



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월01일  
(11) 등록번호 10-2789386  
(24) 등록일자 2025년03월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 19/40 (2010.01) G01S 19/29 (2010.01)  
G01S 19/42 (2010.01) G01S 19/43 (2010.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 19/40 (2013.01)  
G01S 19/29 (2021.01)  
(21) 출원번호 10-2022-0151299  
(22) 출원일자 2022년11월14일  
심사청구일자 2022년11월14일  
(65) 공개번호 10-2024-0070011  
(43) 공개일자 2024년05월21일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2018059787 A\*  
KR100976965 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
주식회사 문화방송  
서울특별시 마포구 성암로 267 (상암동)  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
박병운  
서울특별시 양천구 목동서로 2길 22, 목동한신청  
구아파트 108-901  
조용래  
서울특별시 광진구 광나루로14길 30-8  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김견수

전체 청구항 수 : 총 10 항

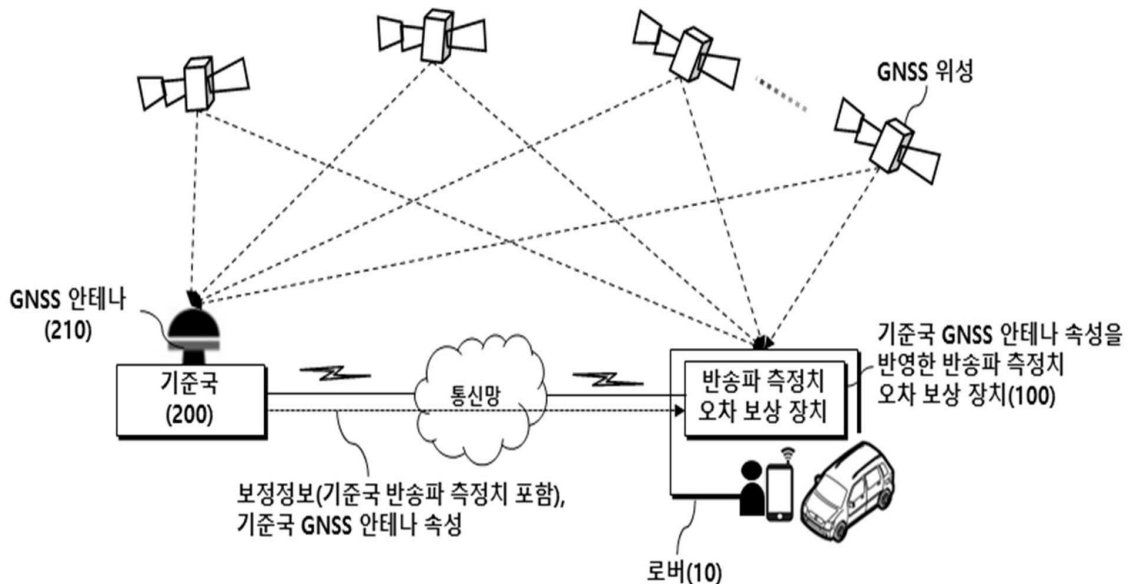
심사관 : 최희주

(54) 발명의 명칭 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법

(57) 요약

본 발명은 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법에 관한 것으로, 기준국으로부터 GNSS 위성의 반송파 측정치를 포함하는 보정정보와 기준국의 GNSS 안테나 속성을 수신하고, 상기 반송파 측정치에 GNSS 안테나 속성을 반영하여 상기 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하여 로버(rover)의 위치를 정밀하게 측정할 수 있도록 하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G01S 19/425** (2013.01)

**G01S 19/43** (2013.01)

(72) 발명자

**임철순**

경기도 부천시 고강로56번길 15, 101동 302호

**이승호**

서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10, 서초래미안 106동 2003호

**이동관**

서울특별시 마포구 토정로 18길 11, 106동 2203호

**육덕수**

경기도 성남시 분당구 정자일로 15, 아테나렉스 아파트 101동 1802호

**신홍기**

서울특별시 마포구 독막로20나길 21, 204-404

**박두경**

서울특별시 은평구 수색로 216, DMC SK VIEW 102동 104호

**임승용**

서울특별시 강서구 공항대로 543, 센터스퀘어 101동 1623호

**김형준**

서울특별시 마포구 마포구 매봉산로2안길 22, 202호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615012621

과제번호 22SMIP-A157175-03

부처명 국토교통부

과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 스마트건설기술개발사업

연구과제명 디지털 기반 도로 건설장비 자동화 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)문화방송

연구기간 2020.04.28 ~ 2025.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기준국으로부터 기준국 반송파 측정치와 기준국 GNSS 안테나 속성을 포함하는 보정정보를 수신하는 보정정보 수신부; 및

상기 기준국으로부터 상기 기준국 반송파 측정치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 상기 기준국 반송파 측정치에 포함된 기준국 GNSS 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 산출하는 기준국 반송파 측정치 오차 보상부;를 포함하며,

상기 기준국 반송파 측정치는, 상기 기준국에서 측정한 복수의 GNSS 위성별 반송파 측정치를 포함하며,

상기 기준국 GNSS 안테나 속성은, 위상중심오프셋(phase center offset) 및 위상중심변동(phase center variation)을 포함하며,

상기 기준국 반송파 측정치를 통해 산출되는 상기 기준국의 위치좌표는, 기준국 GNSS 안테나 기준점(antenna reference point)의 좌표이나, 기준국 GNSS 안테나에서 반송파가 수신되는 지점은 상기 기준국 GNSS 안테나의 위상중심(antenna phase center)이어서, 실제로 상기 반송파가 수신되는 지점이 상기 기준국 GNSS 안테나 기준점과 일치하지 않는 점을 보상하기 위해, 각 GNSS 위성별 고도각과 방위각을 위상중심오프셋에 반영하고, 각 GNSS 위성별 고도각을 위상중심변동에 반영함으로써,

상기 기준국 GNSS 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 이용하여, 상기 기준국 반송파 측정치와 로버에서 측정한 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 상기 기준국과 상기 로버에서 측정한 반송파 측정치에 공통으로 존재하는 공통오차 뿐만 아니라 상기 기준국 GNSS 안테나 오프셋에 의한 오차를 제거하여, 상기 로버의 위치를 보다 정밀하게 측정하는 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상부는,

상기 보정정보를 활용하여 상기 기준국을 기준으로 방위각과 고도각을 포함하여 각 상기 GNSS 위성의 위치를 계산하는 GNSS 위성 위치 계산부; 및

상기 계산한 각 GNSS 위성의 위치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 각각 보상하기 위한 보상값을 각각 계산하는 보상값 계산부;를 포함하며,

각 상기 보상값을 해당하는 GNSS 위성의 반송파 측정치에 각각 반영함으로써 상기 오차를 보상한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 산출하는 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 기준국 GNSS 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하는 보상값은,

$d\Phi_i = PCO \cdot LOS(Eli, Azi) - PCV(Eli)$ 에 의해서 산출되며,

상기  $d\Phi_i$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성별 반송파 측정치인  $\Phi_i$ 에 대해서 안테나 오프셋으로 인한 오차인 보상값을 의미하고, 상기  $PCO$ 는 위상중심오프셋이며,  $PCV$ 는 위상중심변동이고,  $E_{li}$  및  $A_{zi}$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성의 고도각과 방위각을 나타낸 것이며,  $LOS(E_{li}, A_{zi})$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성의 위치를 나타낸 것인 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치.

