(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월25일
(11) 등록번호 10-2231874
(24) 등록일자 2021년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/07 (2010.01) *G01S 19/20* (2010.01)
G01S 19/41 (2010.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/072 (2019.08)
G01S 19/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0163914
(22) 출원일자 2020년11월30일
심사청구일자 2020년11월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP2020122683 A
KR101920556 B1
KR1020190139616 A
KR101851853 B1

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
박병운
서울특별시 양천구 목동서로 37, 1106호(목동)
윤정현
강원도 동해시 평릉길 60-1, 103동 1403호(평릉동, 사랑드림아파트)
임철순
경기도 부천시 오정구 고강로56번길 15, 101동 302호(원종동, 보강에버그린빌라)
(74) 대리인
김연권

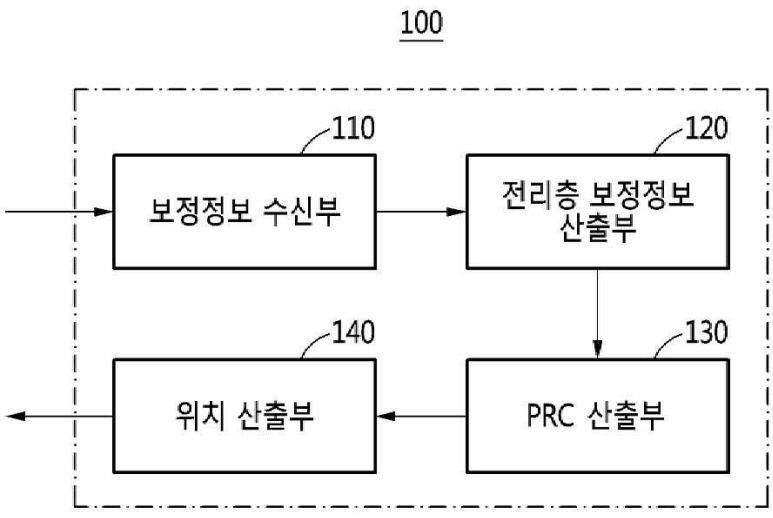
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 **주파수별 위성항법 보정정보를 산출하는 장치 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 주파수 보정정보를 산출하는 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 보정정보 산출장치는 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보(pseudo-range correction, PRC)와 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신하는 보정정보 수신부와, 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 제2 주파수 및 제3 주파수 중 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출하는 전리층 보정정보 산출부 및 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 산출하는 PRC 산출부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01S 19/41 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711119985
과제번호 2020M3C1C1A01086407
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 무인이동체 원천기술개발사업
연구과제명 탐지 및 인식(항법기술) 연구단 (위성항법 정밀도 향상 및 무결성 확보기술 개발)
기 여 율 1/2
과제수행기관명 세종대학교 산학협력단
연구기간 2020.06.01 ~ 2027.05.31
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 1/2
과제수행기관명 세종대학교 산학협력단
연구기간 2018.06.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보(pseudo-range correction, PRC)와 상기 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신하는 보정정보 수신부;

상기 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 제2 주파수 및 제3 주파수 중 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출하는 전리층 보정정보 산출부 및

상기 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 상기 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 상기 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 산출하는 PRC 산출부

를 포함하는 보정정보 산출장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 주파수는,

각각 L1 주파수, L2 주파수 및 L5 주파수인

보정정보 산출장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 보정정보 수신부는,

기준국으로 동작하는 제1 항체로부터 상기 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 수신하고, 제2 항체로부터 상기 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신하는

보정정보 산출장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 항체는,

적어도 하나의 DGNSS(differential global navigation satellite system) 위성으로부터 수신한 DGNSS 정보에 기초하여 상기 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 생성하는

보정정보 산출장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제2 항체는,

적어도 하나의 SBAS(satellite based augmentation system) 위성으로부터 수신한 SBAS 정보에 기초하여 상기 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 생성하는

보정정보 산출장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전리층 보정정보 산출부는,

상기 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보와 상기 적어도 하나의 주파수에 따른 기설정된 보정값을 연산하여 상기 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출하는

보정정보 산출장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보에 기초하여 사용자의 상대위치를 산출하는 위치 산출부

를 더 포함하는 보정정보 산출장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 위치 산출부는,

상기 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 상기 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 측정치를 연산하여 상기 적어도 하나의 주파수에 대한 보정된 의사거리를 산출하는

보정정보 산출장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 위치 산출부는,

상기 보정된 의사거리와 최소자승법에 기초한 관측방정식을 이용한 연산을 통해 상기 사용자의 상대 위치를 산출하는

보정정보 산출장치.

청구항 10

보정정보 수신부에서, 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보(pseudo-range correction, PRC)와 상기 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신하는 단계;

전리층 보정정보 산출부에서, 상기 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 제2 주파수 및 제3 주파수 중 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출하는 단계 및

PRC 산출부에서, 상기 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 상기 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 상기 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 산출하는 단계

를 포함하는 보정정보 산출방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 주파수별 위성항법 보정정보를 산출하는 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기존의 단일 주파수 위성항법 인프라를 활용하여 다른 주파수에 대한 위성항법 보정정보를 산출 및 적용하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 위성항법 시스템(global navigation satellite system, GNSS)을 이용하는 사용자 단독 측위 기술의 경우에는 전리층 오차, 대류층 오차, 위성 시계 오차 등으로 인한 바이어스(bias)가 존재한다.

