



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월15일
(11) 등록번호 10-2499449
(24) 등록일자 2023년02월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 19/45 (2010.01) G01C 5/06 (2006.01)
G01S 19/07 (2010.01) G01S 19/11 (2010.01)
G01S 19/24 (2010.01) G01S 19/40 (2010.01)

(52) CPC특허분류

G01S 19/45 (2013.01)
G01C 5/06 (2019.08)

(21) 출원번호 10-2020-0184572

(22) 출원일자 2020년12월28일

심사청구일자 2020년12월28일

(65) 공개번호 10-2022-0093650

(43) 공개일자 2022년07월05일

(56) 선행기술조사문헌

JP2020012788 A*

KR1020200074660 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

한국항공우주연구원

대전광역시 유성구 과학로 169-84 (어은동)

(72) 발명자

박병운

서울특별시 양천구 목동서로 37, 1106호(목동)

윤정현

강원도 동해시 항골길 65, 107동 802호(천곡동, 천곡 금호어울림 라포레)

조암

대전광역시 유성구 은구비남로 34, 803동 601호(노은동, 열매마을아파트 8단지 새미래)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 8 항

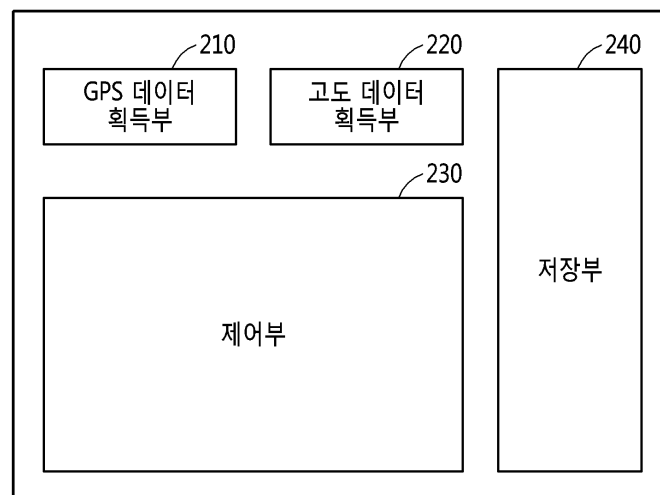
심사관 : 김규리

(54) 발명의 명칭 GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법 및 장치

(57) 요약

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법 및 장치를 개시한다. GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법은 사용자 단말에서 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수를 확인하는 단계와, 상기 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 3인 경우 기압 센서로부터 측정되는 고도 데이터를 획득하는 단계와, 상기 고도 데이터의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고 ECEF 좌표계의 고도 값을 획득하는 단계 및 상기 ECEF 좌표계의 고도 값과 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값에 기초하여 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01S 19/07 (2021.08)

G01S 19/11 (2021.08)

G01S 19/24 (2013.01)

G01S 19/40 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415164550
과제번호	N0002431
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	산업전문인력역량강화(R&D)
연구과제명	사업용 무인비행장치 전문인력 양성
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국드론산업진흥협회
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711105604
과제번호	2017M1B3A2A01049995
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	무인이동체미래선도핵심기술개발(R&D)
연구과제명	저고도 무인비행장치 교통관리체계 실증을 위한 GNSS 및 다중센서 기반 정밀통합 항
법기술 개발 및 실증	
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국항공우주연구원
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법에 있어서,

사용자 단말에서 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수를 확인하는 단계;

상기 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 3인 경우 기압 센서로부터 측정되는 고도 데이터를 획득하는 단계;

상기 고도 데이터의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고 ECEF 좌표계의 고도 값을 획득하는 단계; 및

상기 ECEF 좌표계의 고도 값과 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값에 기초하여 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 단계

를 포함하고,

상기 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 단계는,

상기 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값과 상기 ECEF 좌표계의 고도 값으로 관측 방정식을 구성하는 단계; 및

상기 관측 방정식의 관측 행렬 H의 역행렬을 상기 관측 방정식의 양변에 곱해주는 단계를 더 포함하는

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고도 데이터를 획득하는 단계 내지 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 단계를 기 설정된 기준 횟수 만큼 반복 수행하여 상기 사용자 단말의 현재 위치를 추적하는 단계를 더 포함하는

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 4개 이상인 경우 최소자승법에 기초한 관측방정식에 4개 이상의GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값을 적용하여 상기 사용자 단말의 현재 위치를 산출하는

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 ECEF 좌표계의 고도 값은 하기 수학식으로 표현되는 X, Y, Z 좌표로 산출되는

