



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월23일

(11) 등록번호 10-2365291

(24) 등록일자 2022년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 19/45 (2010.01) G01C 5/06 (2006.01)

G01S 19/07 (2010.01) G01S 19/10 (2010.01)

G01S 19/40 (2010.01)

(52) CPC특허분류

G01S 19/45 (2013.01)

G01C 5/06 (2019.08)

(21) 출원번호 10-2021-0064127

(22) 출원일자 2021년05월18일

심사청구일자 2021년05월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR101431132 B1\*

KR1020140023564 A\*

KR102188880 B1\*

KR102248964 B1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

박병운

서울특별시 양천구 목동서로2길 22, 108동 901호  
(목동, 한신청구아파트)

윤정현

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

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 8 항

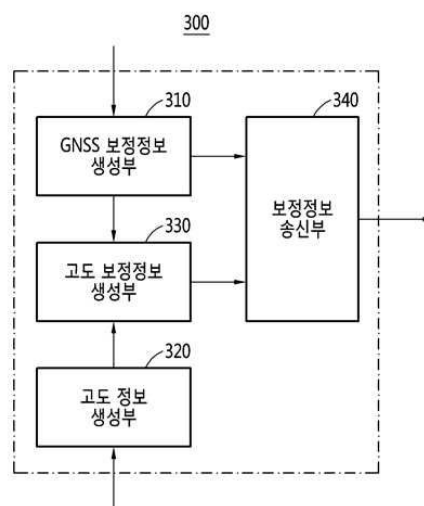
심사관 : 나영준

(54) 발명의 명칭 위성항법 및 기압고도계의 상대 위치 정확도를 향상 시키는 위성항법 시스템 및 그 방법

## (57) 요약

본 발명은 위성항법 시스템 및 그 동작방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 위성항법 시스템의 기준국 장치는 위성신호에 기초하여 GNSS 보정정보를 생성하는 GNSS 보정정보 생성부와, 기압고도계(Barometer)를 구비하고 기압고도계를 이용하여 기준국 장치의 고도 정보를 생성하는 고도 정보 생성부와, 기준국 장치의 고도 정보와 GNSS 보정정보에 기초하여 고도 보정정보를 생성하는 고도 보정정보 생성부 및 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 사용자 단말에 송신하는 보정정보 송신부를 포함한다.

## 대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

**G01S 19/07** (2021.08)

**G01S 19/10** (2013.01)

**G01S 19/40** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415171643
과제번호	N0002431
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	산업혁신인재성장지원(R&D)
연구과제명	산업용 무인비행장치 전문인력 양성
기 여 율	50/100
과제수행기관명	한국드론산업진흥협회
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116145
과제번호	2018-0-01423-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율	50/100
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 적어도 하나의 사용자 단말에 송신하는 기준국 장치에 있어서,  
 복수의 위성으로부터 위성신호를 수신하고, 상기 위성신호에 기초하여 상기 GNSS 보정정보를 생성하는 GNSS 보정정보 생성부;  
 기압고도계(Barometer)를 구비하고, 상기 기압고도계를 이용하여 상기 기준국 장치의 고도 정보를 생성하는 고도 정보 생성부;  
 상기 기준국 장치의 고도 정보와 상기 GNSS 보정정보에 기초하여 상기 고도 보정정보를 생성하는 고도 보정정보 생성부 및  
 상기 GNSS 보정정보와 상기 고도 보정정보를 상기 사용자 단말에 송신하는 보정정보 송신부  
 를 포함하고,  
 상기 기준국 장치는,  
 상기 복수의 위성 중 가시 위성의 수를 모니터링하여, 상기 가시 위성의 수가 기설정된 임계개수 미만이 되면, 상기 가시 위성의 수가 상기 임계개수 이상이 되는 영역으로 이동하는 이동형 기준국인  
 위성항법 시스템의 기준국 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 GNSS 보정정보 생성부는,  
 상기 복수의 위성 각각으로부터 상기 기준국 장치까지의 거리 정보, 상기 복수의 위성 각각에 대한 GNSS 측정치 정보, 상기 기준국 장치의 시계 추정치 정보 및 상기 복수의 위성 각각에 대한 시계 오차 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함하는 상기 GNSS 보정정보를 생성하는  
 위성항법 시스템의 기준국 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
 상기 고도 보정정보 생성부는,  
 상기 GNSS 측정치 정보를 통해 획득되는 절대 고도와 상기 고도 정보간의 차이값이 반영된 상기 고도 보정정보를 생성하는  
 위성항법 시스템의 기준국 장치.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 사용자 단말은,

상기 GNSS 보정정보를 이용하여 상기 사용자 단말의 GNSS 관측 데이터를 보정하고, 상기 고도 보정정보를 이용하여 상기 사용자 단말의 고도 정보를 보정하는

위성항법 시스템의 기준국 장치.

## 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 사용자 단말은,

LLA(Latitude, Longitude, Altitude) 좌표계 상에서 상기 사용자 단말의 보정된 고도 정보의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고, 상기 변환된 ECEF 좌표계 상에서의 고도성분을 획득하며, 상기 ECEF 좌표계 상에서의 고도성분과 상기 사용자 단말의 보정된 GNSS 관측 데이터를 이용하여 상기 사용자 단말의 위치 정보를 산출하는

위성항법 시스템의 기준국 장치.