[0003] 이를 해결하기 위한 대표적인 방법에는 DGNSS(differential GNSS)와 SBAS(satellite based augmentation system)가 있다. 여기서, DGNSS란 서로 가까운 거리에 위치한 두 수신기를 이용하여 인접한 지역에서의 공통 오차를 상쇄하여 GNSS 오차를 보정하는 시스템을 의미하며, SBAS는 넓은 지역에 분산 설치된 기준국에서 수집한 GPS 데이터를 보정 정보와 항법 신호의 이상 유무를 정지궤도 위성을 통해 이용자들에게 전달함으로써 해당지역에 대한 정밀한 위치 정보를 획득할 수 있는 초정밀 GPS 오차보정시스템을 의미한다.

[0004] 그러나, 현재 DGNSS 서비스를 지원하는 대부분의 기준국과 SBAS 위성은 L1 단일 주파수 기반으로 운영되며 L2/L5 DGNSS 서비스를 제공하기 위해서는 별도의 주파수 대역을 사용해야 한다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2052364호, "반송파 위상 GPS를 이용한 정밀 위치 추정 시스템 및 방법"

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1429474호, "항법위성의 배치정보를 이용한 위성항법 보강 시스템 및 위성항법 보강 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 새로운 인프라의 설치 없이 기존 단일 주파수 인프라로 다른 주파수 대역의 서비스를 이용할 수 있는 보정정보 산출장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0007] 본 발명은 기존에 설치된 L1 단일 주파수 인프라를 이용하여 L2/L5 보정정보를 생성할 수 있는 보정정보 산출장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 일실시예에 따른 보정정보 산출장치는 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보(pseudo-range correction, PRC)와 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신하는 보정정보 수신부와, 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 제2 주파수 및 제3 주파수 중 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출하는 전리층 보정정보 산출부 및 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 산출하는 PRC 산출부를 포함할 수 있다.

[0009] 일측에 따르면, 제1 내지 제3 주파수는 각각 L1 주파수, L2 주파수 및 L5 주파수일 수 있다.

[0010] 일측에 따르면, 보정정보 수신부는 기준국으로 동작하는 제1 항체로부터 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 수신하고, 제2 항체로부터 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신할 수 있다.

[0011] 일측에 따르면, 제1 항체는 적어도 하나의 DGNSS(differential global navigation satellite system) 위성으로부터 수신한 DGNSS 정보에 기초하여 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 생성할 수 있다.

[0012] 일측에 따르면, 제2 항체는 적어도 하나의 SBAS(satellite based augmentation system) 위성으로부터 수신한 SBAS 정보에 기초하여 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 생성할 수 있다.

[0013] 일측에 따르면, 전리층 보정정보 산출부는 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 따른 기설정된 보정값을 연산하여 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출할 수 있다.

[0014] 일측에 따르면, 일실시예에 따른 보정정보 산출장치는 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보에 기초하여 사용자의 상대위치를 산출하는 위치 산출부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 일측에 따르면, 위치 산출부는 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 측정치를 연산하여 적어도 하나의 주파수에 대한 보정된 의사거리를 산출할 수 있다.

[0016] 일측에 따르면, 위치 산출부는 보정된 의사거리와 최소자승법에 기초한 관측방정식을 이용한 연산을 통해 사용자의 상대 위치를 산출할 수 있다.

[0017] 일실시예에 따른 보정정보 산출장치는 보정정보 수신부에서 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보(pseudo-range correction, PRC)와 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신하는 단계와, 전리층 보정정보 산출부에서 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 제2 주파수 및 제3 주파수 중 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출하는 단계 및 PRC 산출부에서 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 일실시예에 따르면, 본 발명은 새로운 인프라의 설치 없이 기존 단일 주파수 인프라로 다른 주파수 대역의 서비스를 이용할 수 있다.

[0019] 일실시예에 따르면, 본 발명은 기존에 설치된 L1 단일 주파수 인프라를 이용하여 L2/L5 보정정보를 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 일실시예에 따른 보정정보 산출장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 보정정보 산출장치의 동작예를 설명하기 위한 도면이다.

도 3a 내지 도 3f는 일실시예에 따른 보정정보 산출장치를 통해 산출된 각 주파수별 보정정보를 적용하여 위치측위를 수행한 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 보정정보 산출방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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 설시된 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.

[0026] 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.

[0028] 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.

[0030] 도 1은 일실시예에 따른 보정정보 산출장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0031] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 보정정보 산출장치(100)는 새로운 인프라의 설치 없이 기존 단일 주파수 인프라로 다른 주파수 대역의 서비스를 이용할 수 있다.

[0032] 또한, 보정정보 산출장치(100)는 기존에 설치된 L1 단일 주파수 인프라를 이용하여 L2/L5 보정정보를 생성할 수 있다.

[0033] 이를 위해, 보정정보 산출장치(100)는 보정정보 수신부(110), 전리층 보정정보 산출부(120) 및 PRC 산출부(130)를 더 포함할 수 있다.

