(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월05일
(11) 등록번호 10-2537410
(24) 등록일자 2023년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/23 (2010.01) *G01S 19/07* (2010.01)
G01S 19/24 (2010.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/23 (2013.01)
G01S 19/071 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2021-0078269
(22) 출원일자 2021년06월16일
심사청구일자 2021년06월16일
(65) 공개번호 10-2022-0168633
(43) 공개일자 2022년12월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020020079125 A*
KR1020020080829 A*
KR1020140014945 A*
*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)
이동경
186 하이 컨트리 드라이브, 라파예트시 콜로라도주 미국 80026
이예빈
광주광역시 광산구 송정로 80, 101동 906호(송정동, 온세계아이조움아파트)
(74) 대리인
김연권

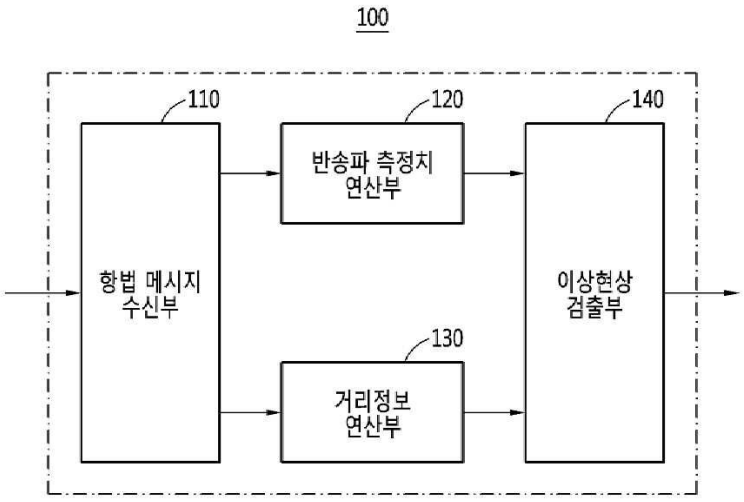
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 **기저선 구속조건에 기초하여 반송파 이상현상을 검출하는 장치 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 기저선 구속조건에 기초하는 이상현상 검출장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 이상현상 검출장치는 복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 항법 메시지 수신부와, 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 반송파 측정치 연산부와, 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 산출된 시선방향 벡터와 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 거리정보 연산부 및 이중차분된 반송파 측정치와 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 이상현상 검출부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01S 19/24 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711126109
과제번호 2018-0-01423-004
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 대학ICT연구센터지원사업
연구과제명 지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율 1/2
과제수행기관명 세종대학교 산학협력단
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1525010921
과제번호 202004512
부처명 해양수산부
과제관리(전문)기관명 해양수산과학기술진흥원
연구사업명 해양PNT고도화기술개발(R&D)
연구과제명 지상기반 센티미터급 해양 정밀 PNT 기술개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트 연구소
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 항법 메시지 수신부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 상기 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 반송파 측정치 연산부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 상기 산출된 시선방향 벡터와 상기 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 거리정보 연산부 및

상기 이중차분된 반송파 측정치와 상기 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 상기 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 이상현상 검출부

를 포함하고,

상기 거리정보 연산부는,

상기 복수의 위성 중 i번째 위성에 대한 시선방향 벡터와 j번째 위성에 대한 시선방향 벡터를 차분하고(여기서, i, j는 $i \neq j$인 양의 정수), 상기 시선방향 벡터의 차분된 결과에 상기 기저선 상대 벡터를 내적하여 상기 이중차분된 거리정보를 산출하는

이상현상 검출장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 항법 메시지 수신부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 상기 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 반송파 측정치 연산부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 상기 산출된 시선방향 벡터와 상기 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 거리정보 연산부 및

상기 이중차분된 반송파 측정치와 상기 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 상기 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 이상현상 검출부

를 포함하고,

상기 이상현상 검출부는,

상기 이중차분된 반송파 측정치에서 이중차분된 거리정보를 차분하여 상기 시계열 변동값을 산출하는

이상현상 검출장치.

