



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0053396
(43) 공개일자 2024년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/41 (2010.01) G01S 19/29 (2010.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/41 (2013.01)
G01S 19/29 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2022-0133437
(22) 출원일자 2022년10월17일
심사청구일자 2022년10월17일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
박병운
서울특별시 양천구 목동서로2길 22, 108동 901호 (목동, 한신청구아파트)
임철순
경기도 부천시 오정구 고강로56번길 15, 101동 302호(원종동, 보강에버그린빌라)
(74) 대리인
김연권

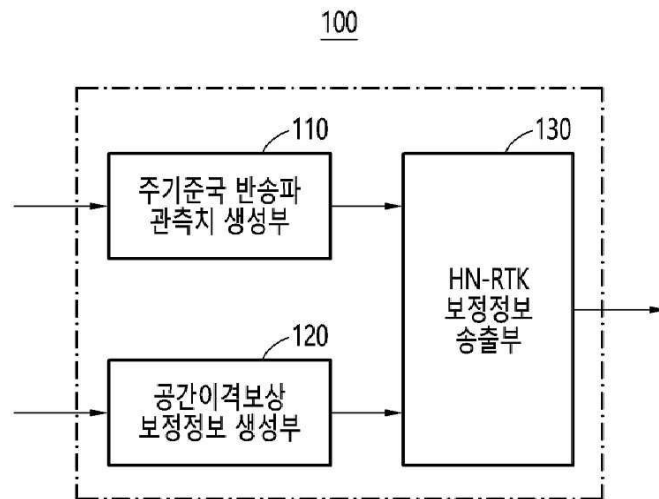
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 HN-RTK 보정정보를 생성하는 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 보정정보 생성장치 및 그 방법에 관한 것으로, 일실시예에 따른 보정정보 생성장치는 복수의 기준국에 의해 제1 네트워크 내지 제n 네트워크(여기서, n은 양의 정수)로 구분된 기설정된 영역에서 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 측정치를 수신하는 반송파 측정치 수신부와, 제1 네트워크의 주기준국으로부터 복수의 기준국 중 제1 네트워크의 주기준국을 제외한 어느 하나의 타겟 기준국까지의 경로를 설정하고, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 중 설정된 경로에 대응되는 적어도 하나의 네트워크의 반송파 보정정보를 수신하는 반송파 보정정보 수신부 및 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 측정치와, 적어도 하나의 네트워크 각각의 반송파 보정정보를 이용하여 공간이격오차의 보상을 위한 타겟 기준국의 보정정보를 생성하는 보정정보 생성부를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711159975
과제번호	IITP-2022-2018-0-01423
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율	50/100
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711153778
과제번호	2020M3C1C1A01086407
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	무인이동체원천기술개발(R&D)
연구과제명	위성항법 정밀도 향상 및 무결성 확보기술 개발
기 여 율	50/100
과제수행기관명	서울대학교
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 기준국에 의해 제1 네트워크 내지 제 n 네트워크(여기서, n 은 양의 정수)로 구분된 기설정된 영역에서 상기 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치를 생성하는 주기준국 반송파 관측치 생성부;

상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각에서의 주기준국으로부터 부기준국 간의 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 생성하는 공간이격보상 보정정보 생성부 및

상기 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와, 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각에서의 보정정보를 기 설정된 사용자 단말에 송출하는 HN-RTK 보정정보 송출부

를 포함하는 HN-RTK 보정정보 생성장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공간이격보상 보정정보 생성부는,

상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각의 주기준국과 복수의 부기준국에서 GNSS 측정치를 수신하는 기준국 측정치 수신부;

상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각의 주기준국에서 수신한 GNSS 측정치와, 복수의 부기준국에서 수신한 GNSS 측정치를 서로 차분하는 측정치 차분 처리부 및

상기 차분된 GNSS 측정치에 기초하여 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각에서의 보정정보를 생성하는 보정정보 생성부

를 더 포함하는 HN-RTK 보정정보 생성장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 HN-RTK 보정정보 송출부는,

상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 중 제 k 네트워크(여기서, k 는 $1 < k \leq n$ 을 만족하는 양의 정수) 상에 위치하는 타겟 기준국을 결정하고, 상기 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와, 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 k 네트워크 각각의 보정정보를 이용하여 상기 타겟 기준국의 관측치를 생성하며, 상기 타겟 기준국의 관측치를 상기 사용자 단말에 송출하는

HN-RTK 보정정보 생성장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 HN-RTK 보정정보 송출부는,

제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치에 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 k 네트워크 각각의 보정정보를 누적하여 상기 타겟 기준국의 관측치를 생성하는

HN-RTK 보정정보 생성장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 HN-RTK 보정정보 송출부는,

상기 사용자 단말이 위치한 상기 제 k 네트워크에 포함된 복수의 기준국 중 어느 하나의 기준국을 타겟 기준국으로 결정하는

HN-RTK 보정정보 생성장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 사용자 단말은,

상기 타겟 기준국의 관측치를 이용하여 공간이격오차가 보상된 사용자 관측치를 생성하는

HN-RTK 보정정보 생성장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제 n 네트워크는,

상기 제 n 네트워크에 포함된 하나의 주기기준국과 복수의 부기준국 중 어느 하나의 부기준국을 제 $n-1$ 네트워크와 서로 공유하는

HN-RTK 보정정보 생성장치.

청구항 8

주기기준국 반송파 관측치 생성부에서, 복수의 기준국에 의해 제1 네트워크 내지 제 n 네트워크(여기서, n 은 양의 정수)로 구분된 기설정된 영역에서 상기 제1 네트워크의 주기기준국의 반송파 관측치를 생성하는 단계;

공간이격보상 보정정보 생성부에서, 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각에서의 주기기준국으로부터 부기준국 간의 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 생성하는 단계 및

HN-RTK 보정정보 송출부에서, 상기 제1 네트워크의 주기기준국의 반송파 관측치와, 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각에서의 보정정보를 기 설정된 사용자 단말에 송출하는 단계

를 포함하는 HN-RTK 보정정보 생성방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 보정정보를 생성하는 단계는,

상기 공간이격보상 보정정보 생성부의 기준국 측정치 수신부에서, 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각의 주기기준국과 복수의 부기준국에서 GNSS 측정치를 수신하는 단계;

상기 공간이격보상 보정정보 생성부의 측정치 차분 처리부에서, 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각의 주기기준국에서 수신한 GNSS 측정치와, 복수의 부기준국에서 수신한 GNSS 측정치를 서로 차분하는 단계 및

상기 공간이격보상 보정정보 생성부의 보정정보 생성부에서, 상기 차분된 GNSS 측정치에 기초하여 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 각각에서의 보정정보를 생성하는 단계

를 더 포함하는 HN-RTK 보정정보 생성방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 사용자 단말에 송출하는 단계는,

상기 HN-RTK 보정정보 송출부에서, 상기 제1 네트워크 내지 상기 제 n 네트워크 중 제 k 네트워크(여기서, k 는 1

< $k \leq n$ 을 만족하는 양의 정수) 상에 위치하는 타겟 기준국을 결정하고, 상기 제1 네트워크의 주기기준국의 반송파 관측치와, 상기 제1 네트워크 내지 상기 제k 네트워크 각각의 보정정보를 이용하여 상기 타겟 기준국의 관측치를 생성하며, 상기 타겟 기준국의 관측치를 상기 사용자 단말에 송출하는

HN-RTK 보정정보 생성방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 보정정보 생성장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 RTK에 기반하여 기준국 보정정보를 생성하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반송파 기반 보강항법시스템에서 제공하는 GNSS(Global Navigation Satellite System) 오차 보정정보는 OSR(Observation Space Representation) 방식과 SSR(State Space Representation) 방식으로 구분할 수 있으며, 대표적인 OSR 방식의 보강시스템으로는 RTK(Real Time Kinematic) 및 Network RTK 등이 있고, SSR 방식의 보강시스템은 PPP(Precise Point Positioning) 및 PPP-RTK 등이 있다.

[0003] OSR 방식은 사용자와 기준국 간 측정치 오차의 시공간 상관성이 높다는 것에 기반하고 있으므로 사용자-기준국 간 기선 거리가 멀어질수록 사용자의 위치 정확도가 감소한다. 이러한 특성을 갖는 OSR 보강시스템을 기반으로 cm급 전국토 서비스를 구현하기 위해서는 사용자가 약 10~20km 이내의 인근 기준국의 보정정보를 취사선택할 수 있도록 서비스 영역 내 모든 기준국 보정정보를 단방향으로 방송하거나 사용자 위치에 적합한 보정정보를 모델링하여 제공하기 위해 사용자-인프라 간의 양방향 통신이 필수적으로 요구된다. 이러한 이유로 현재 OSR 방식은 위성 기반의 전국토 정밀 측위 서비스에는 적합하지 않다.

[0004] 반면 SSR 방식은 OSR 방식과 달리 다수의 기준국을 활용하여 모델링된 GNSS 오차 성분별 보정정보를 사용자에게 제공하므로 서비스 영역 내 모든 사용자가 동일한 보정정보를 수신하게 된다. 또한, GNSS 오차 특성에 맞게 각각의 보정정보의 전송 주기를 스케줄링할 수 있으므로 위성 기반 보정정보 방송 서비스에 적합한 방식이다. 다만, SSR 방식의 경우에는 서로 다른 주기로 방송되는 보정정보를 모두 수신한 후 측위 정확도가 일정 수준까지 수렴하기 위해서는 최대 수분의 시간이 소요된다. 즉, SSR 방식은 대역폭(bandwidth) 측면에서는 강점을 가지고 있으나, OSR 대비 낮은 측위 정확도와 긴 초기화 시간이 치명적인 단점으로 작용한다.