## 청구항 8

GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 적어도 하나의 사용자 단말에 송신하는 기준국 장치의 동작방법에 있어서,

GNSS 보정정보 생성부에서, 복수의 위성으로부터 위성신호를 수신하고, 상기 위성신호에 기초하여 상기 GNSS 보정정보를 생성하는 단계;

고도 정보 생성부에서, 기압고도계(Barometer)를 이용하여 상기 기준국 장치의 고도 정보를 생성하는 단계;

고도 보정정보 생성부에서, 상기 기준국 장치의 고도 정보와 상기 GNSS 보정정보에 기초하여 상기 고도 보정정보를 생성하는 단계 및

보정정보 송신부에서, 상기 GNSS 보정정보와 상기 고도 보정정보를 상기 사용자 단말에 송신하는 단계

를 포함하고,

상기 기준국 장치는,

상기 복수의 위성 중 가시 위성의 수를 모니터링하여, 상기 가시 위성의 수가 기설정된 임계개수 미만이 되면, 상기 가시 위성의 수가 상기 임계개수 이상이 되는 영역으로 이동하는 이동형 기준국인

위성항법 시스템의 기준국 장치의 동작방법.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 GNSS 보정정보를 생성하는 단계는,

상기 복수의 위성 각각으로부터 상기 기준국 장치까지의 거리 정보, 상기 복수의 위성 각각에 대한 GNSS 측정치 정보, 상기 기준국 장치의 시계 추정치 정보 및 상기 복수의 위성 각각에 대한 시계 오차 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함하는 상기 GNSS 보정정보를 생성하는

위성항법 시스템의 기준국 장치의 동작방법.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 고도 보정정보를 생성하는 단계는,

상기 GNSS 측정치 정보를 통해 산출되는 절대 위치와 상기 고도 정보간의 차이값이 반영된 상기 고도 보정정보를 생성하는

위성항법 시스템의 기준국 장치의 동작방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 위성항법 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 위성항법 및 기압고도계에 기초하여 산출되는 측위 결과의 정확도를 향상시키는 기술적 사상에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 높은 건물이 존재하는 도심이나 장애물이 많은 산악 지형 등 GPS 위성의 가시성이 제한되는 환경에서 보다 정확한 측위 결과를 제공할 수 있는 복합 측위 기술에 대한 연구가 지속되고 있다. 복합 측위 기술에는 대표적으로 위성항법 시스템(Global Navigation Satellite System, GNSS)과 기압고도계(Barometer)를 이용하는 측위 방법이 있다.

[0003] 도 1은 GNSS와 기압고도계를 이용하여 측정된 고도 정보의 비교 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0004] 도 1의 참조부호 100에 따르면, 사용자 단말(일례로, 스마트폰)의 GNSS의 경우에는 약 15m의 바이어스(bias)와 잡음이 크게 보이고, 기압고도계(Baro)의 경우 약 20m 바이어스(bias)가 주로 보이는 것으로 나타났다.

[0005] 또한, GNSS 측정치로 계산한 고도 값의 경우 전리층, 대류층 등의 공통 오차가 발생하고, 기압고도계(Baro)로 측정된 고도 값의 경우 온도, 습도 등의 기압 변화에 따른 오차로 바이어스가 주로 존재하는 반면 잡음은 매우 작게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0006] 구체적으로, 위성항법 시스템은 지상에서 약 20,000km 떨어진 위성으로부터 사용자에게 신호가 도달되는 동안 위성의 위치 추정, 시계오차, 전리층과 대류층의 영향 등에 의하여 위성별로 상이한 오차가 발생하며, 이러한 잡음과 편이 오차가 사용자의 측위 결과에 반영되어 출력된다.

[0007] 또한, 기압고도계를 통해 측정되는 고도는 압력 고도(Pressure Altitude)로 GNSS에서 주는 절대 고도(Absolute Altitude)와는 많은 차이가 있다.

[0008] 보다 구체적으로, 기압고도계에서 제공하는 압력 고도는 지오이드 상에서의 수직 고도로, 지하 매질의 밀도와 지역에 따라 그 결과가 다르게 도출되며, 일반적으로 대기 자료 컴퓨터에 저장된 값은 표준 대기에 대한 자료로서 실제 대기와는 차이를 가지고 있으며 이것은 상당한 크기의 고도오차를 유발한다. 또한 압력 고도는 초기에 정확한 값으로 대기 자료를 입력하였다 하더라도 사용자의 위치와 시간이 변화함에 따라 주변의 대기도 변화하게 되므로 역시 고도오차를 유발한다.

[0009] 즉, 일반적으로 보정을 하지 않는 GNSS 수신기와 기압고도계를 단독으로 사용하게 되면 큰 오차 특성을 나타내며, 이는 복합 측위 시에 위치 측위의 정확도 및 신뢰도의 저하로 이어질 수 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2231874호, "주파수별 위성항법 보정정보를 산출하는 장치 및 그 방법"

#### 비특허문헌

[0011] (비특허문헌 0001) H. You et al., "Altitude Estimation Improvement in DGPS using Barometric Altitude Sensors," Journal of the Korean Society for Aeronautical & Space Sciences, vol. 34, no. 1, pp. 89-94, Jan. 2006.

(비특허문헌 0002) J. Yun et al., "Integrated GNSS and Barometer Positioning in Poor GNSS Environments", Proceedings of the 2020 KONI Conference, Seoul, Korea, 2020.

(비특허문헌 0003) J. Yun et al., "Relative Positioning Algorithm between Drone and Smartphone in A