청구항 4

복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 항법 메시지 수신부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 상기 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 반송파 측정치 연산부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 상기 산출된 시

선방향 벡터와 상기 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 거리정보 연산부 및

상기 이중차분된 반송파 측정치와 상기 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 상기 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 이상현상 검출부

를 포함하고,

상기 이상현상 검출부는,

상기 산출된 시계열 변동값에 대한 평균값 연산을 통해 이중차분된 미지정수를 산출하고, 상기 이중차분된 미지정수에 기초하여 상기 이상현상의 발생을 검출하는

이상현상 검출장치.

청구항 5

복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 항법 메시지 수신부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 상기 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 반송파 측정치 연산부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 상기 산출된 시선방향 벡터와 상기 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 거리정보 연산부 및

상기 이중차분된 반송파 측정치와 상기 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 상기 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 이상현상 검출부

를 포함하고,

상기 이상현상 검출부는,

상기 산출된 시계열 변동값을 시간차분하고, 상기 시간차분된 시계열 변동값에 기초하여 상기 이상현상의 발생을 검출하는

이상현상 검출장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 이상현상 검출부는,

상기 시간차분된 시계열 변동값이 기설정된 임계값을 초과하면, 상기 이상현상이 발생된 것으로 판단하는

이상현상 검출장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 기설정된 임계값은,

상기 시계열 변동값의 시간차분에 따른 잡음값과 기설정된 경계값 계수의 연산을 통해 산출되는

이상현상 검출장치.

청구항 8

복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 항법 메시지 수신부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 상기 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 반송파 측정치 연산부;

상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 상기 산출된 시

선방향 벡터와 상기 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 거리정보 연산부 및

상기 이중차분된 반송파 측정치와 상기 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 상기 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 이상현상 검출부

를 포함하고,

상기 반송파 측정치 연산부는,

상기 복수의 안테나 중 제1 안테나에서의 i번째 위성의 반송파 측정치에서 제2 안테나에서의 i번째 위성의 반송파 측정치를 차분하고, 상기 제1 안테나에서의 j번째 위성의 반송파 측정치에서 상기 제2 안테나에서의 j번째 위성의 반송파 측정치를 차분하는

이상현상 검출장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 반송파 측정치 연산부는,

상기 차분된 i번째 위성의 반송파 측정치에서 상기 차분된 j번째 위성의 반송파 측정치를 차분하여 상기 이중차분된 반송파 측정치를 산출하는

이상현상 검출장치.

청구항 10

항법 메시지 수신부에서, 복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 단계;

반송파 측정치 연산부에서, 상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 상기 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 단계;

거리정보 연산부에서, 상기 수신한 항법 메시지에 기초하여 상기 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 상기 산출된 시선방향 벡터와 상기 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 단계 및

이상현상 검출부에서, 상기 이중차분된 반송파 측정치와 상기 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 상기 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 단계

를 포함하고,

상기 이중차분된 거리정보를 산출하는 단계는,

상기 거리정보 연산부에서, 상기 복수의 위성 중 i번째 위성에 대한 시선방향 벡터와 j번째 위성에 대한 시선방향 벡터를 차분하고(여기서, i, j는 i ≠ j인 양의 정수), 상기 시선방향 벡터의 차분된 결과에 상기 기저선 상대 벡터를 내적하여 상기 이중차분된 거리정보를 산출하는

이상현상 검출방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 기저선 구속조건에 기초하는 이상현상 검출장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 안테나 간 단거리 상대 기저선 벡터 구속조건 따른 이중차분 연산을 통해 이상현상을 검출하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 위성항법 시스템(Global Navigation Satellite System, GNSS)에서 산출되는 위성항법 측정치 중 거리 단위로

환산한 반송파 측정치(ϕ)는 하기 수학식1과 같이 표현될 수 있다.

[0003] [수학식1]

[0004] $$\phi_{A,f}^{i} = d_{A}^{i} + B_{A} - b^{i} + T_{A}^{i} - I_{A,f}^{i} + N_{A,f}^{i}\lambda_{f} + \epsilon_{A,f}^{i}$$

[0005] 여기서, 하첨자 A는 수신기 A, f는 주파수를 의미하고, 상첨자 i는 i번째 위성을 의미하며, d, T, I, N 및 ϵ 각각은 수신기 A에서의 i번째 위성의 거리, 대류층 오차, 전리층 오차, 미지정수 및 측정치 잡음을 각각 의미한다.

[0006] 또한, B는 수신기 A의 시계오차, b는 i번째 위성의 시계오차, λ는 반송파 측정치의 파장 길이를 의미한다.

