



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0085024
(43) 공개일자 2013년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 17/06 (2006.01) G01S 17/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0006140
(22) 출원일자 2013년01월18일
심사청구일자 2013년01월18일
(30) 우선권주장
1020120005900 2012년01월18일 대한민국(KR)

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스
내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
이계산
경기 용인시 수지구 신봉동 신봉자이1차아파트
102동 302호
이규진
경기도 수원시 영통구 영통 2동 벽적골 8단지 두
산아파트 806동 1606호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

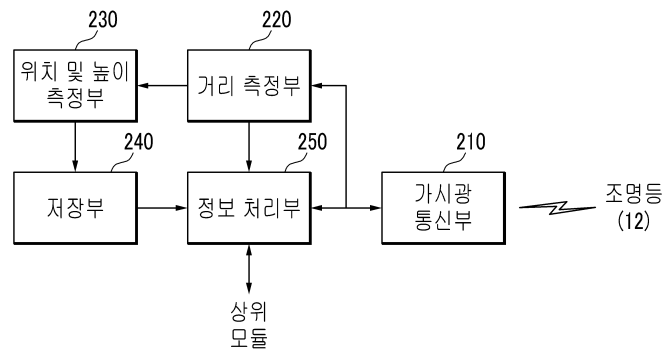
(54) 발명의 명칭 실내 가시광 통신을 이용한 3차원 위치 측정 방법 및 그 시스템과, 위치 기반 서비스 제공 방법

(57) 요약

실내 가시광 통신을 이용한 3차원 위치 측정 방법 및 그 시스템과, 위치 기반 서비스 제공 방법이 개시된다.

이 방법에 따르면, 이동 단말은 적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간을 산출하여 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정한다. 그 후, 상기에서 측정되는 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치를 측정한다. 그리고, 상기에서 측정되는 거리, 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보와 상기 이동 단말의 3차원 위치를 사용하여 상기 실내에서의 상기 이동 단말의 높이를 측정한다. 본 발명에 따르면, 기존에 존재하는 조명 인프라를 활용하는 가시광 통신을 이용하여 이동 단말의 위치를 정확히 측정할 수 있다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

차동호

경기 고양시 일산동구 중산동 하늘마을 아파트 10
7동 1708호

서효덕

경기 수원시 영통구 영통1동 1030-8번지 301호

특허청구의 범위

청구항 1

실내 조명등에 가시광 통신을 통해 접속되는 이동 단말이 위치를 측정하는 방법에 있어서,
적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간을 산출하여 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하는 단계;
상기에서 측정되는 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치를 측정하는 단계; 및
상기에서 측정되는 거리, 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보와 상기 이동 단말의 3차원 위치를 사용하여 상기 실내에서의 상기 이동 단말의 높이를 측정하는 단계
를 포함하는 위치 측정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하는 단계는,
거리 시퀀스 신호를 구성하는 단계;
상기 조명등으로부터 수신되는 거리 시퀀스 신호와 상기에서 구성되는 거리 시퀀스 신호의 상관을 통해 지연 시간을 산출하는 단계; 및
상기 지연 시간과 상기 가시광의 속도를 곱하여 상기 조명등과 상기 이동 단말사이의 거리를 측정하는 단계
를 포함하는 위치 측정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 이동 단말의 3차원 위치를 측정하는 단계에서, 상기 세 개의 조명등과 상기 이동 단말 사이의 각 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 삼변측량을 통해 상기 이동 단말의 3차원 위치가 측정되는 것을 특징으로 하는 위치 측정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 이동 단말의 높이를 측정하는 단계는,
상기 세 개의 조명등과 상기 이동 단말이 형성하는 사면체에서 하나의 삼각형 빗면의 높이를 산출하는 단계; 및
상기 삼각형 빗면의 높이와 상기 삼각형 빗면을 형성하지 않는 조명등의 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 높이를 산출하는 단계
를 포함하는 위치 측정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하는 단계 전에,
상기 세 개의 조명등이 거리 시퀀스 신호와 자신의 3차원 좌표 정보를 가시광을 통해 상기 이동 단말로 각각 송신하는 단계를 더 포함하는 위치 측정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 세 개의 조명등은 상기 거리 시퀀스 신호에 대한 상호간의 간섭을 고려하여 직교 관계를 가지도록 상기 거리 시퀀스 신호를 구성하는 것을 특징으로 하는 위치 측정 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 거리 시퀀스 신호와 3차원 좌표 정보는 파일럿 신호, 프리엠블 신호 또는 포스트엠블 신호에 삽입되어 전달되는 것을 특징으로 하는 위치 측정 방법.

청구항 8

실내 공간에 설치되어 조명 역할을 하는 동시에 가시광 통신을 수행하며, 거리 측정을 위한 거리 시퀀스 신호와 자신의 3차원 좌표 정보를 가시광 통신을 통해 송신하는 적어도 세 개의 조명등; 및

상기 적어도 세 개의 조명등과 가시광 통신을 통해 접속되며, 상기 적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간을 산출하여 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하고, 측정되는 거리와 상기 세 개의 조명등의 좌표 정보를 사용하여 자신의 3차원 위치 정보와 상기 실내 공간에서의 높이를 측정하는 이동 단말

을 포함하는 위치 측정 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 조명등은,

상기 거리 시퀀스 신호를 구성하는 거리 시퀀스 구성부;

가시광을 통해 상기 이동 단말과의 정보 송수신을 수행하는 가시광 통신부; 및

상위 모듈로부터 수신되는 정보를 상기 가시광 통신부를 통해 상기 이동 단말로 송신하고, 상기 가시광 통신부를 통해 상기 이동 단말로부터 수신되는 정보를 상기 상위 모듈로 전달하며, 상기 가시광 통신부를 통해 상기 이동 단말로 송신되는 신호에 상기 거리 시퀀스 구성부에 의해 구성되는 거리 시퀀스 신호와 자신의 3차원 좌표 정보를 삽입하여 함께 송신하는 정보 처리부