Disaster Situation", Proceedings of the 2020 KONI Conference, Seoul, Korea, 2020.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 사용자에게 제공함으로써, 복합 측위의 정확도 및 신뢰도를 향상시킬 수 있는 위성항법 시스템의 기준국 장치 및 그 동작방법을 제공하고자 한다.
- [0013] 또한, 본 발명은 드론 기반의 이동형 기준국으로 구현되어 복합 측위 시에 GPS 위성의 가시성을 확보할 수 있는 위성항법 시스템의 기준국 장치 및 그 동작방법을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 일실시예에 따른 위성항법 시스템의 기준국 장치는 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 적어도 하나의 사용자 단말에 송신할 수 있으며, 이를 위해 위성신호에 기초하여 GNSS 보정정보를 생성하는 GNSS 보정정보 생성부와, 기압고도계(Barometer)를 구비하고 기압고도계를 이용하여 기준국 장치의 고도 정보를 생성하는 고도 정보 생성부와, 기준국 장치의 고도 정보와 GNSS 보정정보에 기초하여 고도 보정정보를 생성하는 고도 보정정보 생성부 및 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 사용자 단말에 송신하는 보정정보 송신부를 포함할 수 있다.
- [0015] 일측에 따르면, GNSS 보정정보 생성부는 복수의 위성 각각으로부터 기준국 장치까지의 거리 정보, 복수의 위성 각각에 대한 GNSS 측정치 정보, 기준국 장치의 시계 추정치 정보 및 복수의 위성 각각에 대한 시계 오차 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함하는 GNSS 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0016] 일측에 따르면, 고도 보정정보 생성부는 GNSS 측정치 정보를 통해 획득되는 절대 고도와 고도 정보간의 차이값이 반영된 고도 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0017] 일측에 따르면, 기준국 장치는 복수의 위성 중 가시 위성의 수가 기설정된 임계개수 이상이 되는 영역에 설치되는 고정형 기준국일 수 있다.
- [0018] 일측에 따르면, 기준국 장치는 복수의 위성 중 가시 위성의 수가 기설정된 임계개수 미만이면, 가시 위성의 수가 임계개수 이상이면 되는 영역으로 이동하는 이동형 기준국일 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 사용자 단말은 GNSS 보정정보를 이용하여 사용자 단말의 GNSS 관측 데이터를 보정하고, 고도 보정정보를 이용하여 사용자 단말의 고도 정보를 보정할 수 있다.
- [0020] 일측에 따르면, 사용자 단말은 LLA(Latitude, Longitude, Altitude) 좌표계 상에서 사용자 단말의 보정된 고도 정보의 좌표계를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고, 변환된 ECEF 좌표계 상에서의 고도성분을 획득하며, ECEF 좌표계 상에서의 고도성분과 사용자 단말의 보정된 GNSS 관측 데이터를 이용하여 사용자 단말의 위치 정보를 산출할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일실시예에 따른 위성항법 시스템의 기준국 장치의 동작방법은 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 적어도 하나의 사용자 단말에 송신할 수 있으며, 이를 위해 GNSS 보정정보 생성부에서 복수의 위성으로부터 위성신호를 수신하고 위성신호에 기초하여 GNSS 보정정보를 생성하는 단계와, 고도 정보 생성부에서 기압고도계(Barometer)를 이용하여 기준국 장치의 고도 정보를 생성하는 단계와, 고도 보정정보 생성부에서 기준국 장치의 고도 정보와 GNSS 보정정보에 기초하여 고도 보정정보를 생성하는 단계 및 보정정보 송신부에서, GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 사용자 단말에 송신하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 일측에 따르면, GNSS 보정정보를 생성하는 단계는 복수의 위성 각각으로부터 기준국 장치까지의 거리 정보, 복수의 위성 각각에 대한 GNSS 측정치 정보, 기준국 장치의 시계 추정치 정보 및 복수의 위성 각각에 대한 시계 오차 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함하는 GNSS 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0023] 일측에 따르면, 고도 보정정보를 생성하는 단계는 GNSS 측정치 정보를 통해 산출되는 절대 위치와 고도 정보간의 차이값이 반영된 고도 보정정보를 생성할 수 있다.

## 발명의 효과

[0024] 일실시예에 따르면, 본 발명은 기준국 장치에서 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 사용자에게 제공함으로써, 복합 측위의 정확도 및 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

[0025] 일실시예에 따르면, 본 발명은 드론 기반의 이동형 기준국을 구현하여 복합 측위 시에 GPS 위성의 가시성을 확보할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 GNSS와 기압고도계를 이용하여 측정된 고도 정보의 비교 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 위성항법 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일실시예에 따른 기준국 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 4a 내지 도 4d는 일실시예에 따른 위성항법 시스템을 이용한 복합 측위 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일실시예에 따른 일실시예에 따른 기준국 장치의 동작방법을 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0028] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0029] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0030] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0031] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0032] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0034] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0036] 도 2는 일실시예에 따른 위성항법 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0037] 도 2를 참조하면, 일실시예에 따른 위성항법 시스템(200)은 복수의 GPS 위성(210)과, 기준국 장치(220) 및 적어도 하나의 사용자 단말(230)을 포함할 수 있으며, 여기서 기준국 장치(220)는 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를



생성하여 사용자 단말(230)에 생성된 보정정보를 송신할 수 있다.

