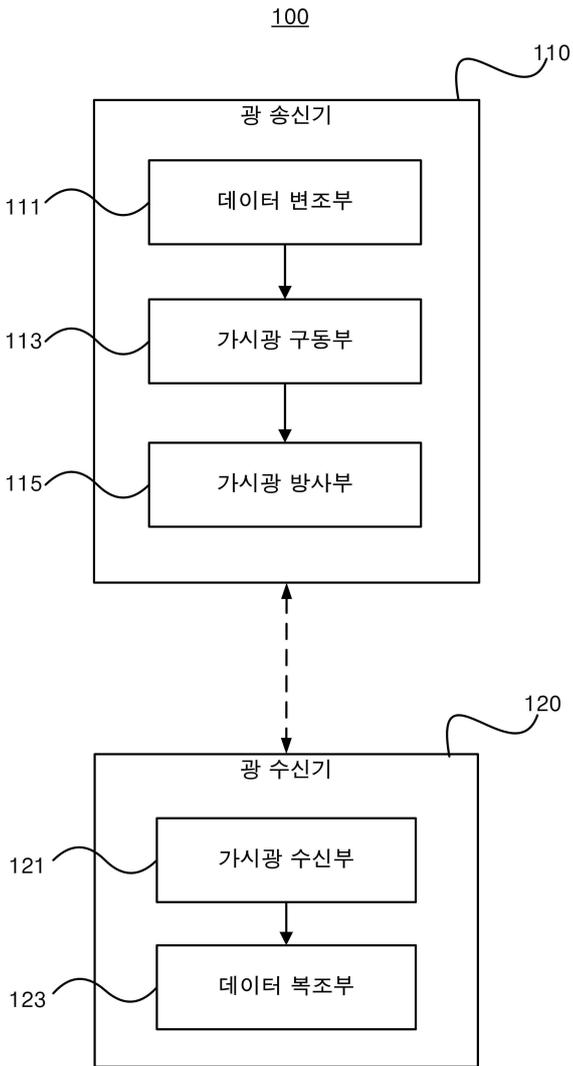
- [0066] 단계(S410)에서 측정부(201)는 광 수신기의 현재 위치에서 셋 이상의 광 송신기로부터 전송되는 광 신호의 세기를 측정한다.
- [0067] 마지막으로 단계(S415)에서 위치 추정부(205)는 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기 및 셋 이상의 광 송신기 각각에 대한 위치맵을 이용하여 광 수신기의 현재 위치를 추정한다.
- [0068] 보다 상세하게 위치 추정부(205)는 현재 위치에서 측정된 광 신호의 세기를 이용하여 셋 이상의 광 송신기 각각의 위치맵으로부터 각각의 직선 방정식을 도출하고, 상기 각각의 직선 방정식 간의 교점들을 이용하여 광 수신기의 현재 위치를 추정할 수 있다.
- [0069] 지금까지 본 발명에 따른 광 수신기의 위치 추정 방법의 실시예들에 대하여 설명하였고, 앞서 도 2 내지 도 3에서 설명한 위치 추정 장치(200)에 관한 구성이 본 실시예에도 그대로 적용 가능하다. 이에, 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0070] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

**부호의 설명**

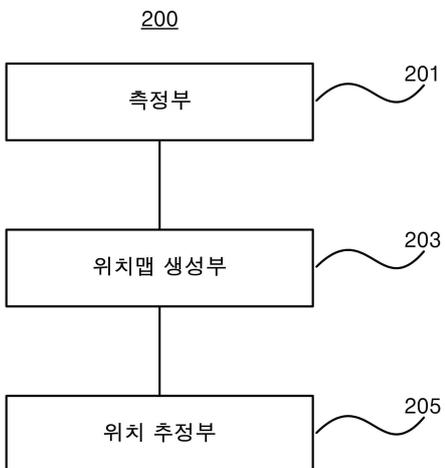
- [0071] 100: 가시광 통신 시스템                      110: 광 송신기
- 111: 데이터 변조부                              113: 가시광 구동부
- 115: 가시광 방사부                              120: 광 수신기
- 121: 가시광 수신부                              123: 데이터 복조부
- 200: 위치 추정 장치                              201: 측정부
- 203: 위치맵 생성부                              205: 위치 추정부
- 300: 광 수신기                                      301: 제1 광 송신기
- 303: 제2 광 송신기                              305: 제3 광 송신기
- 311: 제1 위치                                      313: 제2 위치
- 315: 제3 위치

도면

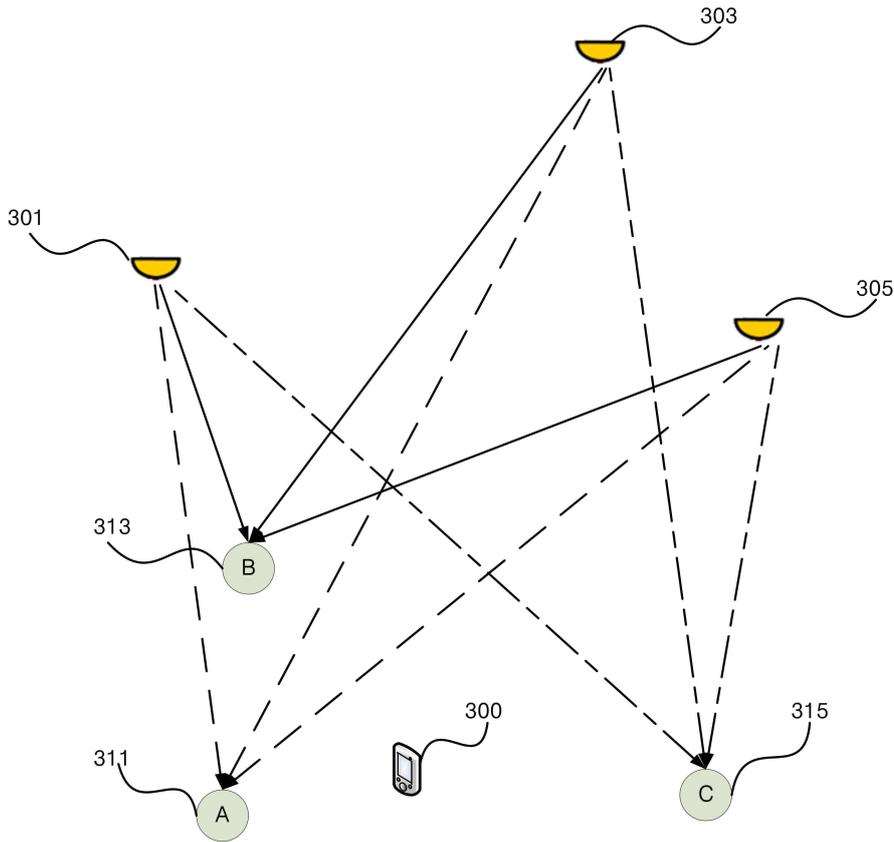
도면1



도면2



도면3



도면4