를 포함하는 위치 측정 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 이동 단말은,

가시광을 통해 상기 조명등과의 정보 송수신을 수행하는 가시광 통신부;

상기 조명등으로부터 수신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간과 상기 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 조명등과 상기 이동 단말 사이의 거리를 측정하는 거리 측정부; 및

상기 거리 측정부에서 측정되는 거리와 상기 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치 및 높이를 측정하는 위치 및 높이 측정부

를 포함하는 위치 측정 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 위치 및 높이 측정부는 상기 세 개의 조명등과 상기 이동 단말이 형성하는 사면체에 기초하여 상기 이동 단말의 위치 및 높이를 측정하는 것을 특징으로 하는 위치 측정 시스템.

청구항 12

실내 조명등에 가시광 통신을 통해 접속되는 이동 단말에 대한 위치 기반 서비스 제공 방법에 있어서,
 상기 이동 단말이 적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간에 근거하여 산출되는 상기 세 개의 조명등과 상기 이동 단말과의 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이를 측정하는 단계;
 상기 조명등에 접속되는 서버가 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이를 전달받아서 시간과 함께 저장하는 단계; 및
 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이에 따른 경로 예측을 통해 상기 실내에서의 통신 장애 지역 및 섀도잉(Shadowing) 지역에서의 전력 제어 또는 적응 변조 제어를 수행하는 단계를 포함하는 위치 기반 서비스 제공 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,
 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이를 측정하는 단계는,
 상기 적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간을 산출하여 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하는 단계;
 상기에서 측정되는 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치를 측정하는 단계; 및
 상기에서 측정되는 거리, 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보와 상기 이동 단말의 3차원 위치를 사용하여 상기 실내에서의 상기 이동 단말의 높이를 측정하는 단계를 포함하는 위치 기반 서비스 제공 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,
 상기 적응 변조 제어를 수행하는 단계에서, 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이 정보를 저장하여 3차원 추적 데이터베이스를 구축하고, 구축되는 3차원 추적 데이터베이스를 통해 상기 이동 단말의 경로 패턴을 추적하여 경로 예측을 수행하는 것을 특징으로 하는 위치 기반 서비스 제공 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 실내 가시광 통신을 이용한 3차원 위치 측정 방법 및 그 시스템과, 위치 기반 서비스 제공 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 다양한 목적을 위해 가시광 통신(Visible Light Communication)을 수행하는 가시광 통신 시스템의 개발이 활발하게 전개되고 있다.

[0003] 가시광 통신 시스템은 가시광을 이용하여 통신하는 시스템으로서, 가시광의 장점을 활용하여 통신 네트워크를 구축하여 조명등의 역할과 통신 시스템의 역할을 모두 갖춘 시스템이다.

[0004] 이러한 가시광 통신 시스템은 가시광을 이용할 수 있으므로, 조명등에서 발산되는 빛이나 표시기기 등에서 사용되는 발광 다이오드(LED)의 가시광을 눈에 보이지 않는 속도로 점멸시켜 정보를 보내는 기술로 고속의 통신이 가능하다.

[0005] 한편, 이동 단말에 대한 기존의 위치 측정 기술은 GPS(Global Positioning System)와 같이 전 세계 24개의 위성을 사용하여 위치를 측정하는 기술과, WLAN(Wireless Local Area Network), WCDMA(Wideband Code Division

Multiple Access), RFID(Radio Frequency Identification), UWB(Ultra Wide Band) 등과 같이 신호 세기를 이용하여 위치를 측정하는 기술이 있다.

[0006] 그러나, 위성을 이용하여 위치를 탐색하는 GPS 기술은 실내에 들어오면 위성이 측정하는데 한계가 있어 오차 범위가 증가하여 그 정확도가 떨어지거나 아예 측정을 수행하지 못하는 경우가 있다.

[0007] 또한, WLAN, WCDMA, RFID 등과 같이 신호 세기를 이용하여 위치를 측정하는 기술은 실내에 새로운 인프라를 구축해야 하는 비용의 문제점과 실내에서 송수신기의 인식 거리가 짧아서 넓은 공간이나 이동하는 상황에서 정확한 위치 측정에 한계점을 나타내고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 가시광 통신을 이용하여 이동 단말의 3차원적인 위치 측정을 정확히 할 수 있는 3차원 위치 측정 방법 및 그 시스템과, 위치 기반 서비스 제공 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 한 특징에 따른 위치 측정 방법은,

[0010] 실내 조명등에 가시광 통신을 통해 접속되는 이동 단말이 위치를 측정하는 방법으로서, 적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간을 산출하여 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하는 단계; 상기에서 측정되는 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치를 측정하는 단계; 및 상기에서 측정되는 거리, 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보와 상기 이동 단말의 3차원 위치를 사용하여 상기 실내에서의 상기 이동 단말의 높이를 측정하는 단계를 포함한다.

[0011] 여기서, 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하는 단계는, 거리 시퀀스 신호를 구성하는 단계; 상기 조명등으로부터 수신되는 거리 시퀀스 신호와 상기에서 구성되는 거리 시퀀스 신호의 상관을 통해 지연 시간을 산출하는 단계; 및 상기 지연 시간과 상기 가시광의 속도를 곱하여 상기 조명등과 상기 이동 단말사이의 거리를 측정하는 단계를 포함한다.