[0034] 일실시예에 따른 보정정보 수신부(110)는 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보(pseudo-range correction, PRC)와 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신할 수 있다.

[0035] 일측에 따르면, 보정정보 수신부(110)는 기준국으로 동작하는 제1 항체로부터 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 수신하고, 제2 항체로부터 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신할 수 있다.

[0036] 구체적으로, 제1 항체는 적어도 하나의 DGNSS 위성으로부터 수신한 DGNSS 정보에 기초하여 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 생성할 수 있다. 또한, 제2 항체는 적어도 하나의 SBAS 위성으로부터 수신한 SBAS 정보에 기초하여 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 생성할 수 있다.

[0037] 전리층 보정정보 산출부(120)는 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 제2 주파수 및 제3 주파수 중 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출할 수 있다.

[0038] 예를 들면, 제1 주파수는 L1 주파수이고, 제2 주파수는 L2 주파수이며, 제3 주파수는 L3 주파수일 수 있으나, 이에 한정되지 않고 GPS(global positioning system), 그로나스(glonass), QZSS(quasi-zenith satellite system), 베이더우(beidou), 갈릴레오(gallileo), IRNSS(indian regional navigation satellite system), KPS(korea positioning system) 및 기타 위성항법 시스템에서 사용되는 주파수들을 의미할 수 있다.

[0039] 일측에 따르면, 전리층 보정정보 산출부(120)는 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 따른 기설정된 보정값을 연산하여 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출할 수 있다.

[0040] 일실시예에 따른 PRC 산출부(130)는 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 산출할 수 있다.

[0041] 한편, 일실시예에 따른 보정정보 산출장치(100)는 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보에 기초하여 사용자의 상대위치를 산출하는 위치 산출부(140)를 더 포함할 수 있다.

[0042] 일측에 따르면, 위치 산출부(140)는 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 측정치를 연산하여 적어도 하나의 주파수에 대한 보정된 의사거리를 산출할 수 있다.

[0043] 또한, 위치 산출부(140)는 보정된 의사거리와 최소자승법에 기초한 관측방정식을 이용한 연산을 통해 사용자의 상대 위치를 산출할 수 있다.

[0044] 일실시예에 따른 보정정보 산출장치(100)는 이후 실시예 도 2를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0046] 도 2는 일실시예에 따른 보정정보 산출장치의 동작예를 설명하기 위한 도면이다.

[0047] 코드 기반의 측위에는 일반적으로 DGNSS와 SBAS가 사용되는데, 두 방법 모두 L1 주파수에 기반하여 보정정보를 생성한다.

[0048] 이때, 보정정보 중 의사거리 보정정보를 생성하는 과정에는 전리층 지연 측정치가 사용되는데, 전리층 지연 측정치는 위성항법 오차(GNSS error) 중 가장 큰 영향을 미치는 값으로 주파수에 따라 상이한 측정치를 보인다.

[0049] 그러나, DGNSS 사용자는 기준국에서 모든 오차 요인들을 한꺼번에 반영한 의사거리 보정정보를 수신받기 때문에, 전리층 오차만 따로 분리하여 적용할 수가 없다.

[0050] 따라서, L2/L5 주파수로 DGNSS 사용자 성능을 향상시키기 위해서는 기준국에서 각 주파수 대역에 맞게 의사거리 보정정보를 별도로 생성해야 하나, 이는 기준국 인프라의 수정과 새로운 보정정보 표준 변경을 수반하여야 하므로 현실적이지 못한 방법이다.

[0051] 이를 해결하기 위해, 일실시예에 따른 보정정보 산출장치(200)는 기존 L1 기반의 기준국 인프라는 유지하되, SBAS 보정정보를 활용하여 L2/L5 측위 오차를 용이하게 제거할 수 있다.

[0052] 도 2를 참조하면, 보정정보 산출장치(200)는 기준국으로 동작하는 제1 항체(210)로부터 L1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 수신하고, 제2 항체(220)로부터 L1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신할 수 있다. 예를 들면, 보정정보 산출장치(200)는 사용자 단말(또는 이동국)일 수 있다.

[0053] 일측에 따르면, 제1 항체(210)는 적어도 하나의 GNSS 위성(S1)으로부터 수신한 의사거리 정보에 기초하여 L1 주파수에 대한 의사거리 보정정보 PRC_{L1}를 생성할 수 있다.

[0054] 예를 들면, DGNSS 보정 정보는 수신기와 위성간 거리(geometric range), L1 주파수에 대한 의사거리(pseudo-range), 위성 클록 바이어스(satellite clock bias), 수신기 클록 바이어스(receiver clock bias), 대류층 지연(tropospheric delay), L1 주파수에 대한 전리층 지연(ionospheric delay) 및 열잡음(thermal noise) 중 적어도 하나에 대한 측정치를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 위성으로부터 수신기가 수신할 수 있는 기공지된 정보들을 포함할 수 있으며, 여기서, 수신기는 제1 항체(210) 및 보정정보 산출장치(200) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0055] DGNSS 서비스에서 인접한 지역에 위치한 두 수신기에서 측정된 의사거리 측정치의 대류층 지연 및 전리층 지연 등은 서로 비슷한 공통오차로 분류될 수 있다.