[수학식]

$$Alt_{press} = \frac{\cos(\phi + \lambda) + \cos(\phi - \lambda)}{2} X + \frac{\sin(\phi + \lambda) - \sin(\phi - \lambda)}{2} Y + \sin(\phi) Z$$

여기서, ϕ 및 λ 는 각각 LLA(Latitude Longitude Altitude) 좌표계에서 측정된 위도(Latitude) 및 경도(Longitude) 값인,

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 관측행렬 H는 하기와 같이 구성되는

$$\begin{bmatrix} -\vec{e}_x^{s(1)} & -\vec{e}_y^{s(1)} & -\vec{e}_z^{s(1)} & 1 \\ -\vec{e}_x^{s(2)} & -\vec{e}_y^{s(2)} & -\vec{e}_z^{s(2)} & 1 \\ -\vec{e}_x^{s(3)} & -\vec{e}_y^{s(3)} & -\vec{e}_z^{s(3)} & 1 \\ \frac{\cos(\phi + \lambda) + \cos(\phi - \lambda)}{2} & \frac{\sin(\phi + \lambda) - \sin(\phi - \lambda)}{2} & \sin(\phi) & 0 \end{bmatrix}$$

여기서, $-\vec{e}_x^{s(k)} - \vec{e}_y^{s(k)} - \vec{e}_z^{s(k)}$ ($k=1, 2, 3$)는 각각 k번째 위성의 시선벡터인

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법.

청구항 7

GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수를 확인하고 GPS 관측 값을 획득하는 GPS 데이터 획득부;

기압 센서로부터 측정되는 고도 데이터를 획득하는 고도 데이터 획득부; 및

상기 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 3인 경우 상기 고도 데이터의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고 ECEF 좌표계의 고도 값을 획득하고, 상기 ECEF 좌표계의 고도 값과 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값에 기초하여 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 제어부

를 포함하고,

상기 제어부는 상기 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값과 상기 ECEF 좌표계의 고도 값으로 관측 방정식을 구성하고, 상기 관측 방정식의 관측 행렬 H의 역행렬을 상기 관측 방정식의 양변에 곱해주는 연산을 통해 현재 위치를 산출하는

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는 상기 고도 데이터를 획득하는 과정 내지 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 과정을 기 설정된 기준 횟수 만큼 반복 수행하여 현재 위치를 추적하는

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제어부는 상기 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 4개 이상인 경우 최소자승법에 기초한 관측 방정식에 4개 이상의GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값을 적용하여 현재 위치를 산출하는

GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 장치.

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 스마트폰과 같은 사용자의 모바일 단말에서 GPS 위성을 활용한 측위에 관한 것으로서, GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 GPS 위성을 사용하여 측위를 진행하는 경우 사용자의 위치 결정을 위한 3개의 위성과 사용자의 시계 오차 보정을 위한 위성 1개로 총 4개 이상의 위성이 필요하다.
- [0003] 도 1은 스마트폰과 같은 사용자의 모바일 단말에서 GNSS(Global Navigation Satellite System)를 이용한 측위 환경을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0004] 도 1의 (A)는 GNSS 가시 위성(1, 2, 3, 4)의 수가 충분한 환경을 나타내고, 도 1의 (B)는 GNSS 가시 위성(10, 20, 30)가 제한되는 환경을 나타낸다.
- [0005] 도 1의 (B)와 같이 높은 건물이 존재하는 도심이나 장애물이 많은 산악지형 등에서는 GPS 가시 환경은 매우 제한될 수 있다. 가시 위성의 수가 4개 미만인 경우 측위를 위한 위성의 수가 불충분하기 때문에 측위를 제대로 수행할 수 없다.
- [0006] 또한, 스마트폰과 같은 사용자의 모바일 단말에서 측위를 진행하는 경우 낮은 품질의 안테나와 저가의 GPS 칩셋의 사용으로 인해 일반적인 상용 수신기 대비 열악한 GPS 성능과 적은 가시 위성 수가 관찰될 수 있다.
- [0007] 따라서, 스마트폰과 같은 사용자의 모바일 단말에서 GPS 가시 위성의 수가 측위를 위한 최소 위성 수를 만족하지 못하는 경우에도 측위를 수행할 수 있는 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2020-0049875호(공개일자: 2020.05.08, 발명의 명칭: 광역 포지셔닝 시스템(WAPS)에서의 셀 구조 및 전송 스킴)
- (특허문헌 0002) 한국 공개특허 제10-2019-0130398호(공개일자: 2019.11.22, 발명의 명칭: GPS 보정 데이터 제공 방법 및 시스템)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 GPS 가시 위성의 수가 측위를 위한 최소 위성 수를 만족하지 못하는 경우에도 측위를 수행할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것을 포함한다.
- [0010] 또한, 스마트폰과 같은 사용자의 모바일 단말에서 측위를 위한 가시 위성의 수가 다양한 환경에서 측위를 수행하기 위한 기준 및 방법을 제공하는 것을 포함한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 일 실시예에 따른 GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법은 사용자 단말에서 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수를 확인하는 단계와, 상기 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 3인 경우 기압 센서로부터 측정되는 고도 데이터를 획득하는 단계와, 상기 고도 데이터의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-

Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고 ECEF 좌표계의 고도 값을 획득하는 단계 및 상기 ECEF 좌표계의 고도 값과 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값에 기초하여 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 단계를 포함한다.

[0012] 일 실시예에 따르면, GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 방법은 상기 고도 데이터를 획득하는 단계 내지 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 단계를 기 설정된 기준 횡수 만큼 반복 수행하여 상기 사용자 단말의 현재 위치를 추적하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 일 실시예에 따르면, 상기 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 4개 이상인 경우 최소자승법에 기초한 관측방정식에 4개 이상의GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값을 적용하여 상기 사용자 단말의 현재 위치를 산출할 수 있다.

[0014] 상기 ECEF 좌표계의 고도 값은 하기 수학식으로 표현되는 X, Y, Z 좌표로 산출되고,

$$Alt_{press} = \frac{\cos(\phi + \lambda) + \cos(\phi - \lambda)}{2} X + \frac{\sin(\phi + \lambda) - \sin(\phi - \lambda)}{2} Y + \sin(\phi) Z$$

[0015]

[0016] 여기서, ϕ 및 λ 는 각각 LLA(Latitude Longitude Altitude) 좌표계에서 측정된 위도(Latitude) 및 경도(Longitude) 값이다.

[0017] 상기 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 단계는, 상기 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값과 상기 수학식으로 정의되는 ECEF 좌표계의 고도 값으로 관측 방정식을 구성하는 단계 및 상기 관측 방정식의 관측 행렬 H의 역행렬을 상기 관측 방정식의 양변에 곱해주는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 관측행렬 H는 하기와 같이 구성되고,

$$\begin{bmatrix} -\vec{e}_x^{s(1)} & -\vec{e}_y^{s(1)} & -\vec{e}_z^{s(1)} & 1 \\ -\vec{e}_x^{s(2)} & -\vec{e}_y^{s(2)} & -\vec{e}_z^{s(2)} & 1 \\ -\vec{e}_x^{s(3)} & -\vec{e}_y^{s(3)} & -\vec{e}_z^{s(3)} & 1 \\ \frac{\cos(\phi + \lambda) + \cos(\phi - \lambda)}{2} & \frac{\sin(\phi + \lambda) - \sin(\phi - \lambda)}{2} & \sin(\phi) & 0 \end{bmatrix}$$

[0019]

[0020] 여기서, $-\vec{e}_x^{s(k)} = -\frac{\vec{r}_s(k)}{r_s(k)}$, $-\vec{e}_y^{s(k)} = -\frac{\vec{r}_s(k)}{r_s(k)}$, $-\vec{e}_z^{s(k)} = -\frac{\vec{r}_s(k)}{r_s(k)}$ (k=1, 2, 3)는 각각 k번째 위성의 시선벡터를 나타낸다.

[0021] 일 실시예에 따른 GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 장치는 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수를 확인하고 GPS 관측 값을 획득하는 GPS 데이터 획득부와, 기압 센서로부터 측정되는 고도 데이터를 획득하는 고도 데이터 획득부 및 상기 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 3인 경우 상기 고도 데이터의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고 ECEF 좌표계의 고도 값을 획득하고, 상기 ECEF 좌표계의 고도 값과 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값에 기초하여 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 실시예에 따르면, GPS 가시 위성의 수가 측위를 위한 최소 위성 수를 만족하지 못하는 경우에도 측위를 수행할 수 있다.

[0023] 또한, 스마트폰과 같은 사용자의 모바일 단말에서 측위를 위한 가시 위성의 수가 다양한 환경에서 측위를 수행하기 위한 기준 및 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 스마트폰과 같은 사용자의 모바일 단말에서 GNSS(Global Navigation Satellite System)를 이용한 측위

환경을 설명하기 위한 예시도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 장치의 구성을 나타낸다.