[0007] 위성항법 수신기는 위성 신호를 초기에 추적(tracking)한 시점으로부터 반송파 위상의 변동량만을 연산할 수 있기 때문에, 수신기에서 획득한 반송파 측정치에는 수학식1과 같이 미지정수(N)가 포함될 수 밖에 없는데, 이러한 미지정수(N)를 정확히 추정하여야 반송파 측정치를 의사거리와 같은 측위에 사용할 수 있다.

[0008] 또한, 반송파 측정치는 그 신호의 세기가 매우 약하고, 주위 지형지물에 쉽게 영향을 받아 추적 루프(tracking loop) 상에서 위상을 순간적으로 놓칠 수 있는데, 이를 사이클 슬립(cycle slip)이라 한다.

[0009] 위성항법 시스템에서의 안정적인 측위를 위해서는 사이클 슬립과 같은 이상 현상을 실시간으로 정확히 검출해야 하는데, 기존 위성항법 시스템에서는 하기 수학식2를 통해 사이클 슬립을 검출할 수 있다.

[0010] [수학식2]

[0011] $$\frac{(\phi_{A,1} - \phi_{A,2})}{\gamma - 1} = I + \frac{1}{(\gamma - 1)}(\lambda_{1}N_{A,1} - \lambda_{2}N_{A,2}) + \epsilon_{GF}$$

[0012] 여기서, γ는 제2 주파수의 제곱/제1 주파수의 제곱(즉, f_2^2/f_1^2), ϵ_{GF}는 지오메트리-프리(Geometry-free)의 잡음을 의미하고, 하첨자 1은 L1 측정치, 하첨자 2는 L2 측정치를 의미한다. 일례로, 제1 주파수는 L1 주파수, 제2 주파수는 L2 주파수일 수 있다.

[0013] 구체적으로, 상술한 수학식2와 같이 L1과 L2 측정치의 선행 조합을 이용하면, 위성궤도, 대류층 오차와 같이 수신기와 위성간의 기하학적 관계에 의해 형성되는 측정치들은 모두 사라지게 되는데, 이를 지오메트리-프리 선형결합(Geometry-free linear combination)이라 한다.

[0014] 수학식2를 시간에 대해 차분하면 정상적인 경우 제1 미지정수(N_1)와 제2 미지정수(N_2)가 일정하므로, 전리층의 변화량(I)과 잡음(ϵ_{GF}) 성분만 남게되고, 일반적으로 전리층의 변화는 2cm/s에 불과하므로, 기존 위성항법 시스템은 수학식2의 시간차분 값을 검출 메트릭(metric)으로 사용하여 사이클 슬립의 발생을 검출할 수 있다.

[0015] 그러나, 수학식2를 이용하여 사이클 슬립의 발생을 검출하는 기존 방법은 선형 조합에 의해 위성 및 사용자의 역학 정보가 상쇄됨으로써 사용자 및 위성의 움직임과 관계없이 사용 가능하다는 장점이 있으나, 두개 이상의 주파수 반송파 신호가 제공될 때만 적용할 수 있고, 주파수의 배수인 (154, 120) 조합의 사이클 슬립은 검출이 불가하다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0016] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1392068호, "기저선 정보를 이용한 위성항법시스템의 고장 검출 장치 및 그 방법"

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1979184호, "전리층 변화율 추정을 이용한 다중 주파수 위성항법 반송파 측정치의 사이클 슬립 검출장치 및 그 방법"

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-1638965호, "항법위성의 기하학적 민감도 지표 도출 시스템 및 방법"

(특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-1221929호, "위성신호 미약 환경에서의 반송파 위상과 관성센서 정보를 이

용한 선박의 위성측정치 생성방법 및 장치"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터를 이용하여 단일 주파수 반송파 측정치를 이용하는 환경 및 특정 조합의 사이클이 적용되는 환경에서도 용이하게 이상현상을 검출할 수 있는 이상현상 검출장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0018] 또한, 본 발명은 기저선 상대 벡터에 기초하여 산출되는 시계열 변동값의 모니터링을 통해 보다 정확하게 이상현상을 검출할 수 있는 이상현상 검출장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명의 일실시예에 따른 이상현상 검출장치는 복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 항법 메시지 수신부와, 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 반송파 측정치 연산부와, 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 산출된 시선방향 벡터와 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 거리정보 연산부 및 이중차분된 반송파 측정치와 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 이상현상 검출부를 포함할 수 있다.