[0012] 또한, 상기 이동 단말의 3차원 위치를 측정하는 단계에서, 상기 세 개의 조명등과 상기 이동 단말 사이의 각 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 삼변측량을 통해 상기 이동 단말의 3차원 위치가 측정되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 이동 단말의 높이를 측정하는 단계는, 상기 세 개의 조명등과 상기 이동 단말이 형성하는 사면체에서 하나의 삼각형 빗면의 높이를 산출하는 단계; 및 상기 삼각형 빗면의 높이와 상기 삼각형 빗면을 형성하지 않는 조명등의 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 높이를 산출하는 단계를 포함한다.

[0014] 또한, 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하는 단계 전에, 상기 세 개의 조명등이 거리 시퀀스 신호와 자신의 3차원 좌표 정보를 가시광을 통해 상기 이동 단말로 각각 송신하는 단계를 더 포함한다.

[0015] 또한, 상기 세 개의 조명등은 상기 거리 시퀀스 신호에 대한 상호간의 간섭을 고려하여 직교 관계를 가지도록 상기 거리 시퀀스 신호를 구성하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 거리 시퀀스 신호와 3차원 좌표 정보는 파일럿 신호, 프리엠블 신호 또는 포스트엠블 신호에 삽입되어 전달되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 다른 특징에 따른 위치 측정 시스템은,

[0018] 실내 공간에 설치되어 조명 역할을 하는 동시에 가시광 통신을 수행하며, 거리 측정을 위한 거리 시퀀스 신호와 자신의 3차원 좌표 정보를 가시광 통신을 통해 송신하는 적어도 세 개의 조명등; 및 상기 적어도 세 개의 조명등과 가시광 통신을 통해 접속되며, 상기 적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간을 산출하여 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하고, 측정되는 거리와 상기 세 개의 조명등의 좌표 정보를 사용하여 자신의 3차원 위치 정보와 상기 실내 공간에서의 높이를 측정하는 이동 단말을 포함한다.

[0019] 여기서, 상기 조명등은, 상기 거리 시퀀스 신호를 구성하는 거리 시퀀스 구성부; 가시광을 통해 상기 이동 단말

과의 정보 송수신을 수행하는 가시광 통신부; 및 상위 모듈로부터 수신되는 정보를 상기 가시광 통신부를 통해 상기 이동 단말로 송신하고, 상기 가시광 통신부를 통해 상기 이동 단말로부터 수신되는 정보를 상기 상위 모듈로 전달하며, 상기 가시광 통신부를 통해 상기 이동 단말로 송신되는 신호에 상기 거리 시퀀스 구성부에 의해 구성되는 거리 시퀀스 신호와 자신의 3차원 좌표 정보를 삽입하여 함께 송신하는 정보 처리부를 포함한다.

[0020] 또한, 상기 이동 단말은, 가시광을 통해 상기 조명등과의 정보 송수신을 수행하는 가시광 통신부; 상기 조명등으로부터 수신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간과 상기 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 조명등과 상기 이동 단말 사이의 거리를 측정하는 거리 측정부; 및 상기 거리 측정부에서 측정되는 거리와 상기 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치 및 높이를 측정하는 위치 및 높이 측정부를 포함한다.

[0021] 또한, 상기 위치 및 높이 측정부는 상기 세 개의 조명등과 상기 이동 단말이 형성하는 사면체에 기초하여 상기 이동 단말의 위치 및 높이를 측정하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 본 발명의 또 다른 특징에 따른 위치 기반 서비스 제공 방법은,

[0023] 실내 조명등에 가시광 통신을 통해 접속되는 이동 단말에 대한 위치 기반 서비스 제공 방법으로서, 상기 이동 단말이 적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간에 근거하여 산출되는 상기 세 개의 조명등과 상기 이동 단말과의 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이를 측정하는 단계; 상기 조명등에 접속되는 서버가 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이를 전달받아서 시간과 함께 저장하는 단계; 및 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이에 따른 경로 예측을 통해 상기 실내에서의 통신 장애 지역 및 섀도잉(Shadowing) 지역에서의 전력 제어 또는 적응 변조 제어를 수행하는 단계를 포함한다.

[0024] 여기서, 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이를 측정하는 단계는, 상기 적어도 세 개의 조명등으로부터 가시광 통신을 통해 각각 송신되는 거리 시퀀스 신호의 지연 시간을 산출하여 상기 세 개의 조명등과의 거리를 각각 측정하는 단계; 상기에서 측정되는 거리와 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보를 사용하여 상기 이동 단말의 3차원 위치를 측정하는 단계; 및 상기에서 측정되는 거리, 상기 세 개의 조명등의 3차원 좌표 정보와 상기 이동 단말의 3차원 위치를 사용하여 상기 실내에서의 상기 이동 단말의 높이를 측정하는 단계를 포함한다.

[0025] 또한, 상기 적응 변조 제어를 수행하는 단계에서, 상기 이동 단말의 3차원 위치 정보와 높이 정보를 저장하여 3차원 추적 데이터베이스를 구축하고, 구축되는 3차원 추적 데이터베이스를 통해 상기 이동 단말의 경로 패턴을 추적하여 경로 예측을 수행하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따르면, 기존에 존재하는 조명 인프라를 활용하는 가시광 통신을 이용하여 이동 단말의 위치를 정확히 측정할 수 있다.

[0027] 이와 같이 정확히 측정되는 위치 정보를 활용하여 실내의 통신 장애 지역과 섀도잉 지역을 인지하고 무선 통신 링크의 문제점을 파악하여 대응할 수 있다.

[0028] 또한, 이동 단말의 예상 이동 경로 및 반복되는 고정 경로와 같이 반복되는 행동 패턴을 저장하여 보다 향상된 통신 및 QoS를 만족시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 3차원 위치 측정 시스템이 적용되는 실내 공간을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 3차원 위치 측정 방법을 적용하기 위한 대상의 개념도이다.