도 3은 GNSS 및 Barometer 좌표계의 관계를 나타내기 위한 예시도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 모바일 단말에서 측위를 수행하기 위한 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 5는 일 실시예에 따른 모바일 단말에서 반복 측위를 통해 위치를 추정하는 예를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.
- [0026] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0027] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "측면", "예시" 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.
- [0028] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.
- [0029] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0030] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0031] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0032] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 GNSS와 고도 정보를 이용한 복합 측위 장치의 구성을 나타낸다.
- [0034] 도 2에 도시된 장치는 스마트 폰과 같은 모바일 단말에 구비될 수 있다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 복합 측위 장치는 GPS 데이터 획득부(210), 고도 데이터 획득부(220) 및 제어부(230)를 포함한다. 복합 측위 장치는 측위 결과, 측위를 위한 센싱 데이터, 각종 연산 결과 및 기준값 등을 저장하기 위한 저장부(240)를 더 포함할 수 있다.
- [0036] GPS 데이터 획득부(210)는 GPS 센서로부터 획득되는 GPS 신호를 통해 GPS 가시 위성의 수를 확인하고, 가시 위성 각각의 GPS 관측 값을 획득한다.
- [0037] 고도 데이터 획득부(220)는 기압(Barometer) 센서로부터 측정되는 고도 데이터를 획득한다.
- [0038] 스마트 폰과 같은 모바일 단말은 GPS 센서 이외에 Barometer 센서를 내장하고 있다. Barometer는 대기압의 변화를 감지하여 고도를 측정할 수 있는 것으로서, 최근에는 MEMS 반도체 기술로 제작되는 IC 기압 센서가 주로

사용된다.

- [0039] Barometer 센서에서 제공되는 고도 측정치는 해수면을 기준으로 하며, [hPa] 단위로 제공된다.
- [0040] 제어부(230)는 스토리지와 연동 가능한 적어도 하나의 프로세서로 구성될 수 있다.
- [0041] 제어부(230)는 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 4 이상인 경우 GPS 데이터를 이용한 측위를 수행하고, GPS 가시 위성의 수가 3인 경우 일 실시예에 따른 이중 센서 데이터를 이용한 복합 측위를 수행할 수 있다.
- [0042] 제어부(230)는 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수가 3인 경우 상기 고도 데이터의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고 ECEF 좌표계의 고도 값을 획득한다.
- [0043] 제어부(230)는 ECEF 좌표계의 고도 값과 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값에 기초하여 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출한다.
- [0044] 제어부(230)는 고도 데이터를 획득하는 과정 내지 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 과정을 기 설정된 기준 횟수 만큼 반복 수행하여 현재 위치를 추적할 수 있다.
- [0045] 이때, 제어부(230)는 기준 횟수를 결정하기 위해 가시 위성의 수가 4 이상인 환경에서 3개의 GPS 관측값과 기압 센서를 이용한 측위를 반복 수행하면서 4개 이상의 GPS 데이터를 이용한 측위 결과값과 비교함으로써 이후 가시 위성의 수가 3인 환경에서 적용하기 위한 기준 횟수를 결정할 수 있다. 또한, 도심지의 경우 본 발명의 실시예에 따른 복합 측위를 수행한 결과를 데이터베이스화 하고, 해당 지역에서 적용하기 위한 기준 횟수를 결정할 수 있다.
- [0046] 도 3은 GNSS 및 Barometer 좌표계의 관계를 나타내기 위한 예시도이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 위도 경도 좌표계인 LLA(Latitude, Longitude, Altitude) 좌표계의 고도 값 h 는 $[X, Y, Z]$ 로 좌표를 표시할 수 있는 지구 중심 고정(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF) 좌표계로 변환할 수 있음을 알 수 있다.
- [0048] 한편, GNSS의 경우 ECEF 좌표계를 사용하고, Barometer 센서의 경우 LLA 좌표계를 사용하기 때문에 좌표계 기준이 상이하다.
- [0049] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 복합 측위를 위한 관측 방정식 구성을 위해서는 좌표계 통합이 요구된다. 즉, 이중의 센서라 할 수 있는 GPS 센서와 기압 센서 각각의 관측값을 이용한 관측 방정식 구성을 위해 좌표계의 변환 및 새로운 관측 방정식 구성이 요구된다.
- [0050] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 모바일 단말에서 측위를 수행하기 위한 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0051] 도 4에 도시된 방법은 도 2에 도시된 복합 측위 장치 또는 사용자의 모바일 단말에 의해 수행될 수 있다.
- [0052] 도 4를 참조하면, 410단계에서 장치는 GPS 센서로부터 관측되는 GPS 가시 위성의 수를 확인하고 관측되는 가시 위성 각각의 GPS 데이터 즉, GPS 관측값을 획득한다.
- [0053] 420 단계에서 장치는 가시 위성의 수가 4이상인지 판단한다.
- [0054] 관측되는 가시 위성의 수가 4 이상이 아닌 경우, 즉 가시 위성의 수가 3인 경우 장치는 430 단계에서 이중 센서 데이터를 이용한 복합 측위를 수행하고, 가시 위성의 수가 4이상인 경우 장치는 440 단계에서 GPS 데이터를 이용한 측위를 수행할 수 있다.
- [0055] 430 단계에서 장치는 기압 센서로부터 측정되는 고도 데이터를 획득하고, 고도 데이터의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고 ECEF 좌표계의 고도 값을 획득한다.
- [0056] 이후, ECEF 좌표계의 고도 값과 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값에 기초하여 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출한다.
- [0057] GPS 가시 위성의 수가 충분한 환경에서 장치는 의사 거리 측정치 잔차를 활용한 위치 산출을 수행할 수 있다.
- [0058] 즉, 가시 위성의 수가 4이상인 경우 장치는 [수학식 1] 및 [수학식 2]에 나타난 바와 같이 최소자승법에 근거한 관측방정식에 관측값을 대입하여 사용자 단말의 위치를 결정할 수 있다.