[0005] 여기서, RTK는 사용자와 기준국 반송파 측정치 간의 차분을 통해 GNSS 공통 오차를 제거하고, 반송파 미지정수를 결정함으로써 cm 수준의 측위 정확도를 제공하는 반송파 기반 차분 측위 기법으로, 인접한 사용자와 기준국 측정치에 포함된 GNSS 오차의 공간적 상관성을 활용한다. 기본적으로 사용자 수신기에서 취득한 반송파 측정치와 기준국 수신기에서 취득한 반송파 측정치 간의 차분을 통해서 주요 오차들을 제거하는데, 사용자-기준국 사이의 기저선 거리가 약 20km 이내라면 측정치 차분 후 잔차의 크기는 무시할만한 수준이므로 단시간 내에 높은 확률로 정확한 미지정수 결정이 가능하다. 하지만, 기저선 거리가 멀어질수록 GNSS 오차의 공간적 비상관성(spatial decorrelation)이 커져 반송파 차분 측정치에 바이어스 형태의 오차가 남게 되므로 미지정수 결정에 많은 시간이 소요되고, 미지정수 결정 성능이 저하된다는 단점이 있다. 여기서, 기준국 수신기에서 취득한 반송파 측정치의 속성은 기본적으로 사용자 수신기에서 취득한 반송파 측정치와 동일하게 사용하는 것이 일반적이고, Compact RTK의 CPC (Carrier Phase Correction)과 같이 측정치를 변형한 형태도 있으므로, 사용자 측정치에 적용시 혼돈을 방지하기 위하여 주기기준 반송파 관측치라고 통칭하도록 한다. 즉, cm 수준의 사용자 측위 정확도를 유지하면서 RTK 서비스 영역을 확대하기 위해서는 10~20km 간격마다 RTK 기준국이 설치 및 운용되어야 하므로 막대한 구축 및 유지 보수 비용이 소요된다.

[0006] 이러한 단일 기준국기반의 RTK의 단점을 보완하기 위해 다수의 기준국을 네트워크로 연결하고, GNSS 오차를 실시간으로 모델링한 후, 각 오차에 대한 보정정보를 사용자에게 제공하는 Network RTK 시스템이 제안되었다.

[0007] Network RTK는 다수의 기준국을 네트워크로 연결하여 기준국 망을 구성하고, 각 기준국에서 수집된 측정치를 이용하여 GNSS 오차를 모델링함으로써 측위 정확도는 기존 단일 기준국 RTK와 동일한 cm 수준을 유지하면서 가용범위를 10~20km 수준에서 반경 50~100km 수준으로 확장시킬 수 있는 시스템으로, 보정정보 생성 방식에 따라 VRS(Virtual Reference Station), FKP(Flächen Korrektur Parameter), MAC(Master-Auxiliary Concept)으로 구분된다.

- [0008] VRS 방식은 기준국 네트워크에서 수집된 GNSS 관측치를 활용하여 가상 기준국 위치에서의 반송파 관측치를 생성하고, 이를 사용자에게 제공함으로써 마치 사용자 근처에 기준국이 있는 것과 동일한 방식으로 사용자 측정치 오차를 보상하는 방식이다.
- [0009] FKP는 기준국 네트워크 내부에서의 위성 궤도 오차, 전리층 및 대류층 오차 등을 2차원 평면으로 가정하여 모델링하고, 오차 평면의 위도 및 경도 방향 기울기 정보를 사용자에게 제공함으로써 사용자-기준국 측정치 간의 공간이격오차를 완화시킬 수 있는 기법이다.
- [0010] MAC 방식의 경우는 VRS 및 FKP 방식이 지닌 단점을 보완하기 위해 사용자-기준국 측정치 간의 공간이격오차를 사용자 주도적으로 보상할 수 있도록 네트워크를 구성하는 주(master)-부(auxiliary) 기준국 간 보정치의 차이 값을 사용자에게 제공하는 기법이다.
- [0011] 단일 기준국 RTK와 동일한 보정정보를 제공하는 VRS와 달리 FKP 및 MAC 방식은 주기기준국 반송파 관측치 외에 추가적인 공간이격보상 보정정보를 제공하며, 사용자는 상기 두 정보를 조합하여 주기기준국과 사용자 간의 기선 거리에 비례하여 증가하는 공간이격오차가 보상된 가상 관측치를 생성하고 이를 사용자 반송파 측정치와 이중차분하여 정밀한 위치를 산출할 수 있다는 장점이 있으나, VRS는 물론이고 FKP 및 MAC을 포함한 전통적인 Network RTK 방식에서는 인접한 기준국 네트워크의 오차 평면이 서로 불연속적인 특성을 지닌다.
- [0012] 즉, 기존 Network RTK 시스템에서는 기준국 네트워크가 서로 독립적으로 운영되므로 전국토 서비스를 위해서는 서비스 영역 내 모든 기준국 네트워크에서 생성된 Network RTK 보정정보(일레로, FKP Gradients, MAC Correction Differences)와 주기기준국 관측치를 필요로 한다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2168361호, "정밀 위치정보 제공을 위한 클러스터 설계 방법 및 장치"
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-2040190호, "클러스터 설계 시뮬레이션 시스템, 방법 및 컴퓨터 판독 가능한 기록매체"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 위성 기반 전국토 정밀 측위 서비스를 고려하여 기존 OSR 및 SSR 방식의 장점을 결합한 하이브리드 형태의 HN-RTK(Homogeneous Network RTK)에 기반하여 공간이격오차의 보상을 위한 기준국의 보정정보를 생성하는 보정정보 생성장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0015] 또한, 본 발명은 HN-RTK에 기반하여 하나의 주기기준국에 대한 반송파 관측치만으로 전 영역에서 공간이격오차 보상이 가능한 기준국의 보정정보를 생성할 수 있는 보정정보 생성장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명의 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치는 복수의 기준국에 의해 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 (여기서, n은 양의 정수)로 구분된 기설정된 영역에서 제1 네트워크의 주기기준국의 반송파 관측치를 생성하는 주기기준국 반송파 관측치 생성부와, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 주기기준국으로부터 부기준국 간의 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 생성하는 공간이격보상 보정정보 생성부 및 제1 네트워크의 주기기준국의 반송파 관측치와, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 보정정보를 기 설정된 사용자 단말에 송출하는 HN-RTK 보정정보 송출부를 포함할 수 있다.
- [0017] 일측에 따르면, 공간이격보상 보정정보 생성부는 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각의 주기기준국과 복수의 부기준국에서 GNSS 측정치를 수신하는 기준국 측정치 수신부와, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각의 주기기준국에서 수신한 GNSS 측정치와 복수의 부기준국에서 수신한 GNSS 측정치를 서로 차분하는 측정치 차분 처리부 및 차분된 GNSS 측정치에 기초하여 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 보정정보를 생성하는 측정치 차분 처리부를 더 포함할 수 있다.

- [0018] 일측에 따르면, HN-RTK 보정정보 송출부는 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 중 제k 네트워크(여기서, k 는 $1 < k \leq n$ 을 만족하는 양의 정수) 상에 위치하는 타겟 기준국을 결정하고, 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와, 제1 네트워크 내지 제k 네트워크 각각의 보정정보를 이용하여 타겟 기준국의 관측치를 생성하며, 타겟 기준국의 관측치를 사용자 단말에 송출할 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, HN-RTK 보정정보 송출부는 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치에 제1 네트워크 내지 제k 네트워크 각각의 보정정보를 누적하여 타겟 기준국의 관측치를 생성할 수 있다.
- [0020] 일측에 따르면, HN-RTK 보정정보 송출부는 사용자 단말이 위치한 제k 네트워크에 포함된 복수의 기준국 중 어느 하나의 기준국을 타겟 기준국으로 결정할 수 있다.
- [0021] 일측에 따르면, 사용자 단말은 타겟 기준국의 관측치를 이용하여 공간이격오차가 보상된 사용자 관측치를 생성할 수 있다.
- [0022] 일측에 따르면, 제n 네트워크는 제n 네트워크에 포함된 하나의 주기준국과 복수의 부기준국 중 어느 하나의 부기준국을 제n-1 네트워크와 서로 공유할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성방법은 주기준국 반송파 관측치 생성부에서, 복수의 기준국에 의해 제1 네트워크 내지 제n 네트워크(여기서, n 은 양의 정수)로 구분된 기설정된 영역에서 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치를 생성하는 단계와, 공간이격보상 보정정보 생성부에서, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 주기준국으로부터 부기준국 간의 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 생성하는 단계 및 HN-RTK 보정정보 송출부에서, 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 보정정보를 기 설정된 사용자 단말에 송출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 일측에 따르면, 보정정보를 생성하는 단계는 공간이격보상 보정정보 생성부의 기준국 측정치 수신부에서, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각의 주기준국과 복수의 부기준국에서 GNSS 측정치를 수신하는 단계와, 공간이격보상 보정정보 생성부의 측정치 차분 처리부에서, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각의 주기준국에서 수신한 GNSS 측정치와, 복수의 부기준국에서 수신한 GNSS 측정치를 서로 차분하는 단계 및 공간이격보상 보정정보 생성부의 측정치 차분 처리부에서, 차분된 GNSS 측정치에 기초하여 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 보정정보를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 일측에 따르면, 사용자 단말에 송출하는 단계는 HN-RTK 보정정보 송출부에서, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 중 제k 네트워크(여기서, k 는 $1 < k \leq n$ 을 만족하는 양의 정수) 상에 위치하는 타겟 기준국을 결정하고, 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와, 제1 네트워크 내지 제k 네트워크 각각의 보정정보를 이용하여 타겟 기준국의 관측치를 생성하며, 타겟 기준국의 관측치를 사용자 단말에 송출할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 일실시예에 따르면, 본 발명은 위성 기반 전국토 정밀 측위 서비스를 고려하여 기존 OSR 및 SSR 방식의 장점을 결합한 하이브리드 형태의 HN-RTK(Homogeneous Network RTK)에 기반하여 공간이격오차의 보상을 위한 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0027] 일실시예에 따르면, 본 발명은 HN-RTK에 기반하여 서비스 전 영역에서 단 하나의 기준국의 반송파 관측치와 각 네트워크의 공간이격오차 보상 보정정보만으로 공간이격오차의 보상을 위한 기준국의 보정정보를 생성할 수 있으며, 이를 통해 이동체의 원거리 이동에 따른 네트워크 핸드오버 문제를 해결할 수 있고, 데이터 전송량을 대폭 절감하여 위성 기반의 방송 서비스에 활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치를 설명하는 도면이다.
- 도 2a 내지 도 2b는 일실시예에 따른 HN-RTK를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3a 내지 도 4b는 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치의 성능 실험 결과를 설명하는 도면이다.
- 도 5는 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성방법을 설명하는 도면이다.
- 도 6은 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성방법 중 보정정보를 생성하는 단계를 부연 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 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.
- [0030] 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.
- [0031] 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.
- [0032] 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 "~사이"와 "바로~사이" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0033] 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.
- [0034] 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.
- [0036] 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.
- [0038] 도 1은 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치를 설명하는 도면이다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치(100)는 위성 기반 전국토 정밀 측위 서비스를 고려하여 기존 OSR 및 SSR 방식의 장점을 결합한 하이브리드 형태의 HN-RTK(Homogeneous Network RTK)에 기반하여 공간이격오차의 보상을 위한 기준국의 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0040] 또한, HN-RTK 보정정보 생성장치(100)는 HN-RTK에 기반하여 단 하나의 기준국의 반송파 관측치와 공간이격보상 보정정보만으로 전 서비스 영역에서 공간이격오차의 보상을 위한 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0041] 여기서, 공간이격오차는 주로 위성 궤도에 대한 공간이격오차, 전리층 공간이격오차, 대류층 공간이격오차로 구성되는데, 그 크기는 수십 cm ~ 수 m에 달하며, 일반적으로 반송파 측정치 이중 차분 후 잔차의 크기가 반송파 파장의 길이의 1/2 수준 또는 그 이상의 크기를 갖게 되면, 미지정수 결정 확률에 급격히 떨어지게 되는데, 최대 수 m에 달하는 공간이격오차는 파장의 길이가 각각 약 19cm, 24cm인 L1 및 L2 반송파의 미지정수 결정 성능을 저하시키는 주요 원인으로 작용한다.
- [0042] 구체적으로, HN-RTK 보정정보 생성장치(100)는 FKP 또는 MAC 방식의 Network RTK 보정정보와 함께 제공된 서비