도 3은 도 2에 도시된 대상을 사면체로 도식화한 도면이다.

도 4는 도 3에 도시된 사면체 중 하나의 삼각형 빗면을 도시한 도면이다.

도 5는 도 4에 도시된 사면체에서 A' 과 D 및 S_3 가 형성하는 삼각형을 도시한 도면이다.

도 6은 도 1에 도시된 조명등의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.

도 7은 도 1에 도시된 이동 단말의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.

도 8은 도 7에 도시된 거리 측정부의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.

도 9는 도 7에 도시된 위치 및 높이 측정부의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 제1 실시예에 따른 위치 기반 서비스 제공 방법을 수행하기 위한 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 위치 기반 서비스 제공 방법을 수행하기 위한 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 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.

[0031] 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. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 3차원 위치 측정 시스템이 적용되는 실내 공간을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 실내 공간(10)의 천장(11)에 가시광 통신이 가능한 복수 개의 조명등(12)이 설치되어 있다. 또한, 가시광 통신이 가능한 이동 단말(20)이 실내 공간(10)의 조명등(12) 아래 위치하게 되는 경우, 이동 단말(20)은 조명등(12)과의 가시광 통신을 통해 조명등(12)과의 거리를 측정하고, 측정은 거리에 기초하여 자신의 3차원 위치와 높이를 측정한다. 여기서, 높이는 천장(11)과 이동 단말(20) 사이의 거리로써, 보다 구체적으로는 이동 단말(20)의 위치를 추정하는데 사용되는 적어도 3개의 조명등(12)이 형성하는 삼각형의 면에 수직하는 점과 이동 단말(20) 사이의 거리를 의미한다.

[0034] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 3차원 위치 측정 시스템에서 이동 단말(20)이 자신의 위치와 높이를 측정하는 방법에 대해 설명한다.

[0035] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 3차원 위치 측정 방법을 적용하기 위한 대상의 개념도이고, 도 3은 도 2에 도시된 대상을 사면체로 도식화한 도면이다.

[0036] 도 2 및 도 3을 참조하면, 이동 단말(20)의 상부에 위치하는 3개의 조명등(12)을 각각 $S_1(x_1, y_1, z_1)$, $S_2(x_2, y_2, z_2)$ 및 $S_3(x_3, y_3, z_3)$ 으로 나타내고, 이동 단말(20)은 $D(x, y, z)$ 로 나타내면, 3개의 조명등(12) S_1 , S_2 및 S_3 과 이동 단말(20) D 가 사면체(30)를 형성한다.

[0037] 이동 단말(20) D 는 3개의 조명등(12) S_1 , S_2 및 S_3 으로부터 송신되는 가시광을 수신하여 S_1 , S_2 및 S_3 의 위치 좌표를 추출하고 S_1 , S_2 및 S_3 까지의 각 거리(d_1 , d_2 , d_3)를 측정한다. 여기서, d_1 은 S_1 부터 D 까지의 거리이고, d_2 는 S_2 부터 D 까지의 거리이며, d_3 은 S_3 부터 D 까지의 거리이고, S_1 , S_2 및 S_3 의 위치 좌표는 S_1 , S_2 및 S_3 으로부터 가시광 통신을 통해 P 로 전달된다. 그리고, D 로부터 S_1 , S_2 및 S_3 까지의 각 거리를 측정하는 방법에 대해서 추후 설명하기로 한다.

[0038] 이 후, 측정된 각 거리(d_1 , d_2 , d_3)를 이용하여 사면체(30)에 대한 삼변측량을 할 수 있으며, 이것은 하기의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

[0039] [수학식 1]

$$d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2$$

$$d_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2$$

$$d_3^2 = (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2$$

[0041] 이와 같은 삼변측량을 통해 이동 단말(20) D는 자신의 위치 좌표(x, y, z)를 측정할 수 있다.

[0042] 다음, 이동 단말(20) D의 높이(H_w)를 측정하는 방법에 대해 설명한다.

[0043] 도 4는 도 3에 도시된 사면체(30) 중 하나의 삼각형 빗면을 도시한 도면이다.

[0044] 도 4를 참조하면, 사면체(30) 중에서 2개의 조명등(12) S₁과 S₂와 이동 단말(20) D가 이루는 삼각형 빗면이 도시되어 있다. 이러한 삼각형 빗면에서 S₁과 S₂ 사이의 선 $\overline{S_1S_2}$ 에 D가 직교하는 점 A'와 D간의 거리가 이 삼각형의 높이 h₁이 된다.

[0045] 한편, 삼각형 △S₁DS₂에 대해 하기의 수학식 2가 적용될 수 있다.

[0046] [수학식 2]

$$a^2 = d_1^2 + d_2^2 - 2d_1d_2\cos\theta_1$$

[0048] 여기서, a는 선 $\overline{S_1S_2}$ 의 길이이고, θ₁은 D를 중심으로 S₁과 S₂가 형성하는 각, 즉 ∠S₁DS₂를 의미한다.

[0049] 상기 수학식 2는 하기의 수학식 3과 같이 변형이 가능하다.

[0050] [수학식 3]

$$\cos\theta_1 = \frac{d_1^2 + d_2^2 - a^2}{2d_1d_2}$$

[0052] 여기서, S₁과 S₂의 좌표가 이미 알려져 있으므로 그 사이의 거리를 나타내는 a 또한 쉽게 구할 수 있고, d₁과 d₂ 또한 상기에서 이미 측정되었으므로 상기 수학식 3을 통해 θ₁이 구해질 수 있다.