[0020] 일측에 따르면, 거리정보 연산부는 복수의 위성 중 i번째 위성에 대한 시선방향 벡터와 j번째 위성에 대한 시선방향 벡터를 차분하고(여기서, i, j는 $i \neq j$인 양의 정수), 시선방향 벡터의 차분된 결과에 기저선 상대 벡터를 내적하여 이중차분된 거리정보를 산출할 수 있다.

[0021] 일측에 따르면, 이상현상 검출부는 이중차분된 반송파 측정치에서 이중차분된 거리정보를 차분하여 시계열 변동값을 산출할 수 있다.

[0022] 일측에 따르면, 이상현상 검출부는 산출된 시계열 변동값에 대한 평균값 연산을 통해 이중차분된 미지정수를 산출하고, 이중차분된 미지정수에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0023] 일측에 따르면, 이상현상 검출부는 산출된 시계열 변동값을 시간차분하고, 시간차분된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0024] 일측에 따르면, 이상현상 검출부는 시간차분된 시계열 변동값이 기설정된 임계값을 초과하면, 이상현상이 발생된 것으로 판단할 수 있다.

[0025] 일측에 따르면, 기설정된 임계값은 시계열 변동값의 시간차분에 따른 잡음값과 기설정된 경계값 계수의 연산을 통해 산출될 수 있다.

[0026] 일측에 따르면, 반송파 측정치 연산부는 복수의 안테나 중 제1 안테나에서의 i번째 위성의 반송파 측정치에서 제2 안테나에서의 i번째 위성의 반송파 측정치를 차분하고, 제1 안테나에서의 j번째 위성의 반송파 측정치에서 제2 안테나에서의 j번째 위성의 반송파 측정치를 차분할 수 있다.

[0027] 일측에 따르면, 반송파 측정치 연산부는 차분된 i번째 위성의 반송파 측정치에서 차분된 j번째 위성의 반송파 측정치를 차분하여 이중차분된 반송파 측정치를 산출할 수 있다.

[0028] 본 발명의 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 항법 메시지 수신부에서 복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신하는 단계와, 반송파 측정치 연산부에서, 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 획득한 반송파 측정치를 이중차분하는 단계와, 거리정보 연산부에서 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 산출된 시선방향 벡터와 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출하는 단계 및 이상현상 검출부에서, 이중차분된 반송파 측정치와 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 일실시예에 따르면, 본 발명은 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터를 이용하여 단일 주파수 반송파 측정치를 이용하는 환경 및 특정 조합의 사이클이 적용되는 환경에서도 용이하게 이상현상을 검출할 수 있다.

[0030] 일실시예에 따르면, 본 발명은 기저선 상대 벡터에 기초하여 산출되는 시계열 변동값의 모니터링을 통해 보다 정확하게 이상현상을 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 일실시예에 따른 이상현상 검출장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 이상현상 검출장치의 동작예를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일실시예에 따른 이상현상 검출장치를 이용하여 이상현상을 검출하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 이상현상 검출방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0039] 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.

[0041] 도 1은 일실시예에 따른 이상현상 검출장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0042] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 이상현상 검출장치(100)는 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터를 이용하여

단일 주파수 반송파 측정치를 이용하는 환경 및 특정 조합의 사이클이 적용되는 환경에서도 용이하게 이상현상을 검출할 수 있다.

[0043] 또한, 이상현상 검출장치(100)는 기저선 상대 벡터에 기초하여 산출되는 시계열 변동값의 모니터링을 통해 보다 정확하게 이상현상을 검출할 수 있다.

[0044] 구체적으로, 일실시예에 따른 이상현상 검출장치(100)는 실시간 또는 기설정된 시간 구간 동안 복수의 안테나를 통해 항법 메시지를 수신하고, 수신한 항법 메시지에 기초한 이중 차분 연산을 수행하고, 기 확보한 안테나 간 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)를 이용하여 미지정수를 산출한 후, 이를 적용하여 복수의 안테나 각각에 대한 잔류 오차를 산정하며, 산정된 잔류 오차에 대한 모니터링을 통해 이상 현상을 검출할 수 있다.