## 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 반송파 측정치 오차 보상 장치는,

상기 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치의 GNSS 위성별 반송파 측정치와, 로버에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 활용하여 상기 로버의 위치를 측정하여 출력하는 RTK 측위부;를 더 포함하며,

상기 RTK 측위부는, 상기 오차를 보상한 GNSS 위성별 반송파 측정치와 상기 로버에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 상기 로버의 위치를 측정하는 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치.

## 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 기준국에서, 방위각과 고도각을 포함 하여 복수의 각 GNSS 위성의 위치를 계산하고, 상기 계산한 각 GNSS 위성의 위치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여, 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 각각 보상하기 위하여 계산한 보상값을 상기 보정정보에 포함하여 송신함으로써,

상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상부는, 상기 기준국에서 송신한 상기 보상값을 수신하여 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 산출하는데 반영하는 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치.

## 청구항 7

기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치에서, 기준국으로부터 기준국 반송파 측정치와 기준국 GNSS 안테나 속성을 포함하는 보정정보를 수신하는 보정정보 수신 단계; 및

상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치에서, 상기 기준국으로부터 상기 기준국 반송파 측정치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 상기 기준국 반송파 측정치에 포함된 기준국 GNSS 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 산출하는 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계;를 포함하며,

상기 기준국 반송파 측정치는, 상기 기준국에서 측정한 복수의 GNSS 위성별 반송파 측정치를 포함하며,

상기 기준국 GNSS 안테나 속성은, 위상중심오프셋(phase center offset) 및 위상중심변동(phase center variation)을 포함하며,

상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계는,

상기 기준국 반송파 측정치를 통해 산출되는 상기 기준국의 위치좌표가 기준국 GNSS 안테나 기준점(antenna reference point)의 좌표이나, 기준국 GNSS 안테나에서 반송파가 수신되는 지점이 상기 기준국 GNSS 안테나의 위상중심(antenna phase center)이어서, 실제로 상기 반송파가 수신되는 지점이 상기 기준국 GNSS 안테나 기준점과 일치하지 않는 점을 보상하기 위해, 각 GNSS 위성별 고도각과 방위각을 위상중심오프셋에 반영하고, 각 GNSS 위성별 고도각을 위상중심변동에 반영하는 것을 포함함으로써,

상기 기준국 GNSS 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 이용하여, 상기 기준국 반송파 측정치와 로버에서 측정한 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 상기 기준국과 상기 로버에서 측정한 반송파 측정치에 공통으로 존재하는 공통오차 뿐만 아니라 상기 기준국 GNSS 안테나 오프셋에 의한 오차를 제거하여, 상기 로버의 위치를 보다 정밀하게 측정하는 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법.

## 청구항 8

삭제

## 청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계는,

상기 보정정보를 활용하여 상기 기준국을 기준으로 방위각과 고도각을 포함 하여 각 상기 GNSS 위성의 위치를 계산하는 GNSS 위성 위치 계산 단계; 및

상기 계산한 각 GNSS 위성의 위치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 각각 보상하기 위한 보상값을 각각 계산하는 보상값 계산 단계;를 포함 하며,

각 상기 보상값을 해당하는 GNSS 위성의 반송파 측정치에 각각 반영함으로써 상기 오차를 보정한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 산출하는 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법.

## 청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 기준국 GNSS 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하는 보상값은,

$d\Phi_i = PCO \cdot LOS(Eli, Azi) - PCV(Eli)$ 에 의해서 산출되며,

상기  $d\Phi_i$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성별 반송파 측정치인  $\Phi_i$ 에 대해서 안테나 오프셋으로 인한 오차인 보상값을 의미 하고, 상기  $PCO$ 는 위상중심오프셋이며,  $PCV$ 는 위상중심변동이고,  $Eli$  및  $Azi$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성의 고도 각과 방위각을 나타낸 것이며,  $LOS(Eli, Azi)$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성의 위치를 나타낸 것인 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법.

## 청구항 11

청구항 7에 있어서,

상기 반송파 측정치 오차 보상 방법은,

상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치에서, 상기 오차를 보정한 기준국 반송파 측정치의 GNSS 위성별 반송파 측정치와, 상기 로버에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 활용하여 상기 로 버의 위치를 측정하여 출력하는 RTK 측위 단계;를 더 포함하며,

상기 RTK 측위 단계는, 상기 오차를 보정한 GNSS 위성별 반송파 측정치와 상기 로버에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 상기 로버의 위치를 측정하는 것을 특징으로 하는 기준국 GNSS 안테나 속성 을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법.

## 청구항 12

청구항 7에 있어서,

상기 반송파 측정치 오차 보상 방법은,

상기 기준국에서, 방위각과 고도각을 포함하여 복수의 각 GNSS 위성의 위치를 계산하고, 상기 계산한 각 GNSS 위성의 위치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여, 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프 셋으로 인한 오차를 각각 보상하기 위하여 계산한 보상값을 상기 보정정보에 포함하여 송신함으로써,

상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계에서, 상기 기준국에서 송신한 상기 보상값을 수신하여 오차를 보상 한 기준국 반송파 측정치를 산출하는데 반영하는 것을 특징으로 하는 기준 국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송

과 측정치 오차 보상 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기준국으로부터 GNSS 위성의 반송파 측정치를 포함한 보정정보와 기준국의 GNSS 안테나 속성을 수신하고, 상기 반송파 측정치에 GNSS 안테나 속성을 반영하여 상기 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하여 로버(rover)의 위치를 정밀하게 측정할 수 있도록 하는 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 위성항법시스템(GNSS, global navigation satellite system) 시스템은 복수의 동일한 항법위성으로부터 송출되는 위성신호를 이용하여 움직이거나 고정되어 있는 객체의 위치를 결정하는 시스템을 의미한다.

[0003] 위성항법시스템은 미국의 GPS 위성, 유럽의 갈릴레오(galileo) 위성, 혹은 중국의 베이도우(beidou) 위성과 같이 복수의 GNSS 위성으로부터 위성신호를 수신하는 기준국과 GNSS 수신기를 탑재한 통신단말로 구성되며, GNSS 수신기를 통해 복수의 동일한 GNSS 위성으로부터 송출된 위성신호를 토대로 객체의 위치를 측정하도록 구성된다.

[0004] 그러나 위성신호에는 대상의 위치 결정에 대한 정확도를 저하시키는 위성의 궤도오차, 위성과 GNSS 수신기간의 시계오차, 대류층이나 전리층에 의한 지연오차, 다중 경로에 의한 오차 등과 같은 다양한 오차를 포함하기 때문에 위치 측정시 수 미터 내지 수십 미터의 위치 오차가 발생하게 된다.

[0005] 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에는 정밀한 위치가 측정된 기준국을 활용하여 통신단말에서 수신한 위성신호에 포함된 오차를 제거하여 정밀한 위치를 측정할 수 있도록 보정정보를 제공하는 측위보정기법이 개발되어 위성항법시스템에 적용되고 있다.