[0053] 한편, 수학식 3은 θ₁을 중심으로 산출된 수학식이며, θ₂를 중심으로도 상기와 같이 적용할 수 있으며, 그 결과는 하기의 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

[0054] [수학식 4]

$$\cos\theta_2 = \frac{d_1^2 + a^2 - d_2^2}{2d_1a}$$

[0056] 여기서, θ₂는 S₁을 중심으로 D와 S₂가 형성하는 각, 즉 ∠DS₁S₂를 의미한다.

[0057] 수학식 4를 통해서 θ₂가 구해질 수 있다.

[0058] 한편, 삼각형 △S₁DS₂의 면적은 선 $\overline{S_1S_2}$ 을 기준으로 할 때는 하기의 수학식 5와 같이 나타낼 수 있고, 선 $\overline{S_1D}$ 를 기준으로 할 때는 하기의 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

[0059] [수학식 5]

$$\frac{1}{2}ak_1$$

[0060]

- [0061] [수학식 6]
- [0062]
$$\frac{1}{2} d_1 d_2 \sin \theta_1$$
- [0063] 이 때, 수학식 5와 수학식 6에서의 삼각형 면적은 동일하므로 수학식 7과 같은 관계가 성립한다.
- [0064] [수학식 7]
- [0065]
$$\frac{1}{2} a h_1 = \frac{1}{2} d_1 d_2 \sin \theta_1$$
- [0066] 상기 수학식 7은 하기의 수학식 8과 같이 변형이 가능하다.
- [0067] [수학식 8]
- [0068]
$$h_1 = \frac{d_1 d_2}{a} \sin \theta_1$$
- [0069] 여기서, a , d_1 , d_2 및 θ_1 이 모두 측정된 값이므로 수학식 8을 통해 삼각형 $\triangle S_1 D S_2$ 에서의 D의 높이, 즉 사면체 (30)에서 S_1 과 S_2 와 D가 이루는 삼각형 빗면의 높이(h_1)를 산출할 수 있다.
- [0070] 도 5는 도 4에 도시된 사면체(30)에서 A' 과 D 및 S_3 가 형성하는 삼각형을 도시한 도면이다.
- [0071] 도 5를 참조하면, 상기에서 구해진 삼각형 빗면의 높이(h_1)와 삼각형 빗면을 형성하지 않은 또 하나의 조명등 (12), 즉 S_3 를 연결한 삼각형, 즉 $\triangle A' D S_3$ 이 형성되며, 이 삼각형 $\triangle A' D S_3$ 에서 높이, 즉 D에서 선 $\overline{S_2 S_3}$ 에 직교 하는 선 $\overline{DC}$ 의 길이(H_w)가 이동 단말(20) D의 높이가 된다.
- [0072] 이러한 D의 높이 H_w 를 산출하기 위해, 삼각형 $\triangle A' D S_3$ 의 면적을 구하는 수학식을 상기한 5, 6, 및 7과 같이 사용한다.
- [0073] 선 $\overline{A' S_3}$ 를 기준으로 하는 면적은 수학식 9와 같다.
- [0074] [수학식 9]
- [0075]
$$\frac{1}{2} c H_w$$
- [0076] 여기서, c 는 선 $\overline{A' S_3}$ 의 길이이다.
- [0077] 이하 선 $\overline{A' S_3}$ 의 길이 c 를 구하는 방법에 대해 설명한다.
- [0078] 먼저, 선 $\overline{S_1 A'}$ 의 길이 k 는 도 3에 도시된 삼각형 $\triangle S_1 D A'$ 에서 d_1 과 h_1 에 근거하여 하기의 수학식 10과 같이 구할 수 있다.
- [0079] [수학식 10]
- [0080]
$$\sqrt{d_1^2 - h_1^2} = k$$
- [0081] 이와 같이 구해지는 k 와 삼각형 $\triangle S_1 A' S_3$ 에서 선 $\overline{S_1 S_3}$ 의 길이 b 를 사용하여 삼변측량을 적용하면 선 $\overline{A' S_3}$ 의 길이 c 가 하기의 수학식 11과 같이 구해진다.
- [0082] [수학식 11]
- [0083]
$$c = \sqrt{k^2 + b^2 - 2kb \cos \theta_4}$$
- [0084] 여기서, θ_4 는 S_1 을 중심으로 A' 과 S_3 가 형성하는 각, 즉 $\angle A' S_1 S_3$ 를 의미한다.