[0045] 이를 위해, 이상현상 검출장치(100)는 항법 메시지 수신부(110), 반송파 측정치 연산부(120), 거리정보 연산부(130) 및 이상현상 검출부(140)를 포함할 수 있다.

[0046] 일실시예에 따른 항법 메시지 수신부(110)는 복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신할 수 있다.

[0047] 예를 들면, 복수의 안테나는 제1 안테나와 제2 안테나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 3개 이상의 안테나를 포함할 수도 있다. 또한, 제1 안테나 및 제2 안테나는 서로 동일한 수신기와 연결되거나 서로 다른 수신기에 각각 연결될 수 있다.

[0048] 보다 구체적인 예를 들면, 제1 안테나는 마스터 수신기에 연결되고, 제2 안테나는 슬레이브 수신기에 연결될 수 있으며, 제1 안테나는 제2 안테나를 기준으로 10㎞ 이내의 거리에 위치할 수 있다.

[0049] 예를 들면, 항법 메시지는 위성항법 위성의 궤도정보, 시계보정량 정보 및 기타 시스템 오차 및 잡음 성분에 대한 정보를 포함할 수 있으나, 일실시예에 따른 항법 메시지는 이에 한정되지 않고 기공지된 정보들을 포함할 수 있다.

[0050] 한편, 복수의 위성은 위성항법 위성으로, i번째 위성 및 j번째 위성(여기서, i, j는 $i \neq j$인 양의 정수)을 포함할 수 있다.

[0051] 일실시예에 따른 반송파 측정치 연산부(120)는 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 획득한 반송파 측정치를 이중차분할 수 있다.

[0052] 예를 들면, 반송파 측정치 연산부(120)는 상술한 수학식1을 통해 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득할 수 있다.

[0053] 일측에 따르면, 반송파 측정치 연산부(120)는 제1 안테나에서의 i번째 위성의 반송파 측정치에서 제2 안테나에서의 i번째 위성의 반송파 측정치를 차분하여 차분된 i번째 위성의 반송파 측정치를 산출할 수 있다.

[0054] 또한, 반송파 측정치 연산부(120)는 제1 안테나에서의 j번째 위성의 반송파 측정치에서 제2 안테나에서의 j번째 위성의 반송파 측정치를 차분하여 차분된 j번째 위성의 반송파 측정치를 산출할 수 있다.

[0055] 이후, 반송파 측정치 연산부(120)는 차분된 i번째 위성의 반송파 측정치에서 차분된 j번째 위성의 반송파 측정치를 차분하여 이중차분된 반송파 측정치를 산출할 수 있다.

[0056] 일실시예에 따른 거리정보 연산부(130)는 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 산출된 시선방향 벡터와 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출할 수 있다.

[0057] 예를 들면, 거리정보 연산부(130)는 복수의 안테나 간의 기저선 상태 벡터를 사전에 획득하여 저장할 수 있다.

[0058] 또한, 거리정보 연산부(130)는 사전에 획득한 제1 안테나의 좌표정보와 제2 안테나의 좌표정보에 기초하여 기저선 상태 벡터를 산출할 수도 있다.

[0059] 일측에 따르면, 거리정보 연산부(130)는 복수의 위성 중 i번째 위성에 대한 시선방향 벡터와 j번째 위성에 대한 시선방향 벡터를 차분하고, 시선방향 벡터의 차분된 결과에 기저선 상대 벡터를 내적하여 이중차분된 거리정보를 산출할 수 있다.

[0060] 일실시예에 따른 이상현상 검출부(140)는 이중차분된 반송파 측정치와 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0061] 예를 들면, 이상현상은 사이클 슬립을 의미할 수 있으나, 이하에서 설명하는 이상현상은 이에 한정되지 않고 미지정수의 변동에 영향을 주는 모든 이상현상들을 포함할 수 있다.

[0062] 일측에 따르면, 이상현상 검출부(140)는 이중차분된 반송파 측정치에서 이중차분된 거리정보를 차분하여 시계열 변동값을 산출할 수 있다.

[0063] 구체적으로, 이상현상 검출부(140)는 산출된 시계열 변동값에 대한 평균값 연산을 통해 이중차분된 미지정수를 산출하고, 이중차분된 미지정수에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0064] 또한, 이상현상 검출부(140)는 산출된 시계열 변동값을 시간차분하고, 시간차분된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수도 있다.