[0056] 따라서, 제1 항체(210)는 하기 수학식1을 통해 L1 주파수에 대한 의사거리 보정정보 PRC_L를 산출할 수 있다.

[0057] [수학식1]

[0058] $$PRC_{L_1} = d_r^s - P_{r,L_1}^s - b^s + B_r = -T_r^s - I_{r,L_1}^s - \varepsilon_{P_r^s}$$

[0059] 여기서, d_r^s는 지오메트릭 범위의 측정치, P_{r,L_1}^s는 L1 주파수에 대한 의사거리 측정치, b^s는 위성 클록 바이어스의 측정치, B_r은 수신기 클록 바이어스의 측정치, T_r^s은 대류층 지연 측정치, I_{r,L_1}^s는 L1 주파수에 대한 전리층 지연 측정치, $\varepsilon_{P_r^s}$는 열잡음의 측정치를 의미한다.

[0060] 일측에 따르면, 제2 항체(220)는 적어도 하나의 SBAS 위성으로부터 수신한 SBAS 정보에 기초하여 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보 Ic_{L_1}를 산출할 수 있다.

[0061] SBAS 위성(S2)은 전류층 및 대류층의 각 오차에 대한 파라미터를 포함하는 SBAS 정보를 제2 항체(220)에 전달하되, 각 파라미터들을 개별적으로 분리하여 전달할 수 있으며, 제2 항체(220)는 분리하여 전송된 파라미터를 분류 및 조합하여 L1 주파수에 대한 전리층 보정정보 Ic_{L_1}를 산출할 수 있다.

[0062] 일측에 따르면, 보정정보 산출장치(200)는 L1 주파수에 대한 전리층 보정정보 Ic_{L_1}에 기초하여 L2 주파수에 대한 전리층 보정정보 I_{r,L_2}^s 및 L5 주파수에 대한 전리층 보정정보 I_{r,L_5}^s 중 적어도 하나의 정보를 산출할 수 있다.

[0063] 구체적으로, 보정정보 산출장치(200)는 L2 주파수에 따른 기설정된 보정값 γ_2을 연산하는 하기 수학식2를 통해 L2 주파수에 대한 전리층 보정정보 I_{r,L_2}^s를 산출할 수 있다.

[0064] 마찬가지로, 보정정보 산출장치(200)는 L5 주파수에 따른 기설정된 보정값 γ_5을 연산하는 하기 수학식2를 통해 L5 주파수에 대한 전리층 보정정보 I_{r,L_5}^s를 산출할 수 있다.

[0065] [수학식2]

$$\gamma_2 = \left(\frac{L_1\ Frequency}{L_2\ Frequency}\right)^2 \Rightarrow \quad I^s_{r,L_2} = \gamma_2 \cdot Ic_{L_1}$$

$$\gamma_5 = \left(\frac{L_1\ Frequency}{L_5\ Frequency}\right)^2 \Rightarrow \quad I^s_{r,L_5} = \gamma_5 \cdot Ic_{L_1}$$

[0066]

[0067] 일측에 따르면, 보정정보 산출장치(200)는 L1 주파수에 대한 의사거리 보정정보 PRC_{L1}와 L2 주파수에 대한 전리층 보정정보 I^s_{r,L_2}를 연산하는 하기 수학식3을 통해 L2 주파수에 대한 의사거리 보정정보 PRC_{L2}을 산출할 수 있다.

[0068] 마찬가지로, 보정정보 산출장치(200)는 L1 주파수에 대한 의사거리 보정정보 PRC_{L1}와 L5 주파수에 대한 전리층 보정정보 I^s_{r,L_5}를 연산하는 하기 수학식5를 통해 L5 주파수에 대한 의사거리 보정정보 PRC_{L5}를 산출할 수 있다.

[0069] 다시 말해, 보정정보 산출장치(200)는 각 주파수별로 제1 항체(즉, 기준국)(210)로부터 수신한 L1 주파수에 대한 의사거리 보정정보 PRC_{L1} 및 SBAS 보정정보에 기초한 연산을 통해, 전리층 오차를 보상하여 재생성된 의사거리 보정정보 PRC_{L2} 및 PRC_{L5}를 도출할 수 있다.

[0070] [수학식3]

$$PRC_{L_2} = -T^s_r - I^s_{r,L_1} - \varepsilon_{P^s_r} - (\gamma_2 - 1) \cdot Ic_{L_1} \approx -T^s_r - I^s_{r,L_2} - \varepsilon_{P^s_r}$$
$$PRC_{L_5} = -T^s_r - I^s_{r,L_5} - \varepsilon_{P^s_r} - (\gamma_5 - 1) \cdot Ic_{L_1} \approx -T^s_r - I^s_{r,L_5} - \varepsilon_{P^s_r}$$

[0071]

[0072] 이와 같은 방법을 통해 생성된 의사거리 보정정보 PRC_{L2} 및 PRC_{L5}를 적용하면, 전리층 지연 및 대류층 지연과 같은 오차는 모두 상쇄되고 그로 인해 발생한 바이어스가 제거될 수 있다.