스 영역 내 기준국 3차원 좌표를 활용하여 전체 네트워크를 구성하는 모든 기저선(baseline)에 대한 공간이격오차를 산출할 수 있다.

- [0043] 이때, 기존의 Network RTK 시스템에서는 서비스 영역 내 존재하는 각 네트워크가 서로 독립적으로 운영되므로, 만약 임의의 두 기저선이 서로 다른 네트워크를 구성하는 기저선일 경우에는 해당 기저선들에 대한 공간이격오차는 서로 불연속적인 특성을 지닐 수 있다.
- [0044] 이에, HN-RTK 보정정보 생성장치(100)는 모든 기저선에 대한 공간이격오차 보정정보를 생성한 후, 이를 하나의 연속적인 평면, 즉, 전체 서비스 영역에서 모든 사용자에게 동일하게 적용 가능한 HN-RTK 보정정보로 변환 및 생성하기 위한 이중 네트워크 보정정보간 정합(adjustment) 알고리즘을 수행할 수 있다.
- [0045] 이를 위해, HN-RTK 보정정보 생성장치(100)는 주기준국 반송파 관측치 생성부(110), 공간이격보상 보정정보 생성부(120) 및 HN-RTK 보정정보 송출부(130)를 포함할 수 있다.
- [0046] 일실시예에 따른 주기준국 반송파 관측치 생성부(110)는 복수의 기준국에 의해 제1 네트워크 내지 제n 네트워크(여기서, n은 양의 정수)로 구분된 기설정된 영역에서 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치를 생성할 수 있다.
- [0047] 예를 들면, 주기준국 반송파 관측치 생성부(110)는 적어도 하나의 GNSS 위성으로부터 제1 네트워크의 주기준국의 GNSS 반송파 측정치를 수신하여 관측치로 사용하거나, CPC(Carrier Phase Correction)과 같이 측정치를 변형한 형태를 관측치로 사용할 수 있다.
- [0048] 예를 들면, 전체 네트워크(제1 네트워크 내지 제n 네트워크)는 일실시예에 따른 HN-RTK에 기반하는 네트워크로, 각각의 네트워크는 주기준국과 적어도 둘 이상의 부기준국으로 구성될 수 있으며, 제1 네트워크의 주기준국은 전체 네트워크(제1 네트워크 내지 제n 네트워크), 즉 HN-RTK 기반의 네트워크의 주기준국으로써의 역할을 수행할 수 있다.
- [0049] 또한, 제n 네트워크에 구비된 하나의 주기준국과 적어도 둘 이상의 부기준국 중 적어도 둘 이상의 기준국을 제n-1 네트워크와 서로 공유할 수 있다.
- [0050] 여기서, 반송파 측정치는 위성과 수신기(즉, 기준국 또는 사용자 단말)간의 거리 측정치로, 반송파 측정치 파장의 곱으로 표현된 미지정수 항이 포함되어 있기 때문에 이를 정확하게 결정하지 못할 경우, 위성과 수신기 간의 거리 측정치로 활용되며, 다중 경로 오차에 강건하고 수신기 잡음은 의사거리 측정치의 1/100 수준으로 매우 작기 때문에 반송파 측정치 기반 수신기 위치는 의사 거리를 활용한 것에 비해 매우 정밀하다는 특성을 갖고 있어 반송파 측정치의 미지정수를 결정할 수 있다면 mm 내지 cm 수준 고정밀 위치 정보를 얻을 수 있기 때문에 높은 정확도를 요구하는 측지, 측량 분야에서 주로 활용될 수 있다.
- [0051] 일실시예에 따른 공간이격보상 보정정보 생성부(120)는 각 네트워크(즉, 제1 내지 제n 네트워크)의 주기준국으로부터 부기준국 간의 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 생성할 수 있다.
- [0052] 일측에 따르면, 각 네트워크의 공간이격보상 보정정보는 각 네트워크의 주기준국과, 각 네트워크에 구비된 복수의 부기준국 중 적어도 하나의 부기준국 사이의 기울기 정보 및 거리 정보에 기반하여 조합되는 보정정보일 수 있다.
- [0053] 일측에 따르면, 공간이격보상 보정정보 생성부(120)는 기준국 측정치 수신부와 측정치 차분 처리부 및 보정정보 생성부를 더 포함할 수 있다.
- [0054] 구체적으로, 기준국 측정치 수신부는 적어도 하나의 GNSS 위성으로부터 각 네트워크의 주기준국과 복수의 부기준국에서 GNSS 측정치를 수신할 수 있다.
- [0055] 측정치 차분 처리부는 각 위성에 대하여 주기준국에서 수신한 측정치와 부기준국에서 수신한 측정치를 차분할 수 있다.
- [0056] 즉, 측정치 차분 처리부는 제1 네트워크의 주기준국의 GNSS 측정치와 부기준국의 GNSS 측정치를 서로 차분하고, 제2 네트워크의 주기준국의 GNSS 측정치와 부기준국의 GNSS 측정치를 서로 차분하며, 제n 네트워크의 주기준국의 GNSS 측정치와 부기준국의 GNSS 측정치를 서로 차분할 수 있다.
- [0057] 보정정보 생성부는 측정치 차분 처리부를 통해 차분된 GNSS 측정치에 기초하여 각 네트워크에서의 보정정보를 생성할 수 있다.

- [0058] 다시 말해, 보정정보 생성부에서는 측정치 차분치를 이용하여 주-부기준국 간 공간이격오차를 추정하는 역할을 수행하고, 이를 바탕으로 최종적으로 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 생성할 수 있으며, 여기서 최종적으로 생성되는 보정정보는 현존하는 FKP 또는 MAC 방식일 수 있으며, FKP 또는 MAC 를 생성할 수 있는 모든 파라미터를 포함하며, 일례로 PPP용으로 제공되는 파라미터를 포함할 수도 있다.
- [0059] 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 송출부(130)는 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와 각 네트워크에서 생성한 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 사용자 단말에 송출할 수 있다.
- [0060] 다시 말해, HN-RTK 보정정보 송출부(130)는 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와 각 네트워크에서 생성한 보정정보를 HN-RTK 보정정보로 사용자 단말에 송출할 수 있다.
- [0061] 바람직하게는, HN-RTK 보정정보 송출부(130)는 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 중 제k 네트워크(여기서, k는 $1 < k \leq n$ 을 만족하는 양의 정수) 상에 위치하는 타겟 기준국을 결정하고, 제1 네트워크의 주 기준국의 반송파 관측치와 제1 네트워크 내지 제k 네트워크 각각의 보정정보를 이용하여 타겟 기준국의 관측치를 생성하며, 타겟 기준국의 관측치를 HN-RTK 보정정보로써 사용자 단말에 송출할 수 있다.
- [0062] 일측에 따르면, HN-RTK 보정정보 송출부(130)는 사용자 단말이 위치한 제k 네트워크에 포함된 복수의 기준국 중 어느 하나의 기준국을 타겟 기준국으로 결정할 수 있으며, 바람직하게는, 타겟 기준국은 제k 네트워크의 주기준국일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0063] 일측에 따르면, HN-RTK 보정정보 송출부(130)는 제1 네트워크의 주 기준국의 반송파 관측치에 제1 네트워크 내지 제k 네트워크 각각의 보정정보를 누적하여 타겟 기준국의 관측치를 생성할 수 있다.
- [0064] 다시 말해, 제1 네트워크와 제2 네트워크가 공유하는 기준국의 경우, 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치에 제1 네트워크에서 생성한 공간이격보상 보정정보를 주기준국과 공유 기준국 간의 기하학적인 배치에 대응시켜 보정하면, 이는 공유 기준국의 GNSS 반송파 관측치와 등가의 값이 생성 되므로, HN-RTK 보정정보 송출부(130)는 제2 네트워크 부터 제k 네트워크까지의 공유 기준국의 GNSS 반송파 관측치를 공간이격보상 보정정보를 누적하는 방법으로 보정할 수 있다.
- [0065] 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치(100)는 이후 실시예 도 2a 내지 도 2b를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0067] 도 2a 내지 도 2b는 일실시예에 따른 HN-RTK를 설명하기 위한 도면이다.
- [0068] 도 2a 내지 도 2b를 참조하면, 도면부호 210은 일반적인 Network RTK에 기반하는 이산적인 GNSS 오차 평면을 도시하고, 도면부호 220은 일실시예에 따른 HN-RTK에 기반하는 연속적인 GNSS 오차 평면을 도시한다.
- [0069] 도면부호 210 및 220에서 REF는 GNSS 기준국을 의미하고, REF에 기재된 괄호 '()' 안의 수치는 해당 기준국 위치에서의 GNSS 오차의 절대값을 의미하며, USER는 사용자(즉, 사용자 단말)을 의미한다.
- [0070] 또한, 도면부호 210 및 220에서 오차 평면은 5개의 GNSS 기준국(REF 1 내지 REF 5)으로 구성된 3개의 기준국 네트워크(Network 1 내지 Network 3)로 구성되고, 각 네트워크는 1개의 주기준국과 2개의 부기준국으로 구성될 수 있다.
- [0071] 이하에서는 전체 네트워크(제1 네트워크 내지 제n 네트워크)를 3개의 네트워크, 즉 제1 네트워크(Network 1), 제2 네트워크(Network 2) 및 제3 네트워크(Network 3)으로 설명하나, 일실시예에 따른 네트워크는 이에 한정되지 않고 4개 이상의 네트워크로 구성될 수도 있다.
- [0072] 도면부호 210에 따르면, 기준국 네트워크 내부에 사용자 단말(User 1 내지 User 3)이 위치한다고 가정한다면, FKP(Flachen Korrektur Parameter) 또는 MAC(Master-Auxiliary Concept) 기반 Network RTK(Real Time Kinematic) 사용자 단말의 경우는 자신이 속해있는 기준국 네트워크에서 생성된 FKP 또는 MAC 보정정보와 주기준국 측정치를 활용하여 사용자-기준국 간 공간이격오차를 보상할 수 있다.
- [0073] 일반적인 Network RTK 사용자들은 [수식1]에 따라 사용자 위치의 공간이격오차가 보상된 반송파 관측치를 생성하여 사용자가 직접 수신한 측정치에 대한 보정정보로 활용할 수 있다. 즉, 제1 내지 제3 사용자 단말(User 1 내지 User 3) 각각은 각 사용자 단말이 위치한 제1 내지 제3 네트워크(Network 1 내지 Network 3)의 Network RTK 보정정보를 기반으로 생성된 반송파 오차 보정정보($\delta\Phi_{NRTK_{USER1}^{NET1}}$, $\delta\Phi_{NRTK_{USER2}^{NET2}}$, $\delta\Phi_{NRTK_{USER3}^{NET3}}$)를 활용하여 각 네