[0006] 측위보정기법 중 GNSS RTK(real time kinematic) 기법은 기준국에서 복수의 GNSS 위성별 반송파 측정치를 보정 정보 형태로 가공하여 짧은 기선 거리(예: 20km) 내에 위치하는 로버(이동국)에 제공하고, 로버에서 측정한 반송파 측정치와 기준국의 반송파 측정치를 이용한 차분기법을 통해 사용자의 정밀한 위치를 측정할 수 있도록 한다.

[0007] 즉, GNSS RTK 기법은 사용자측에서, 사용자로부터 짧은 기선 거리 내의 정밀한 위치정보를 가지고 있는 기준국에서 측정한 반송파 측정치와 사용자측에서 측정한 반송파 측정치를 활용한 차분기법을 수행하여 기준국과 사용자간의 반송파 측정치에 대한 공통오차를 제거함으로써 cm수준의 정밀한 위치를 측정할 수 있도록 하는 것이다.

[0008] 일반적으로 기준국의 정밀한 위치는 GNSS 안테나의 하단부 중심 위치(ARP, antenna reference point)를 나타내며 해당 지점은 실제 위성신호가 측정되는 실제 지점인 안테나 위상중심(APC, antenna phase center)으로부터 수 cm 아래에 위치하고 있다.

[0009] 즉, 기준국의 반송파 측정치에는 GNSS 안테나의 속성에 따라 기준국과 사용자간의 고도차이로 인한 측정치 오차를 포함하고 있어, 수 cm 이상의 수직 오차를 야기하는 문제점이 있다.

[0010] 이에 따라 본 발명에서는 기준국으로부터 GNSS 위성별 반송파 측정치를 포함하는 보정정보와 기준국의 GNSS 안테나의 속성을 수신하여 상기 반송파 측정치에 GNSS 안테나의 속성을 반영함으로써 상기 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하여 사용자측에서 정밀한 위치를 측정할 수 있도록 하는 방안을 제안하고자 한다.

[0011] 다음으로 본 발명의 기술분야에 존재하는 선행기술에 대하여 간단하게 설명하고, 이어서 본 발명이 상기 선행기술에 비해서 차별적으로 이루고자 하는 기술적 사항에 대해서 기술하고자 한다.

[0012] 먼저 한국등록특허 제2263393호(2021.06.04.)는 다중 수신기의 반송파 위상 측정치를 활용한 RTK 시스템의 보정 정보 생성 방법 및 이를 이용한 위성 항법 보강 시스템에 관한 것으로, 기준국에 설치된 복수의 수신기를 이용해 획득한 반송파 위상 측정치를 이중차분한 결과에 포함된 이중차분 미지정수를 결정하고, 상기 결정된 미지정수를 이용하여 상기 복수의 수신기의 반송파 위상 측정치에 포함된 각 미지정수의 수준을 임의의 단일 수신기에 대한 미지정수의 수준으로 조정하여, 미지정수의 수준이 조정된 반송파 위상 측정치를 조합하여 미지정수의 정

수성이 유지되는 보정정보를 생성하여 제공하는 다중 수신기의 반송파 위상 측정치를 활용한 RTK 시스템의 보정 정보 생성 방법 및 이를 이용한 위성 항법 보강 시스템에 관한 것이다.

[0013] 즉, 한국등록특허 제2263393호는 기준국에 설치한 복수의 수신기를 통해 사용자 단말에서 RTK 측위를 수행할 때 측위보정을 위한 보정정보를 생성하는 것으로, 본 발명에서 제안하고 있는 기준국의 반송파 측정치에 포함된 GNSS 안테나의 오프셋으로 인한 오차를 계산하여 보상하는 것도 아니며, 상기 오프셋을 보상한 반송파 측정치를 이용하여 사용자측에서 정밀한 위치를 측정할 수 있도록 하는 방법 또한 전혀 기재하고 있지 않다. 따라서 양 발명은 그 기술적 구성이나 효과에 있어서 현저한 차이점이 있다.

[0014] 또한 한국등록특허 제2205679호(2021.01.15.)는 가상 셀을 이용하여 RTK 측위보정데이터를 분배 또는 제공하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 서비스 지역을 가상 셀 단위로 분할하여 가상 RTK 기준국을 각각 위치시키고, 실제 서비스 지역에서 수집한 실제 RTK 기준국의 측위보정데이터를 이용하여 가상 RTK 기준국의 측위보정데이터를 일괄적으로 보간 산출하여 가상 셀 RTK 프레임으로 인코딩한 후 네트워크를 통해 단말 장치로 분배 또는 제공하는 가상 셀을 이용하여 RTK 측위보정데이터를 분배 또는 제공하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

[0015] 즉, 한국등록특허 제2205679호는 측위보정데이터를 단말 장치로 분배 혹은 제공하기 위한 방법만을 기재하고 있을 뿐이다.

[0016] 반면에 본 발명은 기준국으로부터 수신되는 반송파 측정치를 이용하여 사용자의 위치를 측정할 때, 상기 반송파 측정치에 대해서, 기준국의 GNSS 안테나 속성에 따른 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하여 위치를 측정하도록 하는 것으로, 상기 선행기술은 이러한 본 발명의 기술적 특징을 전혀 기재하거나 시사 혹은 그 어떠한 암시도 없다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0017] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창작 된 것으로서, 기준국으로부터 수신한 보정정보의 반송파 측정치에 기준국 GNSS 안테나의 속성에 따른 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하여 실시간 이동측위가 정밀하게 수행될 수 있도록 하는 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0018] 또한 본 발명은 기준국으로부터 GNSS 안테나 속성을 추가적으로 수신하여 상기 안테나 속성을 상기 보정정보의 반송파 측정치에 반영하여 안테나의 오프셋으로 인한 오차를 보상하는 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0019] 또한 본 발명은 안테나의 오프셋으로 인한 오차를 보상한 기준국의 반송파 측정치와 로버에서 측정한 반송파 측정치간의 차분을 수행함으로써 기준국과 로버간의 공통오차를 제거하여 로버의 정밀한 위치를 측정할 수 있도록 하는 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치는, 기준국 반송파 측정치를 포함하는 보정정보를 수신하는 보정정보 수신부 및 상기 기준국 반송파 측정치에 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 산출하는 기준국 반송파 측정치 오차 보상부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한 상기 기준국 반송파 측정치는, 복수의 GNSS 위성별 반송파 측정치를 포함하며, 상기 기준국 GNSS 안테나 속성은, 위상중심오프셋(phase center offset) 및 위상중심변동(phase center variation)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한 상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상부는, 상기 보정정보를 활용하여 상기 기준국을 기준으로 방위각과 고도각을 포함하여 각 상기 GNSS 위성의 위치를 계산하는 GNSS 위성 위치 계산부 및 상기 계산한 각 GNSS 위성의 위치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 각각 보상하기 위한 보상값을 각각 계산하는 보상값 계산부를 포함하며, 각 상기 보상값을 해당하는 GNSS 위성의 반송파 측정치에 각각 반영함으로써 상기 오차를 보상한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 산출하는 것을 특징으로 한다.