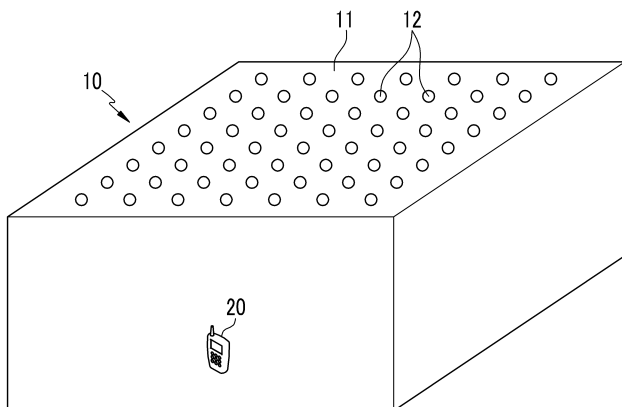
- [0085] 다음, 도 5로 돌아가서, 삼각형 $\triangle A'DS_3$ 에서 선 $\overline{A'D}$ 를 기준으로 하는 면적은 수학식 12와 같으며, 수학식 9와 연립하는 식은 수학식 13과 같이 나타낼 수 있다.
- [0086] [수학식 12]
- [0087]
$$\frac{1}{2} h_1 d_3 \sin \theta_3$$
- [0088] 여기서, θ_3 는 D를 중심으로 A' 과 S_3 가 형성하는 각, 즉 $\angle A'DS_3$ 를 의미한다.
- [0089] [수학식 13]
- [0090]
$$\frac{1}{2} c H_w = \frac{1}{2} h_1 d_3 \sin \theta_3$$
- [0091] 상기 수학식 13은 하기의 수학식 14와 같이 변형이 가능하다.
- [0092] [수학식 14]
- [0093]
$$H_w = \frac{h_1 d_3}{c} \sin \theta_3$$
- [0094] 여기서, c, h_1 및 d_3 는 이미 구해진 값이므로, θ_3 만이 남는다.
- [0095] θ_3 에 대해서는 상기한 수학식 3이 적용될 수 있다.
- [0096] 즉, 수학식 3은 θ_1 을 중심으로 산출된 수학식이지만, θ_3 를 중심으로도 적용될 수 있으며, 그 결과는 하기의 수학식 15와 같이 나타낼 수 있다.
- [0097] [수학식 15]
- [0098]
$$\cos \theta_3 = \frac{h_1^2 + d_3^2 - c^2}{2 h_1 d_3}$$
- [0099] 이와 같이, 수학식 15를 통해서 θ_3 가 구해질 수 있으므로, 결과적으로 상기한 수학식 14를 통해 이동 단말(20)의 높이 H_w 를 구할 수 있다.
- [0100] 도 6은 도 1에 도시된 조명등(12)의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0101] 도 6을 참조하면, 조명등(12)은 거리 시퀀스(sequence) 구성부(121), 저장부(123), 가시광 통신부(125) 및 정보처리부(127)를 포함한다. 여기서, 조명등(12)은 상기한 구성 이외에 조명으로서 동작하기 위한 구성을 더 포함하고 있으며, 이러한 구성에 대해서는 이미 잘 알려져 있으므로 여기에서는 구체적인 설명을 생략한다.
- [0102] 거리 시퀀스 구성부(121)는 이동 단말(20)이 조명등(12)과의 사이의 거리를 측정하는데 사용되는 거리 시퀀스 신호를 구성한다.
- [0103] 저장부(123)는 조명등(12) 고유의 좌표 정보를 저장한다. 이러한 좌표 정보는 실내에서 조명등(12)이 설치될 때 미리 측정되어 저장된다.
- [0104] 가시광 통신부(125)는 가시광을 통해 이동 단말(20)과의 정보 송수신을 수행한다. 이러한 가시광 통신부(125)는 예를 들어 LED를 사용하여 이동 단말(20)과 가시광 통신을 수행하는데, 이러한 구성에 대해서는 이미 잘 알려져 있으므로 여기에서는 구체적인 설명을 생략한다.
- [0105] 정보 처리부(127)는 상위 모듈로부터 수신되는 정보를 가시광 통신부(125)를 통해 이동 단말(20)로 송신하고, 또한 가시광 통신부(125)를 통해 이동 단말(20)로부터 수신되는 정보를 상위 모듈로 전달한다.
- [0106] 또한, 정보 처리부(127)는 가시광 통신부(125)를 통해 이동 단말(20)로 송신되는 신호에 거리 시퀀스 구성부(121)에서 구성되는 거리 시퀀스 신호와 저장부(123)에 저장되어 있는 조명등(12)의 좌표 정보를 삽입하여 함께 송신한다. 이 때, 거리 시퀀스 신호와 좌표 정보는 파일럿(pilot) 신호, 프리앰블(preamble) 신호 또는 포스트앰블(postamble)에 포함되어 송신될 수 있다.