[0065] 보다 구체적으로, 이상현상 검출부(140)는 시간차분된 시계열 변동값이 기설정된 임계값을 초과하면 이상현상이 발생된 것으로 판단할 수 있으며, 여기서 기설정된 임계값은 시계열 변동값의 시간차분에 따른 잡음값과 기설정된 경계값 계수의 연산을 통해 산출될 수 있다.

[0066] 일실시예에 따른 이상현상 검출장치는 이후 실시예 도 2를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0068] 도 2는 일실시예에 따른 이상현상 검출장치의 동작예를 설명하기 위한 도면이다.

[0069] 도 2를 참조하면, 참조부호 200은 인접한 복수의 안테나(안테나 A 및 안테나 B)와, 복수의 위성(i번째 위성 및 j번째 위성)간의 기하학적인 관계를 도시한다.

[0070] 또한, 참조부호 200에서 $\vec{x}$ 는 안테나의 좌표, $\triangle\vec{x}$ 는 안테나 A와 안테나 B 간의 기저선 상대 벡터, d는 안테나에서 위성까지의 거리, $\vec{e}$ 는 안테나에서 위성까지의 시선방향 벡터를 의미한다.

[0071] 구체적으로, $\vec{x}_A$ 및 $\vec{x}_B$ 각각은 안테나 A의 좌표와 안테나 B의 좌표를 의미하고, d_A^i, d_B^i, d_A^j 및 d_B^j 각각은 안테나 A에서 i번째 위성까지의 거리, 안테나 B에서 i번째 위성까지의 거리, 안테나 A에서 j번째 위성까지의 거리 및 안테나 B에서 j번째 위성까지의 거리를 의미한다.

[0072] 또한, $\vec{e}_A^i$, $\vec{e}_B^i$, $\vec{e}_A^j$ 및 $\vec{e}_B^j$ 각각은 안테나 A에서 i번째 위성까지의 시선방향 벡터, 안테나 B에서 i번째 위성까지의 시선방향 벡터, 안테나 A에서 j번째 위성까지의 시선방향 벡터 및 안테나 B에서 j번째 위성까지의 시선방향 벡터를 의미하고, Δd^i 및 Δd^j 각각은 i번째 위성까지의 차분된 위치정보 및 j번째 위성까지의 차분된 위치정보 Δd^j 를 의미한다.

[0073] 참조부호 200에 따르면, 일실시예에 따른 이상현상 검출장치는 i번째 위성과 j번째 위성으로부터 각각 수신한 위성항법 메시지에 기초하여 i번째 위성 및 j번째 위성 각각에 대한 반송파 측정치(ϕ_A^i, ϕ_B^i, ϕ_A^j 및 ϕ_B^j)를 획득할 수 있다.

[0074] 예를 들면, 이상현상 검출장치는 i번째 위성과 j번째 위성으로부터 각각 수신한 위성항법 메시지와 상술한 수학식1에 기초하여 반송파 측정치(ϕ_A^i, ϕ_B^i, ϕ_A^j 및 ϕ_B^j)를 획득할 수 있다.

[0075] 다음으로, 이상현상 검출장치는 하기 수학식3과 같이 안테나 A에서의 i번째 위성의 반송파 측정치(ϕ_A^i)에서 안테나 B에서의 i번째 위성의 반송파 측정치(ϕ_B^i)를 차분하여 차분된 i번째 위성의 반송파 측정치($\triangle\phi^i$)를 산출할 수 있다.

[0076] [수학식3]

[0077] $$\triangle\phi^i = \phi_A^i - \phi_B^i \approx \triangle d^i + \triangle B + \triangle N^i\lambda + \epsilon_{TRIANGLE}^i$$

[0078] 수학식3에 나타나 있는 것과 같이, 서로 근거리(10km 이내)에 위치한 두 안테나(안테나 A와 안테나 B)의 측정치에 대하여 단일차분(△) 연산을 수행하면, 두 안테나의 대류층, 전리층 오차 및 위성 시계오차는 서로 상쇄될 수 있다.

[0079] 마찬가지로, 이상현상 검출장치는 안테나 A에서의 j번째 위성의 반송파 측정치(ϕ_A^j)에서 안테나 B에서의 j번째 위성의 반송파 측정치(ϕ_B^j)를 차분하여 차분된 j번째 위성의 반송파 측정치($\triangle\phi^j$)를 산출할 수 있다.