[0059] [수학식 1]

$$\begin{bmatrix} \rho_r^{s(1)} - d_r^{s(1)} + b^{s(1)} \\ \rho_r^{s(2)} - d_r^{s(2)} + b^{s(2)} \\ \vdots \\ \rho_r^{s(k)} - d_r^{s(k)} + b^{s(k)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\vec{e}_x^{s(1)} & -\vec{e}_y^{s(1)} & -\vec{e}_z^{s(1)} & 1 \\ -\vec{e}_x^{s(2)} & -\vec{e}_y^{s(2)} & -\vec{e}_z^{s(2)} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -\vec{e}_x^{s(k)} & -\vec{e}_y^{s(k)} & -\vec{e}_z^{s(k)} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ B_r \end{bmatrix}$$

$\vec{z} \qquad \qquad \qquad H \qquad \qquad \qquad \vec{x}$

[0060]

[0061] [수학식 2]

$$\vec{x} = (H^T H)^{-1} H^T \vec{z}$$

[0062]

[0063] 여기서, $\rho_r^{s(k)} - d_r^{s(k)} + b^{s(k)}$ 는 k번째 위성의 관측값, H는 관측행렬, B_r 은 시계 오차 성분을 나타낸다.

[0064] 즉, 관측행렬 H는 정방행렬이므로 [수학식 1]의 양변에 역행렬을 곱해 주면 [수학식 2]와 같이 ECEF 좌표계에서의 사용자 위치 및 시계오차를 구할 수 있다.

[0065] 한편, 기압 센서로부터 측정되는 고도 데이터는 [수학식 3]을 통해 LLA 좌표계로 변환이 가능하다.

[0066] [수학식 3]

$$Alt_{press} = \frac{10^{\frac{\log_{10}(\frac{PF}{PS})}{5.2558797}} - 1}{-6.8755856 \times 10^{-6}} \div 3.281$$

$$\begin{cases} Alt_{press} = \text{Altitude above sealevel (meter)} \\ PF = \text{Pressure at the flight level (hPa)} \\ PS = \text{Pressure at sealevel (hPa)} \end{cases}$$

[0067]

[0068] 또한, LLA 좌표계의 latitude, longitude, 고도 (ϕ, λ, h)를 ECEF 좌표계의 X, Y, Z로 변환하기 위해 [수학식 4]를 이용할 수 있다.

[0069] [수학식 4]

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & -\sin\phi\cos\lambda & \cos\phi\cos\lambda \\ \cos\lambda & -\sin\phi\sin\lambda & \cos\phi\sin\lambda \\ 0 & \cos\phi & \sin\phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & (N(\phi)+h)\cos\phi & 0 \\ M(\phi)+h & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi \\ \lambda \\ h \end{bmatrix}$$

[0070]

[0071] 여기서, $N(\phi)$ 및 $M(\phi)$ 는 각각 지구 타원체의 장반경 및 단반경을 이용하여 얻을 수 있는 해당 위치에서의 묘유선(卯酉線, 동서방향의 의미)의 곡률 반지름 및 자오선(子午線; 남북방향의 의미)의 곡률 반지름을 나타낸다.