- [0023] 또한 상기 보상값,  $d\Phi_i = PCO \cdot LOS(Eli, Azi) - PCV(Eli)$ 에 의해서 산출되며, 상기  $PCO$ 는 위상중심오프셋이며,  $PCV$ 는 위상중심변동이고,  $Eli$  및  $Azi$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성의 고도각과 방위각을 나타낸 것이며,  $LOS(Eli, Azi)$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성의 위치를 나타낸 것인 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한 상기 반송파 측정치 오차 보상 장치는, 상기 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치의 GNSS 위성별 반송파 측정치와, 로버에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 활용하여 상기 로버의 위치를 측정하여 출력하는 RTK 측위부를 더 포함하며, 상기 RTK 측위부는, 상기 오차를 보상한 GNSS 위성별 반송파 측정치와 상기 로버에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 상기 로버의 위치를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한 상기 기준국에서, 방위각과 고도각을 포함하여 복수의 각 GNSS 위성의 위치를 계산하고, 상기 계산한 각 GNSS 위성의 위치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여, 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 각각 보상하기 위하여 계산한 보상값을 상기 보정정보에 포함하여 송신함으로써, 상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상부는, 상기 기준국에서 송신한 상기 보상값을 수신하여 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 산출하는데 반영하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 아울러 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법은, 기준국 반송파 측정치를 포함하는 보정정보를 수신하는 보정정보 수신 단계 및 상기 기준국 반송파 측정치에 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 산출하는 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또한 상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계는, 상기 보정정보를 활용하여 상기 기준국을 기준으로 방위각과 고도각을 포함하여 각 상기 GNSS 위성의 위치를 계산하는 GNSS 위성 위치 계산 단계 및 상기 계산한 각 GNSS 위성의 위치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 각각 보상하기 위한 보상값을 각각 계산하는 보상값 계산 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 또한 상기 반송파 측정치 오차 보상 방법은, 상기 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치의 GNSS 위성별 반송파 측정치와, 로버에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 활용하여 상기 로버의 위치를 측정하여 출력하는 RTK 측위 단계를 더 포함하며, 상기 RTK 측위 단계는, 상기 오차를 보상한 GNSS 위성별 반송파 측정치와 상기 로버에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 상기 로버의 위치를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또한 상기 반송파 측정치 오차 보상 방법은, 상기 기준국에서, 방위각과 고도각을 포함하여 복수의 각 GNSS 위성의 위치를 계산하고, 상기 계산한 각 GNSS 위성의 위치에 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여, 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 각각 보상하기 위하여 계산한 보상값을 상기 보정정보에 포함하여 송신함으로써, 상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계에서, 상기 기준국에서 송신한 상기 보상값을 수신하여 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 산출하는데 반영하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [0030] 이와 같이 구성된 본 발명은 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법에 관한 것으로, 기준국의 GNSS 안테나 속성을 기준국의 반송파 측정치에 반영하여 GNSS 안테나의 오프셋으로 인한 오차를 보상하여 로버의 측위에 이용함으로써 보다 정밀한 위치를 측정할 수 있는 효과가 있다.
- [0031] 또한 본 발명은 기준국 GNSS 안테나의 오프셋을 기준국 반송파 측정치에 직접 보상하여 사용자측(로버)에게 전달하기 때문에, 사용자의 수신기에 기준국 GNSS 안테나의 오프셋을 보상하는 기능이 없는 경우에도, 수신기의 기능 탑재 여부와 관계없이 오차가 없는 최종 측위 결과를 산출할 수 있다는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법을 설명하기 위해 나타낸 개념도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 오프셋에 의한 오차를 설명하기 위해 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치의 동작을 설명하기 위해 나타낸 도면이다.



도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 오프셋에 의한 오차를 보상한 결과에 대한 효과를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 반송파 측정치 오차를 보상하여 위치를 측정하는 절차를 나타낸 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 명세서 또는 출원에 개시되어 있는 일 실시예들에 대해서 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 다르게 정의 되어 있지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 아니한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 방법을 설명하기 위해 나타낸 개념도이다.
- [0035] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명은 복수의 GNSS 위성, GNSS 안테나(210)를 포함하는 기준국(200) 및 로버(10)에 구비되며 상기 로버(10)에 대한 GNSS RTK 기법을 통해 로버(10)의 위치를 측정하는 기준국 GNSS 안테나 속성(이하, 안테나 속성이라 칭함)을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)(이하, 반송파 측정치 오차 보상 장치라 칭함)를 포함하여 구성된다.
- [0036] 상기 로버(10)는 자율주행차량을 포함하는 자동차, 무인비행체를 포함하는 항공기, 선박, 사용자 단말(스마트폰) 등과 같이 실시간 이동측위가 필요한 전자장비 또는 이동수단을 의미한다. 즉, 상기 로버(10)는 자동차, 항공기, 선박, 혹은 스마트폰 등과 같이 사용자가 이용하는 이동수단 또는 이동통신단말을 의미하는 것이다.
- [0037] 상기 GNSS 위성은 미국의 GPS, 유럽의 갈릴레오, 러시아의 글로나스 혹은 중국의 베이더우 위성을 포함하며, GNSS RTK 기법을 통해 위치를 측정하는 것은 최소 4개 이상의 동일한 GNSS 위성에 대한 반송파 측정치를 이용함으로써 수행된다.
- [0038] 한편, 본 발명의 GNSS RTK 기법은 기준국(200)에서 측정한 GNSS 위성별 반송파 측정치(이하, 기준국 반송파 측정치라 칭함)와 로버(10)에서 측정한 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 기준국과 로버(10)에서 측정한 반송파 측정치에 공통으로 존재하는 공통오차를 제거하여 로버(10)의 위치를 측정하는 측위보정기법을 의미한다.
- [0039] 여기서 공통오차는 위성의 궤도오차, 위성과 GNSS 수신기간의 시계오차, 대류층이나 전리층에 의한 지연오차, 다중경로에 의한 오차 등을 의미한다.
- [0040] 상기 차분은 기준국(200)과 로버(10)간의 반송파 측정치에 대한 차분(즉, 수신기간의 차분)과, 동일한 수신기(즉, 기준국과 로버)에 대해서 이전에 측정한 반송파 측정치와 현재 측정한 반송파 측정치간의 차분을 포함하는 이중차분을 말하며, 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 이중차분을 통해 로버(10)의 정밀한 위치를 실시간으로 측정한다. 상기 이중차분은 GNSS RTK 기법에서 위치를 측정하기 위해 사용되는 것으로 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0041] 한편, 기준국 반송파 측정치를 이용하여 로버(10)의 위치를 측정하는 경우, 상기 기준국 반송파 측정치에는 공통오차 이외에도 GNSS 안테나(210)의 속성에 따른 안테나 오프셋에 의한 오차를 포함한다. 이는 GNSS RTK 기법에 따른 차분을 통해 로버(10)의 위치를 측정할 때, 공통오차만 제거될 뿐, 안테나 오프셋에 의한 오차가 여전히 남게 된다.
- [0042] 상기 안테나 오프셋에 의한 오차는 도 2를 참조하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0043] 따라서 본 발명의 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 기준국(200)으로부터 기준국 반송파 측정치를 포함하는 보정정보와 기준국 GNSS 안테나 속성을 수신하여, 상기 기준국 GNSS 안테나 속성을 기준국 반송파 측정치에 반영하여 상기 기준국 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋에 의한 오차를 보상하도록 한다.