[0073] 또한, 별도의 인프라를 설치할 필요없이 기존에 설치된 L1 단일 주파수의 인프라만 사용하기 때문에 경제적/기술적 측면에서 이점이 있다.

[0074] 구체적으로, 보정정보 산출장치(200)는 의사거리 보정정보 PRC_{L1}, PRC_{L2} 및 PRC_{L5}에 기초하여 사용자의 상대위치를 산출할 수 있다.

[0075] 보다 구체적으로, 보정정보 산출장치(200)는 각 주파수별 의사거리 보정정보 PRC_{L1}, PRC_{L2} 및 PRC_{L5}와, 각 주파수별 의사거리 측정치 ρ_{L1}, ρ_{L2} 및 ρ_{L5}를 연산하는 하기 수학식4를 통해 보정된 의사거리(즉, 오차가 제거된 의사거리) $\hat{\rho}_{L1}$, $\hat{\rho}_{L2}$ 및 $\hat{\rho}_{L5}$를 산출할 수 있다.

[0076] [수학식4]

$$\hat{\rho}_{L1} = \rho_{L1} + PRC_{L1}$$
$$\hat{\rho}_{L2} = \rho_{L2} + PRC_{L2}$$
$$\hat{\rho}_{L5} = \rho_{L5} + PRC_{L5}$$

[0077]

[0078] 다음으로, 보정정보 산출장치(200)는 보정된 의사거리 $\hat{\rho}_{L1}$, $\hat{\rho}_{L2}$ 및 $\hat{\rho}_{L5}$를 하기 수학식5의 최소자승법에 기초한 관측방정식에 대입하여 사용자의 위치를 결정할 수 있다. 또한 수학식5의 관측행렬 H는 하기 수학식6과 같이 표현될 수 있다.

[0079] [수학식5]

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

[0080] $$\vec{x} = (H^T R^{-1} H)^{-1} H^T R^{-1} \vec{z}$$

[0081] [수학식6]

[0082] $$H = \begin{pmatrix} \overrightarrow{e_{L1}}^{1} & -1 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \overrightarrow{e_{L1}}^{n} & -1 & 0 & 0 \\ \overrightarrow{e_{L2}}^{1} & 0 & -1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \overrightarrow{e_{L2}}^{n} & 0 & -1 & 0 \\ \overrightarrow{e_{L5}}^{1} & 0 & 0 & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \overrightarrow{e_{L5}}^{n} & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

[0083] 여기서, Lj 주파수 블록에 포함된 $\overrightarrow{e_{Lj}}^{i}$ 는 i-번째 위성의 시선벡터를 의미하고, 수학식6의 관측행렬 H은 모든 주파수를 사용했을 때의 예시를 나타낸다. 즉, 보정정보 산출장치(200)는 부 주파수만 사용했을 경우에는 사용한 주파수의 행렬 블록을 선별적으로 사용할 수 있다.

[0084] 또한, $\vec{x}$는 3차원 공간좌표와 각 주파수별 시계오차를 포함하는 위치해를 의미하고, $\vec{z}$를 구성하는 z^i는 $z^i = \hat{\rho}^i - \vec{e^i} \cdot \vec{R^i}$ 로 구성되며, 수학식5의 R은 각 측정치의 오차수준을 포함하는 공분산행렬을 의미한다.

[0085] 상술한 보정정보 산출장치(200)는 GPS, 글로나스(glonass), QZSS(quasi-zenith satellite system), 베이더우(beidou), 갈릴레오(gallileo), IRNSS(indian regional navigation satellite system), KPS(korea positioning system), 기타 위성항법 시스템 및 이들의 조합으로 구성되는 시스템 모두에 적용될 수 있다.

[0087] 도 3a 내지 도 3f는 일실시예에 따른 보정정보 산출장치를 통해 산출된 각 주파수별 보정정보를 적용하여 위치측위를 수행한 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0088] 도 3a 내지 도 3f를 참조하면, 참조부호 310 내지 320은 L1 주파수에 대한 보정정보를 적용한 DGPS 결과를 도시하고, 참조부호 330 내지 340은 L2 주파수에 대한 보정정보를 적용한 DGPS 결과를 도시하며, 참조부호 350 내지 360은 L5 주파수에 대한 보정정보를 적용한 DPGS 결과를 도시한다.

[0089] 구체적으로, 참조부호 310, 330 및 350의 DGPS 결과는 수평방향으로의 오류(horizontal error)의 분포를 도시하고, 참조부호 320, 340 및 360의 DGPS 결과는 수직방향으로의 오류(vertical error)의 분포를 도시한다.

[0090] 참조부호 310 내지 360에 따르면, 일실시예에 따른 보정정보 산출장치를 통해 산출된 보정정보(PRC+SBAS iono)에 기초한 DGPS의 위치 정확도는 각 주파수의 단독 측위(stand-alone)를 통해 측정했을 때에 비하여 바이어스(bias)가 개선된 것으로 확인되었고, L1 DGPS와 비슷한 수준의 정확도를 보이는 것을 확인할 수 있다.

[0091] 즉, 일실시예에 따른 보정정보 산출부는 별도의 인프라의 설치 없이, 기존에 설치된 L1 단일 주파수의 인프라만으로 L2 주파수 및 L5 주파수에 대한 서비스를 높은 정확도로 제공할 수 있다.