- [0107] 또한, 정보 처리부(127)는 거리 시퀀스 신호에 대해 다수의 조명등(12)간에 간섭이 발생할 수 있으므로 서로간의 간섭을 없애기 위해서 직교 관계를 가지도록 거리 시퀀스를 구성한다. 이러한 예로 월시 코드(Walsh code), 골드 코드(Gold code), m-시퀀스 등을 이용하여 거리 시퀀스를 구성한다.
- [0108] 도 7은 도 1에 도시된 이동 단말(20)의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0109] 도 7을 참조하면, 이동 단말(20)은 가시광 통신부(210), 거리 측정부(220), 위치 및 높이 측정부(230), 저장부(240) 및 정보 처리부(250)를 포함한다. 여기서, 이동 단말(20)은 상기한 구성 이외에 이동통신망(도시되지 않음)을 통해 이동통신 서비스를 제공받기 위한 구성을 더 포함하고 있으며, 이러한 구성에 대해서는 이미 잘 알려져 있으므로 여기에서는 구체적인 설명을 생략한다.
- [0110] 가시광 통신부(210)는 가시광을 통해 조명등(12)의 가시광 통신부(125)와의 정보 송수신을 수행한다.
- [0111] 거리 측정부(220)는 가시광 통신부(210)를 통해 조명등(12)으로부터 수신되는 신호를 사용하여 조명등(12)과의 사이의 거리를 측정한다.
- [0112] 위치 및 높이 측정부(230)는 거리 측정부(220)에서 측정되는 거리 정보를 사용하여 이동 단말(20)의 위치와 높이를 측정한다.
- [0113] 저장부(240)는 위치 및 높이 측정부(230)에서 측정되는 이동 단말(20)의 위치와 높이 정보를 저장한다. 저장부(240)는 이러한 위치 및 높이 정보를 시간과 함께 누적하여 저장한다. 이렇게 저장되는 정보는 이동 단말(20)의 이동 경로가 된다.
- [0114] 정보 처리부(250)는 가시광 통신부(210)를 통해 수신되는 정보를 상위 모듈로 전달하고, 상위 모듈로부터 수신되는 정보를 가시광 통신부(210)를 통해 조명등(12)으로 송신한다.
- [0115] 또한, 정보 처리부(250)는 저장부(240)에 저장되어 있는 위치 및 높이 정보 또는 시간별로 저장되어 있는 위치 및 높이 정보를 조명등(12)으로 전달하거나 또는 상위 모듈을 통해 외부의 서버(도시되지 않음) 등으로 전달한다.
- [0116] 도 8은 도 7에 도시된 거리 측정부(220)의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0117] 도 8에 도시된 바와 같이, 거리 측정부(220)는 거리 시퀀스 구성부(221), 거리 시퀀스 추정부(223) 및 거리 산출부(225)를 포함한다.
- [0118] 거리 시퀀스 구성부(221)는 조명등(12)과의 사이의 거리를 측정하는데 사용되는 거리 시퀀스 신호를 구성한다. 거리 시퀀스 구성부(221)에 의해 구성되는 거리 시퀀스 신호는 조명등(12)의 거리 시퀀스 구성부(121)에 의해 구성되는 거리 시퀀스 신호와 동일하다.
- [0119] 거리 시퀀스 추정부(223)는 시퀀스 구성부(221)에 의해 구성되는 거리 시퀀스 신호를 사용하여 가시광 통신부(210)를 통해 수신되는 신호로부터 조명등(12)에서 송신되는 거리 시퀀스 신호를 추정한다.
- [0120] 거리 산출부(225)는 거리 시퀀스 추정부(223)에 의해 추정되는 거리 시퀀스 신호와 거리 시퀀스 구성부(221)에 의해 구성되는 거리 시퀀스 신호와의 상관(Correlation)을 통해 지연 시간(delay time)을 산출하고, 산출된 지연 시간과 빛의 속도, 즉 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 를 곱하여 조명등(12)과 이동 단말(20)까지의 거리를 산출하여 저장부(240)에 저장한다.
- [0121] 도 9는 도 7에 도시된 위치 및 높이 측정부(230)의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0122] 도 9에 도시된 바와 같이, 위치 및 높이 측정부(230)는 위치 측정부(231) 및 높이 측정부(233)를 포함한다.
- [0123] 위치 측정부(231)는 거리 측정부(220)에 의해 측정되는 조명등(12)과 이동 단말(20) 사이의 거리, 특히 적어도 3개의 조명등(12)과 이동 단말(20) 사이의 거리 정보와 해당 조명등(12)의 좌표 정보를 사용하여 이동 단말(20)의 3차원 위치 정보를 측정한다. 이 때, 위치 측정부(231)는 상기한 수학식 1을 사용하여 이동 단말(20)의 3차원 위치 정보, 즉 위치 좌표(x, y, z)를 측정할 수 있다.
- [0124] 높이 측정부(233)는 거리 측정부(220)에 의해 측정되는 조명등(12)과 이동 단말(20) 사이의 거리, 특히 적어도 3개의 조명등(12)과 이동 단말(20) 사이의 거리 정보와 해당 조명등(12)의 좌표 정보 그리고, 위치 측정부(231)에 의해 측정되는 이동 단말(20)의 위치 정보를 사용하여 이동 단말(20)의 높이를 측정한다. 이 때, 높이 측정부(233)는 상기한 수학식 2 내지 15를 사용하여 이동 단말(20)의 높이를 측정할 수 있다.

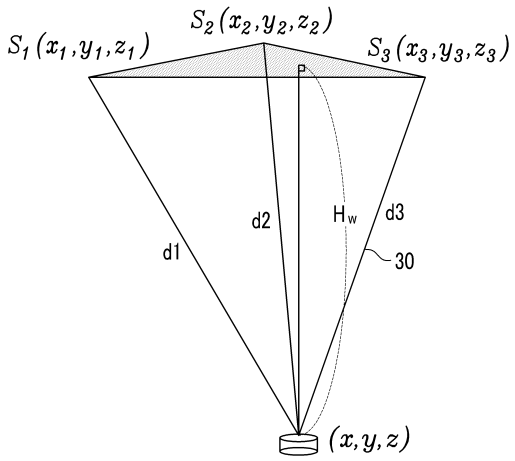
- [0125] 한편, 상기에서 측정되는 이동 단말(20)의 위치 및 높이 정보를 이용하여 위치 기반 서비스 제공이 가능하다.
- [0126] 도 10을 참조하면, 조명등(12)에 위치 기반 서비스를 제공하는 서버(100)가 접속되어 있다. 조명등(12)은 상기한 바와 같이 가시광 통신을 통해 이동 단말(20)과 정보 송수신이 가능하고, 이동 단말(12)은 가시광 통신을 통해 조명등(12)으로부터 수신되는 신호를 사용하여 자신의 3차원 위치 정보와 높이를 측정할 수 있다.
- [0127] 이동 단말(20)은 측정된 3차원 위치 정보와 높이를 시간을 기준으로 누적하여 저장함으로써 경로 정보를 형성할 수 있다. 이동 단말(20)은 저장되어 있는 경로 정보, 즉 시간을 기준으로 저장된 위치 정보와 높이 정보를 조명등(12)으로 전달하고, 조명등(12)은 다시 이들 정보를 서버(100)로 전달한다.
- [0128] 따라서, 서버(100)는 조명등(12)을 통해 전달되는 이동 단말(20)의 경로 정보에 기초하여 이동 단말(20)에 대한 위치 기반 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 위치 기반 서비스는 매우 다양하며, 예를 들어 3차원 경로 추적 데이터베이스를 구축하여 이동 단말(20)의 경로 예측 등 경로 패턴 등을 저장 추적하는 서비스일 수 있다.
- [0129] 따라서, 서버(100)는 이러한 위치 기반 서비스를 위해 이동 단말(20)의 이동 경로에 대응되는 정보를 조명등(12)을 통해 이동 단말(20)로 제공할 수 있다.
- [0130] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 도 11에 도시된 바와 같이, 조명등(12)에 직접 접속되는 동시에 이동 통신망(300)을 통해 이동 단말(20)에 접속되는 서버(110)가 실내(10)에서의 이동 단말(20)의 경로 정보를 조명등(12)을 통해 수신하여, 이동 통신망(300)을 통해 파악되는 실내(10)에서의 통신 장애 지역 및 섀도잉(shadowing) 지역에서의 전력 제어나 적응 변조 제어 등에 적용할 수 있다. 즉, 서버(110)는 이동 통신망(300)을 통해 접속되는 이동 단말(20)이 실내(10)에서의 통신 장애나 섀도잉 여부를 파악할 수 있고, 이 경우에 대해 이동 단말(20) 경로 분석을 통해 통신 장애나 섀도잉이 발생하는 지역의 3차원 위치 정보를 파악할 수 있으므로 이를 통한 전력 제어나 적응 변조 제어가 가능해진다.
- [0131] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 장치 및 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.
- [0132] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