[0072] [수학식 4]의 양변에 좌표계 벡터들을 제외한 나머지 행렬의 역행렬을 곱해주면 [수학식 5]와 같이 ECEF 좌표계 값으로 LLA 좌표계를 구성할 수 있다.

[0073] [수학식 5]

$$\begin{bmatrix} \phi \\ \lambda \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & (N(\phi) + h)\cos\phi & 0 \\ M(\phi) + h & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\sin\lambda - \sin\phi\cos\lambda & \cos\phi\cos\lambda \\ \cos\lambda & -\sin\phi\sin\lambda & \cos\phi\sin\lambda \\ 0 & \cos\phi & \sin\phi \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

[0074]

[0075] 따라서, [수학식 5]의 행렬식을 전개하면, [수학식 6]과 같이 LLA 좌표계 고도값은 ECEF 좌표계의 X, Y, Z 로 표현할 수 있다.

[0076] [수학식 6]

$$Alt_{press} = \frac{\cos(\phi + \lambda) + \cos(\phi - \lambda)}{2} X + \frac{\sin(\phi + \lambda) - \sin(\phi - \lambda)}{2} Y + \sin(\phi) Z$$

[0077]

[0078] 여기서, ϕ 및 λ 는 각각 LLA(Latitude Longitude Altitude) 좌표계에서 측정된 위도(Latitude) 및 경도(Longitude) 값이다.

[0079] 430 단계에서 장치는 3개의 GPS 위성으로부터 관측되는 GPS 관측 값과 [수학식 6]으로 정의되는 ECEF 좌표계의 고도 값으로 관측 방정식을 구성하고, 관측 방정식의 관측 행렬 H의 역행렬을 관측 방정식의 양변에 곱해 줌으로써 ECEF 좌표계의 사용자 단말 위치 및 시계오차를 구할 수 있다.

[0080] 즉, 430 단계에서 장치는 [수학식 7]과 같이 관측 방정식을 구성할 수 있다.

[0081] [수학식 7]

$$\begin{bmatrix} \rho_r^{(1)} - d_r^{(1)} + b^{(1)} \\ \rho_r^{(2)} - d_r^{(2)} + b^{(2)} \\ \rho_r^{(3)} - d_r^{(3)} + b^{(3)} \\ Alt_{press} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\vec{e}_x^{(1)} & -\vec{e}_y^{(1)} & -\vec{e}_z^{(1)} & 1 \\ -\vec{e}_x^{(2)} & -\vec{e}_y^{(2)} & -\vec{e}_z^{(2)} & 1 \\ -\vec{e}_x^{(3)} & -\vec{e}_y^{(3)} & -\vec{e}_z^{(3)} & 1 \\ \frac{\cos(\phi + \lambda) + \cos(\phi - \lambda)}{2} & \frac{\sin(\phi + \lambda) - \sin(\phi - \lambda)}{2} & \sin(\phi) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ B_r \end{bmatrix}$$

$\vec{z} \quad \quad \quad H \quad \quad \quad \vec{x}$

[0082]

[0083] 여기서, $-\vec{e}_x^{(k)} - \vec{e}_y^{(k)} - \vec{e}_z^{(k)}$ (k=1, 2, 3)는 각각 k번째 위성의 시선벡터를 나타낸다.

[0084] [수학식 1]에서와 마찬가지로, 관측행렬은 정방행렬이므로 [수학식 7]의 양변에 관측행렬 H의 역행렬을 곱해주면 ECEF 좌표계의 사용자 위치 및 시계오차를 구할 수 있다.

[0085] 도 4에 도시된 단계 및 수학식 4 내지 7을 통해 설명한 과정을 수행함으로써, 도심지와 같이 가시 위성의 수가 측위를 위한 수를 만족하지 못하는 상황에서는 스마트 폰의 센서 측정치만을 활용하여 사용자의 위치 산출이 가능하다.

[0086] 또한, 별도의 복잡한 연산을 추가하여 수행하지 않고 기존의 state vector를 그대로 사용할 수 있기 때문에 본 발명의 실시예들은 기술적 측면 뿐만 아니라 경제적인 측면에서도 강점이 있다.

[0087] 이중 센서를 이용한 복합 측위와 관련하여 한국 공개특허 제10-2020-0049875호의 경우 고정된 기준국 또는 측위를 통해 이미 알고 있는 송신기를 이용하여 포지셔닝을 수행하는 방법을 개시하고 있을 뿐이다.

