



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0002804
(43) 공개일자 2024년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01C 21/16 (2006.01) G01C 17/30 (2006.01)
G01C 19/02 (2006.01) G01C 21/08 (2006.01)
G01S 5/02 (2010.01)

(52) CPC특허분류

G01C 21/165 (2023.08)
G01C 17/30 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0080853

(22) 출원일자 2022년06월30일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

이희세

경기도 안산시 상록구 매화로3길 15, 402호 (이동)

김형석

서울특별시 광진구

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔목특허법인

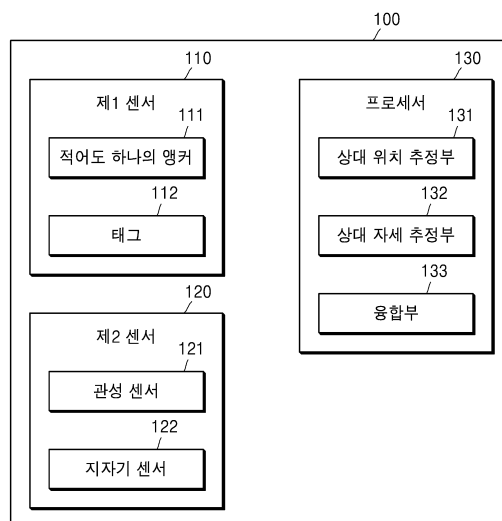
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 상대 위치 및 자세를 추정하는 전자 장치 및 이의 동작 방법

(57) 요약

전자 장치는, 적어도 하나의 앵커와 태그를 포함하는 제1 센서, 관성 센서와 지자기 센서를 포함하는 제2 센서 및 프로세서를 포함하고, 프로세서는, 적어도 하나의 앵커에서 송출되는 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간에 기초하여 외부 전자 장치의 제1 상대 위치를 추정하고, 관성 센서의 측정값과 지자기 센서의 측정값에 기초하여 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정하며, 외부 전자 장치의 상대 자세에 기초하여 관성 센서에서 측정된 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계에서의 가속도로 변환하고, 변환된 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도에 기초하여 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하고, 계산된 외부 전자 장치의 상대 가속도 및 제1 상대 위치를 확장 칼만 필터에 적용하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01C 19/02 (2023.08)

G01C 21/08 (2013.01)

G01S 5/0284 (2013.01)

G01S 5/0294 (2020.05)

(72) 발명자

박소영

경기도 화성시 노작로 175(반송동)

사가 에이 에스 엠 샤리푸자만

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 (군자동)

김한준

경기도 수원시 팔달구 인계로 20, 149동 1204호 (매교동, 매교역푸르지오SKVIEW)

배한옥

서울특별시 광진구 천호대로104나길 15-2, 2층(군자동, 군자동주택)

전현철

경기도 성남시 분당구 판교원로 255, 804동 303호 (판교동, 판교원마을)

홍석표

경기도 수원시 영통구 삼성로 130, 미래기술캠퍼스본관동5층(매탄동, 삼성전자공업단지)

명세서

청구범위

청구항 1

전자 장치에 있어서,

지정된 주파수의 신호를 송출하는 적어도 하나의 앵커(anchor)와 태그(tag)를 포함하는 제1 센서;

상기 전자 장치의 가속도 및 각속도를 측정하는 관성 센서와 상기 전자 장치 주위의 자기장을 측정하는 지자기 센서를 포함하는 제2 센서; 및

상기 제1 센서 및 상기 제2 센서와 작동적으로 연결되는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 적어도 하나의 앵커에서 송출되는 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간(Time Of Arrival)에 기초하여, 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 제1 상대 위치(relative position)를 추정하고,

상기 관성 센서의 측정값과 상기 지자기 센서의 측정값에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 자세(relative pose)를 추정하며,

상기 추정된 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 자세에 기초하여 상기 관성 센서에서 측정된 상기 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계에서의 가속도로 변환하고,

상기 변환된 상기 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하고,

상기 계산된 외부 전자 장치의 상대 가속도 및 상기 제1 상대 위치를 확장 칼만 필터에 적용하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는, 전자 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 센서는,

상기 태그와 평행하게 배치되는 제1 앵커;

상기 제1 앵커로부터 이격되며, 상기 태그와 평행하게 배치되는 제2 앵커;

상기 태그와 수직을 이루도록 배치되는 제3 앵커; 및

상기 제3 앵커로부터 이격되며, 상기 태그와 수직을 이루도록 배치되는 제4 앵커를 포함하는, 전자 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 앵커, 상기 제2 앵커, 상기 제3 앵커 및 상기 제4 앵커는 상기 태그를 기준으로 방사상으로 배치되고,

상기 태그는 상기 제1 앵커와 상기 제2 앵커의 중앙 및 상기 제3 앵커와 상기 제4 앵커의 중앙에 배치되는, 전자 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 앵커, 상기 제2 앵커, 상기 제3 앵커 및 상기 제4 앵커에서 송출되는 신호가 상기 외부 전자 장치의 태그에 도달하는 도착 시간에 기초하여 상기 제1 앵커, 상기 제2 앵커, 상기 제3 앵커 및 상기 제4 앵커와 외부

전자 장치의 태그 사이의 거리를 반복적으로 측정하고,

상기 측정된 상기 제1 앵커, 상기 제2 앵커, 상기 제3 앵커 및 상기 제4 앵커와 외부 전자 장치의 태그 사이의 거리의 최대값과 최소값을 제외한 후, 이동 평균 필터(moving average filter)를 통해 상기 측정된 상기 제1 앵커, 상기 제2 앵커, 상기 제3 앵커 및 상기 제4 앵커와 외부 전자 장치의 태그 사이의 거리의 이동 평균을 계산하며,

상기 계산된 이동 평균에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치를 계산하는, 전자 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 계산된 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치를 칼만 필터에 적용하여 상기 제1 상대 위치를 추정하는, 전자 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 관성 센서의 측정값과 상기 지자기 센서의 측정값을 칼만 필터에 적용하여 상기 전자 장치의 자세와 자이로 바이어스(gyro bias)를 추정하는, 전자 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 전자 장치의 상기 항법 좌표계에서의 가속도와 상기 외부 전자 장치에서 획득된 상기 외부 전자 장치의 상기 항법 좌표계에서의 가속도의 차이에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하는, 전자 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 계산된 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 제2 상대 위치를 추정하는, 전자 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도를 이중 적분하여 상기 제2 상대 위치를 추정하는, 전자 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 확장 칼만 필터를 통해 상기 제1 상대 위치 및 상기 제2 상대 위치를 융합하는, 전자 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 상대 위치 및 상기 제2 상대 위치를 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치 오차, 상대 속도 오차 및 상대 가속도 바이어스 오차가 상대 변수로 설정된 상기 확장 칼만 필터에 적용하는, 전자 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 확장 칼만 필터를 통해 추정된 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치, 상대 속도 및 상대 가속도 바이어스에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정하는, 전자 장치.

청구항 13

전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및 자세를 추정하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 앵커에서 송출되는 신호가 상기 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간에 기초하여, 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 제1 상대 위치를 추정하는 동작;

관성 센서의 측정값과 지자기 센서의 측정값에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정하는 동작;

상기 추정된 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 자세에 기초하여 상기 관성 센서에서 측정된 상기 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계에서의 가속도로 변환하는 동작;

상기 변환된 상기 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하는 동작; 및

상기 계산된 외부 전자 장치의 상대 가속도 및 상기 제1 상대 위치를 확장 칼만 필터에 적용하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 동작을 포함하는, 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 상대 위치를 추정하는 동작은,

제1 앵커, 제2 앵커, 제3 앵커 및 제4 앵커에서 송출되는 신호가 상기 외부 전자 장치의 태그에 도달하는 도착 시간에 기초하여 상기 제1 앵커, 상기 제2 앵커, 상기 제3 앵커 및 상기 제4 앵커와 외부 전자 장치의 태그 사이의 거리를 반복적으로 측정하고,

상기 측정된 상기 제1 앵커, 상기 제2 앵커, 상기 제3 앵커 및 상기 제4 앵커와 외부 전자 장치의 태그 사이의 거리의 최대값과 최소값을 제외한 후, 이동 평균 필터(moving average filter)를 통해 상기 측정된 상기 제1 앵커, 상기 제2 앵커, 상기 제3 앵커 및 상기 제4 앵커와 외부 전자 장치의 태그 사이의 거리의 이동 평균을 계산하며,

상기 계산된 이동 평균에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치를 계산하고,

상기 계산된 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치를 칼만 필터에 적용하여 상기 제1 상대 위치를 추정하는, 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정하는 동작은,

상기 관성 센서의 측정값과 상기 지자기 센서의 측정값을 칼만 필터에 적용하여 상기 전자 장치의 자세 및 자이로 바이어스를 추정하는 동작을 포함하는, 방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하는 동작은,

상기 전자 장치의 상기 항법 좌표계에서의 가속도와 상기 외부 전자 장치에서 획득된 상기 외부 전자 장치의 상기 항법 좌표계에서의 가속도의 차이에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하는, 방법.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 계산된 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 제2 상대 위치를 추정하는 동작을 더 포함하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제2 상대 위치를 계산하는 동작은,

상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 가속도를 이중 적분하여 상기 제2 상대 위치를 추정하는, 방법.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 동작은,

상기 제1 상대 위치 및 상기 제2 상대 위치를 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치 오차, 상대 속도 오차 및 상대 가속도 바이어스 오차가 상태 변수로 설정된 상기 확장 칼만 필터에 적용하는, 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 동작은,

상기 확장 칼만 필터를 통해 추정된 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치, 상대 속도 및 상대 가속도 바이어스에 기초하여 상기 전자 장치에 대한 상기 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 다양한 실시예들은 상대 위치 및 자세를 추정하는 전자 장치 및 이의 동작 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 증강 현실(Augmented Reality, AR)은 현실의 이미지 또는 배경에 가상의 객체를 증강하여 가상의 객체가 마치 현실에 존재하는 것처럼 보여주는 기술을 의미한다. 증강 현실은 현실에 가상의 객체 또는 정보를 합성한 영상을 통해 가상 세계를 전제로 하는 가상 현실과 달리 사용자에게 현실감 있고 효율적인 정보를 제공할 수 있다는 장점이 있어, 증강 현실 기술에 대한 관심이 점차 증가하고 있다.

[0003] 증강 현실을 보다 현실적이고, 효과적으로 구현하기 위해서는 증강 현실에 표시될 수 있는 증강 현실 요소 또는 객체를 정확하게 파악하는 것이 중요하다. 특히, 증강 현실은 전자 장치(예: 모바일 전자 장치 또는 웨어러블 전자 장치)를 통해 구현되는 것이 일반적인데, 이 경우 현실적인 증강 현실을 구현하기 위해서는 증강 현실을 구현하는 전자 장치에 대한 외부 객체(예: 외부 전자 장치)의 상대 위치 또는 상대 자세 등을 정확하게 파악하는 것이 중요하다. 이에 따라, 최근에는 증강 현실을 구현하는 전자 장치에 대한 외부 객체의 상대 위치 또는 상대 자세 등을 정밀하게 파악할 수 있는 방안에 대한 연구가 점차 증가하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 기존에는 실내 환경에 구축된 WiFi 또는 BLE(Bluetooth Low Energy)를 활용하여 증강 현실을 구현하는 전자 장치에 대한 외부 객체(예: 외부 전자 장치)의 상대 위치 또는 상대 자세를 추정하는 방법이 제안된 바 있으나, WiFi 또는 BLE를 활용한 방식의 경우 오차 범위가 커서 정확한 상대 위치 또는 상대 자세 추정이 어려웠다.