[0080] 다음으로, 이상현상 검출장치는 하기 수학식4와 같이 차분된 i번째 위성의 반송파 측정치($\triangle\phi^i$)에서 차분된 j번째 위성의 반송파 측정치($\triangle\phi^j$)를 재차 차분하여 이중차분된 반송파 측정치($\triangle\nabla\phi$)를 산출할 수 있으며, 이러한 수학식4의 이중차분($\triangle\nabla$) 식은 하기 수학식5와 같이 재정리될 수 있다.

[0081] [수학식4]

[0082] $$\triangle\nabla\phi = \triangle\phi^i - \triangle\phi^j = \triangle\nabla d + \nabla\triangle N\lambda + \epsilon^i_{\triangle\nabla}$$

[0083] [수학식5]

[0084] $$\triangle\nabla\phi - \triangle\nabla d - \nabla\triangle N\lambda = \epsilon_{\triangle\nabla}$$

[0085] 다음으로, 이상현상 검출장치는 i번째 위성 및 j번째 위성 각각으로부터 수신한 항법 메시지에 기초하여 i번째 위성 및 j번째 위성 각각에 대한 시선방향 벡터($\overrightarrow{LoS^i}$, $\overrightarrow{LoS^j}$)를 산출하고, 산출된 시선방향 벡터($\overrightarrow{LoS^i}$, $\overrightarrow{LoS^j}$)와 기저선 상태 벡터($\triangle\vec{x}$)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보($\triangle\nabla d$)를 산출할 수 있다.

[0086] 구체적으로, 이상현상 검출장치는 하기 수학식6과 같이 i번째 위성 및 j번째 위성 각각에 대한 시선방향 벡터($\overrightarrow{LoS^i}$, $\overrightarrow{LoS^j}$) 중 i번째 위성에 대한 시선방향 벡터($\overrightarrow{LoS^i}$)와 j번째 위성에 대한 시선"눰* 벡터($\overrightarrow{LoS^j}$)를 차분하고, 시선방향 벡터의 차분된 결과에 기저선 상대 벡터($\triangle\vec{x}$)를 내적하여 이중차분된 거리정보($\triangle\nabla d$)를 산출할 수 있다.

[0087] [수학식6]

[0088] $$\triangle\nabla d = (\overrightarrow{LoS^i} - \overrightarrow{LoS^j}) \cdot \triangle\vec{x}$$

[0089] 여기서, 안테나 A와 안테나 B는 근거리(10Km 이내)에 위치하므로, 안테나 A와 안테나 B에서 i번째 위성까지의 시선방향 벡터($\vec{e}_A^i$, $\vec{e}_B^i$)는 서로 같다고 간주할 수 있으며, 마찬가지로 안테나 A와 안테나 B에서 j번째 위성까지의 시선방향 벡터($\vec{e}_A^j$, $\vec{e}_B^j$) 또한 서로 같다고 간주할 수 있다.

[0090] 즉, 수학식 6에서 시선방향 벡터($\overrightarrow{LoS^i}$, $\overrightarrow{LoS^j}$)는 $\overrightarrow{LoS^i} = \vec{e}_A^i = \vec{e}_B^i$ 및 $\overrightarrow{LoS^j} = \vec{e}_A^j = \vec{e}_B^j$로 표현될 수 있다.

[0091] 다음으로, 이상현상 검출장치는 이중차분된 반송파 측정치($\triangle\nabla\phi$)와 이중차분된 거리정보($\triangle\nabla d$)에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값($M(t)$)을 산출하고, 산출된 시계열 변동값($M(t)$)에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0092] 구체적으로, 이상현상 검출장치는 하기 수학식7과 같이 이중차분된 반송파 측정치($\triangle\nabla\phi$)에서 이중차분된 거리정보($\triangle\nabla d$)를 차분하여 시계열 변동값($M(t)$)을 산출할 수 있다.