- [0044] 이후 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 로버(10)에 대한 위치를 측정(즉, 측위)할 때 안테나 오프셋을 보상한 기준국 반송파 측정치를 이용하여 공통오차 뿐만 아니라 안테나 오프셋에 의한 오차를 모두 제거하여 정밀한 위치를 측정할 수 있도록 한다.
- [0045] 한편, 보다 정밀한 위치를 측정하기 위해서 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 제일 가까운 거리의 기준국(200)에서 전송된 보정정보와 GNSS 안테나 속성을 수신하도록 구성된다.
- [0046] 이를 위해, 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 신호의 세기(RSSI, received signal strength indicator)가 제일 큰 기준국(200)의 보정정보와 안테나 속성을 수신하도록 구성될 수 있다.
- [0047] 도 1에는 기준국(200)의 보정정보와 안테나 속성을 개별적으로 수신하는 것으로 도시되어 있으나, 기준국(200)은 보정정보와 안테나 속성을 통합하여 기준국 데이터를 생성하여 전송할 수 있다.
- [0048] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 오프셋에 의한 오차를 설명하기 위해 나타낸 도면이다.
- [0049] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 오프셋 의한 오차는 위상중심변동(PCV, phase center variations)과 위상중심오프셋(PCO, phase center offset)을 포함하는 안테나 속성에 따라 기준국 반송파 측정치에서 수 cm이상의 수직방향 오차(고도오차)를 포함하게 된다.
- [0050] 보다 자세하게 설명하면, 기준국(200)에서 반송파를 통해 수신되는 GNSS 데이터(항법메시지 등)에 대한 처리를 통해서 산출되는 기준국(200)의 위치좌표는 안테나 기준점(ARP, antenna reference point)의 좌표다. 그러나 GNSS 안테나(210)에서 신호가 수신되는 지점은 안테나 기준점이 아니라 GNSS 안테나(210)의 위상중심(APC, antenna phase center)이다.
- [0051] GNSS 안테나(210)의 위상중심은 GNSS 안테나(210) 상단부 기하학적인 중심점에 해당하는 안테나 기준점이여야 하지만 실제로 반송파가 수신되는 위치는 안테나 기준점과 일치하지 않는다. 즉, 실제로 반송파가 수신되는 지점은 GNSS 위성의 위치(고도각과 방위각)에 따라 변하게 된다.
- [0052] 이렇게 반송파가 수신되는 위상중심이 변하는 것을 위상중심변동이라고 한다. 도 2에는 ARP와 위상중심오프셋 및 위상중심변동에 대한 기하학적 관계를 보여준다.
- [0053] 도 2에 나타낸 것과 같이, 위상중심변동은 GNSS 위성의 방위각(a) 및 고도각(z)과 관련이 있으며, 안테나 오프셋으로 인한 오차는  $\Delta r \cdot e + PCV(a, z)$ 로 표현할 수 있다.
- [0054] 여기서,  $\Delta r$ 은 GNSS 안테나(210)의 위상중심오프셋을 의미한다. 즉, 위상중심평균(MPC, mean phase center)과 안테나 기준점 간의 편차를 말한다. e는 반송파의 입사방향에 대한 단위 벡터를 의미한다.
- [0055] 따라서 본 발명에서는 위상중심오프셋과 위상중심변동을 포함하는 안테나 속성과 기준국 반송파 측정치를 기준국(200)으로부터 제공받아 상기 기준국 반송파 측정치에 안테나 속성을 반영하여 안테나 오프셋에 의한 오차를 보상할 수 있도록 한다. 이를 통해 로버(10)의 위치를 정밀하게 측정할 수 있도록 한다.
- [0056] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치의 동작을 설명하기 위해 나타낸 도면이다.
- [0057] 도 3에 도시한 바와 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 기준국(200)으로부터 보정정보와 안테나 속성을 수신한다.
- [0058] 상기 보정정보는 GNSS 위성별 반송파 측정치를 포함하는 기준국 반송파 측정치, 기준국(200)의 위치정보와, GNSS 위성별 지구 중심방향으로의 방향정보(방향벡터) 등을 포함하는 항법메시지를 포함하여 구성된다.
- [0059] 상기 GNSS 위성별 기준국 반송파 측정치는 GNSS 위성별 의사거리를 측정하는데 이용되며, 기준국(200)의 위치정보는 사전에 정밀하게 측정된 것이다.
- [0060] 상기 GNSS 위성별 지구 중심방향으로의 방향정보는 반송파를 통해 수신되는 항법메시지에 포함된 것으로 GNSS 위성별로 각각 제공된다.
- [0061] 상기 안테나 속성정보는 위상중심오프셋과 위상중심변동을 포함하여 구성된다.
- [0062] 이후, 반송파 오차 보상 장치(100)는 로버(10)의 정밀한 위치를 측정하기 위해서 기준국 반송파 측정치에 안테나 속성을 반영하여 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하는 과정을 수행한다.
- [0063] 상기 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하는 과정은 우선, 반송파 오차 보상 장치는 기준국(200)으로부터 수

신한 보정정보를 활용하여 기준국(200)을 기준으로 GNSS 위성별 위치를 계산한다.

[0064] 상기 기준국(200)을 기준으로 GNSS 위성별 위치를 계산하는 것은 각 GNSS 위성별로 반송파 측정치에 따른 의사 거리(기준국과 GNSS 위성별 의사거리), GNSS 위성별 GNSS 위성별 지구 중심방향으로의 방향정보 및 기준국(200)의 위치좌표에 따른 지구중심에서 기준국(200)으로의 방향벡터를 이용하여 GNSS 위성별 고도각과 방위각을 포함하는 위치를 계산한다.

[0065] 즉, 반송파 오차 보상 장치(100)는 GNSS 위성별 지구 중심방향으로의 방향정보에 따른 방향벡터, 지구중심에서 기준국(200)으로의 방향벡터를 알 수 있으므로, 의사거리에 해당하는 기준국(200)에서 각 GNSS 위성으로의 방향 벡터를 알 수 있다. 이를 통해 각 GNSS 위성의 방위각과 고도각을 포함하는 위치를 계산하는 것이 가능하다.

[0066] 이후, 반송파 오차 보상 장치(100)는 다음의 [수학식 1]에 따라 각 GNSS 위성별 위치와 안테나 속성을 이용하여 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋에 의한 오차를 보상하기 위한 보상값을 각각 산출한다.

[0067] [수학식 1]

$$d\Phi_i = PCO \cdot LOS(Eli, Azi) - PCV(Eli)$$

[0069] 여기서,  $d\Phi_i$ 는  $i$ 번째 GNSS 위성별 반송파 측정치( $\Phi_i$ )에 대해서 안테나 오프셋으로 인한 오차(즉, 보상값)를 의미하며,  $PCO$ 는 위상중심오프셋,  $LOS$ 는 가시선(line of sight),  $Eli$  및  $Azi$ 는  $i$ 번째 GNSS위성에 대한 고도각과 방위각을 의미하며,  $LOS(Eli, Azi)$ 는 GNSS 위성의 위치를 나타낸다. 또한  $PCV$ 는 위상중심변동을 의미한다.