[0005] 이에 대한 대안으로, UWB(Ultra-Wide Band) 주파수 대역의 신호가 도착 시간(Time Of Arrival)을 활용하거나, 관성 센서를 통해 전자 장치와 외부 객체의 거리(range)를 통해 상대 위치 또는 자세를 추정하는 방안이 제안된 바 있다. 다만, 상술한 방안들의 경우에도 외부 노이즈에 의해 크게 영향을 받거나, 오차의 누적으로 빠르게 발산하게 될 수 있어 외부 객체의 상대 위치 또는 상대 자세를 정밀하게 추정하기 어려웠다.

[0006] 이에 따라, 본 개시는 UWB 주파수 대역의 신호를 통한 외부 객체의 상대 위치 추정 결과와 관성 센서 및 지자기 센서를 통한 외부 객체의 상대 위치 및 상대 자세 추정 결과를 융합하여 외부 객체의 상대 위치 및 상대 자세를 보다 정밀하게 추정할 수 있는 전자 장치를 제공하고자 한다.

[0007] 본 개시의 실시예들을 통해 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제로 한정되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 과제들은 본 개시 및 첨부된 도면으로부터 실시예들이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 일 실시예에 따른 전자 장치는, 지정된 주파수의 신호를 송출하는 적어도 하나의 앵커와 태그를 포함하는 제1 센서; 전자 장치의 가속도 및 각속도를 측정하는 관성 센서와 전자 장치 주위의 자기장을 측정하는 지자기 센서를 포함하는 제2 센서; 및 제1 센서 및 제2 센서와 작동적으로 연결되는 프로세서를 포함하고, 프로세서는 적어도 하나의 앵커에서 송출되는 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간에 기초하여, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 제1 상대 위치를 추정하고, 관성 센서의 측정값과 지자기 센서의 측정값에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정하며, 추정된 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세에 기초하여 관성 센서에서 측정된 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계에서의 가속도로 변환하고, 변환된 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하고, 계산된 외부 전자 장치의 상대 가속도 및 제1 상대 위치를 확장 칼만 필터에 적용하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있다.

[0009] 다른 실시예에 따른 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및 자세를 추정하는 방법은, 적어도 하나의 앵커에서 송출되는 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간에 기초하여, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 제1 상대 위치를 추정하는 동작, 관성 센서의 측정값과 지자기 센서의 측정값에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정하는 동작, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세에 기초하여 관성 센서에서 측정된 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계에서의 가속도로 변환하는 동작, 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하는 동작 및 외부 전자 장치의 상대 가속도 및 제1 상대 위치를 확장 칼만 필터에 적용하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 동작을 포함할 수 있다.

[0010] 또 다른 실시예에 따른 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 상술한 동작들을 컴퓨터에서 실행하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 장치와 외부 전자 장치를 나타내는 사시도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 전자 장치의 구성 요소들을 나타내는 블록도이다.
- 도 3은 도 2의 전자 장치의 외부 전자 장치의 상대 위치 및 자세를 추정하기 위한 동작들을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 전자 장치의 적어도 하나의 앵커에서 송출된 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간을 통해 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정하는 동작을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 전자 장치의 제1 센서를 통해 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 태그의 상대 위치를 추정하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6는 일 실시예에 따른 전자 장치의 관성 센서 및 지자기 센서의 측정값에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정하는 동작을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 7a는 관성 센서의 측정값에 기초하여 전자 장치의 롤(roll)과 피치(pitch) 값을 추정하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7b는 지자기 센서의 측정값에 기초하여 전자 장치의 요(yaw) 값을 추정하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 전자 장치의 제1 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치와 제2 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 융합하여 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 동작을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 전자 장치의 확장 칼만 필터를 통해 제1 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치와 제2 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 융합하는 동작을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 10은 적어도 하나의 앵커에서 송출된 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간에 기초하여 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정한 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 11은 일 실시예에 따른 전자 장치를 통해 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정한 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 실시예들에서 사용되는 용어는 본 실시예들에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 기술분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 임의로 선택된 용어도 있으며, 이 경우 해당 실시예의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서, 본 실시예들에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 실시예들의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0013] 실시예들에 대한 설명들에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 구성요소를 사이에 두고 전기적으로 연결되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0014] 본 실시예들에서 사용되는 "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 본 개시에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0015] 또한, 본 개시에서 사용되는 '제1' 또는 '제2' 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용할 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0016] 하기 실시예들에 대한 설명은 권리범위를 제한하는 것으로 해석되지 말아야 하며, 해당 기술분야의 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 것은 실시예들의 권리범위에 속하는 것으로 해석되어야 할 것이다. 이하 첨부된 도면들을 참조하면서 오로지 예시를 위한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

- [0017] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 장치와 외부 전자 장치를 나타내는 사시도이다.
- [0018] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)는 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)(또는 '외부 객체')의 상대 위치(relative position) 및 상대 자세(relative pose 또는 relative attitude)를 추정할 수 있다. 본 개시에서 '상대 위치'는 전자 장치(100)의 위치를 기준으로 한 외부 객체의 상대적인 위치를 의미하고, '상대 자세'는 전자 장치(100)의 자세를 기준으로 한 외부 객체의 상대적인 자세를 의미할 수 있다.
- [0019] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(100)는 렌즈(101), 사용자의 신체의 일부에 고정되기 위한 연결부(102), 제1 센서(110), 제2 센서(120) 및 프로세서(130)를 포함하는 웨어러블 전자 장치일 수 있다.
- [0020] 제1 센서(110)는 외부 전자 장치(200)로 무선 신호를 송출하고, 외부 전자 장치(200)로부터 무선 신호를 수신하여, 송출된 무선 신호가 외부 전자 장치(200)에 도달하는 도착 시간(TOA: Time Of Arrival)을 측정할 수 있다. 예를 들어, 제1 센서(110)는 적어도 하나의 앵커(anchor)를 통해 외부 전자 장치(200)로 UWB 주파수 대역의 무선 신호를 송출하고, UWB 주파수 대역의 무선 신호가 외부 전자 장치(200)에 도달하는 도착 시간을 측정할 수 있다. 다른 예로, 외부 전자 장치(200)는 제1 센서(110)의 태그(tag)에 무선 신호를 송신할 수 있다.
- [0021] 제2 센서(120)는 전자 장치(100)의 관성 정보를 측정하는 관성 센서(또는 'IMU(Inertial Measurement Unit)') 및 전자 장치(100) 주위의 자기장을 측정하는 지자기 센서를 포함할 수 있다. 본 개시에서 '관성 정보'는 속도, 각속도, 가속도, 각가속도, 자세, 방향 등을 포함하는 정보를 의미할 수 있으며, 해당 표현은 이하에서도 동일한 의미로 사용될 수 있다.
- [0022] 프로세서(130)는 제1 센서(110) 및/또는 제2 센서(120)와 작동적으로(operatively) 연결되며, 제1 센서(110)와 제2 센서(120)의 측정값에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(130)는 제1 센서(110)에서 측정된 무선 신호가 외부 전자 장치(200)에 도달하는 도착 시간 및 관성 센서와 지자기 센서의 측정값에 기초하여 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있다. 다만, 프로세서(130)의 제1 센서(110) 및 제2 센서(120)의 측정값에 기초하여 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 동작에 대한 구체적인 설명은 후술하도록 한다.
- [0023] 프로세서(130)는 추정된 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 및 상대 자세에 기초하여 증강 현실 이미지(AR image: Augmented Reality image)를 생성하고, 디스플레이로 동작하는 렌즈(101)를 통해 생성된 증강 현실 이미지를 표시할 수 있다. 이 때, 사용자는 연결부(102)를 통해 전자 장치(100)를 신체의 일부에 고정시키고, 전자 장치(100)의 렌즈(101)에 표시되는 증강 현실 이미지를 볼 수 있다.
- [0024] 본 개시에서 '증강 현실 이미지'는 전자 장치(100)의 주변의 현실 세계(real world)의 이미지와 가상의 이미지가 조합된 이미지를 의미할 수 있다. 예를 들어, 증강 현실 이미지는 현실 세계의 이미지에 가상의 이미지가 오버레이(overlay)된 이미지를 의미할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이 때, 현실 세계의 이미지는 사용자가 전자 장치(100)를 통해 볼 수 있는 실제 장면(real scene)을 의미하며, 현실 세계의 이미지에는 현실 객체(real world object)(예: 외부 전자 장치(200))가 포함될 수 있다. 또한, 가상의 이미지는 그래픽스 프로세싱에 의해 형성되는 현실 세계에 존재하지 않는 이미지를 의미하며, 가상의 이미지에는 디지털 또는 가상의 객체(AR object)가 포함될 수 있다.
- [0025] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(100)는 도 1에 도시된 바와 같이 사용자의 귀에 착용 가능한 안경 타입의 웨어러블 전자 장치일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예(미도시)에서, 전자 장치(100)는 사용자의 머리에 착용 가능한 헤드 마운트 타입(head-mount type)의 웨어러블 전자 장치일 수도 있다.
- [0026] 또한, 앞선 실시예에서는 전자 장치(100)가 웨어러블 전자 장치인 실시예에 대해서만 기술하였으나, 전자 장치(100)의 적용 분야가 이에 한정되는 것은 아니다. 실시예(미도시)에 따라, 전자 장치(100)는 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있는 모바일 전자 장치, 무인 비행 장치(UAV: unmanned aerial vehicle), 로봇(robot) 및/또는 자율 주행 차량에 적용될 수도 있다.
- [0027] 도 2는 일 실시예에 따른 전자 장치의 구성 요소들을 나타내는 블록도이다. 일 실시예에 따른 전자 장치(100)는 도 1에 도시된 전자 장치(100)의 일 실시예일 수 있으며, 이하에서 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0028] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)는 제1 센서(110)(예: 도 1의 제1 센서(110)), 제2 센서(120)(예: 도 1의 제2 센서(120)) 및 프로세서(130)(예: 도 1의 프로세서(130))를 포함할 수 있다.
- [0029] 제1 센서(110)는 외부 전자 장치(예: 도 1의 외부 전자 장치(200))와 무선 신호를 송수신하기 위한 적어도 하나

의 앵커(111) 및 태그(112)를 포함할 수 있다.