- [0038] 구체적으로, 기준국 장치(220)는 장치 내에 구비된 GNSS 수신기를 이용하여 산출된 3차원 위치를 기준으로 위성별 오차값을 산출하고, 장치 내에 구비된 기압고도계(Barometer)를 이용하여 기압고도계의 보정치를 산출할 수 있으며, 산출된 위성별 오차값에 기초하는 DGNSS(Differential GNSS) 보정정보와 기압고도계의 보정치에 기초하는 DBaro(Differential Barometer) 보정정보를 사용자 단말(230)에 송신할 수 있다.
- [0039] 일측에 따르면, 기준국 장치(220)는 복수의 위성 중 가시 위성의 수가 기설정된 임계개수 미만이 되면, 가시 위성의 수가 임계개수 이상이 되는 영역으로 이동하는 이동형 기준국일 수 있다.
- [0040] 바람직하게는, 기준국 장치(220)는 드론일 수 있으며, 기설정된 임계개수는 4개일 수 있다.
- [0041] 구체적으로, GPS 위성을 사용하여 측위를 진행하는 경우에 일반적으로 사용자의 위치 결정을 위한 3개의 위성과 사용자의 시계 오차 보정을 위한 위성 1개로 총 4개 이상의 위성이 필요하나, 높은 건물이 존재하는 도심 및 장애물이 많은 산악지형 등에서는 GPS 가시 환경이 매우 제한될 수 있으며, 이러한 제한된 가시 환경에서는 가시 위성의 수가 4개 미만으로 감소하여 측위를 위한 최소 위성 수를 만족하지 못하는 상황이 발생될 수 있다.
- [0042] 이에, 일실시예에 따른 기준국 장치(220)는 가시 위성의 개수를 실시간 모니터링하여, 가시 위성의 개수가 임계개수 이상이 되는 영역으로 이동하여 양호한 GPS 가시 환경을 확보할 수 있다.
- [0043] 보다 구체적으로, 기준국 장치(220)가 이동형 기준국으로 구현되면, RTK(Real Time Kinematic) 등의 기법을 이용하여 GNSS 측위 결과를 정확하게 산출할 수 있고, 산출된 측위 결과를 신뢰할 수 있다면 산출된 이동형 기준국의 위치와 GNSS 보정정보 및 고도 보정정보를 이용하여 사용자의 절대 위치를 보다 정확하게 산출할 수 있다. 특히 이동형 기준국의 위치가 지속적으로 변화하는 경우 이동형 기준국의 위치를 실시간으로 업데이트함으로써 사용자의 위치를 실시간으로 정확하게 산출할 수 있다.
- [0044] 만약, 이동형 기준국의 위치를 정확하게 알기 어렵거나, 사용자의 절대 좌표보다 이동형 기준국과 사용자간의 상대적인 위치가 중요하다면, 기준국 장치(220)는 이동형 기준국의 실시간 정밀 위치가 아닌 인근의 임의의 위치를 기준으로 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 사용자에게 전달할 수도 있다. 이 경우, 실시간으로 이동형 기준국의 위치를 업데이트할 필요가 없으므로, 사용자에게도 위치가 실시간으로 갱신될 필요가 없다.
- [0045] 기준국 장치(220)가 드론으로 구현되고, 사용자 단말(230)이 스마트폰으로 구현되면, 이동형 기준국인 드론의 경우 높은 상공을 비행하여 건물 등 장애물의 방해로부터 자유롭다는 강점이 있으므로 RTK 등 cm 수준의 실시간 정밀 위치 결정이 가능하고, 고성능 GNSS 칩셋 및 기압고도계를 탑재할 수 있으므로 고정 기준국 수준의 높은 측위 성능을 제공할 수 있으며, 이를 통해 정밀하게 측정된 드론으로부터 사용자의 스마트폰이 얼마나 떨어져 있는지를 계산하여 상대 측위를 수행할 수 있다.
- [0046] 한편, 사용자 단말(230)이 스마트폰인 경우에는 GNSS 수신기와 기압고도계를 모두 탑재하고 있어 두 센서를 이용한 복합 측위가 가능하나 각 오차값을 보정하지 않으면 높은 수준의 정확도 확보가 어렵고, 특히 기압고도계의 경우 인근 지역에서 보정정보를 취득하지 않을 경우 매우 큰 바이어스의 제거가 불가능하다는 문제가 있으나, 본 발명을 이용하면 사용자가 재난 구조 등의 목적으로 요청하는 경우 해당 지점으로 드론을 이동시키고 정밀히 측정된 드론 좌표로부터 DGNSS 보정정보 및 고도 보정정보의 적용을 통해 스마트폰의 상대 측위 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0047] 일측에 따르면, 기준국 장치(220)는 복수의 위성 중 가시 위성의 수가 기설정된 임계개수 이상이 되는 영역에 설치되는 고정형 기준국일 수도 있다. 즉, 본 발명은 이동형 기준국뿐만 아니라 고정형 기준국에도 포괄적으로 적용될 수 있다.
- [0048] 일실시예에 따른 기준국 장치(220)는 이후 실시예 도 3을 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0049] 한편, 사용자 단말(230)은 기준국 장치(220)로부터 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 수신하고, 수신된 정보에 기초하여 사용자 단말(230)의 GNSS 관측 데이터와 고도 정보를 보정할 수 있으며, 보정된 GNSS 관측 데이터와 보정된 고도 정보에 기초한 복합 측위를 통해 사용자 단말(230)의 위치 정보를 산출할 수 있다.
- [0050] 구체적으로, 사용자 단말(230)은 기준국 장치(220)로부터 DGNSS 보정정보와 고도 보정정보를 수신하여, 사용자 단말(230)에서 측정된 GNSS 측정치들과 고도 정보의 오차를 개선할 수 있으며, 기준국으로부터의 상대 위치를 보다 정확하게 결정할 수 있다.
- [0052] 도 3은 일실시예에 따른 기준국 장치를 설명하기 위한 도면이다.



- [0053] 도 3을 참조하면, 일실시예에 따른 기준국 장치(300)는 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 사용자에게 제공함으로써, 복합 측위의 정확도 및 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0054] 또한, 기준국 장치(300)는 드론 기반의 이동형 기준국으로 구현되어 복합 측위 시에 GPS 위성의 가시성을 확보할 수 있다.
- [0055] 이를 위해, 기준국 장치(300)는 GNSS 보정정보 생성부(310), 고도 정보 생성부(320), 고도 보정정보 생성부(330) 및 보정정보 송신부(340)를 포함할 수 있다.
- [0056] 일실시예에 따른 GNSS 보정정보 생성부(310)는 복수의 위성으로부터 위성신호를 수신하고, 위성신호에 기초하여 GNSS 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0057] 일측에 따르면, GNSS 보정정보 생성부(310)는 복수의 위성 각각으로부터 기준국 장치(300)까지의 거리 정보, 복수의 위성 각각에 대한 GNSS 측정치 정보, 기준국 장치(300)의 시계 추정치 정보 및 복수의 위성 각각에 대한 시계 오차 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함하는 GNSS 보정정보를 생성할 수 있으나, 일실시예에 따른 GNSS 보정정보는 이에 한정되지 않고 기공지된 보정정보들을 포함할 수 있다.
- [0058] 예를 들면, GNSS 보정정보는 하기 수학적식1의 의사거리 보정정보(Pseudo Range Correction, PRC)를 포함할 수 있다.
- [0059] [수학적식1]
- [0060] 
$$PRC_A^i = d_A^i - \rho_A^i + \hat{B}_A - b^i$$
- [0061] 여기서,  $PRC_A^i$ 는 i번째 위성에 대한 의사거리 보정정보,  $d_A^i$ 는 i번째 위성으로부터 기준국 장치(300)까지의 거리 정보,  $\rho_A^i$ 는 i번째 위성에 대한 GNSS 측정치 정보,  $\hat{B}_A$ 는 기준국 장치(300)의 시계 추정치 정보,  $b^i$ 는 i번째 위성에 대한 시계 오차 정보를 의미한다.
- [0062] 일실시예에 따른 고도 정보 생성부(320)는 기압고도계(Barometer)를 구비하고, 기압고도계를 이용하여 기준국 장치의 고도 정보를 생성할 수 있다.
- [0063] 일실시예에 따른 고도 보정정보 생성부(330)는 기준국 장치(300)의 고도 정보와 GNSS 보정정보에 기초하여 고도 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0064] 일측에 따르면, 고도 보정정보 생성부(330)는 GNSS 측정치 정보( $\rho_A^i$ )를 통해 획득되는 절대 고도와 고도 정보간의 차이값이 반영된 고도 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0065] 예를 들면, 고도 보정정보 생성부(330)는 GNSS RTK로 산출한 절대 고도 값이 100m이고, 기압고도계를 이용하여 산출한 압력 고도 값이 65m인 경우, 절대 고도 값과 압력 고도 값의 차이값인 35m를 고도 보정정보로 생성할 수 있다.
- [0066] 일실시예에 따른 보정정보 송신부(340)는 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 사용자 단말에 송신할 수 있다.
- [0067] 일측에 따르면, 사용자 단말은 GNSS 보정정보를 이용하여 사용자 단말의 GNSS 관측 데이터를 보정하고, 고도 보정정보를 이용하여 사용자 단말의 고도 정보를 보정할 수 있다.
- [0068] 예를 들면, 사용자 단말은 사용자 단말의 고도 정보인 압력 고도 값이 Xm이고, 고도 보정정보에 포함된 압력 고도 값(기준국 장치에서 산출한 절대 고도값과 압력 고도값의 차이값)이 35m인 경우, 압력 고도 값과 차이값의 연산 결과(즉, X-35m)를 보정된 고도 정보로 산출할 수 있다.
- [0069] 또한, 사용자 단말은 사용자 단말에 구비된 GNSS 수신기와 복수의 위성으로부터 수신한 위성신호에 기초하여 사용자 단말의 GNSS 관측 데이터를 산출하고, 사용자 단말에 구비된 기압고도계에 기초하여 사용자 단말의 고도 정보를 산출할 수 있다.
- [0070] 예를 들면, 사용자 단말의 GNSS 관측 데이터는 복수의 위성에 대한 시선 벡터, 관측 행렬, 복수의 위성 각각으로부터 사용자 단말까지의 거리 정보 및 복수의 위성 각각에 대한 GNSS 측정치 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0071] 구체적으로, 사용자 단말은 하기 수학적식2 또는 수학적식3을 통해 산출되는 기준국 장치(300)로부터의 상대 거리