[0070] 즉, 반송파 오차 보상 장치(100)는 기준국(200)을 중심으로 계산한 각 GNSS 위성별 고도각과 방위각을 위상중심 오프셋에 반영하고, 각 GNSS 위성별 고도각을 위상중심변동에 반영하여 보상값을 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대해서 산출하는 것이다.

[0071] 또한 반송파 오차 보상 장치(100)는 다음의 [수학식 2]에 따라 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대해서 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상한다.

[0072] [수학식 2]

$$\tilde{\Phi}^i = \Phi^i + d\Phi^i$$

[0074] 여기서  $\tilde{\Phi}^i$ 은 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보정한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 의미한다.

[0075] 즉, 반송파 오차 보상 장치(100)는 GNSS 위성별 반송파 측정치에 상기 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대해서 각각 계산한 보상값을 더 함으로써 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보정한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 산출하는 것이다.

[0076] 이후, 반송파 오차 보상 장치(100)는 오차를 보정한 GNSS 위성별 반송파 측정치와 로버(10)에 구비되는 GNSS 안테나(미도시)를 통해 측정된 GNSS 위성별 반송파 측정치를 이용하여 상기 로버(10)에 대한 위치를 측정한다.

[0077] 상기 위치를 측정하는 것은 차분을 통해 위치를 측정하는 GNSS RTK 방식을 통해 수행된다. 상기 차분을 통해 위치를 측정하는 GNSS RTK 방식은 도 1을 참조하여 설명하였으므로 여기서는 생략하도록 한다.

[0078] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

[0079] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 기준국(200)의 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하여 보다 정밀한 위치(즉, 로버의 위치)를 측정하기 위한 것으로, 보정정보 수신부(110), 안테나 속성 수신부(120), 기준국 반송파 측정치 오차 보상부(130), 반송파 측정부(140) 및 RTK 측위부(150)를 포함하여 구성된다.

[0080] 상기 보정정보 수신부(110)는 기준국(200)으로부터 보정정보를 수신하는 기능을 수행한다.

[0081] 상기 보정정보는 RTCM(radio technical committee for maritime service) 형식으로 수신될 수 있다. 상기 RTCM은 GNSS 위성에 대한 보정정보를 전송하기 위한 표준으로 정의된 데이터 포맷을 말한다.

- [0082] 상기 안테나 속성 수신부(120)는 기준국(200)으로부터 해당 기준국(200)에 구비되는 GNSS 안테나(210)에 대한 안테나 속성을 수신하는 기능을 수행한다.
- [0083] 한편, 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 보정정보와 안테나 속성을 수신할 때, 제일 근접한 기준국(200)에서 전송(브로드캐스팅)한 보정정보와 안테나 속성을 수신하도록 구성된다. 이는 RSSI(신호의 세기)를 측정하는 것을 통해 수행될 수 있다. 이때, 안테나 속성과 보정정보는 동일한 기준국(200)에서 전송된 것임은 당연하다.
- [0084] 상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상부(130)는 보정정보에 포함된 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 안테나 속성에 따른 안테나 오프셋에 의한 오차를 보상하기 위한 것으로, GNSS 위성 위치 계산부(131) 및 보상값 계산부(132)를 포함하여 구성된다.
- [0085] 상기 GNSS 위성 위치 계산부(131)는 방위각과 고도각을 포함하여 각 GNSS 위성별 위치를 기준국(200)을 기준으로 계산하는 기능을 수행한다.
- [0086] 상기 기준국(200)을 기준으로 GNSS 위성별 위치를 계산하는 것은 보정정보에 포함된 기준국 반송파 측정치(즉, GNSS 위성별 반송파 측정치), 각 GNSS 위성별 지구중심으로의 방향정보 및 기준국(200)의 위치정보를 활용하여 수행되는 상술한 바와 같다.
- [0087] 상기 보상값 계산부(132)는 기준국(200)을 기준으로 계산한 각 GNSS 위성별 위치와 안테나 속성 수신부(120)를 통해 수신한 안테나 속성을 반영하여 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대해서 안테나 오프셋에 따른 오차를 계산함으로써 해당 오차를 보상하기 위한 보상값을 계산한다.
- [0088] 상기 보상값을 계산하는 것은 도 3을 참조하여 설명하였으므로 더 이상의 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0089] 상기 반송파 측정부(140)는 로버(10)에 구비되는 GNSS 안테나를 통해 GNSS 위성별 반송파를 측정하여 반송파 측정치를 출력하는 기능을 수행한다.
- [0090] 상기 RTK 측위부(150)는 기준국 반송파 측정치 오차 보상부(130)에서 각 GNSS 위성별로 오차(즉, 안테나 오프셋으로 인한 오차)를 보정한 각 GNSS 위성별 반송파 측정치(즉, 기준국 반송파 측정치)와 상기 반송파 측정부(140)를 통해 측정한 반송파 측정치(즉, 로버 반송파 측정치)를 이용하여 해당 로버(10)의 위치를 측정하기 위해 구성된다.
- [0091] 상기 위치를 측정하는 것은 오차를 보정한 기준국 반송파 측정치와 로버 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 로버 반송파 측정치에 포함된 공통오차를 제거함으로써 수행된다. 이때, 오차를 보정한 기준국 반송파 측정치는 안테나 오프셋으로 인한 오차가 보상되어 있으므로, 차분을 통해 공통오차를 제거한 로버 반송파 측정치에도 안테나 오프셋으로 인한 오차가 반영되지 않는다.
- [0092] 상기 차분을 통해 위치를 측정하는 GNSS RTK 기법은 RTK 측위보정에서 사용되는 방법이므로 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0093] 한편, 반송파 측정부(140) 및 RTK 측위부(150)는 GNSS 안테나를 포함하여 GNSS RTK 기법을 통한 측위를 수행하는 GNSS 수신기의 역할과 유사하다.
- [0094] 즉, 본 발명의 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 RTK 측위를 수행하는 GNSS 수신기의 기능을 포함하여 구성되거나, RTK 측위 기능을 제외하여 GNSS 수신기와 별도로 구성되어 로버(10)에 장착될 수 있다. 이때, 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 오차를 보정한 기준국 반송파 측정치를 RTCM 형식으로 인코딩하여 GNSS 수신기로 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0095] 한편, 도 1 내지 도 4에는 반송파 오차 보상 장치(100)에서 보상값을 계산하여 기준국 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하는 것으로 기재되어 있으나, 기준국(200)에서 상기 보상값을 계산하여 기준국 반송파 측정치와 함께 보정정보에 포함하여 전송함으로써 상기 반송파 오차 보상 장치(100)의 기준국 반송파 측정치 오차 보상부(130)에서, 보정정보를 통해 상기 보상값을 수신하여 오차를 보정한 기준국 반송파 측정치를 산출하는데 반영하는 것도 가능하다.
- [0096] 또한 기준국 반송파 측정 장치(100)는 기준국(200) 혹은 기준국(200)의 보정정보를 수신하여 특정 통신망(예: 방송망)을 통해 송출하기 위한 별도의 송출수단(예: 방송국)에 구비되어 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보정한 기준국 반송파 측정치를 산출하여 상기 산출한 기준국 반송파 측정치를 RTCM과 같은 전송포맷으로 인코딩하여 전송하도록 구성되는 것도 가능하다. 이 경우, 기준국 반송파 측정 장치(100)는 기준국 반송파 측정치에 안테나 오프셋으로 인한 오차를 직접 보상하여 로버(더욱 자세하게는 로버에 구비되는 GNSS 수신기)에 전송하기



때문에, 로버의 GNSS 수신기에 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하기 위해 기능이 없는 경우에도, 로버의 위치를 보다 정밀하게 측정할 수 있도록 하는 것이 가능하다.