- [0030] 적어도 하나의 앵커(111)는 외부 전자 장치에 무선 신호를 송출 또는 송신하여 무선 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간(Time Of Arrival)을 측정할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 앵커(111)는 무선 신호를 송출한 후, 송출된 무선 신호가 외부 전자 장치의 태그에 도달하는 도착 시간을 측정하여 적어도 하나의 앵커(111)와 외부 전자 장치의 태그까지의 거리(range)를 측정할 수 있다. 이 때, 무선 신호는 장치 간의 거리 측정의 정확성을 높이기 위한 UWB 주파수 대역일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0031] 태그(112)는 전자 장치(100)의 위치 정보를 포함할 수 있으며, 외부 전자 장치는 태그(112)와 무선 신호를 송수신하여 전자 장치(100)의 위치 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 외부 전자 장치는 태그(112)와 UWB 주파수 대역의 무선 신호를 송수신할 수 있으나, 무선 신호의 주파수가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 일 실시예에 따르면, 제1 센서(110)는 비대칭 양방향(Asymmetric Two way ranging) 방식으로 적어도 하나의 앵커(111)에서 외부 전자 장치까지의 거리를 측정할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 실시예에 따라, 제1 센서(110)는 시간차(Time Difference of Arrival) 방식 또는 양방향(Two Way Ranging) 방식으로 적어도 하나의 앵커(111)에서 외부 전자 장치까지의 거리를 측정할 수도 있다.
- [0033] 제2 센서(120)는 전자 장치(100)의 관성 정보를 측정하기 위한 관성 센서(121) 및 자력을 측정하기 위한 지자기 센서(122)(또는 '지자기 센서')를 포함할 수 있다.
- [0034] 관성 센서(121)는 전자 장치(100)의 속도, 각속도, 가속도, 각가속도, 자세 및 방향 등을 포함하는 전자 장치(100)의 관성 정보를 측정할 수 있으며, 관성 센서(121)에서 측정된 전자 장치(100)의 관성 정보는 프로세서(130)로 전송될 수 있다.
- [0035] 지자기 센서(122)는 전자 장치(100) 주위의 자기장을 측정할 수 있으며, 지자기 센서(122)에서 측정된 전자 장치(100) 주위의 자기장 정보는 프로세서(130)로 전송될 수 있다. 도 2 상에는 관성 센서(121)와 지자기 센서(122)가 별도의 구성인 실시예에 대해서만 도시되어 있으나, 실시예에 따라 관성 센서(121)와 지자기 센서(122)는 하나의 센서로 구현될 수도 있다.
- [0036] 프로세서(130)는 제1 센서(110) 및 제2 센서(120)와 작동적으로 연결되며, 제1 센서(110)의 측정값과 제2 센서(120)의 측정값에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있다.
- [0037] 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)는 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하기 위한 상대 위치 추정부(131), 상대 자세 추정부(132), 융합부(133)를 포함할 수 있다.
- [0038] 상대 위치 추정부(131)는 제1 센서(110)의 적어도 하나의 앵커(111)를 통해 측정된 적어도 하나의 앵커(111)에서 송출된 무선 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 상대 위치 추정부(131)는 적어도 무선 신호의 도착 시간에 기초하여 적어도 하나의 앵커(111)와 외부 전자 장치의 거리(range)를 계산하고, 계산된 적어도 하나의 앵커(111)와 외부 전자 장치의 거리를 통해 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 제1 상대 위치를 추정할 수 있다. 이 때, 제1 상대 위치는 전자 장치(100)를 기준으로 본 외부 전자 장치의 3차원 위치를 의미할 수 있다.
- [0039] 상대 자세 추정부(132)는 제2 센서(120)의 관성 센서(121) 및 지자기 센서(122)의 측정값에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세 및 자이로 바이어스(gyro bias)를 추정할 수 있다. 예를 들어, 상대 자세 추정부(132)는 관성 센서(121)에서 측정된 전자 장치(100)의 가속도와 지자기 센서(122)를 통해 측정된 전자 장치(100) 주변 자기장을 활용하여 전자 장치(100)의 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw)를 계산할 수 있다.
- [0040] 또한, 상대 자세 추정부(132)는 계산된 전자 장치(100)의 롤, 피치, 요를 칼만 필터(Kalman filter)에 적용하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세 및 자이로 바이어스를 추정할 수 있다.
- [0041] 융합부(133)는 관성 센서(121)에서 측정된 가속도에 기초하여 외부 전자 장치의 제2 상대 위치를 추정하고, 상대 위치 추정부(131)를 통해 추정된 외부 전자 장치의 제1 상대 위치, 제2 상대 위치를 확장 칼만 필터(EKF: Extended Kalman Filter)를 통해 융합하여 외부 전자 장치의 상대 위치(또는 '최종 상대 위치')를 추정할 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 융합부(133)는 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 오차, 상대 속도 오차, 상대 가속도 바이어스 오차가 상태 변수로 설정된 확장 칼만 필터에 추정된 외부 전자 장치의 제1 상대 위치 및 제2 상

대 위치를 측정치로 적용하여 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정할 수 있다.

- [0043] 또한, 융합부(133)는 상대 자세 추정부(132)에서 추정된 외부 전자 장치의 상대 자세를 확장 칼만 필터에 적용하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정할 수 있다.
- [0044] 융합부(133)는 확장 칼만 필터를 통해 제1 센서(110)의 측정값을 통해 추정된 외부 전자 장치의 제1 상대 위치와 제2 센서(120)의 측정값을 통해 추정된 외부 전자 장치의 제2 상대 위치를 융합함으로써, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및/또는 상대 자세를 보다 정밀하게 추정할 수 있다.
- [0045] 일 실시예에 따른 전자 장치(100)는 상술한 융합부(133)를 통해 외부 전자 장치의 상대 위치 및/또는 상대 자세를 정밀하게 추정함으로써, 사용자에게 보다 현실적인 증강 현실 이미지를 제공할 수 있다. 이하에서는 도 3 내지 도 9를 참조하여 전자 장치(100)의 외부 전자 장치의 상대 위치 및 자세를 추정하는 동작에 대하여 구체적으로 살펴보도록 한다.
- [0046] 도 3은 도 2의 전자 장치의 외부 전자 장치의 상대 위치 및 자세를 추정하기 위한 동작들을 설명하기 위한 순서도이다. 이하에서는 도 3의 외부 전자 장치의 상대 위치 및 자세를 추정하기 위한 동작을 설명함에 있어, 도 1 및 도 2에 도시된 구성 요소들을 참조하여 설명하도록 한다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 301 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)(예: 도 1, 도 2의 전자 장치(100))의 프로세서(130)는 제1 센서(110)에서 측정된 무선 신호가 외부 전자 장치(200)(예: 도 1의 외부 전자 장치(200))에 도달하는 도착 시간(TOA)에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치를 추정할 수 있다.
- [0048] 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)의 상대 위치 추정부(131)는 제1 센서(110)의 적어도 하나의 앵커(111)에서 송출된 UWB 주파수 대역의 무선 신호가 외부 전자 장치(200)에 도달하는 도착 시간에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치를 추정할 수 있다.
- [0049] 상대 위치 추정부(131)는 적어도 하나의 앵커(111)에서 외부 전자 장치(200)까지의 거리에 기초하여 외부 전자 장치(200)의 3차원 상대 위치를 계산하고, 계산된 외부 전자 장치(200)의 3차원 상대 위치를 칼만 필터에 적용하여 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 상대 위치 추정부(131)는 외부 전자 장치(200)의 상대 위치가 상태 변수로 설정된 칼만 필터에 계산된 3차원 상대 위치를 측정치로 적용하여 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치를 추정할 수 있으며, 이에 대한 구체적인 설명은 후술하도록 한다.
- [0050] 302 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)의 프로세서(130)는 제2 센서(120)의 측정값에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 자세를 추정할 수 있다.
- [0051] 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)의 상대 자세 추정부(132)는 관성 센서(121)의 측정값에 기초하여 전자 장치(100)의 롤(roll), 피치(pitch)를 계산하고, 지자기 센서(122)의 측정값에 기초하여 전자 장치(100)의 요(yaw)를 계산할 수 있다. 또한, 상대 자세 추정부(132)는 전자 장치(100)의 자세 오차(또는 '오일러각 오차') 및 자이로 바이어스 오차가 상태 변수로 설정된 칼만 필터에 계산된 전자 장치(100)의 롤, 피치, 요를 측정치로 적용함으로써, 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 자세를 추정할 수 있다.
- [0052] 303 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)의 프로세서(130)는 302 동작에서 추정된 외부 전자 장치(200)의 상대 자세를 활용하여 관성 센서(121)에서 측정된 전자 장치(100)의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계에서의 가속도로 변환할 수 있다. 본 개시에서 '센서 좌표계'는 전자 장치(100)를 따라 움직이는 관성 센서(121)를 기준으로 설정된 좌표계(또는 '바디 프레임(Body frame) 좌표계'를 의미하며, '항법 좌표계(Navigation frame)'는 관성 항법 시스템의 원점 또는 지면의 일 지점을 기준으로 설정된 좌표계를 의미할 수 있으며, 해당 표현들은 이하에서도 동일한 의미로 사용될 수 있다.
- [0053] 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)의 융합부(133)는 302 동작에서 추정된 외부 전자 장치(200)의 상대 자세를 통해 관성 센서(121)에서 측정된 센서 좌표계에서의 전자 장치(100)의 가속도 값을 항법 좌표계에서의 전자 장치(100)의 가속도 값으로 변환할 수 있다.
- [0054] 304 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)의 프로세서(130)는 303 동작에서 변환된 항법 좌표계에서의 전자 장치(100)의 가속도에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도를 계산할 수 있다.
- [0055] 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)의 융합부(133)는 303 동작을 통해 변환된 항법 좌표계에서의 전자 장치

(100)의 가속도와 외부 전자 장치(200)의 가속도를 차분하여 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도를 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(130)는 외부 전자 장치(200)로부터 외부 전자 장치(200)의 항법 좌표계에서의 가속도에 대한 데이터를 수신하고, 303 동작을 통해 변환된 항법 좌표계에서의 전자 장치(100)의 가속도와 항법 좌표계에서의 외부 전자 장치(200)의 가속도를 차분하여 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도를 계산할 수 있다. 이 때, 외부 전자 장치(200)는 301 동작 내지 303 동작과 실질적으로 동일 또는 유사한 동작을 통해 외부 전자 장치(200)의 항법 좌표계에서의 가속도를 계산하고, 계산된 가속도를 프로세서(130)로 전송할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0056] 305 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)의 프로세서(130)는 301 동작에서 추정된 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치와 304 동작을 통해 계산된 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도를 확장 칼만 필터에 적용하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있다.

[0057] 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)의 융합부(133)는 304 동작을 통해 계산된 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도를 통해 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 제2 상대 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 융합부(133)는 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도를 이중 적분하여 외부 전자 장치(200)의 제2 상대 위치를 추정할 수 있다. 다만, 외부 전자 장치(200)의 제2 상대 위치를 추정하는 방식이 상술한 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0058] 또한, 프로세서(130)의 융합부(133)는 확장 칼만 필터를 통해 301 동작에서 추정된 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치와 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도를 통해 추정된 외부 전자 장치(200)의 제2 상대 위치를 융합하여 최적화된 외부 전자 장치(200)의 상대 위치를 추정할 수 있다. 본 개시에서 '최적화된 외부 전자 장치의 상대 위치'는 칼만 필터링을 통해 오차가 감소된 상대 위치 데이터(또는 'optimal solution')를 의미할 수 있다.