정보( $\vec{x}_{AB}$ )가 반영되는 보정된 GNSS 관측 데이터를 산출할 수 있다.

[수학식2]

$$\vec{x}_{AB} = {}_B\Delta_A \vec{x} = (H_B^T R^{-1} H_B)^{-1} H_B^T R^{-1} {}_B\Delta_A Z$$

[수학식3]

$$\vec{x}_{AB} = {}_B\Delta_A \vec{x} = (H^T H)^{-1} H^T {}_B\Delta_A Z$$

여기서, R은 측정치 공분산 벡터, H는 관측 행렬,  ${}_B\Delta_A Z$ 는 기준국 장치(A)(300)와 사용자 단말(B)의 GNSS 원시데이터를 이용하여 산출되는 데이터를 의미하고,  ${}_B\Delta_A Z$ 는 하기 수학식4를 통해 산출될 수 있다.

[수학식4]

$${}_B\Delta_A Z = \begin{pmatrix} {}_B\Delta_A (d^1 - \rho^1) \\ \vdots \\ {}_B\Delta_A (d^n - \rho^n) \end{pmatrix}$$

여기서,  $d^n$ 은 복수의 위성 중 n번째 위성(여기서, n = i)으로부터 사용자 단말까지의 거리 정보로 RTK 등으로 구한 기준국 장치(A)의 위치를 바탕으로 계산될 수 있다.  $\rho^n$ 는 기준국 장치(300)로부터 수신한 GNSS 보정정보 중 기준국 장치(300)의 GNSS 측정치 정보( $\rho_A^i$ )에 기초하여 보정된 사용자 단말의 GNSS 측정치 정보를 의미한다.

또한, 사용자 단말은 기준국 장치로부터 수신한 의사거리 보정정보( $PRC_A^i$ )를 적용하여 GNSS 관측 데이터를 보정할 수도 있다.

일측에 따르면, 사용자 단말은 LLA(Latitude, Longitude, Altitude) 좌표계 상에서 사용자 단말의 보정된 고도 정보를 지구 중심 고정 좌표계(Earth-Centered Earth-Fixed, ECEF)로 변환하고, 변환된 ECEF 좌표계 상에서의 고도성분을 획득하며, ECEF 좌표계의 고도성분과 사용자 단말의 보정된 GNSS 관측 데이터를 이용하여 사용자 단말의 위치 정보를 산출할 수 있다.

다시 말해, GNSS는 ECEF 좌표계를 사용하고, 기압고도계는 위도 경도 좌표계인 LLA(Latitude, Longitude, Altitude) 좌표계를 사용하여, 보정된 GNSS 관측 데이터와 보정된 고도 정보는 좌표계 기준이 서로 상이하므로, 사용자 단말은 보정된 고도 정보의 좌표계를 ECEF 좌표계로 변환하여 보정된 GNSS 관측 데이터와 보정된 고도 정보는 좌표계 기준을 통일시킬 수 있다.

구체적으로, 보정된 고도 정보는 하기 수학식5와 같이 LLA 좌표계로 표현할 수 있다.

[수학식5]

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

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

사용자 단말은 수학식 5의 LLA 좌표계의 latitude, longitude, 고도 ( $\phi, \lambda, h$ )를 ECEF 좌표계의 X, Y, Z로 변환하기 위해 수학식6을 이용할 수 있다.

[0087] [수학식6]

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

[0088]

[0089] 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 의미한다.

[0090] 보다 구체적으로, 사용자 단말은 수학식6의 양변에 좌표계 벡터들을 제외한 나머지 행렬의 역행렬을 곱하여 하기 수학식7과 같이 LLA 좌표계를 ECEF 좌표계 값으로 변환할 수 있다.

[0091] [수학식7]

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

[0092]

[0093] 즉, 사용자 단말은 수학식7의 행렬식을 전개하여, 하기 수학식8과 같이 보정된 고도 정보의 좌표계를 ECEF 좌표계로 변환할 수 있다.

[0094] [수학식8]

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

[0095]

[0096] 여기서,  $\phi$  및  $\lambda$ 는 각각 LLA(Latitude Longitude Altitude) 좌표계에서 측정된 위도(Latitude) 및 경도(Longitude) 값을 의미한다.