트위크의 주기준국(REF 1, REF 2, REF 4)의 반송파 측정치(Φ_{REF1} , Φ_{REF2} , Φ_{REF4})와 사용자 반송파 측정치(Φ_{USER1} , Φ_{USER2} , Φ_{USER3})의 차분 시 발생하는 공간이격오차를 보상할 수 있다. 이와 같이, 각 사용자는 해당 사용자가 포함된 네트워크의 주기준국의 측정치와 공간이격 보정정보를 수신한 후 이를 사용자의 위치에 맞게 적용하여 보상한다. 따라서 사용자는 보정정보를 전송하는 서버에 사용자의 위치를 전송함으로써 현재 어느 네트워크에 포함되어 있는지를 알려주고, 서버는 사용자가 포함된 네트워크 상의 주기준국 반송파 측정치와 공간이격보상 보정정보를 전송한다.

[수식 1]

$$\hat{\Phi}_{USER1} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{NRTK_{USER1}^{NET1}}$$

$$\hat{\Phi}_{USER2} = \Phi_{REF2} + \delta\Phi_{NRTK_{USER2}^{NET2}}$$

$$\hat{\Phi}_{USER3} = \Phi_{REF4} + \delta\Phi_{NRTK_{USER3}^{NET3}}$$

보다 구체적으로, 제1 내지 제3 사용자 단말(User 1 내지 User 3) 각각은 Network RTK 보정정보를 이용하여 공간이격오차가 보상된 사용자 반송파 측정치($\hat{\Phi}_{USER1}$, $\hat{\Phi}_{USER2}$, $\hat{\Phi}_{USER3}$)를 생성할 수 있으며, 여기서 FKP 방식은 도면부호 210과 같이 2차원으로 모델링된 전리층 및 비전리층 오차 평면의 기울기와 주기준국 측정치를 이용하여 [수식2]에 근거하여 사용자 측정치의 공간이격오차를 보상할 수 있다.

[수식2]

$$\hat{\Phi}_{USER1} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{FKP_{USER1}^{NET1}}$$

$$\hat{\Phi}_{USER2} = \Phi_{REF2} + \delta\Phi_{FKP_{USER2}^{NET2}}$$

$$\hat{\Phi}_{USER3} = \Phi_{REF4} + \delta\Phi_{FKP_{USER3}^{NET3}}$$

또한, 제1 내지 제3 사용자 단말(User 1 내지 User 3) 각각은 Network RTK 보정정보가 MAC 보정정보인 경우에는 하기 [수식3]를 이용하여 공간이격오차가 보상된 사용자 반송파 측정치($\hat{\Phi}_{USER1}$, $\hat{\Phi}_{USER2}$, $\hat{\Phi}_{USER3}$)를 생성할 수 있으며, 여기서 MAC 방식은 FKP와 마찬가지로 공간이격오차 보정정보를 전리층과 비전리층 성분으로 구분하지만, 오차 평면의 기울기 정보가 아닌 주-부기준국 간의 측정치 오차의 차이 값을 사용자 단말에게 제공할 수 있다.

즉, 사용자 단말은 FKP 방식과 달리 가공되거나 모델링되지 않은 원시 형태의 보정정보를 수신하게 되므로 사용자 단말이 주도적으로 공간이격오차를 보상할 수 있다.

예를 들면, 제1 사용자 단말(User 1)은 제1 MAC 네트워크(Network 1)의 부기준국인 제2 기준국(REF 2) 및 제3 기준국(REF 3)에 대한 MAC 보정정보를 기반으로 제1 사용자 단말(User 1)의 위치에 맞게 보간(interpolation)한 반송파 오차 보정정보($\delta\Phi_{MAC_{USER1}^{NET1}}$)를 활용하여 주기준국(REF 1)의 반송파 측정치(Φ_{REF1})와 사용자 반송파 측정치(Φ_{USER1})의 차분 시 발생하는 공간이격오차를 보상할 수 있다.

[0082] [수식3]

$$\hat{\Phi}_{USER1} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{MAC_{USER1}^{NET1}}$$

$$\hat{\Phi}_{USER2} = \Phi_{REF2} + \delta\Phi_{MAC_{USER2}^{NET2}}$$

$$\hat{\Phi}_{USER3} = \Phi_{REF4} + \delta\Phi_{MAC_{USER3}^{NET3}}$$

[0083]

[0084] 이와 같이, FKP 또는 MAC 기반 Network RTK 방식에서는 서로 다른 네트워크에 위치한 사용자 단말일 경우, 각기 다른 주기준국 측정치와 Network RTK 보정정보를 사용하기 때문에 기준국 네트워크가 서로 독립적으로 운영될 수밖에 없다.

[0085] 결과적으로, Network RTK 사용자 단말은 자신이 속해있는 네트워크에서 생성된 Network RTK 보정정보와 해당 네트워크의 주기준국 측정치를 매번 활용하여 RTK 기반 정밀 측위를 수행해야 하며, 이로 인해 사용자 단말이 초기 네트워크에서 벗어나 다른 네트워크로 이동하는 경우(일례로, 제1 사용자 단말(User 1)이 제1 네트워크(Network 1)에서 제2 네트워크(Network2)로 이동하는 경우), 주기준국과 Network RTK 보정정보 생성 네트워크가 변경되는 핸드오버(handover) 현상이 발생하게 되어 기준국 반송파 미지정수를 재결정해야하는 문제가 발생될 수 있으며, 이러한 핸드오버 발생 시 빠른 시간 내에 미지정수를 재결정하지 못할 경우에는 Network RTK 기반 정밀 측위 성능이 저하되는 문제를 초래할 수 있다.

[0086] 이러한 문제들을 해결하기 위해, 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치는 도면부호 220에 도시된 HN-RTK에 따른 연속적인 GNSS 오차 평면에 기반하여 공간이격오차의 보상을 위한 기준국의 보정정보를 생성할 수 있다.

[0087] 도면부호 220에 따르면, Network RTK 시스템에서는 인접한 GNSS 오차 평면이 서로 불연속적인 것으로 간주하지만, HN-RTK에서는 도면부호 220과 같이 서로 인접한 오차 평면이 서로 독립적인 것이 아니라 하나의 연속적인 평면인 것으로 간주하므로 서로 다른 네트워크에 위치한 사용자 단말일지라도 각 사용자 단말의 반송파 측정치는 단 하나의 주기준국 관측치에 의해 표현될 수 있다.

[0088] 예를 들면, HN-RTK 기반의 전체 네트워크(Network 1 내지 Network 3)에서는 제1 네트워크(Network 1)의 주기준국인 제1 기준국(REF 1)을 전체 네트워크의 단일 주기준국으로 사용할 수 있다.

[0089] 구체적으로, 제1 네트워크(Network 1)와 제2 네트워크(Network 2), 제2 네트워크(Network 2)와 제3 네트워크(Network 3)가 순서대로 공유하는 기준국을 도면부호 220에 도시된 바와 같이 제2 기준국(REF2)과 제4 기준국(REF4)이라 가정하고, 각 기준국들이 수신한 반송파 측정치(즉, GNSS 측정치)를 Φ 라고 가정하며, 네트워크간 공유 기준국들의 관측치를 각각 Φ_{REF2}, Φ_{REF4} 라고 가정하고, 제1 네트워크와 제2 네트워크에서 제공하는 공간이격오차보상 보정정보를 이용하여 제2 기준국(REF2)과 제4 기준국(REF4)의 위치에 해당하는 보상치(즉, 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보)를 각각 $\delta\Phi_{NRTK_{REF2}^{NET1}}, \delta\Phi_{NRTK_{REF4}^{NET2}}$ 라고 가정한다면 하기 [수식 4]과 같이 공유 기준국들의 관측치를 산출할 수 있다.