[0059] 예를 들어, 융합부(133)는 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 오차, 상대 속도 오차 및 상대 가속도 바이어스 오차가 상태 변수로 설정된 확장 칼만 필터에 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치 및 제2 상대 위치의 차이를 측정값으로 적용하여 외부 전자 장치(200)의 상대 위치를 추정할 수 있다.

[0060] 또한, 프로세서(130)의 융합부(133)는 302 동작을 통해 추정된 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 자세를 확장 칼만 필터에 적용하여 최적화된 외부 전자 장치(200)의 상대 자세를 추정할 수 있다. 본 개시에서 '최적화된 외부 전자 장치의 상대 자세'는 칼만 필터링을 통해 오차가 감소된 상대 자세 데이터를 의미할 수 있으며, 해당 표현은 이하에서도 동일한 의미로 사용될 수 있다.

[0061] 도 4는 일 실시예에 따른 전자 장치의 적어도 하나의 앵커에서 송출된 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간을 통해 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정하는 동작을 설명하기 위한 블록도이다. 또한, 도 5는 일 실시예에 따른 전자 장치의 제1 센서를 통해 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 태그의 상대 위치를 추정하는 동작을 설명하기 위한 도면이다. 이하에서는 도 4 및 도 5를 참조하여, 도 3의 301 동작에 대하여 구체적으로 살펴 보도록 한다.

[0062] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 전자 장치(예: 도 1, 도 2의 전자 장치(100))의 프로세서(예: 도 1, 도 2의 프로세서(130))는 제1 센서(예: 도 1 내지 도 2의 제1 센서(110))에서 측정된 무선 신호가 외부 전자 장치(예: 도 1의 외부 전자 장치(200))에 도달하는 도착 시간에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 제1 상대 위치를 추정할 수 있다.

[0063] 도 4 및 도 5를 참조하면, 401 동작에서, 프로세서는 제1 센서(110)의 적어도 하나의 앵커(111)에서 송출된 무선 신호가 외부 전자 장치의 태그(201)에 도달하는 도착 신호에 기초하여, 적어도 하나의 앵커(111)에서 외부 전자 장치의 태그(201)까지의 거리(range)를 측정할 수 있다.

[0064] 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 앵커(111)는 태그(112)를 기준으로 방사상으로 배치되는 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 태그(112)는 제1 앵커(111a)와 제2 앵커(111b)의 중앙 및 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)의 중앙에 배치될 수 있으며, 그 결과 제1 앵커(111a)와 제2 앵커(111b)가 태그(112)를 기준으로 대칭되도록 배치되고, 제3 앵커(111c)와 제4 앵커(111d)가 태그(112)를 기준으로 대칭되도록 배치될 수 있다. 다시 말해, 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)는 태그(112)를 기준으로 "+"자 형상으로 배치될 수 있다.

[0065] 앵커가 지면에 대해 수직으로 배치될 때, 앵커의 무선 신호의 송수신 효율이 향상되고, 노이즈에 의한 영향이 줄어들 수 있으므로, 일 실시예에 따른 전자 장치에서는 무선 신호의 송수신 효율을 향상시키고, 노이즈에 의한 영향을 저감시키기 위하여 태그(112)가 지면에 대해 수직한 방향으로 배치되고, 제1 앵커(111a) 및 제2 앵커

(111b)는 태그(112)와 평행한 방향으로 배치될 수 있다.

[0066] 이 때, 모든 앵커가 태그(112)와 평행한 방향으로 배치되는 경우, 전자 장치 주변의 일부 영역에 무선 신호가 도달하지 못하는 영역이 발생하거나, 외부 전자 장치의 태그(201)의 3차원 상대 위치를 계산하지 못하고, 2차원 상대 위치만 계산할 수 있게 되는 상황이 발생할 수 있으므로, 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)는 제1 앵커(111a) 및 제2 앵커(111b)와 달리 태그(112)와 수직을 이루도록 배치될 수 있다.

[0067] 일 실시예에 따른 전자 장치는 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)의 상술한 배치 구조를 통해 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)에서 송출되는 무선 신호가 외부 전자 장치의 태그(201)에 도달하는 도착 시간을 보다 정밀하게 측정할 수 있다.

[0068] 상술한 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)의 배치 구조에 따라, 태그(112)를 원점으로 설정하였을 때 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리는 하기 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 1

[0069]
$$x^2 + \left(y - \frac{ky}{2}\right)^2 + z^2 = d_1^2$$

[0070]
$$x^2 + \left(y + \frac{ky}{2}\right)^2 + z^2 = d_2^2$$

[0071]
$$x^2 + y^2 + \left(z - \frac{kz}{2}\right)^2 = d_3^2$$

[0072]
$$x^2 + y^2 + \left(z + \frac{kz}{2}\right)^2 = d_4^2$$

[0074] 수학적 식 1에서 x, y, z는 태그(201)에 대한 외부 전자 장치의 태그(201)의 좌표를 의미하고, d_n 은 제n 앵커(단, n은 자연수)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리를 의미하며, k_y 는 제1 앵커(111a)와 제2 앵커(111b) 사이의 거리, k_z 는 제3 앵커(111c)와 제4 앵커(111d) 사이의 거리를 의미할 수 있다.

[0075] 프로세서는 비대칭 양방향(Asymmetric Two way ranging) 방식을 통해 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)로부터 송출된 무선 신호가 외부 전자 장치의 태그(201)에 도달하는 도착 시간에 기초하여 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리를 측정할 수 있다.

[0076] 이 때, 제1 앵커(111a)와 제2 앵커(111b)가 태그(112)를 기준으로 대칭적으로 배치되고, 제3 앵커(111c)와 제4 앵커(111d)가 태그(112)를 기준으로 대칭적으로 배치됨에 따라, 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리를 계산하는 수학적 식(예: 수학적 식 1)이 단순해져 프로세서의 연산량이 줄어들 수 있다. 이에 따라, 프로세서는 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리를 보다 빠르게 계산할 수 있다.

[0077] 402 동작에서, 프로세서는 401 동작을 통해 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리를 반복적으로 측정하고, 측정된 거리 데이터를 처리할 수 있다.

[0078] 예를 들어, 무선 신호에 포함된 노이즈에 의해 무선 신호의 도착 시간에는 오차가 발생할 수 있으며, 그 결과 401 동작을 통해 측정된 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리 데이터에도 오차가 발생할 수 있다.

[0079] 프로세서는 반복적인 401 동작을 통해 획득된 데이터를 처리(data processing)하여 무선 신호에 포함된 노이즈로 인해 발생하는 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태

그(201) 사이의 거리의 오차를 줄일 수 있다.

[0080] 예를 들어, 프로세서는 반복적인 401 동작을 통해 측정된 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리 데이터에서 최댓값과 최솟값을 제외할 수 있다. 또한, 프로세서는 최댓값과 최솟값이 제외된 거리 데이터를 이동 평균 필터(moving average filter)를 적용하여, 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리의 이동 평균을 계산할 수 있다.

수학식 2

[0081]
$$MA(\text{Moving Average}) = \frac{\ddot{d}_1 + \ddot{d}_2 + \dots + \ddot{d}_n}{n}$$

[0083] 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리의 이동 평균은 수학식 2를 통해 계산할 수 있으며, 수학식 2에서 $\ddot{d}_n$ 은 n번째 거리 데이터를 의미하고, n은 반복적인 401 동작을 통해 측정된 거리 데이터 중 최댓값과 최솟값을 제외한 데이터의 개수를 의미한다.

[0084] 403 동작에서, 프로세서는 402 동작을 통해 계산된 제1 앵커(111a), 제2 앵커(111b), 제3 앵커(111c) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리의 이동 평균에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 3차원 상대 위치를 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 수학식 3을 통해 전자 장치의 태그(112)에 대한 외부 전자 장치의 태그(201)의 상대 위치를 계산할 수 있다.

수학식 3

[0085]
$$x = \sqrt{d_1^2 - \left(y + \frac{ky}{2}\right)^2 - z^2}$$

[0086]
$$y = \frac{d_1^2 - d_2^2}{4 * ky/2}$$

[0087]
$$z = \frac{d_4^2 - d_3^2}{4 * kz/2}$$

[0089] 수학식 3의 x, y, z는 수학식 1의 방정식을 통해 도출된 제1 센서(110)의 태그(112)에 대한 외부 전자 장치의 태그(201)의 좌표값을 나타낸다. 프로세서는 수학식 3에 402 동작에서 계산된 제1 앵커(111a)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리(d_1), 제2 앵커(111b)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리(d_2), 제3 앵커(111c)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리(d_3) 및 제4 앵커(111d)와 외부 전자 장치의 태그(201) 사이의 거리(d_4)를 적용하여 제1 센서(110)의 태그(112)에 대한 외부 전자 장치의 태그(201)의 3차원 상대 위치(이하에서 '외부 전자 장치의 3차원 상대 위치'라고 지칭함)를 계산할 수 있다.

[0090] 404 동작에서, 프로세서는 403 동작에서 계산된 외부 전자 장치의 3차원 상대 위치에 칼만 필터를 적용할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치가 상태 변수로 설정된 칼만 필터에 403 동작에서 계산된 외부 전자 장치의 3차원 상대 위치를 측정치로 적용하여, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치의 오차를 최소화 또는 최적화할 수 있다.

[0091] 405 동작에서, 프로세서는 404 동작의 칼만 필터를 이용한 최적화를 통해 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 제1 상대 위치를 추정할 수 있으며, 추정된 외부 전자 장치의 제1 상대 위치는 프로세서 또는 메모리(미도시)에 저장될 수 있다.

[0092] 도 6는 일 실시예에 따른 전자 장치의 관성 센서 및 지자기 센서의 측정값에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정하는 동작을 설명하기 위한 블록도이다. 또한, 도 7a는 관성 센서의 측정값에 기초하여 전자 장치의 롤(roll)과 피치(pitch) 값을 추정하는 동작을 설명하기 위한 도면이고, 도 7b는 지자기 센서의 측정값에 기초하여 전자 장치의 요(yaw) 값을 추정하는 동작을 설명하기 위한 도면이다. 이하에서는 도 6, 도 7a 및 도 7b를 참조하여, 도 3의 302 동작에 대하여 구체적으로 살펴보도록 한다.

[0093] 도 6을 참조하면, 일 실시예에 따른 전자 장치(예: 도 1, 도 2의 전자 장치(100))의 프로세서(예: 도 1, 도 2의 프로세서(130))는 관성 센서(121) 및 지자기 센서(122)의 측정값에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치(예: 도 1의 외부 전자 장치(200))의 상대 자세를 추정할 수 있다.

[0094] 일 실시예에 따르면, 프로세서는 관성 센서(121) 및 지자기 센서(122)를 포함하는 자세방위기준장치(AHRS: Attitude Heading Reference system)을 통해 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정할 수 있다.

[0095] 601 동작에서, 프로세서는 관성 센서(121) 및 지자기 센서(122)의 측정된 데이터(또는 '측정값')에 대한 전처리(또는 '데이터 정제')를 수행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 관성 센서(121) 및/또는 지자기 센서(122)의 측정값에 포함된 오류 또는 이상치를 제외하는 동작 및/또는 초기값(initial value)을 설정하는 동작 등을 수행할 수 있으나, 전처리 동작이 상술한 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0096] 프로세서는 601 동작을 통해 전처리된 데이터에 기초하여 전자 장치의 자세 및 자이로 바이어스를 포함하는 상태를 예측하는 동작(time update)을 수행할 수 있다.