[0093] 도 4는 일실시예에 따른 보정정보 산출방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0094] 다시 말해, 도 4는 도 1 내지 도 3f를 통해 설명한 일실시예에 따른 보정정보 산출장치의 동작 방법을 설명하는 도면으로, 이후 도 4를 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 보정정보 산출장치를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0095] 도 4를 참조하면, 410 단계에서 일실시예에 따른 보정정보 산출방법은 보정정보 수신부에서 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보(pseudo-range correction, PRC)와 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신할 수 있다.

[0096] 일측에 따르면, 410 단계에서 일실시예에 따른 보정정보 산출방법은 기준국으로 동작하는 제1 항체로부터 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 수신하고, 제2 항체로부터 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 수신할 수 있다.

[0097] 구체적으로, 제1 항체는 적어도 하나의 DGNSS 위성으로부터 수신한 DGNSS 정보에 기초하여 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 생성할 수 있다. 또한, 제2 항체는 적어도 하나의 SBAS 위성으로부터 수신한 SBAS 정보에 기초하여 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보를 생성할 수 있다.

[0098] 다음으로, 420 단계에서 일실시예에 따른 보정정보 산출방법은 전리층 보정정보 산출부에서 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 제2 주파수 및 제3 주파수 중 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출할 수 있다.

[0099] 예를 들면, 제1 주파수는 L1 주파수이고, 제2 주파수는 L2 주파수이며, 제3 주파수는 L3 주파수일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0100] 일측에 따르면, 420 단계에서 일실시예에 따른 보정정보 산출방법은 제1 주파수에 대한 전리층 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 따른 기설정된 보정값을 연산하여 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보를 산출할 수 있다.

[0101] 다음으로, 430 단계에서 일실시예에 따른 보정정보 산출방법은 PRC 산출부에서, 제1 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 대한 전리층 보정정보에 기초하여 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보를 산출할 수 있다.

[0102] 한편, 일실시예에 따른 보정정보 산출방법은 430 단계 이후에, 위치 산출부에서 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보에 기초하여 사용자의 상대위치를 산출하는 단계를 수행할 수 있다.

[0103] 일측에 따르면, 위치 산출부는 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 보정정보와 적어도 하나의 주파수에 대한 의사거리 측정치를 연산하여 적어도 하나의 주파수에 대한 보정된 의사거리를 산출할 수 있다.

[0104] 또한, 위치 산출부는 보정된 의사거리와 최소자승법에 기초한 관측방정식을 이용한 연산을 통해 사용자의 상대위치를 산출할 수 있다.

[0106] 결국, 본 발명을 이용하면, 새로운 인프라의 설치 없이 기존 단일 주파수 인프라로 다른 주파수 대역의 서비스를 이용할 수 있다.

[0107] 또한 기존에 설치된 L1 단일 주파수 인프라를 이용하여 L2/L5 보정정보를 생성할 수 있다.

[0109] 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, FPGA(field programmable gate 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 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.

[0110] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 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.

[0111] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한

다.