- [0097] 한편, 기준국(200)에 반송파 오차 보상 장치(100)가 구비되는 경우, 상기 반송파 오차 보상 장치(100)는 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대한 보정치를 보정정보를 통해 전송하는 것도 가능하다. 이때, 반송파 오차 보상 장치(100)는 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상한 GNSS 위성별 반송파 측정치를 이용하여 기준국(200)의 위치를 측정하고 기존에 정밀하게 측정한 기준국(200)의 위치와 비교하여 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대한 보정치를 산출하도록 구성된다.
- [0098] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 오프셋에 의한 오차를 보상한 결과에 대한 효과를 나타낸 도면이다.
- [0099] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 오프셋에 의한 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 이용하여 로버(10)의 위치를 측정한 결과 오차를 보상하지 않은 기준국 반송파 측정치를 이용한 경우 보다 훨씬 정밀한 위치를 측정하는 것을 알 수 있다.
- [0100] 즉, 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치를 이용하여 로버(10)의 위치를 측정한 결과 수직오차가 거의 발생하지 않은 것을 알 수 있으며, 오차를 보상하지 않은 기준국 반송파 측정치를 이용하여 로버(10)의 위치를 측정한 결과 수 cm이상의 수직오차가 발생한 것을 알 수 있다.
- [0101] 따라서 본 발명의 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)를 이용하면 로버(10)의 위치를 정밀하게 실시간 측정할 수 있으므로, 정밀한 위치를 요구하는 분야에 보다 효율적으로 사용될 수 있을 것이다.
- [0102] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 반송파 측정치 오차를 보상하여 위치를 측정하는 절차를 나타낸 흐름도이다.
- [0103] 도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영하여 반송파 측정치 오차를 보상하고, 상기 보상한 반송파 측정치를 이용하여 위치를 측정하는 절차하는 우선, 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 기준국(200)으로부터 보정정보, 안테나 속성을 수신하는 단계를 수행한다(S110).
- [0104] 상기 보정정보 및 안테나 속성은 보정정보 수신 단계 및 안테나 속성 단계를 통해 각각 수신된다.
- [0105] 다음으로 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 보정정보의 기준국 반송파 측정치에 안테나 속성을 반영하여 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하는 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계를 수행한다.
- [0106] 상기 기준국 반송파 측정치 오차 보상 단계는, 우선 보정정보를 활용하여 기준국(200)을 중심으로 각 GNSS 위성별 위치를 계산하는 GNSS 위성 위치 계산 단계(S120), 및 상기 계산한 GNSS 위성별 위치에 안테나 속성을 반영하여 각 GNSS 위성별 반송파 측정치에 대한 보상값을 계산하는 보상값 계산 단계(S130) 및 각 상기 보상값을 해당 GNSS 위성의 반송파 측정치에 반영하여 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하는 단계(S140)를 포함하여 구성된다.
- [0107] 상기 GNSS 위성별 위치와 보상값을 계산하는 것과, 반송파 측정치 오차를 보상하는 것은 도 3을 참조하여 상세히 설명하였으므로 더 이상의 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0108] 다음으로 반송파 측정치 오차 보상 장치(100)는 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치와 로컬(즉, 로버)에서 측정한 반송파 측정치를 이용하여 GNSS RTK 측위를 수행하여 로버(10)의 위치를 측정하는 RTK 측위 단계를 수행한다(S150).
- [0109] 상기 로버(10)에서 측정한 반송파 측정치는 로버(10)에 구비되는 GNSS 안테나를 통해 GNSS 위성별 반송파를 측정하는 반송파 측정 단계를 통해 측정된다.
- [0110] 상기 위치를 측정하는 것은 오차를 보상한 기준국 반송파 측정치와 로버(10)에서 측정한 로버 반송파 측정치에 대한 차분을 통해 수행되는 상술한 바와 같다.
- [0111] 또한 본 발명은 기준국 반송파 측정치를 이용하여 GNSS RTK 측위를 수행할 때, 기준국 반송파 측정치에 포함된 안테나 오프셋으로 인한 오차를 보상하여 상기 측위를 수행할 수 있도록 함으로써 보다 정밀한 위치를 측정할 수 있는 효과가 있다.
- [0112] 또한 상기에서는 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 위주로 상술하였으나 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니며 본 발명의 각 구성요소는 동일한 목적 및 효과의 달성을 위하여 본 발명의 범위 내에서 변경 또는 수정될 수 있을 것이다.

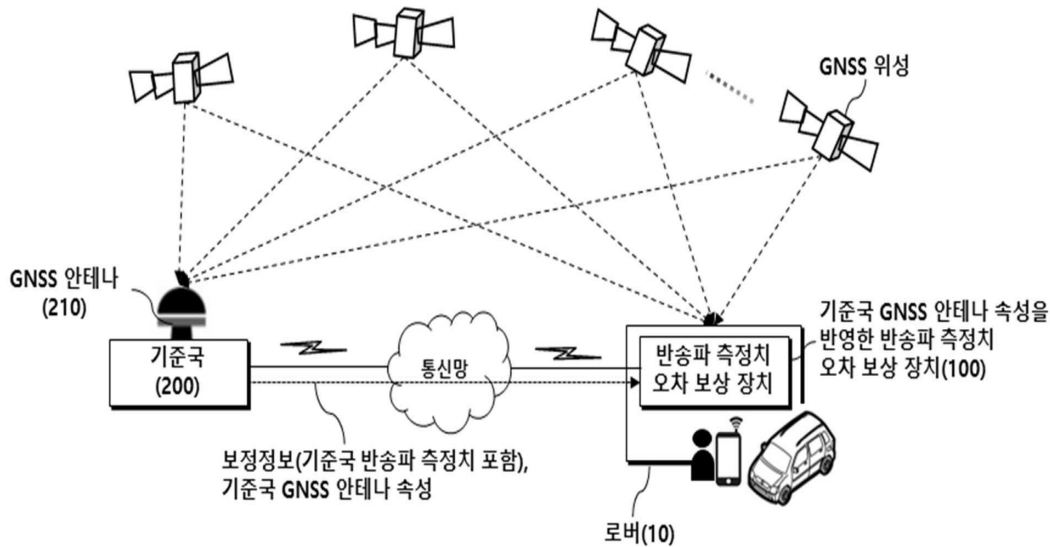
[0113] 아울러 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