[0097] 한편, 사용자 단말은 GNSS 관측 데이터를 생성하기 위한 가시 위성의 수가 기설정된 임계개수 이하이고 기준국 장치(300)로부터 GNSS 보정정보가 수신되지 않으면, 기설정된 임계개수 이하의 가시 위성으로부터 수신하는 위성 신호에 기초하여 GNSS 관측 데이터를 생성하는 과정과, 기압고도계를 이용하여 고도 정보를 생성하는 과정 및 기준국 장치(300)로부터 수신한 고도 보정정보에 기초하여 생성된 보정정보를 보정하는 과정을 기설정된 기준 횟수만큼 반복 수행하여 사용자 단말의 위치정보를 산출할 수 있다.

[0098] 예를 들면, 사용자 단말은 가시 위성의 수가 4개 이상인 환경에 대응되는 GNSS 관측 데이터 및 보정된 고도정보에 기초한 복합 측위의 결과와, 가시 위성의 수가 3개인 환경에 대응되는 GNSS 관측 데이터와 보정된 고도정보에 기초한 복합 측위의 결과를 비교하고, 비교 결과에 기초하여 가시 위성의 수가 3개인 환경에 적용하기 위한 기준 횟수를 결정할 수 있다.

[0099] 구체적으로, 기준국 장치(300)가 이동형 기준국인 경우에는 가시 위성의 수가 3개 이하인 제한된 가시 환경에서 가시 위성의 수가 4개 이상이 되는 양호한 가시 환경을 탐색하여 이동할 수 있는데, 이 경우 양호한 가시 환경을 확보하지 못하면 사용자 단말에 적합한 GNSS 보정정보를 제공하지 못하게 되는 상황이 발생할 수 있다.

[0100] 이에, 일실시예에 따른 사용자 단말은 기준국 장치(300)로부터 GNSS 보정정보를 수신받지 못하는 경우에 3개의 위성으로 수신한 위성신호에 기초하는 GNSS 관측 데이터와, 보정된 고도 정보에 기초하여 사용자 단말의 위치를 판단할 수 있다.

[0101] 일측에 따르면, 사용자 단말은 3개의 위성에 기초하여 산출된 GNSS 관측 데이터와 상술한 수학적식 8에 따른 보정된 고도 정보(즉, ECEF 좌표계의 고도 값)을 이용하여 하기 수학적식 9와 같이 관측 방정식을 구성하고, 관측 방정식의 관측 행렬 H의 역행렬을 관측 방정식의 양변에 곱해 줌으로써 ECEF 좌표계의 사용자 단말 위치 및 시계 오차를 도출할 수 있다.

[0102] [수학적식9]

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

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

[0103] 여기서,  $-\vec{e}_x^{s(k)} - \vec{e}_y^{s(k)} - \vec{e}_z^{s(k)}$  (k=1, 2, 3)는 각각 k번째 위성의 시선벡터,  $\rho_r^{s(k)} - d_r^{s(k)} + b^{s(k)}$ 는 k번째 위성의 관측값, PRC는 의사거리 보정정보,  $\delta h$ 는 고도 보정정보,  $B_r$ 은 시계 오차 성분을 의미한다.

[0105] 즉, 일실시예에 따른 사용자 단말은 수학적식6 내지 수학적식9를 통해 설명한 과정을 수행함으로써, 도심지와 같이 가시 위성의 수가 측위를 위한 수를 만족하지 못하고 기준국 장치(300)로부터 적절한 GNSS 보정정보를 수신받지 못하는 상황에서도 사용자 단말의 위치를 보다 정확하게 산출할 수 있다.

[0107] 도 4a 내지 도 4d는 일실시예에 따른 위성항법 시스템을 이용한 복합 측위 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0108] 도 4a 내지 도 4d를 참조하면, 참조부호 410 내지 420은 보정정보를 적용하지 않고 수행된 GNSS 단독 측위(L1 GNSS) 및 GNSS와 기압고도계의 복합 측위(L1 GNSS+Baro)에 따른 결과를 도시하며, 참조부호 430 내지 440은 일실시예에 따른 기준국 장치로부터 제공되는 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 적용하여 수행된 GNSS 단독 측위(L1 GNSS) 및 GNSS와 기압고도계의 복합 측위(L1 GNSS+Baro)에 따른 결과를 도시한다.

[0109] 보다 구체적으로, 참조부호 410 및 430은 수평 오차 성분(Horizontal Error)의 분포를 도시하고, 참조부호 420 및 440은 수직 오차 성분(Vertical Error)의 분포를 도시한다.

[0110] 참조부호 410 내지 420에 따르면, 보정정보를 적용하지 않은 복합 측위(L1 GNSS+Baro)는 GNSS 단독 측위(L1 GNSS) 대비, 수직 STD(Standard Deviation) 값이 8.4m에서 0.5m로 향상되고, 잡음이 많이 감소하였으나, 기압고도계의 바이어스로 인해 수직 최소값(Mean)이 -22.7m 정도의 큰 오차를 보이는 것으로 나타났다.

[0111] 반면, 참조부호 430 내지 440에 따르면, 보정정보가 적용된 복합 측위(L1 GNSS+Baro)는 보정정보의 적용에 따른 결과로 기압고도계의 바이어스가 효율적으로 제거되었으며, RMS 오차가 수평 4.4m, 수직 0.4m의 양호한 수준을 보이는 것으로 나타났다.

[0113] 도 5는 일실시예에 따른 일실시예에 따른 기준국 장치의 동작방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0114] 다시 말해, 도 5는 도 2 내지 도 4d를 통해 설명한 일실시예에 따른 기준국 장치의 동작방법을 설명하기 위한 도면으로, 이하에서 도 5를 통해 설명하는 내용 중 도 2 내지 도 4d를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0115] 도 5를 참조하면, 일실시예에 따른 기준국 장치는 GNSS 보정정보와 고도 보정정보를 생성하여 적어도 하나의 사용자 단말에 송신할 수 있으며, 이를 위해 510 내지 540 단계를 수행할 수 있다.