[0097] 602 동작에서, 프로세서는 수학적 식 4을 통해 칼만 필터를 통해 추정할 전자 장치의 자세 오차($\delta \Phi$) 및 자이로 바이어스 오차(δB_g)를 상태 변수로 설정할 수 있다. 본 개시에서 '상대 자세 오차'는 전자 장치의 롤, 피치, 요와 같은 오일러 각 오차를 지칭할 수 있으며, 실시예에 따라 상대 자세 오차는 오일러 각 오차로 지칭될 수 있다.

수학적 식 4

[0098]
$$\hat{\mathbf{x}}_k = \mathbf{F}\hat{\mathbf{x}}_{k-1} + \mathbf{B}\mathbf{u}_k$$

[0099]
$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} \mathbf{I}_3 & -\mathbf{C}_b^n \cdot \Delta t \\ \mathbf{0}_3 & \mathbf{I}_3 \end{bmatrix}$$

[0101] 수학적 식 4에서 $\hat{\mathbf{x}}_k$ 는 k번째 스텝에서 추정된 상태 변수를 의미하고, $\mathbf{F}$ 는 상태 천이 행렬(state transition matrix)를 의미하며, $\mathbf{C}_b^n$ 와 후술할 $\mathbf{C}_n^b$ 은 방향 코사인 행렬(direction cosine matrix)를 의미하고, Δt 는 샘플링 타임을 의미한다. 이 때, 상태 천이 행렬 $\mathbf{F}$ 는 칼만 필터에 미리 지정된 행렬일 수 있다.

[0102] 602 동작을 통해 전자 장치의 자세 오차($\delta \Phi$) 및 자이로 바이어스 오차(δB_g)를 상태 변수로 설정한 후, 프로세서는 603 동작에서 수학적 식 5를 통해 오차 공분산($\mathbf{P}_k$)을 예측할 수 있다.

수학적 식 5

[0103]
$$\mathbf{P}_k = \mathbf{F}\mathbf{P}_{k-1}\mathbf{F}^T + \mathbf{Q}$$

[0105] 수학적 식 5에서 $\mathbf{P}_k$ 는 k번째 스텝에서의 오차 공분산을 의미하며, $\mathbf{Q}$ 는 노이즈를 의미한다.

[0106] 프로세서는 상술한 601 동작 내지 602 동작을 통해 전자 장치의 자세 및 자이로 바이어스를 포함하는 상태 변수를 예측한 후, 관성 센서(121) 및 지자기 센서(122)의 측정값에 기초하여 예측된 상태 변수를 갱신(measurement update)하는 동작을 수행할 수 있다.

[0107] 604 동작에서, 프로세서는 603 동작을 통해 예측된 오차 공분산(P_k)을 수학적식 6에 적용하여 칼만 필터의 칼만 이득(kalman gain, K_k)을 계산할 수 있다.

수학적식 6

[0108]
$$K_k = P_k H^T S^{-1}$$

[0109]
$$S = H P_k H^T + R$$

[0111] 수학적식 6에서 H 는 측정 행렬(measurement matrix)를 의미하며, K_k 는 k번째 스텝에서의 칼만 이득을 의미하며, R 은 노이즈를 의미한다. 이 때, 측정 행렬 H 는 상태 전이 행렬 F 와 같이 칼만 필터에 미리 지정된 행렬일 수 있다.

[0112] 605 동작에서, 프로세서는 604 동작을 통해 계산된 칼만 이득(K_k) 및 관성 센서(121) 및 지자기 센서(122)의 측정값을 통해 계산된 전자 장치의 자세(또는 '오일러 각도')에 기초하여 추정값인 전자 장치의 자세 오차 및 자이로 바이어스 오차를 계산할 수 있다.

[0113] 일 실시예에 따르면, 프로세서는 603 동작을 통해 계산된 칼만 이득(K_k)과 관성 센서(121) 및 지자기 센서(122)의 측정값을 통해 전자 장치의 롤, 피치, 요 값을 계산하고, 칼만 필터에 계산된 전자 장치의 롤, 피치, 요 값을 측정값으로 적용하여 전자 장치의 자세 오차 및 자이로 바이어스 오차를 추정할 수 있다.

[0114] 도 7a를 참조하면, 일 예시에서, 프로세서는 전자 장치가 정지한 상태에서 관성 센서(121)의 측정값에 기초하여 전자 장치의 롤($\emptyset$) 및 피치(θ) 값을 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 관성 센서(121)를 통해 측정된 전자 장치의 가속도값을 수학적식 7 및 수학적식 8에 적용하여 전자 장치의 롤($\emptyset$) 및 피치(θ) 값을 계산할 수 있다.

수학적식 7

[0115]
$$f^b = C_n^b \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g \sin \theta \\ -g \sin \emptyset \cos \theta \\ -g \cos \emptyset \cos \theta \end{bmatrix}$$

수학적식 8

[0117]
$$\emptyset = \tan^{-1} \left(\frac{f_y}{f_z} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{f_x}{\sqrt{f_y^2 + f_z^2}} \right)$$

[0119] 수학적식 7 및 수학적식 8에서 f_x , f_y , f_z 는 전자 장치 또는 관성 센서(121)의 x축, y축, z축에 가해지는 가속도를 의미한다.

[0120] 도 7b를 참조하면, 다른 예시에서, 프로세서는 지자계의 외란이 없는 경우에 지자기 센서(122)의 측정값을 통해 전자 장치의 요(ψ) 값을 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 지자기 센서(122)를 통해 측정된 전자 장치 주변의 자기장값을 수학적식 9 및 수학적식 10에 적용하여 전자 장치의 요(ψ) 값을 계산할 수 있다.

수학식 9

$$\begin{bmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \sin \varnothing & \cos \varnothing \sin \theta \\ 0 & \cos \varnothing & -\sin \varnothing \\ -\sin \theta & \sin \varnothing \cos \theta & \cos \varnothing \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_x \\ m_y \\ m_z \end{bmatrix}$$

[0121]

수학식 10

$$\psi = \tan^{-1} \left(-\frac{B_y}{B_x} \right) + D$$

[0123]

[0126] 수학식 9 및 수학식 10에서 B_x , B_y , B_z 는 각각 전자 장치 주변의 x축, y축, z축에 가해지는 자기장이며, D는 진북(true north)와 자북(magnetic north) 사이의 각도인 편각(Declination angle)을 의미한다.

[0127] 프로세서는 칼만 필터에 상술한 수학식 7 내지 수학식 10을 통해 계산된 전자 장치의 롤, 피치, 요 값을 측정값으로 적용하여 칼만 필터의 추정값인 전자 장치의 자세 오차 및 자이로 바이어스 오차를 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 k번째 스텝에서 계산된 전자 장치의 롤, 피치, 요 값을 수학식 11에 적용하여 k+1번째 스텝에서의 전자 장치의 자세 오차 및 자이로 바이어스 오차를 계산할 수 있다.

수학식 11

$$\widehat{x}_{k+1} = \widehat{x}_k + K_k(z_k - H\widehat{x}_k)$$

[0128]

$$z_k = Hx_k + v_k = \begin{bmatrix} f^b - c_n^b * f_{ref} & m^b - c_n^b * M_{ref} \end{bmatrix}$$

[0129]

$$H = \begin{bmatrix} H_{11} & O_3 \\ H_{21} & O_3 \end{bmatrix}$$

[0130]

[0132] 수학식 11에서 x_k 는 k번째 스텝에서의 측정값을 의미하며, v_k 는 k번째 스텝에서의 측정값 노이즈를 의미한다. 예를 들어, x_k 는 k번째 스텝에서 관성 센서(121) 및 자자기 센서(122)의 측정값을 통해 계산된 전자 장치의 롤, 피치, 요값일 수 있다. 또한, M_{ref} 는 현재 위치(위경도)의 지구 자기장 reference를 의미하고, H_{11} 은 $c_n^b * skew(f_{ref})$ 를, f_{ref} 는 $[0 \ 0 \ -g]^T$ 를, H_{21} 은 $c_n^b * skew(M_{ref})$ 를 의미한다.

[0133] 606 동작에서, 프로세서는 604 동작을 통해 계산된 칼만 이득에 기초하여 오차 공분산을 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 수학식 12에 604 동작을 통해 계산된 k번째 스텝에서의 칼만 이득을 적용하여 k+1번째 스텝에서의 오차 공분산을 계산할 수 있다.

수학식 12

$$P_{k+1} = (I - K_k H) P_k$$

[0134]

- [0136] 607 동작에서, 프로세서는 602 동작 내지 606 동작을 반복 수행하여 오차가 최소화된 전자 장치의 자세 오차 및 자이로 바이어스 오차에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 제2 상대 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 602 동작 내지 606 동작을 통해 계산된 전자 장치의 자세와 외부 전자 장치의 자세를 차분하여 외부 전자 장치의 상대 자세를 추정할 수 있다.
- [0137] 이 때, 외부 전자 장치의 자세는 외부 전자 장치의 프로세서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 자세일 수 있으며, 외부 전자 장치에서 추정된 외부 전자 장치의 자세는 무선 신호를 통해 프로세서에서 전달될 수 있다. 예를 들어, 외부 전자 장치는 상술한 601 동작 내지 606 동작을 수행하여 외부 전자 장치의 자세를 추정할 수 있으며, 추정된 외부 전자 장치의 자세는 전자 장치의 프로세서로 전달될 수 있다.
- [0138] 도 8은 일 실시예에 따른 전자 장치의 제1 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치와 제2 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 융합하여 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 동작을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0139] 도 8은 도 3의 305 동작을 구체적으로 설명하기 위한 순서도이며, 이하에서는 도 8의 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 동작을 설명함에 있어, 도1 및 도 2에 구성 요소들을 참조하여 설명하도록 한다.
- [0140] 도 8을 참조하면, 801 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)(예: 도 1, 도 2의 전자 장치(100))의 프로세서(130)는 도 3의 304 동작을 통해 계산된 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 제2 상대 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(130)는 외부 전자 장치(200)의 상대 가속도를 이중 적분하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 제2 상대 위치를 추정할 수 있다.
- [0141] 802 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)의 프로세서(130)는 확장 칼만 필터를 통해 도 3의 301 동작에 의해 추정된 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치 및 801 동작에 의해 추정된 외부 전자 장치(200)의 제2 상대 위치를 융합할 수 있다.
- [0142] 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)는 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 오차, 상대 속도 오차 및 상대 가속도 바이어스 오차가 상태 변수로 설정된 확장 칼만 필터에 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치 및 제2 상대 위치를 측정값으로 적용함으로써, 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치, 상대 속도 및 상대 가속도를 추정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(130)는 확장 칼만 필터에 외부 전자 장치(200)의 제1 상대 위치와 제2 상대 위치의 차이를 측정값으로 적용하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치, 상대 속도 및 상대 가속도 바이어스를 추정할 수 있다.
- [0143] 803 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)의 프로세서(130)는 802 동작에서 확장 칼만 필터를 통해 추정된 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 위치, 상대 속도 및 상대 가속도 바이어스에 기초하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있다.
- [0144] 일 예시에서, 프로세서(130)는 확장 칼만 필터를 통해 추정된 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 상대 위치, 상대 속도 및 상대 가속도 바이어스를 통해 외부 전자 장치(200)의 최적화된 상대 위치를 추정할 수 있다.
- [0145] 다른 예시에서, 프로세서(130)는 도 3의 302 동작에 의해 추정된 외부 전자 장치(200)의 상대 위치를 확장 칼만 필터에 적용하여 전자 장치(100)에 대한 외부 전자 장치(200)의 최적화된 상대 자세를 추정할 수 있다.
- [0146] 일 실시예에 따른 전자 장치(100)는 상술한 801 내지 803 동작을 통해 외부 전자 장치 상대 위치 오차가 상태 변수로 설정된 확장 칼만 필터를 활용함으로써, 외부 전자 장치(200)의 상대 위치를 보다 정확하게 추정할 수 있다.
- [0147] 예를 들어, 전자 장치(100)와 외부 전자 장치(200)의 거리(range)가 상태 변수로 설정된 기존의 확장 칼만 필터의 경우, 전자 장치(100)와 외부 전자 장치(200) 사이의 거리만 추정할 수 있을 뿐, 외부 전자 장치(200)의 상대적인 위치는 정확하게 추정하기 어려울 수 있다.
- [0148] 반면, 일 실시예에 따른 전자 장치(100)는 제1 센서(110)와 제2 센서(120)를 통해 외부 전자 장치(200)의 상대 위치를 추정하고, 상대 위치 오차가 상태 변수로 설정된 확장 칼만 필터에 추정된 외부 전자 장치(200)의 상대 위치를 측정값으로 적용함으로써, 전자 장치(100)와 외부 전자 장치(200)의 거리뿐만 아니라, 외부 전자 장치(200)의 상대 위치까지 정확하게 추정할 수 있다.