### 부호의 설명

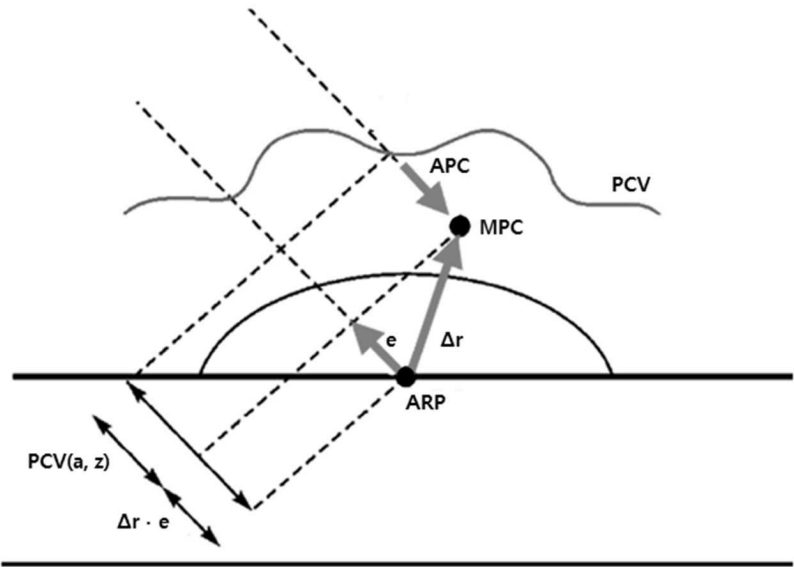
[0114] 100: 기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치 오차 보상 장치  
 110: 보정정보 수신부 120: 안테나 속성 수신부  
 130: 기준국 반송파 측정치 오차 보상부 131: GNSS 위성 위치 계산부  
 132: 보상값 계산부 140: 반송파 측정부  
 150: RTK 측위부 200: 기준국  
 210: GNSS 안테나

### 도면

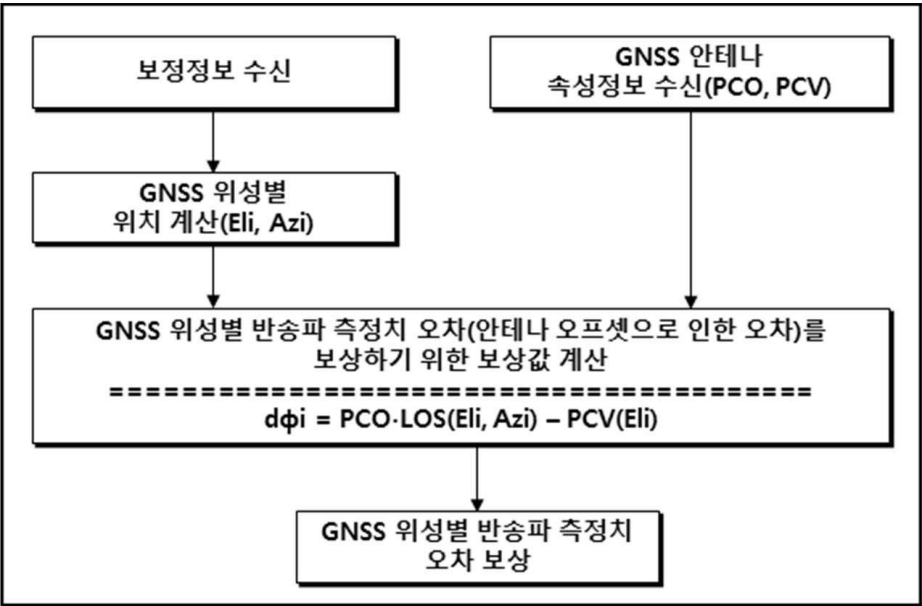
#### 도면1



도면2



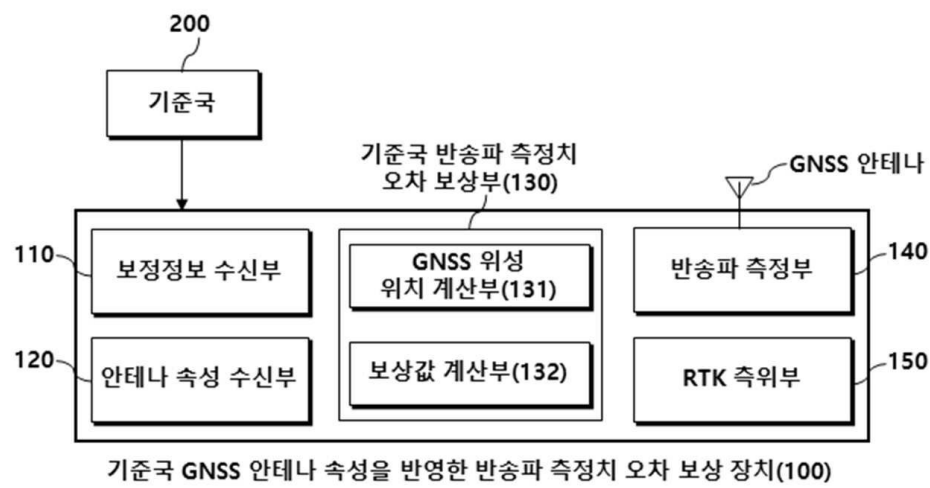
도면3



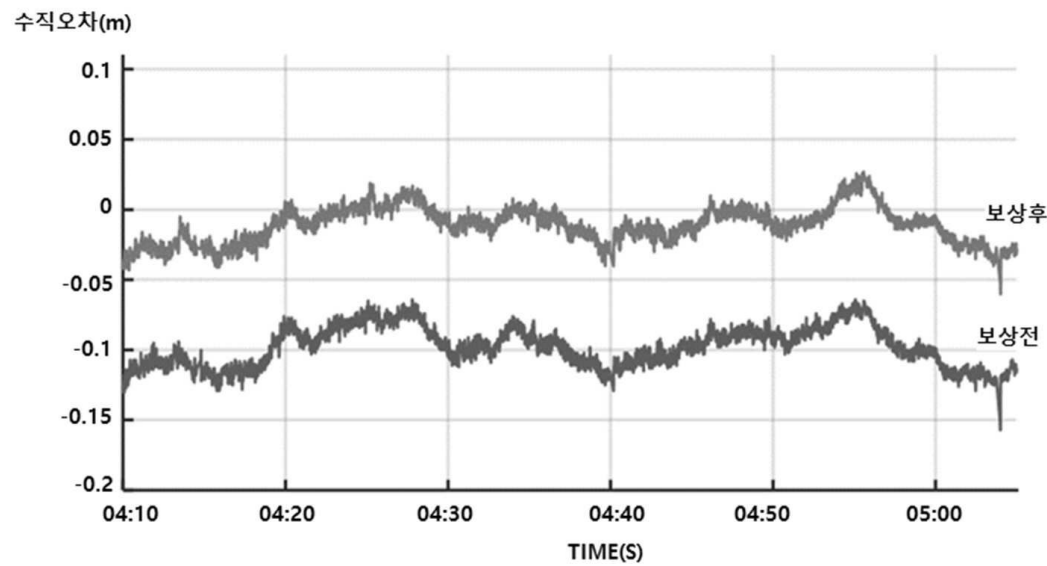
기준국 GNSS 안테나 속성을 반영한 반송파 측정치오차 보상 장치(100)



도면4



도면5



도면6