[0090] [수식 4]

$$\hat{\Phi}_{REF2} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{NRTK_{REF2}^{NET1}}$$

[0091]

$$\hat{\Phi}_{REF4} = \hat{\Phi}_{REF2} + \delta\Phi_{NRTK_{REF4}^{NET2}} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{NRTK_{REF2}^{NET1}} + \delta\Phi_{NRTK_{REF4}^{NET2}}$$

[0092] 상기 수식 4에 의해 산출된 $\hat{\Phi}_{REF2}, \hat{\Phi}_{REF4}$ 은 제2 기준국(REF2)과 제4 기준국(REF4)에서 직접 수신한 측정치인 Φ_{REF2}, Φ_{REF4} 와 등가의 관계를 가진다. 따라서, 제2 네트워크(Network 2)와 제3 네트워크(Network 3)에 포함된 사용자에게 측정치인 Φ_{REF2}, Φ_{REF4} 대신 관측치인 $\hat{\Phi}_{REF2}, \hat{\Phi}_{REF4}$ 를 적용하여도 정밀측위 수행이 가능하다.

[0093] 이와 같이, HN-RTK 보정정보 생성장치는 제1 네트워크(Network 1)의 주 기준국인 제1 기준국(REF1)을 기준으로

제1 네트워크(Network 1)의 보정정보를 활용하여 제2 기준국(REF2)까지의 공간이격오차를 보상하고, 이후 다시 제2 네트워크(Network 2)의 보정정보를 활용하여 제4 기준국(REF4)까지의 공간이격오차를 보상할 수 있다.

즉, 본 발명에서 제안하는 방식에 따르면 [수식 4]과 같이 Φ_{REF2}, Φ_{REF4} 와 등가인 $\hat{\Phi}_{REF2}, \hat{\Phi}_{REF4}$ 를 생성할 수 있으므로, 이를 [수식 5]과 같이 대체할 수 있다.

[수식 5]

$$\hat{\Phi}_{USER1} = \Phi_{REF1} + \delta\hat{\Phi}_{NRTK_{USER1}^{NET1}}$$

$$\hat{\Phi}_{USER2} = \hat{\Phi}_{REF2} + \delta\hat{\Phi}_{NRTK_{USER2}^{NET2}} = \Phi_{REF1} + \delta\hat{\Phi}_{NRTK_{REF2}^{NET1}} + \delta\hat{\Phi}_{NRTK_{USER2}^{NET2}}$$

$$\hat{\Phi}_{USER3} = \hat{\Phi}_{REF4} + \delta\hat{\Phi}_{NRTK_{USER3}^{NET3}} = \Phi_{REF1} + \delta\hat{\Phi}_{NRTK_{REF2}^{NET1}} + \delta\hat{\Phi}_{NRTK_{REF4}^{NET2}} + \delta\hat{\Phi}_{NRTK_{USER3}^{NET3}}$$

즉, HN-RTK 보정정보 생성장치는 제2 네트워크(Network 2) 및 제3 네트워크(Network 3) 중 적어도 하나에 대응되는 타겟 기준국의 보정정보를 각 네트워크의 주기기준국(REF 2, REF 4)의 반송파 측정치(Φ_{REF2}, Φ_{REF4})가 아닌 HN-RTK 기반의 네트워크의 단일의 주기기준국인 제1 기준국(REF 1)의 반송파 측정치(Φ_{REF1})만을 이용하여 생성할 수 있으며, 주기기준국이 반송파 측정치를 변형한 형태인 반송파 관측치를 사용한 경우에 해당 관측치만을 이용하여 생성할 수도 있다.

다시 말해, 보정정보 생성장치는 하기 수식6, 수식7과 같이, 타겟 기준국이 제4 기준국(REF 4)이면 제1 기준국(REF 1)의 반송파 측정치(Φ_{REF1})와, 제1 기준국(REF 1)으로부터 제4 기준국(REF 4)까지의 설정된 경로에 대응되는 제1 네트워크의 FKP 보정정보($\delta\Phi_{FKP_{REF1}^{NET1}}$) 또는 MAC 보정정보($\delta\Phi_{MAC_{REF1}^{NET1}}$)와, 제2 네트워크의 FKP 보정정보($\delta\Phi_{FKP_{REF2}^{NET2}}$) 또는 MAC 보정정보($\delta\Phi_{MAC_{REF2}^{NET2}}$)를 합산하여 제4 기준국(REF 4)의 보정정보를 생성, 즉 재구성할 수 있다.

[수식 6]

$$\hat{\Phi}_{REF2} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{FKP_{REF2}^{NET1}}$$

$$\hat{\Phi}_{REF4} = \hat{\Phi}_{REF2} + \delta\Phi_{FKP_{REF4}^{NET2}} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{FKP_{REF2}^{NET1}} + \delta\Phi_{FKP_{REF4}^{NET2}}$$

[수식 7]

$$\hat{\Phi}_{REF2} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{MAC_{REF2}^{NET1}}$$

$$\hat{\Phi}_{REF4} = \hat{\Phi}_{REF2} + \delta\Phi_{MAC_{REF4}^{NET2}} = \Phi_{REF1} + \delta\Phi_{MAC_{REF2}^{NET1}} + \delta\Phi_{MAC_{REF4}^{NET2}}$$

즉, 보정정보 생성장치는 수식5 내지 수식7과 같이 다수의 Network RTK 보정정보를 정합하고, 이를 단 하나의 주기기준국 측정치에 적용함으로써 네트워크를 구성하는 모든 기준국 측정치를 재구성하는 것이 가능하며, 이는 일실시예에 따른 HN-RTK 방식과 기존의 FKP 또는 MAC 기반의 Network RTK 방식 간의 가장 큰 차이점이라 할 수 있다.

상술한 수식5 내지 수식7에 적용된 개념을 확장하면, 서비스 영역 내 네트워크를 구성하는 임의의 기준국 k에서의 반송파 관측치는 단 하나의 주기기준국 측정치와 m개의 FKP 또는 MAC 보정정보를 이용하는 하기 수식8 내지 수식10과 같이 재구성될 수 있다.

[0107] [수식8]

[0108]

$$\hat{\Phi}_{REF(k)} = \Phi_{REF(master)} + \sum_{n=1}^m \delta\Phi_{NRTK^{NET}(n)}$$

[0110] [수식9]

[0111]

$$\hat{\Phi}_{REF(k)} = \Phi_{REF(master)} + \sum_{n=1}^m \delta\Phi_{FKP^{NET}(n)}$$

[0113] [수식10]

[0114]

$$\hat{\Phi}_{REF(k)} = \Phi_{REF(master)} + \sum_{n=1}^m \delta\Phi_{MAC^{NET}(n)}$$

[0116] 한편, 상기 수식8 내지 수식10에 따라, HN-RTK 보정정보 생성장치는 임의의 기준국 k의 보정정보(즉, 기준국 k의 HN-RTK 보정정보 또는 기준국 k의 관측치) ($\hat{\Phi}_{REF(k)}$)를 동일 네트워크 상에 위치한 사용자 단말에 전달할 수 있으며, 사용자 단말은 사용자 단말에 대응되는 반송파 보정정보에 해당 기준국의 보정정보($\hat{\Phi}_{REF(k)}$)를 반영하여 공간이격오차가 보상된 사용자 단말의 사용자 측정치를 생성할 수 있다.

[0117] 예를 들면, 사용자 단말은 상술한 수식5에서 동일 네트워크 상에 위치한 기준국의 반송파 보정정보에 기준국의 관측치($\hat{\Phi}_{REF(k)}$)를 적용하여 공간이격오차가 보상된 사용자 단말의 사용자 관측치를 생성할 수 있고 이를 수식으로 나타내면 수식 11과 같다.

[0118] [수식 11]

[0119]

$$\begin{aligned} \hat{\Phi}_{USER} &= \hat{\Phi}_{REF(k)} + \delta\tilde{\Phi}_{NRTK_{USER}^{NET}(m)} \\ &= \left\{ \Phi_{REF(master)} + \sum_{n=1}^m \delta\Phi_{NRTK^{NET}(n)} \right\} + \delta\tilde{\Phi}_{NRTK_{USER}^{NET}(m)} \end{aligned}$$

[0121] 다시 말해, 제1 내지 제3 사용자 단말(User 1 내지 User 3) 각각은 [수식5]를 이용하여 REF1의 반송파 측정치 또는 관측치, 그리고 제1 내지 제3 네트워크의 공간이격 보상 보정정보만 수신함으로써 사용자 위치의 반송파 관측치($\hat{\Phi}_{USER1}$, $\hat{\Phi}_{USER2}$, $\hat{\Phi}_{USER3}$)를 생성하고 이를 사용자가 직접 수신한 측정치에 대입하여 오차를 제거할 수 있다. 따라서, 사용자는 자신이 속한 위치와 무관하게 동일한 보정정보를 수신하므로, 자신의 위치를 보정정보 전송 서버에 전달할 필요가 없으며, 따라서 서버는 양방향 통신이 불필요하므로 단방향으로 보정정보를 송출할 수 있다.

[0122] 이는 위에서 일례로 삼은 제1 내지 제3의 네트워크에 한정하지 않고 연쇄적으로 연결된 모든 네트워크에 구현이 가능하다. 해당 보정정보를 사용자가 적용하는 방법으로는 수신한 HN-RTK 보정정보 중 복수의 기준국 중 제1 네트워크의 주기기준국을 제외한 어느 하나의 타겟 기준국까지의 경로를 설정하고, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 중 설정된 경로에 대응되는 적어도 하나의 네트워크의 공간이격보상 보정정보를 수신할 수 있다.