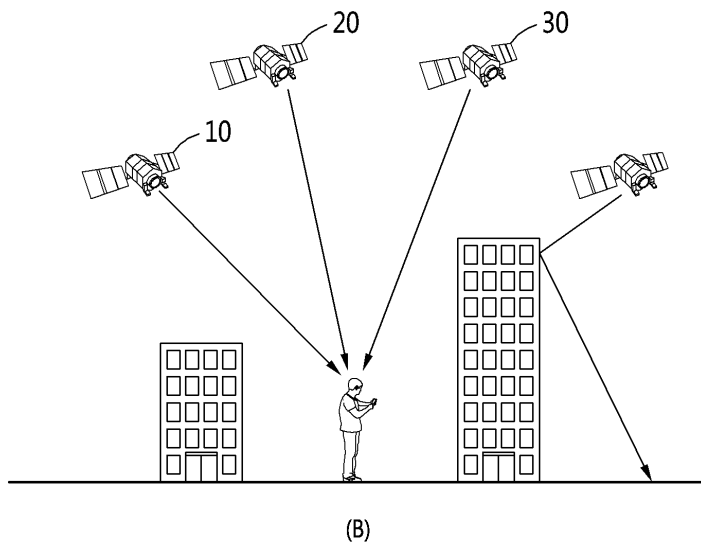
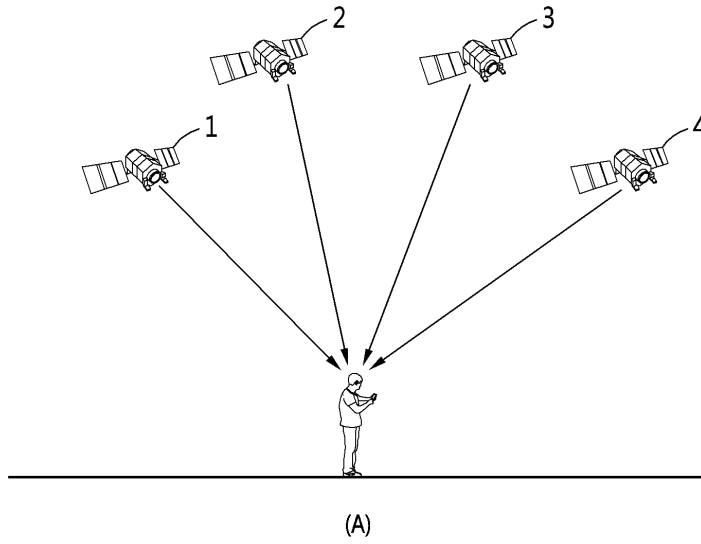
[0088] 또한, 한국 공개특허 제10-2019-0130398호는 사용자 단말의 위치 정보를 GPS에서 사용되는 좌표체계인 ECEF 좌표계로 변환하는 것을 개시하고 있으나, 이중 센서의 관측치를 통합하기 위한 구성을 개시하지 못하고 있다.

- [0089] 도 5는 일 실시예에 따른 모바일 단말에서 반복 측위를 통해 위치를 추정하는 예를 나타낸다.
- [0090] 본 발명의 실시예에 따르면, 고도 데이터를 획득하는 단계 내지 ECEF 좌표계의 위치 정보 및 시계오차를 산출하는 단계를 기 설정된 기준 횟수 만큼 반복 수행하여 사용자 단말의 위치를 산출할 수 있다.
- [0091] 이 경우, 사용자 단말의 초기 위치를 모르는 경우에도 반복 측위를 통해 사용자의 위치 산출이 가능하다.
- [0092] 도 5에서 (1)은 사용자의 위치를 산출한 첫 번째 값이고, (8)은 반복 측위를 8회 수행하여 산출한 위치를 나타낸다.
- [0093] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0094]
- [0095] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0096]
- [0097] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 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 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0098]
- [0099] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0100]

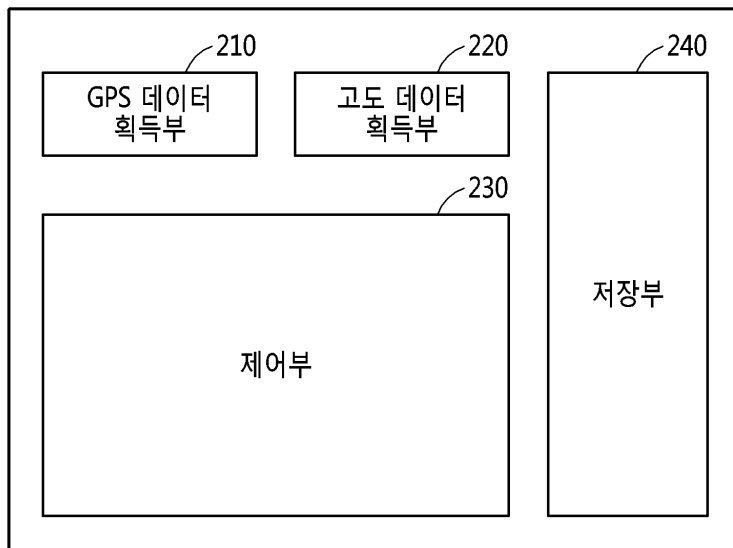
[0101] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