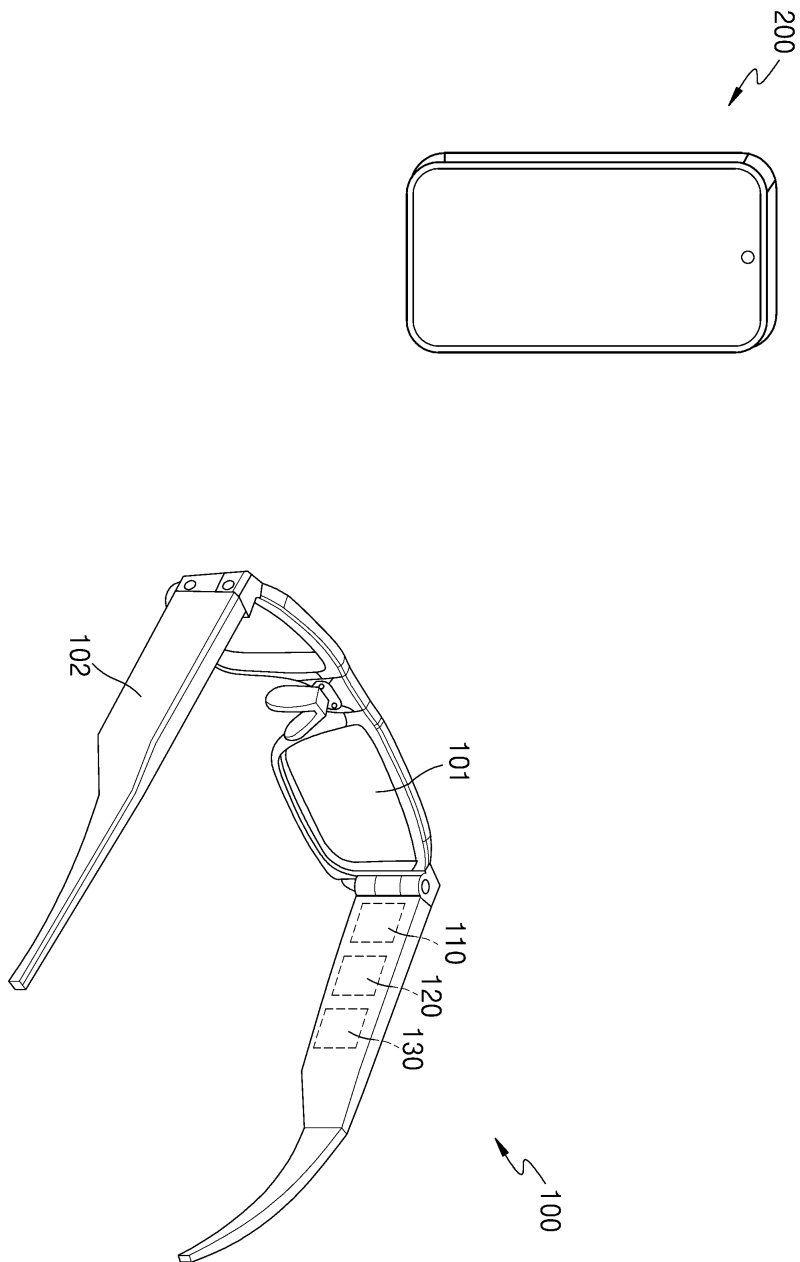
- [0149] 이하에서는, 도 9를 참조하여 도 3의 304 동작 및 305 동작이 수행되는 과정에 대하여 구체적으로 살펴보도록 한다.
- [0150] 도 9는 일 실시예에 따른 전자 장치의 확장 칼만 필터를 통해 제1 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치와 제2 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 융합하는 동작을 설명하기 위한 블록도이다.
- [0151] 도 9를 참조하면, 901 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치(예: 도 1 및 도 2의 전자 장치(100))의 프로세서(예: 도 1 및 도 2의 프로세서(130))는 관성 센서(예: 도 2의 관성 센서(121))에서 획득된 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계의 가속도로 변환할 수 있다. 예를 들어, 프로세서의 융합부(예: 도 2의 융합부(133))는 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산하기 위하여, 관성 센서에서 획득된 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계의 가속도로 변환할 수 있다.
- [0152] 902 동작에서, 외부 전자 장치(예: 도 1의 외부 전자 장치(200))는 프로세서의 901 동작과 실질적으로 동일 또는 유사하게 외부 전자 장치의 관성 센서를 통해 측정된 외부 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계의 가속도로 변환할 수 있다. 이 때, 902 동작을 통해 변환된 외부 전자 장치의 항법 좌표계의 가속도 데이터는 전자 장치의 프로세서로 전송될 수 있다.
- [0153] 903 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치의 프로세서는 901 동작을 통해 변환된 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도와 902 동작을 통해 변환된 외부 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도와 외부 전자 장치의 항법 좌표계에서의 가속도를 차분하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산할 수 있다.
- [0154] 일 실시예에 따른 전자 장치는 전자 장치의 센서 좌표계에서의 가속도를 항법 좌표계의 가속도로 변환하고, 외부 전자 장치의 센서 좌표계의 가속도를 항법 좌표계의 가속도로 각각 변환함으로써, 두 가속도의 차분만으로 외부 전자 장치의 상대 가속도를 계산할 수 있다.
- [0155] 예를 들어, 센서 좌표계의 가속도를 사용하는 경우, 전자 장치의 센서 좌표계와 외부 전자 장치의 센서 좌표계가 상이하여, 전자 장치의 센서 좌표계의 가속도와 외부 전자 장치의 센서 좌표계의 가속도를 차분할 수 없다. 이와 달리, 일 실시예에 따른 전자 장치는 상술한 901 동작 및 902 동작을 통해 전자 장치의 가속도와 외부 전자 장치의 가속도를 항법 좌표계로 통일시킴으로써, 두 가속도의 차분만으로 외부 전자 장치의 상대 가속도를 간편하게 계산할 수 있다.
- [0156] 904 동작에서, 일 실시예에 따른 전자 장치의 프로세서는 도 3의 301 동작을 통해 추정된 제1 상대 위치 및 903 동작을 통해 계산된 외부 전자 장치의 상대 가속도를 확장 칼만 필터에 적용하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정할 수 있다.
- [0157] 일 실시예에 따르면, 프로세서는 903 동작을 통해 계산된 외부 전자 장치의 상대 가속도를 이중 적분하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 제2 상대 위치를 추정하고, 제1 상대 위치 및 제2 상대 위치에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정할 수 있다.
- [0158] 예를 들어, 프로세서는 확장 칼만 필터에 301 동작을 통해 추정된 외부 전자 장치의 제1 상대 위치 및 추정된 외부 전자 장치의 제2 상대 위치를 측정값으로 적용하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치, 상대 속도, 상대 가속도 바이어스를 추정할 수 있다. 또한, 프로세서는 확장 칼만 필터를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치, 상대 속도, 상대 가속도 바이어스에 기초하여, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치(또는 '최적화된 상대 위치')를 추정할 수 있다.
- [0159] 다른 실시예에 따르면, 프로세서는 확장 칼만 필터에 도 3의 302 동작을 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 자세를 적용함으로써, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 자세(또는 '최적화된 상대 자세')를 추정할 수 있다.
- [0160] 이하에서는 도 10 및 도 11을 참조하여, 일 실시예에 따른 전자 장치를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치의 정확성에 대하여 구체적으로 살펴보도록 한다.
- [0161] 도 10은 적어도 하나의 앵커에서 송출된 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간에 기초하여 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정한 결과를 나타내는 그래프이고, 도 11은 일 실시예에 따른 전자 장치를 통해 외부 전자

장치의 상대 위치를 추정한 결과를 나타내는 그래프이다.