- [0124] 도 3a 내지 도 4b는 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치의 성능 실험 결과를 설명하는 도면이다.
- [0125] 도 3a 내지 도 4b를 참조하면, 도면부호 310은 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치의 정적 실험을 위한 기준국 네트워크의 구성 및 사용자 단말의 선정 결과를 도시하고, 도면부호 320은 전리층 오차 평면에 대한 위도 및 경도 방향 기울기를 도시하며, 도면부호 330은 비전리층 오차 평면에 대한 위도 및 경도 방향 기울기를 도시한다.
- [0126] 또한, 도면부호 340은 보정정보 적용 전의 이중 주파수 반송파와 이중 차분 잔차를 도시하고, 도면부호 350은 보정정보 적용 후의 이중 주파수 반송파와 이중 차분 잔차를 도시한다.
- [0127] 도면부호 410은 일실시예에 따른 보정정보 생성장치의 정합 알고리즘의 검증 실험의 기준 네트워크 구성을 도시하고, 도면부호 420은 기준국 CHUL-YEOJ에 대응되는 L1/E1/B1 반송파와 측정치 이중차분 잔차를 도시한다.
- [0128] 도면부호 310 내지 350에서는 일실시예에 따른 HN-RTK의 이중 네트워크 간 보정정보 정합 알고리즘, 즉 수식4 및 수식5에 대한 검증을 위해 정적 실험을 수행하였다.
- [0129] 우선 기존 FKP 기반의 Network RTK 방법에 근거하여 정밀 측위 보정정보를 생성하고 그 효과를 확인하기 위하여, 도면부호 310과 같이 국토지리정보원에서 운영 중인 4개소의 GNSS 기준국에서 2021년 10월 29일, 11시 30분부터 약 4시간동안 수집된 이중 주파수 GPS(L1/L2), Galileo(E1/E5), BeiDou(B1/B2) 관측 데이터를 활용하여 정적 실험을 수행하였다.
- [0130] 여기서, 기준국 네트워크의 주기기준국은 이천 기준국(ICHN), 부기준국은 예천 기준국(YECH)과 세종 기준국(SEJN)으로 설정하였으며, 사용자 단말은 네트워크 내부에 위치한 괴산 기준국(GSAN)으로 설정하였다.
- [0131] 도면부호 320 및 330은 ICHN-SEJN 기저선, ICHN-YECH 기저선에 산출된 전리층 및 비전리층 공간이격오차를 활용하여 기준국 네트워크에서의 공간이격오차를 2차원 평면으로 가정하여 추정된 위도 및 경도 방향 기울기를 도시한 것이며, 도면부호 340 및 350은 산출된 전리층 및 비전리층 공간이격오차 보정정보를 활용하여 ICHN-GSAN 기준국 반송파와 측정치 간 이중차분 잔차를 도시한 것으로, HN-RTK 보정정보 적용 전 후의 잔차 RMS 값은 L1/E1/B1의 경우, 0.35m, 0.015m, L2/E5/B2의 경우는 0.054m, 0.022m였으며, 보정정보 적용을 통해 주기기준국-사용자 간 공간이격오차가 각 주파수 별로 57%, 59% 감소하였음을 확인하였다.
- [0132] 즉, 하나의 Network RTK 셀에서는 하나의 주기기준국 GNSS 측정치와 해당 셀의 FKP 보정정보를 활용하여 사용자 측정치의 오차를 효과적으로 줄일 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0133] 도면부호 410 및 420은 상술한 실험을 통해 전리층 및 비전리층 공간이격오차 보정정보 생성 알고리즘의 유효성을 검증한 후, 하나의 기준국 측정치와 다수의 FKP 보정정보를 활용하여 임의의 기준국 측정치를 생성하는 것이 가능한 지에 대한 검증, 즉 수식 4 및 5에 대한 검증을 위해 정적 실험을 수행하였다.
- [0134] 해당 실험에서는 국토지리정보원에서 운영 중인 거제도 기준국(GOJE), 울산중구 기준국(WSJG), 창녕 기준국(CHNG), 영덕강구 기준국(YDKG), 예천 기준국(YECH), 홍천 기준국(HONC), 서여주기기준국(YEOJ), 철원 기준국(CHUL), 강화 기준국(GANH)에서 2021년 10월 29일, 11시 30분부터 약 4시간동안 수집된 이중 주파수 GPS(L1/L2), Galileo(E1/E5), BeiDou(B1/B2) 관측 데이터를 활용하였다.
- [0135] 도면부호 410에서 알 수 있듯이 총 4개의 기준국 네트워크 셀들이 존재하고, 전체 네트워크에 대한 주기기준국은 거제도 기준국으로 설정하였다. 즉, 4번 네트워크 셀에 포함된 사용자의 경우 4번 셀의 주기기준국 측정치를 사용하는 것이 아니라, 1번 셀의 주기기준국 정보를 사용함으로써 1번 내지 4번의 네트워크 셀 등 사용자의 위치와 무관하게 동일한 정보가 서비스를 위해 제공된다는 것을 검증한다.
- [0136] 도면부호 420은 수식5에 근거하여 거제도 기준국의 반송파와 측정치와 Network 1~3에 대하여 생성된 FKP 보정정보를 이용하여 서여주기기준국 위치에서의 반송파와 측정치를 재구성하고, 이를 서여주기기준국에서 수집된 실제 반송파와 측정치와 이중 차분하여 산출된 GPS L1/Galileo E1/BeiDou B1 반송파와 측정치 잔차의 시계열을 도시한 것으로, 각 위성군 별 잔차의 RMS 값은 0.005m(GPS), 0.006m(Galileo), 0.003m(BeiDou)였으며, 전체 위성에 대한 잔차 RMS 값은 0.004m였다.
- [0137] 즉, FKP 보정정보 정합을 통해 재구성된 반송파와 측정치와 실제 측정치 간의 이중차분 잔차는 mm 수준으로, 이는 하기 수식12와 같이 하나의 기준국 측정치와 다수의 FKP 보정정보를 활용하여 임의의 기준국에 대한 측정치를 재구성할 수 있음을 증명하는 결과이다.

[0138] [수식12]

$$\begin{aligned}
\hat{\Phi}_{YEOJ} &= \Phi_{GOJE} + \sum_{k=1}^3 \delta\Phi_{FKP^{NETk}} \\
&= (\Phi_{GOJE} + \delta\Phi_{FKP^{NET1}_{CHNG}}) + \sum_{k=2}^3 \delta\Phi_{FKP^{NETk}} = \hat{\Phi}_{CHNG} + \sum_{k=2}^3 \delta\Phi_{FKP^{NETk}} \\
&= (\hat{\Phi}_{CHNG} + \delta\Phi_{FKP^{NET2}_{YECN}}) + \sum_{k=3}^3 \delta\Phi_{FKP^{NETk}} = \hat{\Phi}_{YECN} + \sum_{k=3}^3 \delta\Phi_{FKP^{NETk}} \\
&= \hat{\Phi}_{YEOJ} + \delta\Phi_{FKP^{NET3}_{YEOJ}} \\
&\Downarrow
\end{aligned}$$

$$\hat{\Phi}_{YEOJ} = \Phi_{GOJE} + \delta\Phi_{FKP^{NET1}_{CHNG}} + \delta\Phi_{FKP^{NET2}_{YECN}} + \delta\Phi_{FKP^{NET3}_{YEOJ}}$$

[0139]

[0140]

이상의 결과를 통해 사용자가 속한 기준국 네트워크 셀의 주기준국 측정치가 아니 가장 먼 네트워크의 주기준국 측정치를 사용하더라도 단일 기준국 네트워크 셀을 사용할 때와 동일한 수준의 잔차가 도출됨을 확인할 수 있으며, 이와 같은 방법으로 본 발명에서 제시한 이중 네트워크 간 Network RTK 보정정보 정합 알고리즘에 대한 유효성과 전 서비스 영역에서의 HN-RTK의 적용 가능성을 검증할 수 있었다.

[0142]

도 5는 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성방법을 설명하는 도면이다.

[0143]

다시 말해, 도 5는 도 1 내지 도 4b를 통해 설명한 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성장치의 동작방법을 설명하는 도면으로, 이하에서 도 5를 통해 설명하는 내용 중 도 1 내지 도 4b를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0144]

도 5를 참조하면, 510 단계에서 생성방법은 주기준국 반송파 관측치 생성부에서, 복수의 기준국에 의해 제1 네트워크 내지 제n 네트워크(여기서, n은 양의 정수)로 구분된 기설정된 영역에서 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치를 생성할 수 있다.

[0145]

다음으로, 520 단계에서 생성방법은 공간이격보상 보정정보 생성부에서, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 주기준국으로부터 부기준국 간의 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 생성할 수 있다.

[0146]

다음으로, 530 단계에서 생성방법은 HN-RTK 보정정보 송출부에서, 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 보정정보를 기 설정된 사용자 단말에 송출할 수 있다.

[0147]

일측에 따르면, 530 단계에서 생성방법은 HN-RTK 보정정보 송출부에서, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 중 제k 네트워크(여기서, k는 $1 < k \leq n$ 을 만족하는 양의 정수) 상에 위치하는 타겟 기준국을 결정하고, 제1 네트워크의 주기준국의 반송파 관측치와, 제1 네트워크 내지 제k 네트워크 각각의 보정정보를 이용하여 타겟 기준국의 관측치를 생성하며, 타겟 기준국의 관측치를 사용자 단말에 송출할 수 있다.

[0149]

도 6은 일실시예에 따른 HN-RTK 보정정보 생성방법 중 보정정보를 생성하는 단계를 부연 설명하는 도면이다.

[0150]

이하에서 도 6을 통해 설명하는 610 단계 내지 630 단계는 도 5의 520 단계에서 공간이격보상 보정정보 생성부를 통해 수행될 수 있다.

[0151]

도 6을 참조하면, 610 단계에서 생성방법은 공간이격보상 보정정보 생성부의 기준국 측정치 수신부에서, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각의 주기준국과 복수의 부기준국에서 GNSS 측정치를 수신할 수 있다.

[0152]

다음으로, 620 단계에서 생성방법은 공간이격보상 보정정보 생성부의 측정치 차분 처리부에서, 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각의 주기준국에서 수신한 GNSS 측정치와, 복수의 부기준국에서 수신한 GNSS 측정치를 서로 차분할 수 있다.

[0153]

다음으로, 630 단계에서 생성방법은 공간이격보상 보정정보 생성부의 보정정보 생성부에서, 차분된 GNSS 측정치

에 기초하여 제1 네트워크 내지 제n 네트워크 각각에서의 주기준국으로부터 부기준국 간의 공간이격오차를 보상할 수 있는 보정정보를 생성할 수 있다.

[0155] 결국, 본 발명을 이용하면, 위성 기반 전국토 정밀 측위 서비스를 고려하여 기존 OSR 및 SSR 방식의 장점을 결합한 하이브리드 형태의 HN-RTK(Homogeneous Network RTK)에 기반하여 공간이격오차의 보상을 위한 기준국의 보정정보를 생성할 수 있다.