부호의 설명

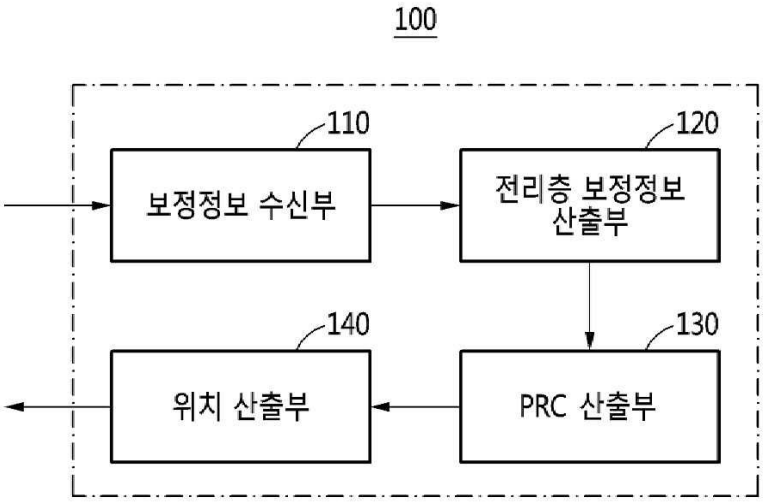
[0112] 100: 보정정보 산출장치 110: 보정정보 수신부

120: 전리층 보정정보 산출부 130: PRC 산출부

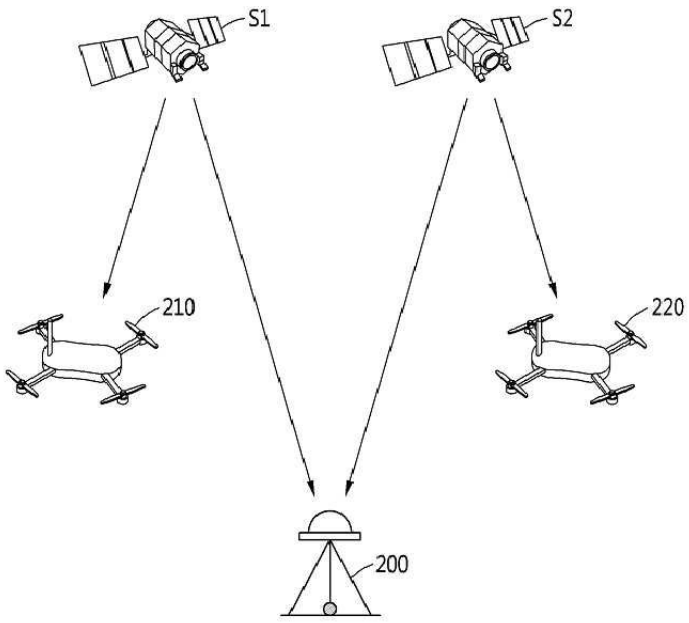
140: 위치 산출부

도면

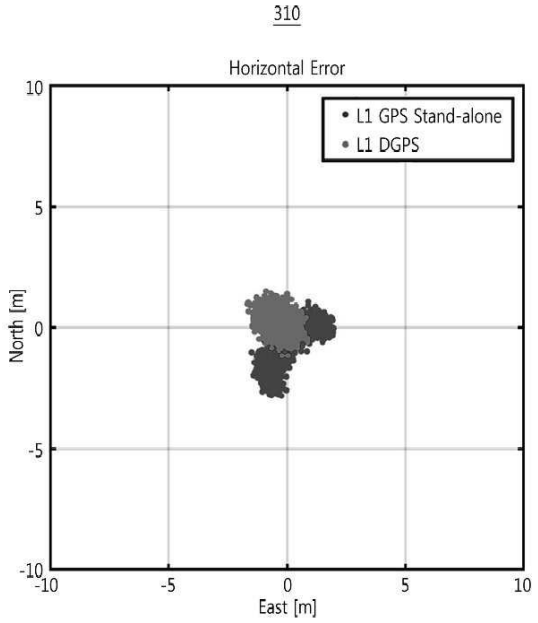
도면1



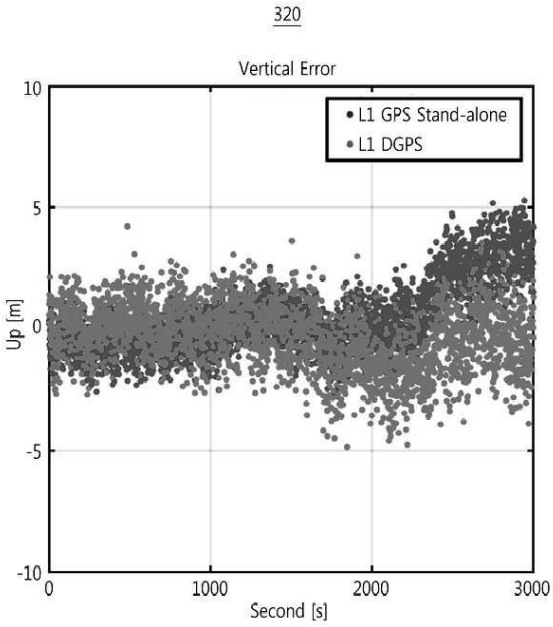
도면2



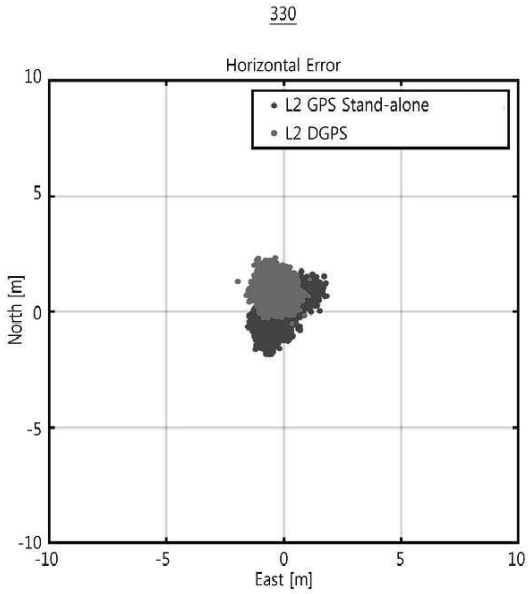
도면3a


310
Horizontal Error
L1 GPS Stand-alone
L1 DGPS
North [m]
East [m]
10
5
0
-5
-10
-10
-5
0
5
10

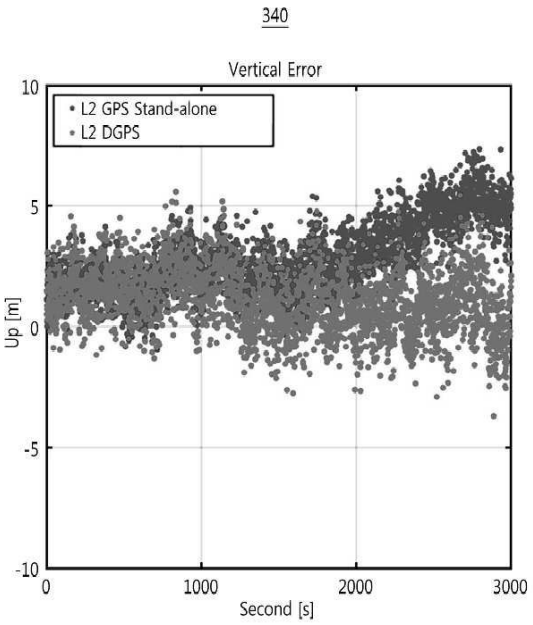
도면3b


320
Vertical Error
L1 GPS Stand-alone
L1 DGPS
Up [m]
Second [s]
10
5
0
-5
-10
0
1000
2000
3000

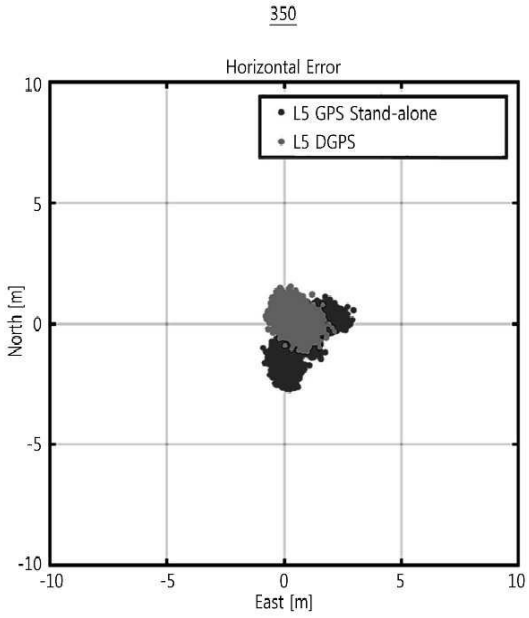