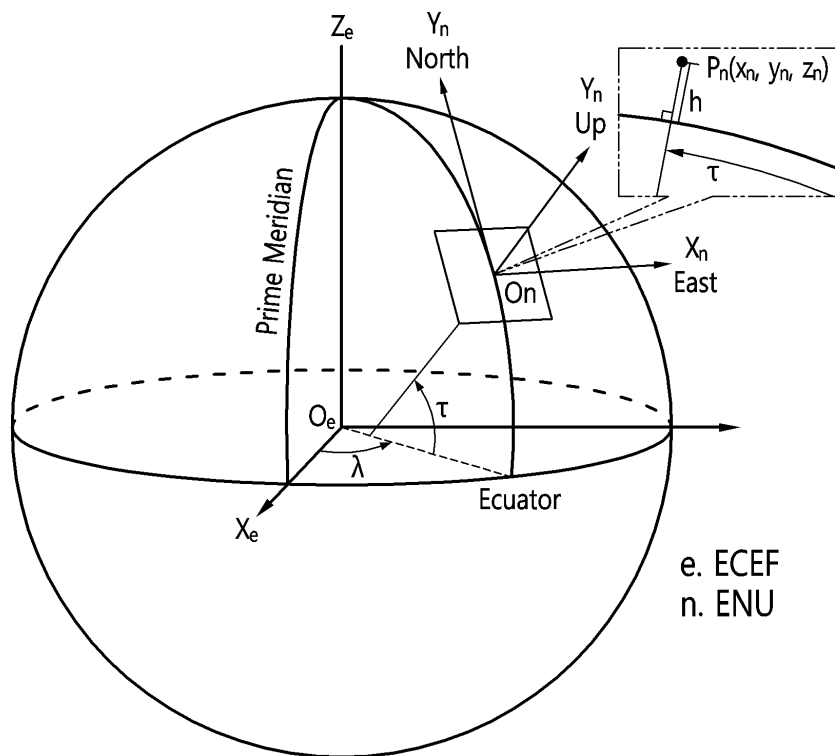
도면1



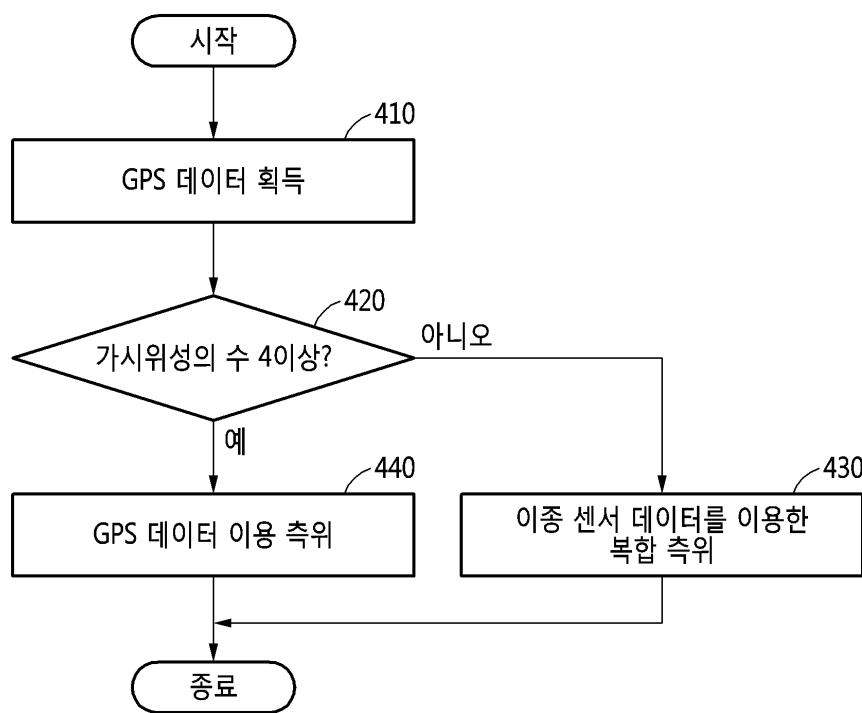
도면2



도면3



도면4



도면5