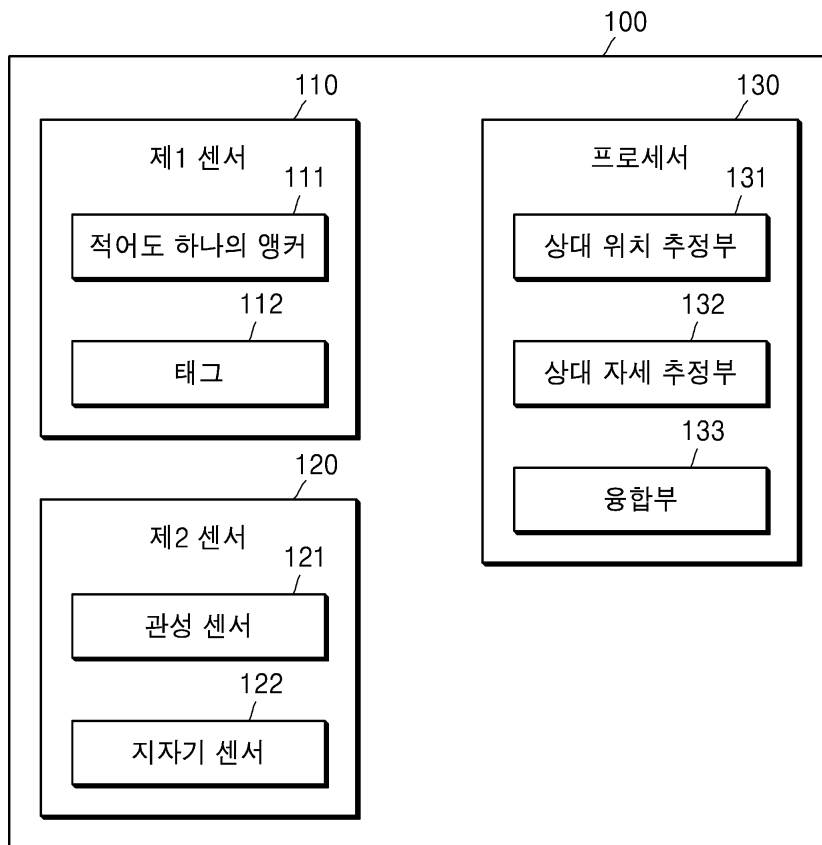
- [0162] 도 10 및 도 11은 정지 상태에서 항법 좌표계의 북쪽(north) 방향을 기준으로 전자 장치와 외부 전자 장치의 거리가 0.5m만큼 가까워졌을 때, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치 변화를 나타낸다.
- [0163] 도 10을 참조하면, 제1 센서(예: 도 2의 제1 센서(110))의 적어도 하나의 앵커(예: 도 2의 적어도 하나의 앵커(111))에서 송출된 무선 신호가 외부 전자 장치에 도달하는 도착 시간에 기초하여 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정하는 경우, 무선 신호에 포함된 노이즈에 의해 외부 전자 장치의 상대 위치 추정 결과에 오차가 크게 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0164] 이와 달리, 도 11을 참조하면, 일 실시예에 따른 전자 장치(예: 도 1 및 도 2의 전자 장치(100))를 통해 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치는 제1 센서에서 송출된 무선 신호의 도착 시간에 기초하여 외부 전자 장치의 상대 위치를 추정한 결과보다 상대적으로 외부 전자 장치의 상대 위치를 정밀하게 추정할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0165] 즉, 일 실시예에 따른 전자 장치는 확장 칼만 필터를 통해 제1 센서를 통해 추정된 외부 전자 장치의 제1 상대 위치와 제2 센서(예: 도 2의 제2 센서(120))를 통해 추정된 외부 전자 장치의 제2 상대 위치를 융합함으로써, 전자 장치에 대한 외부 전자 장치의 상대 위치를 보다 정확하게 추정할 수 있다. 결과적으로, 전자 장치는 정밀하게 추정된 외부 전자 장치의 상대 위치를 통해 보다 현실성 있고 정확한 증강 현실 이미지를 제공할 수 있다.
- [0166] 한편, 외부 전자 장치의 상대 위치 및 상대 자세를 추정하는 방법은 그 방법을 실행하는 명령어들을 포함하는 하나 이상의 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터로 읽을 수 있는 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령어의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0167] 이상에서 실시예들에 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 속한다.