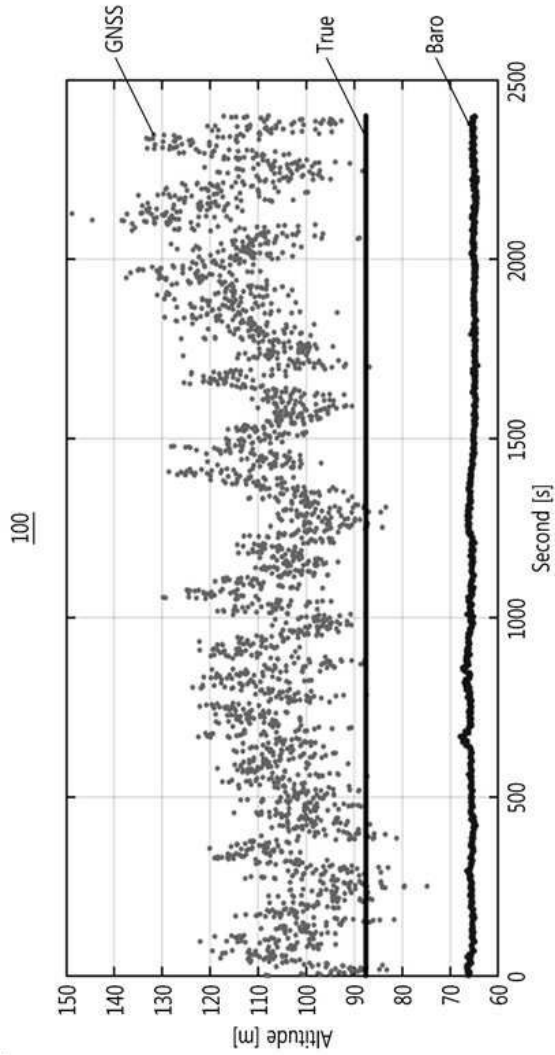
[0116] 510 단계에서 일실시예에 따른 기준국 장치의 동작방법은 GNSS 보정정보 생성부에서 복수의 위성으로부터 위성신호를 수신하고 위성신호에 기초하여 GNSS 보정정보를 생성할 수 있다.