[0156] 또한 본 발명을 이용하면, HN-RTK에 기반하여 하나의 기준국의 반송파 관측치만으로 공간이격오차의 보상을 위한 기준국의 보정정보를 생성할 수 있다.

[0158] 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.

[0159] 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.

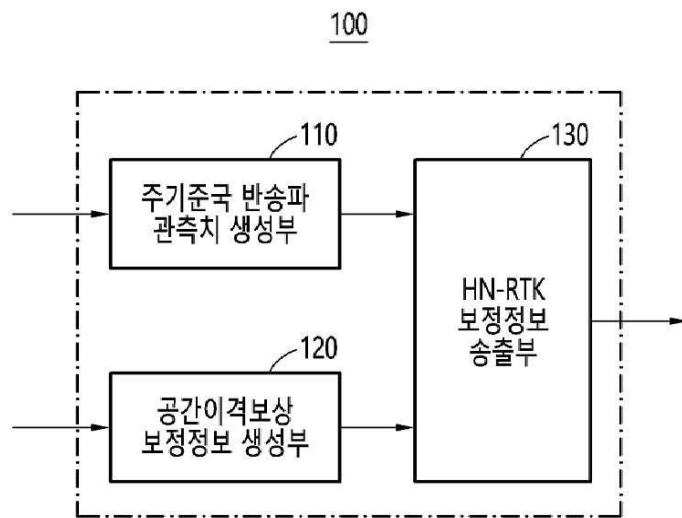
[0160] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

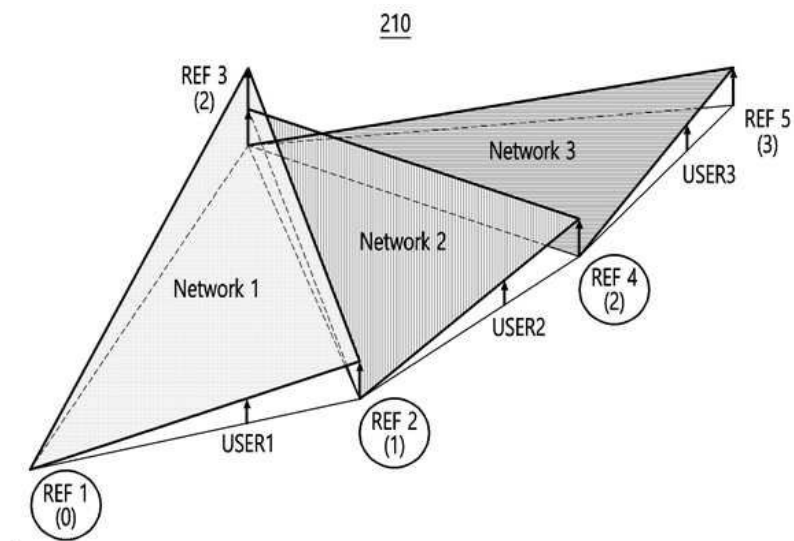
[0162] 100: HN-RTK 보정정보 생성장치 110: 주기준국 반송파 관측치 생성부
120: 공간이격보상 보정정보 생성부 130: HN-RTK 보정정보 송출부