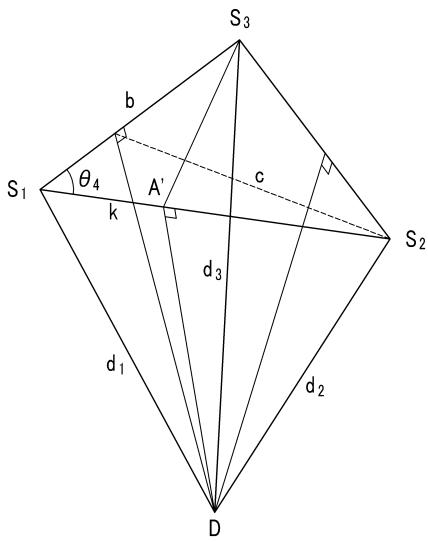
도면1



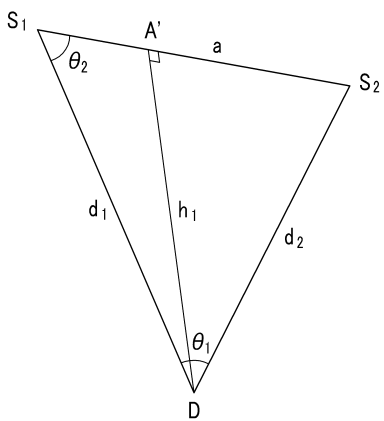
도면2



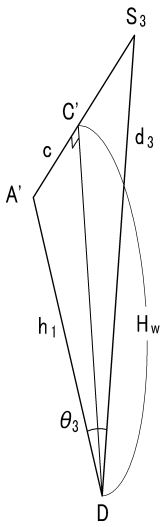
도면3



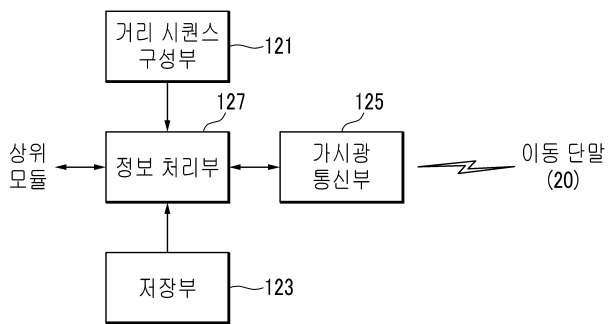
도면4



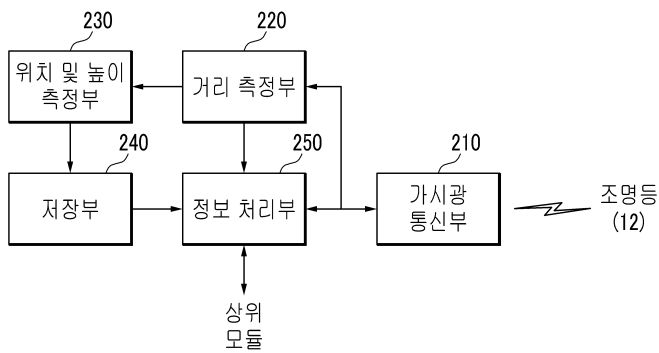
도면5



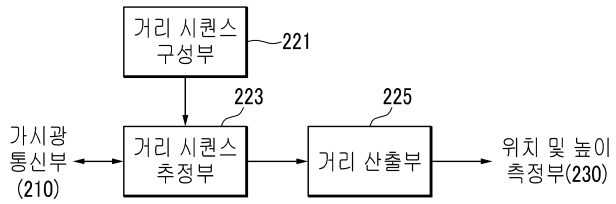
도면6



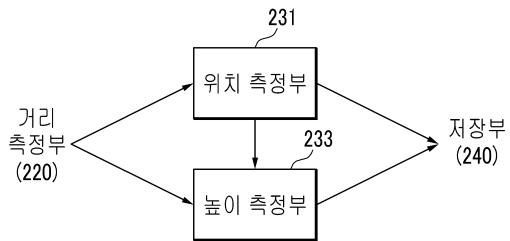
도면7



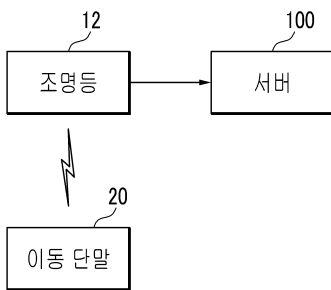
도면8



도면9



도면10



도면11