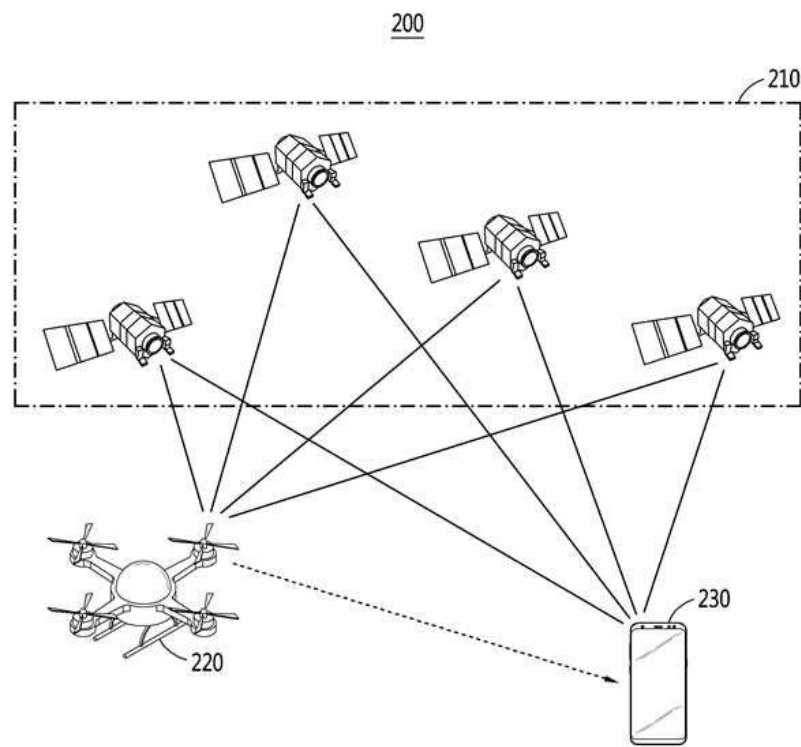


도면

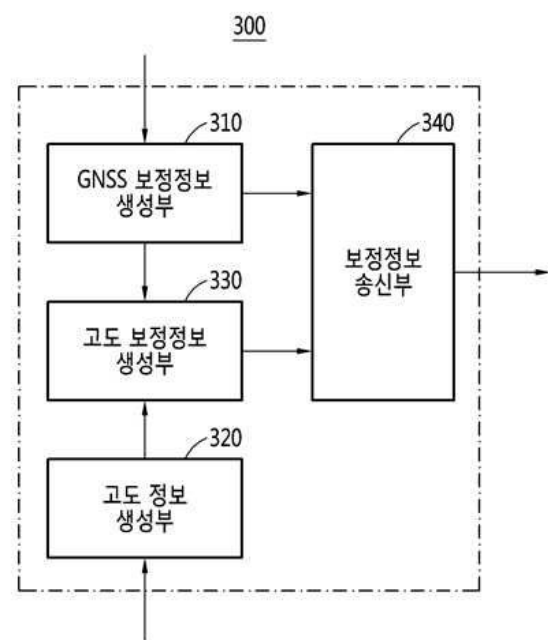
도면1



도면2

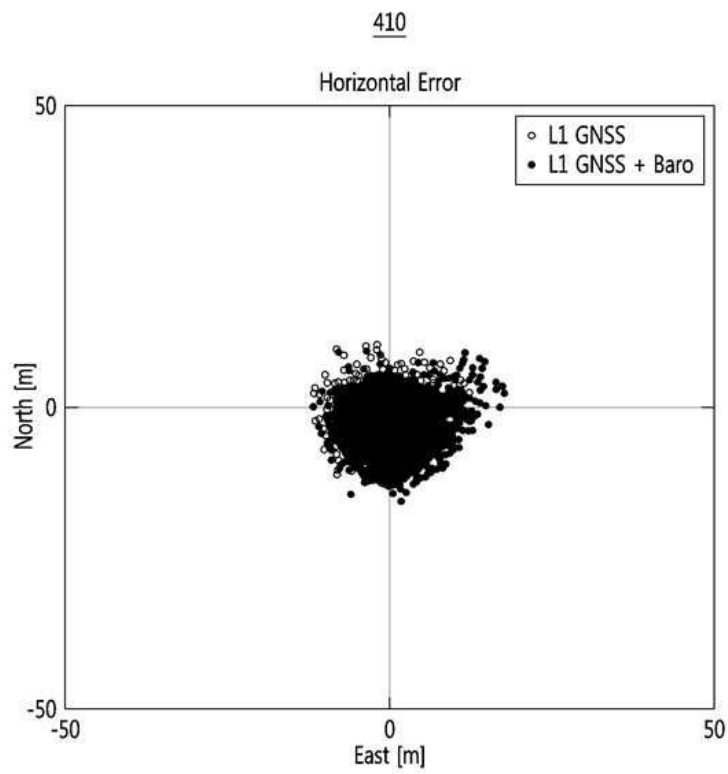


도면3

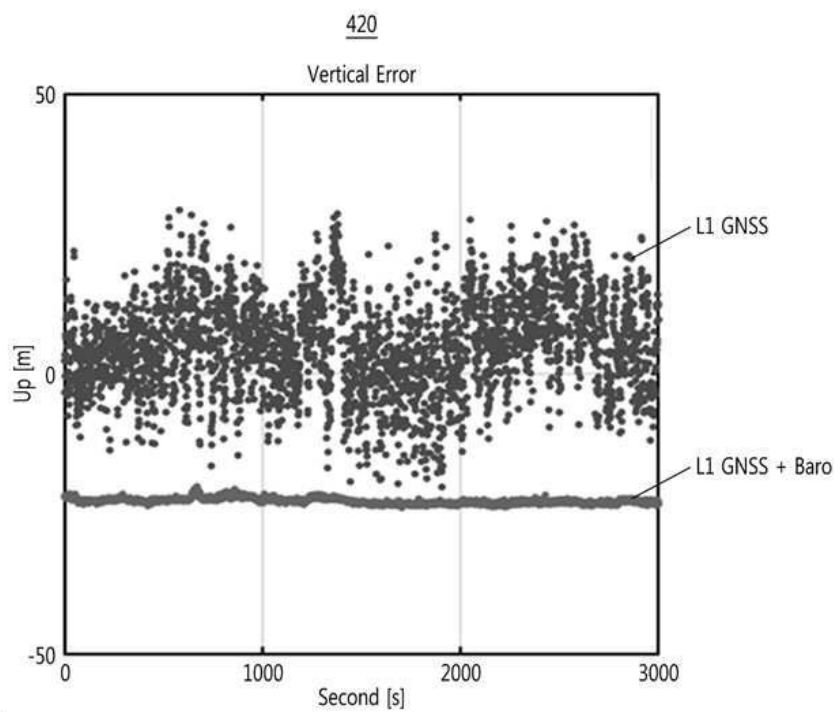




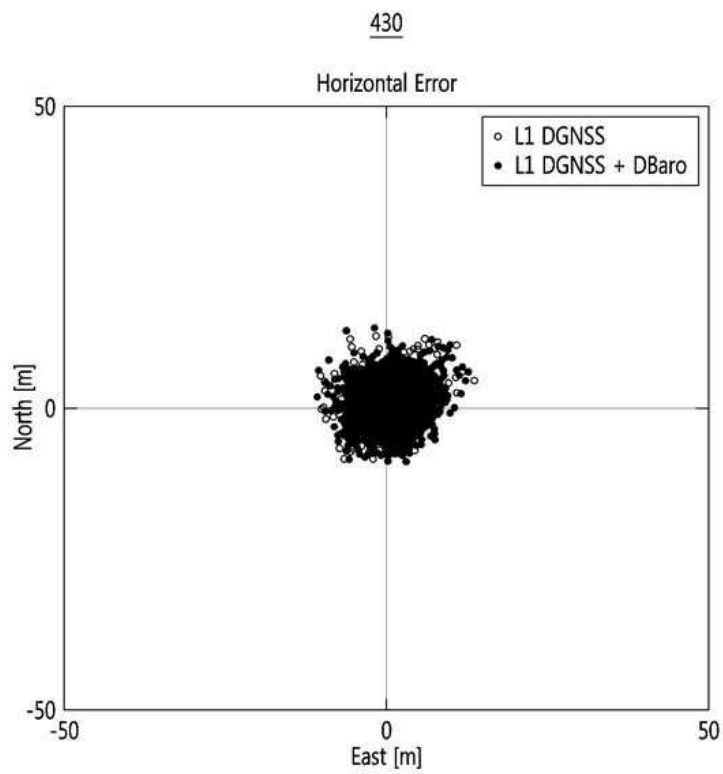
도면4a



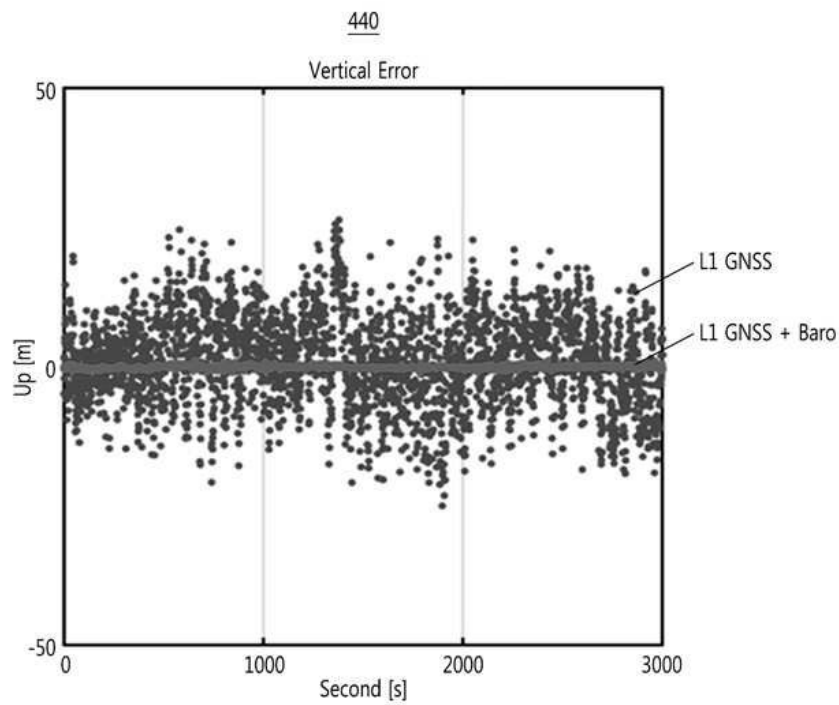
도면4b



도면4c



도면4d



도면5