도면

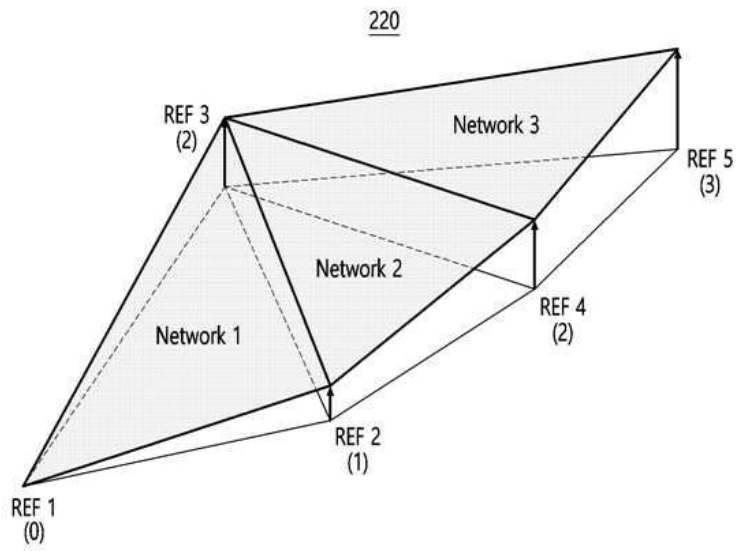
도면1



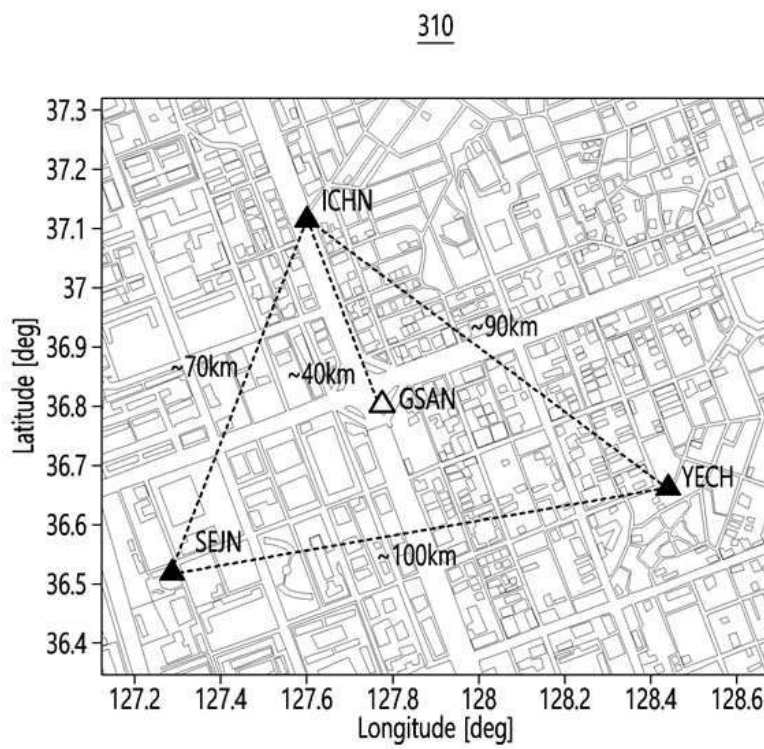
도면2a



도면2b

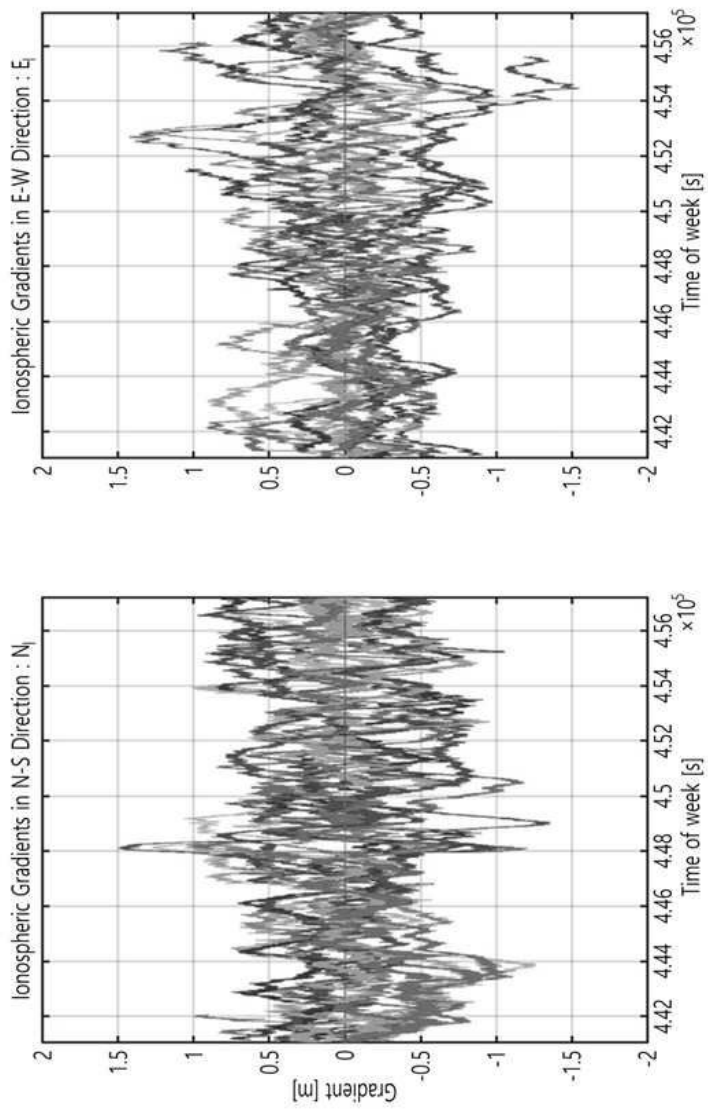


도면3a



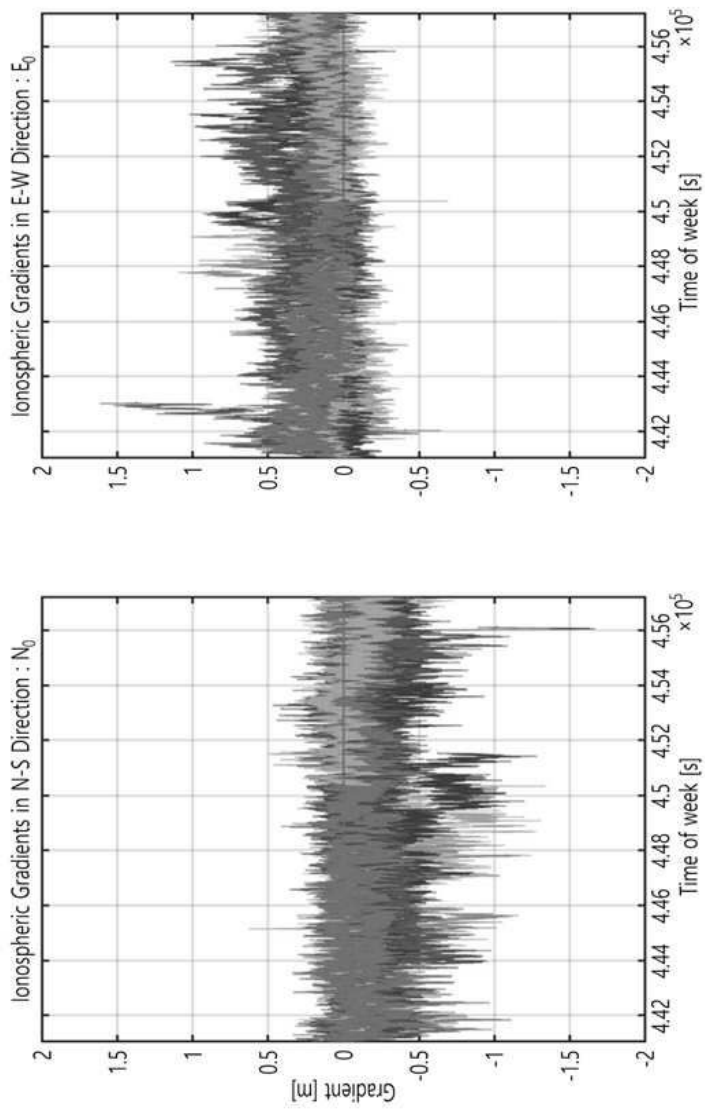
도면3b

320



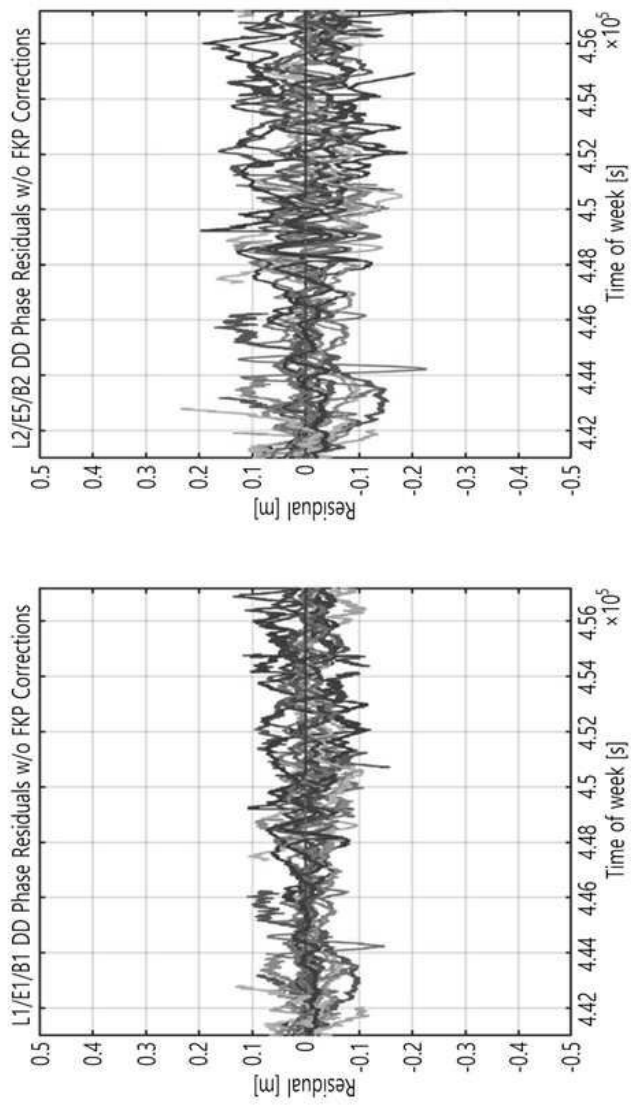
도면3c

330



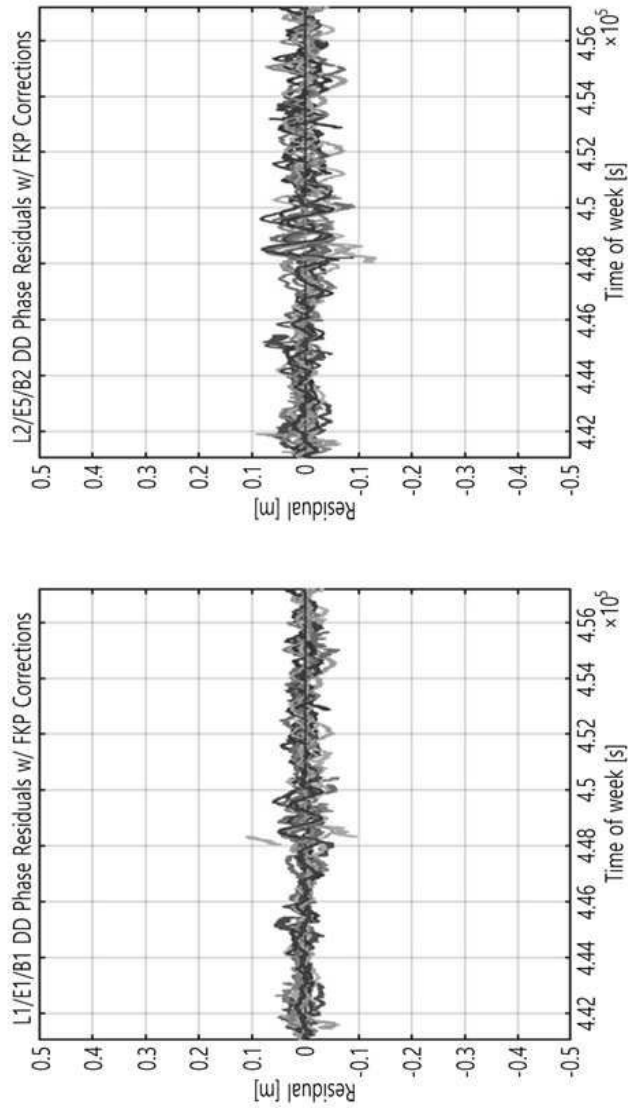
도면3d

340

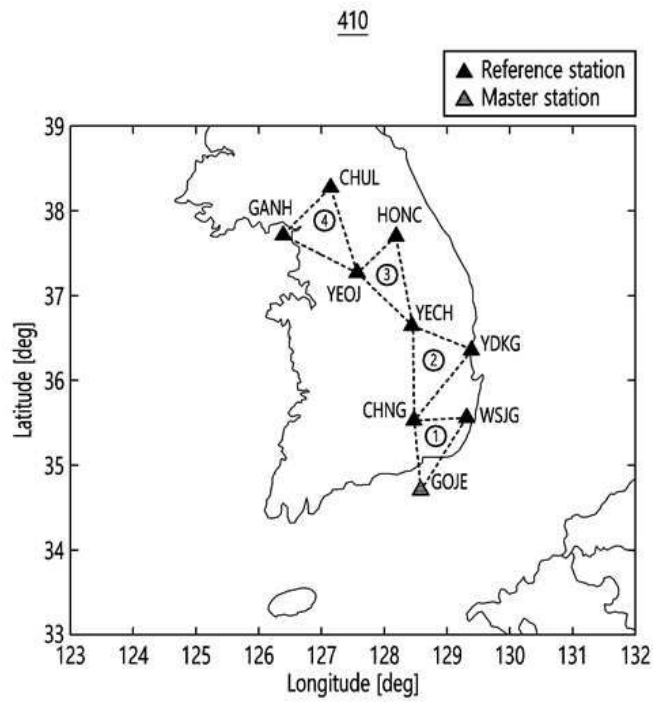


도면3e

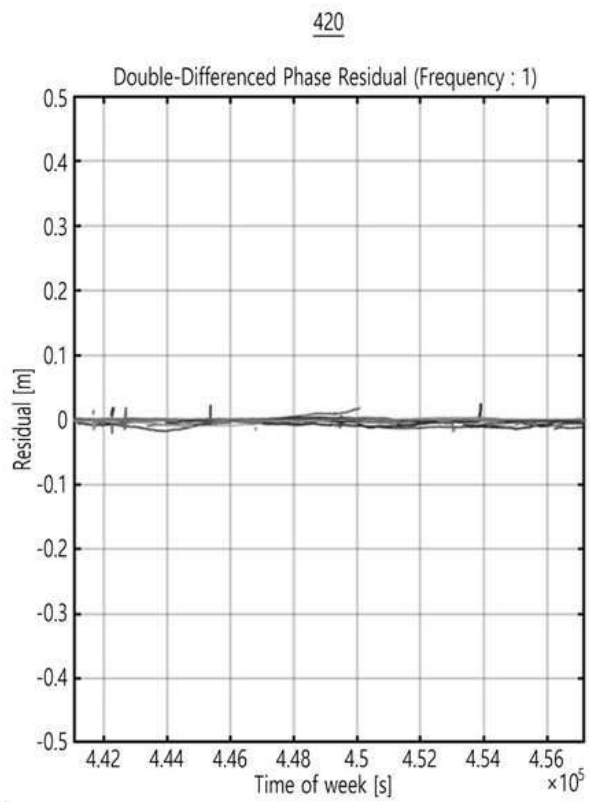
350



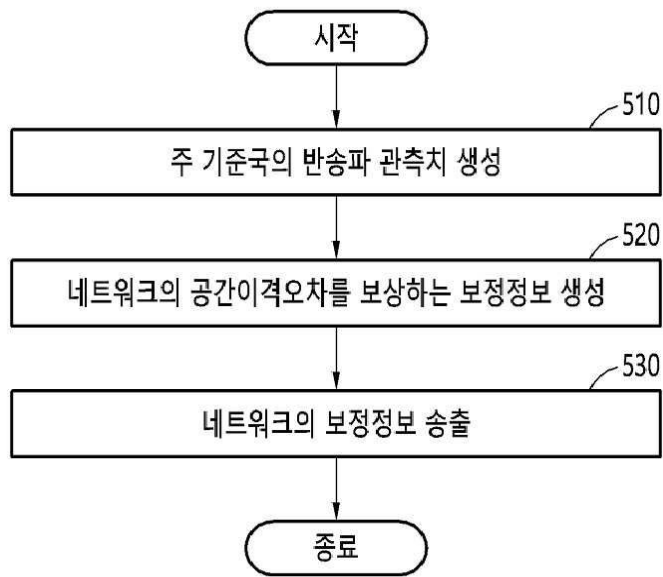
도면4a



도면4b



도면5



도면6