도면

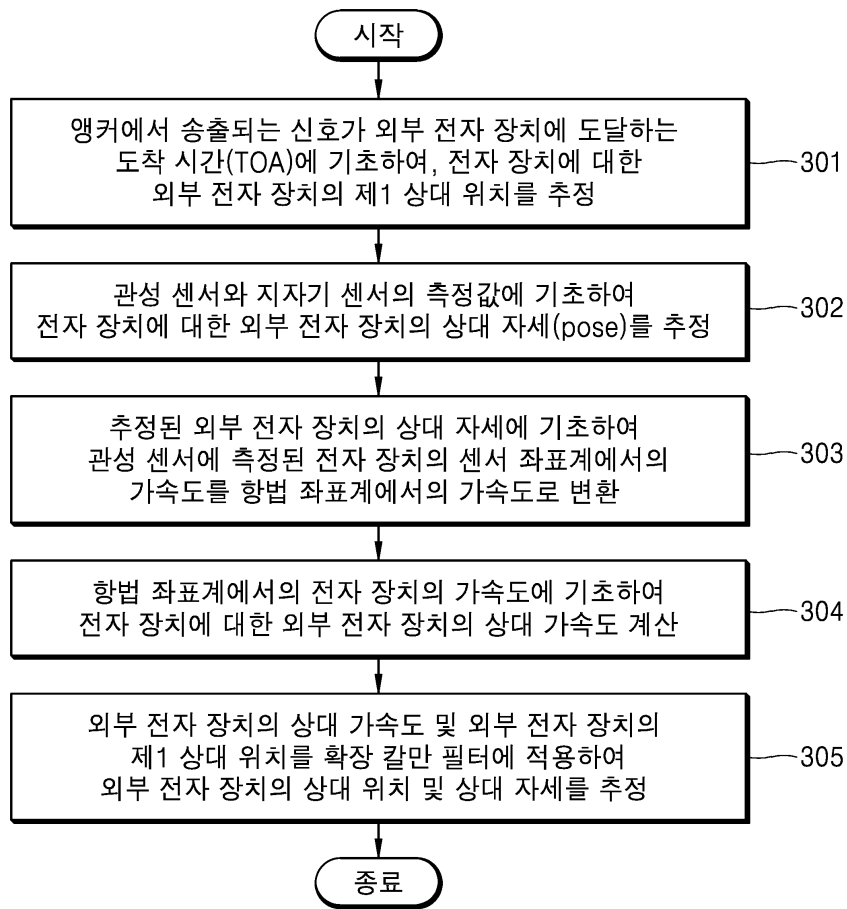
도면1



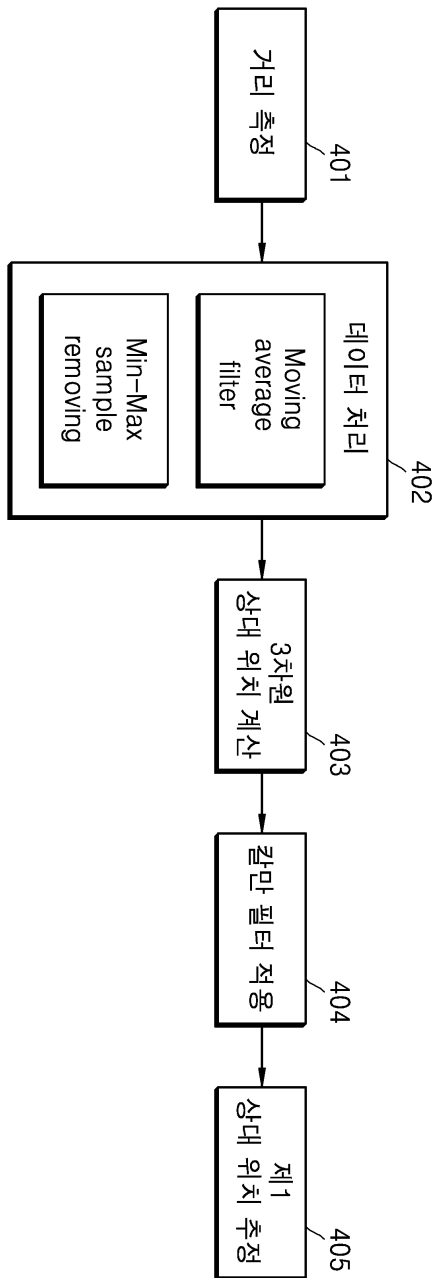
도면2



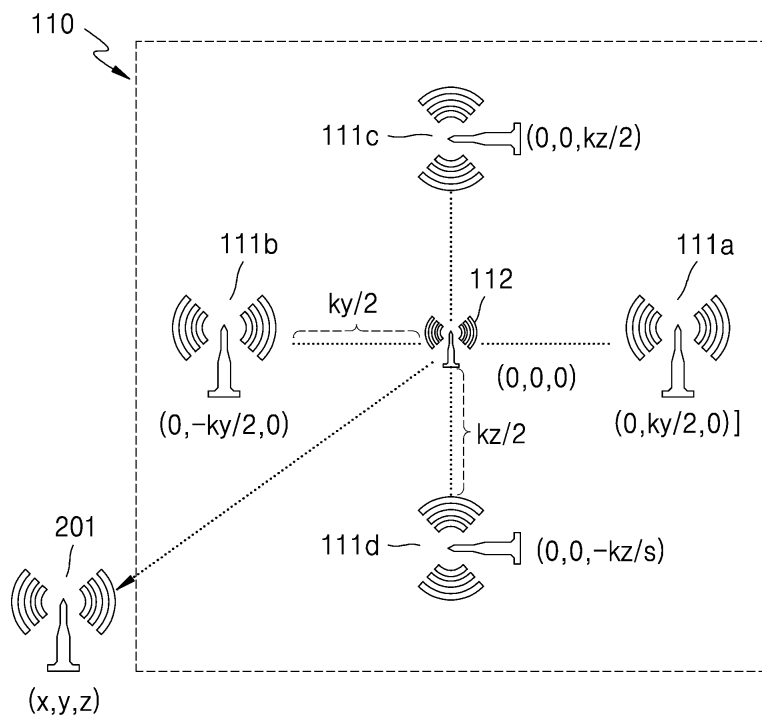
도면3



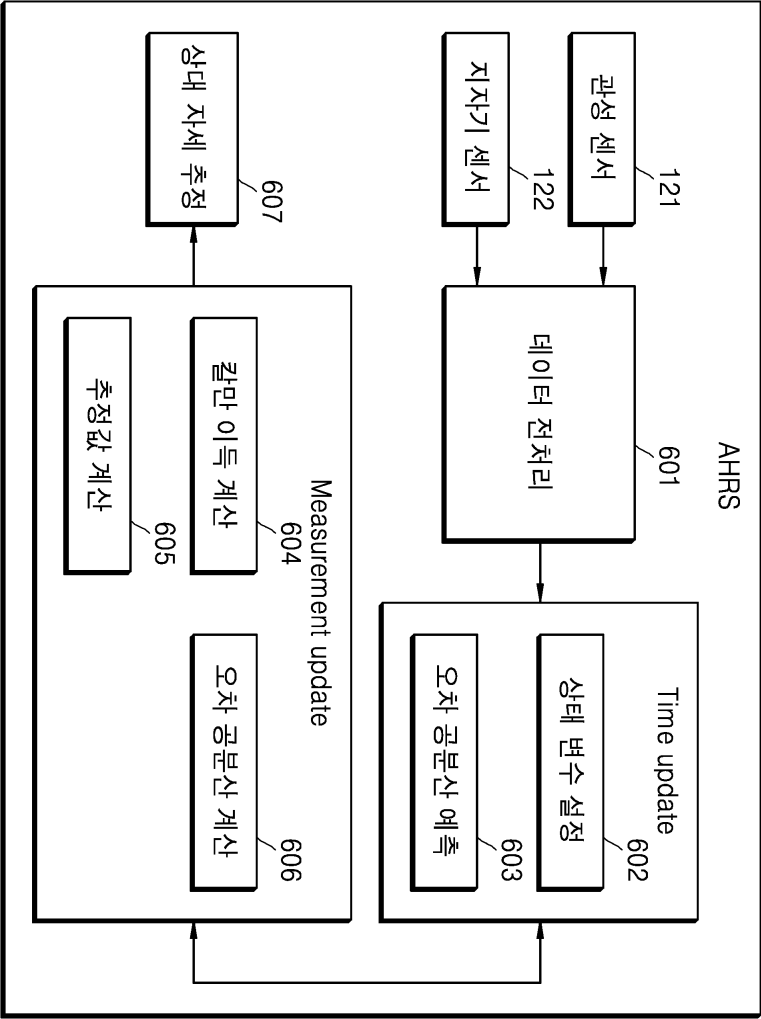
도면4



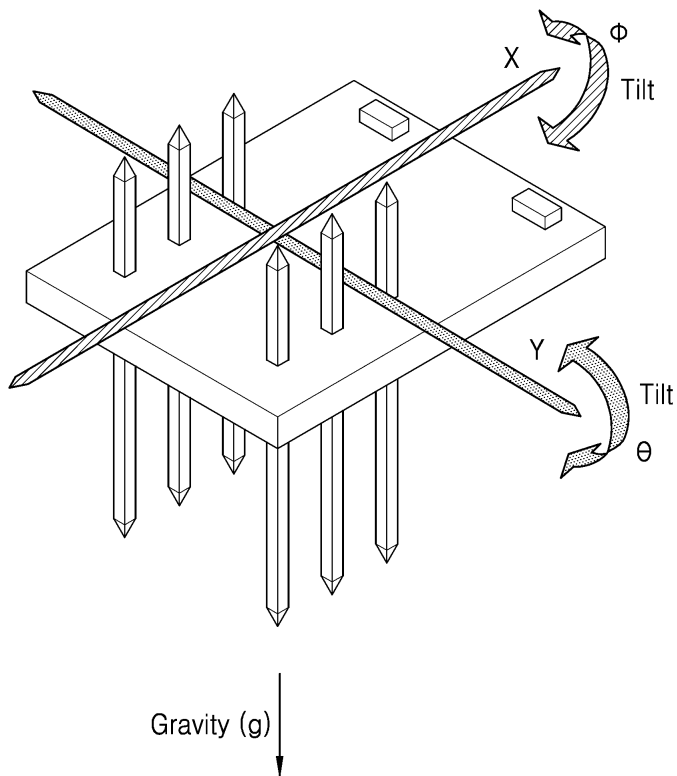
도면5



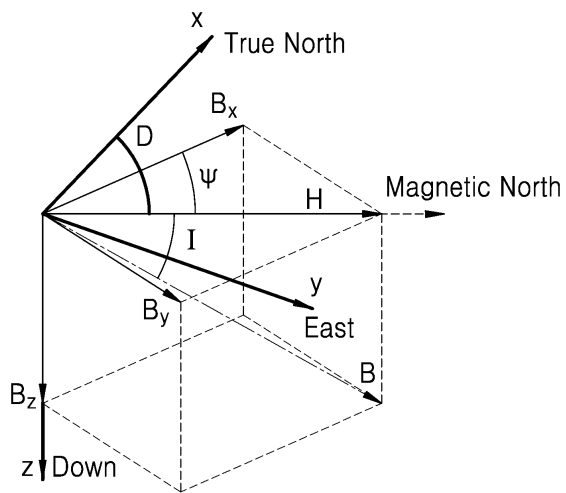
도면6



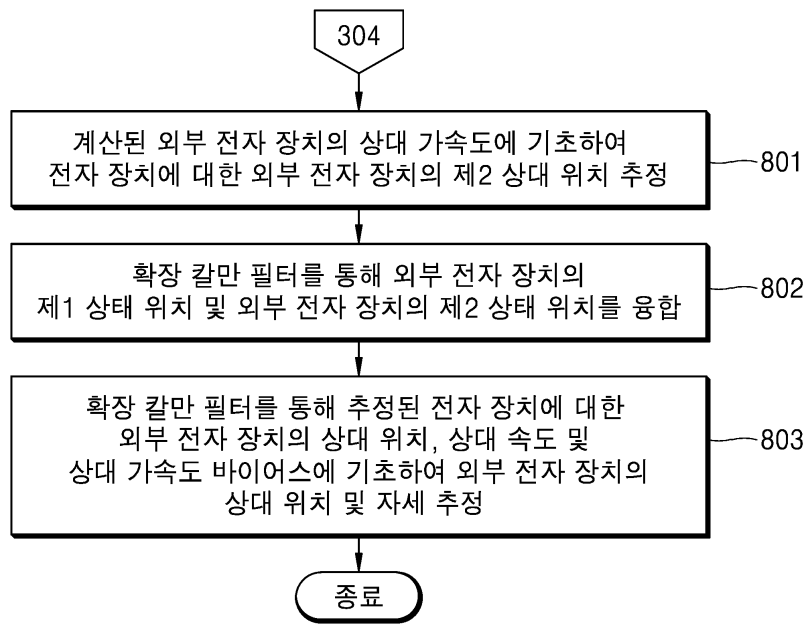
도면7a



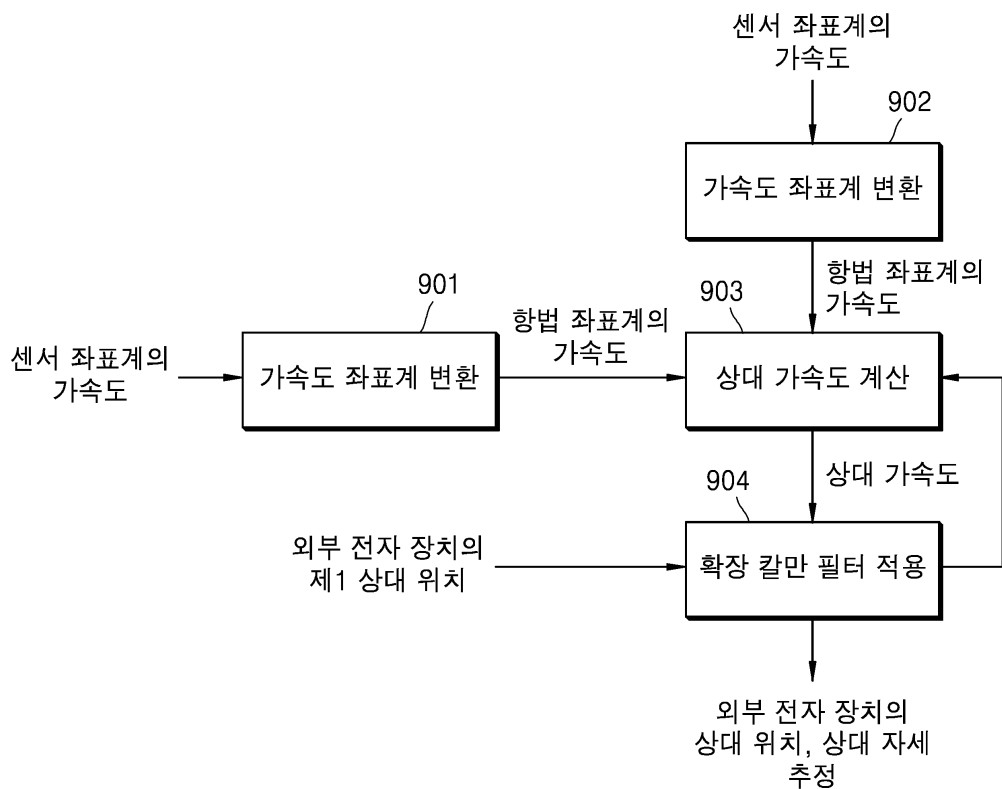
도면7b



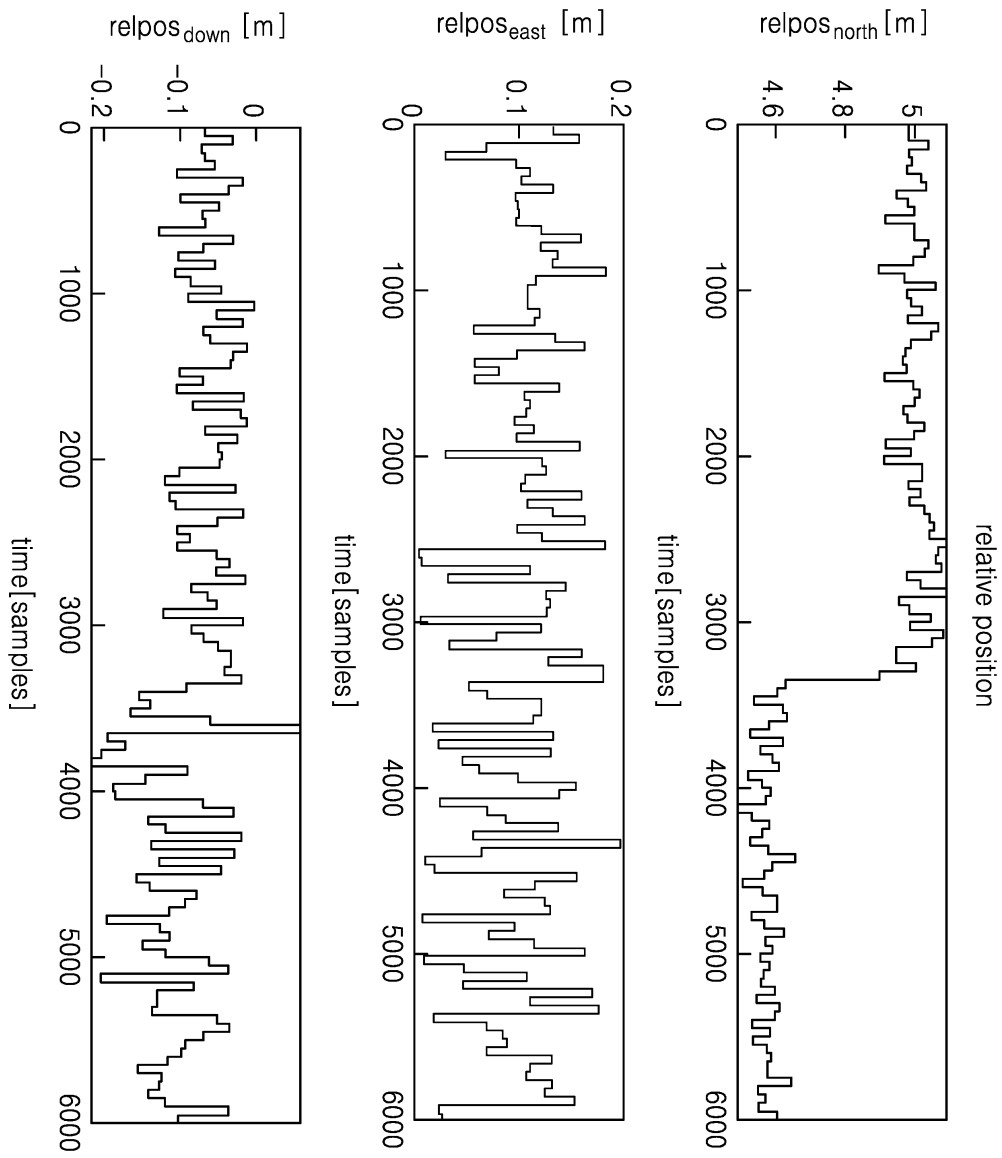
도면8



도면9



도면10



도면11