도면3c


330
Horizontal Error
L2 GPS Stand-alone
L2 DGPS
North [m]
East [m]
10
5
0
-5
-10
-10
-5
0
5
10

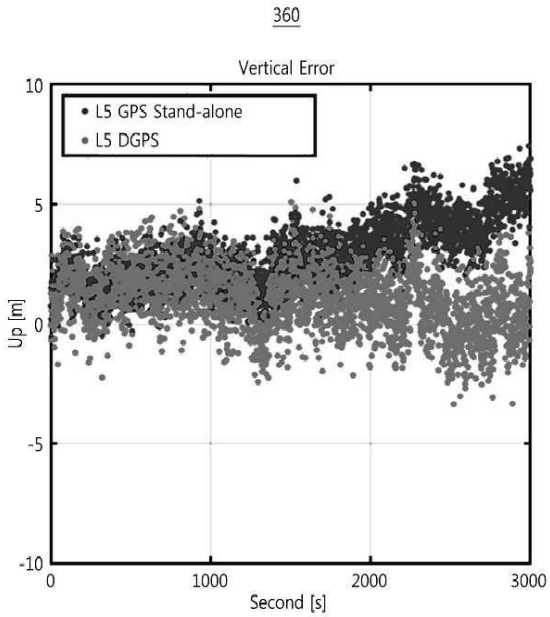
도면3d


340
Vertical Error
L2 GPS Stand-alone
L2 DGPS
Up [m]
Second [s]
10
5
0
-5
-10
0
1000
2000
3000

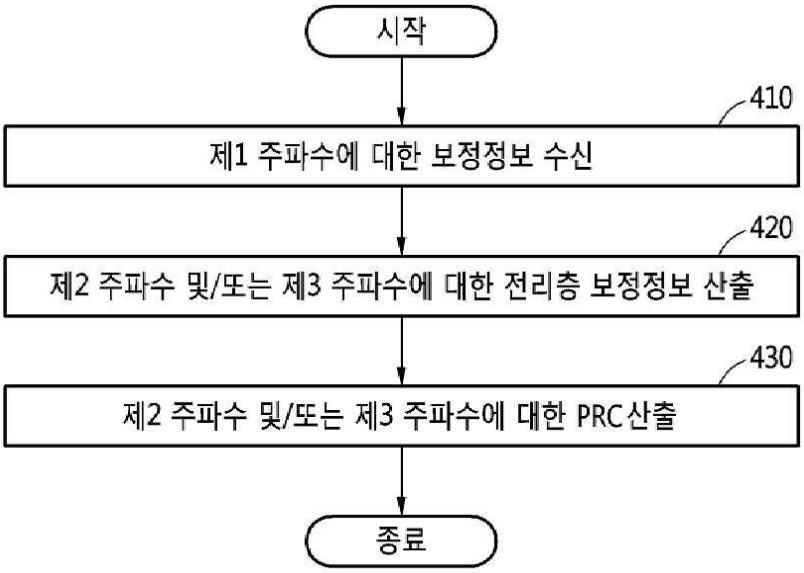
도면3e


350
Horizontal Error
L5 GPS Stand-alone
L5 DGPS
North [m]
East [m]
10
5
0
-5
-10
-10
-5
0
5
10

도면3f


360
Vertical Error
L5 GPS Stand-alone
L5 DGPS
Up [m]
Second [s]
10
5
0
-5
-10
0
1000
2000
3000

도면4


시작
410
제1 주파수에 대한 보정정보 수신
420
제2 주파수 및/또는 제3 주파수에 대한 전리층 보정정보 산출
430
제2 주파수 및/또는 제3 주파수에 대한 PRC산출
종료