[0093] [수학식7]

[0094] $$M(t) = \triangle\nabla\phi(t) - \triangle\nabla d(t)$$

[0095] 보다 구체적으로, 이상현상 검출장치는 하기 수학식8과 같이 시계열 변동값($M(t)$)에 대한 평균값 연산($E(M(t))$)을 통해 이중차분된 미지정수($\nabla\triangle N$)를 산출하고, 이중차분된 미지정수($\nabla\triangle N$)에 기초하여 사이클 슬립과 같은 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0096] [수학식8]

[0097] $$\nabla\triangle N = round\left(\frac{E(M(t))}{\lambda}\right)$$

[0098] 여기서, $round$는 반올림 연산을 의미한다.

[0099] 즉, 상술한 수학식8을 통해 산출되는 이중차분된 미지정수($\nabla\triangle N$)를 시계열 변동값($M(t)$)에서 빼면 정상적인 경우 잔차만 남게 되고, 사이클 슬립이 포함된 경우에는 잡음 수준보다 높은 잔차가 남으므로, 이상현상 검출장치는 이중차분된 미지정수($\nabla\triangle N$)를 이용하여 해당 세션 내에 이상 현상의 포함여부를 판단할 수 있다.

[0100] 예를 들면, 이상현상 검출장치는 시계열 변동값($M(t)$)에서 이중차분된 미지정수($\nabla\triangle N$)를 차분한 결과가 기설정된 제1 임계값 보다 크면, 차분한 결과가 잡음 수준보다 높은 잔차가 남았다고 판단하여 이상현상이 발생된 것으로 판단할 수 있다.

[0101] 다시 말해, 이상현상 검출장치는 수학식8을 통해 산출된 이중차분된 미지정수($\nabla\triangle N$)를 이용하여 기설정된 시간 구간에 대응되는 전체 에폭(epoch)에서의 이상현상의 발생 여부를 판단할 수 있다.

[0102] 한편, 이상현상 발생장치는 시계열 변동값($M(t)$)의 시간차분 값을 메트릭(metric)으로 설정/감시하여 이상현상의 발생을 검출할 수도 있다.

[0103] 구체적으로, 이상현상 발생장치는 하기 수학식9와 같이 기설정된 시간 구간에서 임의의 시간 t에 대응되는 시계열 변동값($M(t)$)과 임의의 시간 t의 이전 시간 t-1에 대응되는 시계열 변동값($M(t-1)$)을 시간차분(즉, $M(t)-M(t-1)$)하고, 시간차분된 시계열 변동값($metric(t)$)에 기초하여 이상현상의 발생 여부를 판단할 수 있다. 예를 들면, 임의의 시간 t는 현재 시간일 수 있다.

[0104] [수학식9]

[0105] $$metric(t) = M(t) - M(t-1) = \nabla\triangle(N(t) - N(t-1))\lambda$$

[0106] 즉, 정상 측정치일 경우 t-1초와 t초 사이에서 이중차분된 미지정수($\nabla\triangle N$)는 동일한 값으로 유지되어야 하므로, 수학식9를 통해 산출되는 시간차분된 시계열 변동값($metric(t)$)은 수학식5의 시간 차분된 측정치 잡음($\epsilon_{\triangle\nabla}$)으로 '0'에 가까운 값이 도출되어야 하나, 이상 현상 발생 시에는 반송파 측정치 파장의 절반(즉, $\lambda/2$) 이상의 값이 시간차분된 시계열 변동값($metric(t)$)에 포함되므로, 이상검출 장치는 수학식9의 시간차분된 시계열 변동값($metric(t)$)에 기초하여 이상현상의 발생 여부를 판단할 수 있다.

[0107] 보다 구체적으로, 이상현상 발생장치는 하기 수학식10과 같이 시간차분된 시계열 변동값($metric(t)$)이 기설정된 임계값($k\sigma$)(즉, 제2 임계값)을 초과하면, 이상현상이 발생된 것으로 판단할 수 있다.

[0108] [수학식10]

[0109] $$metric(t) > k\sigma$$

[0110] 여기서, σ는 시계열 변동값($M(t)$)의 시간 차분에 따른 잡음값, k는 잡음 분포가 가우시안(gaussian)이라는 가정하여 기설정된 경계값 계수를 의미한다.

[0111] 즉, 이상현상 검출장치는 수학식10을 이용하여 기설정된 시간 구간 중 임의의 시간 t에 대응되는 에폭에서의 이상현상의 발생 여부를 판단할 수 있다.

[0113] 도 3은 일실시예에 따른 이상현상 검출장치를 이용하여 이상현상을 검출하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.

[0114] 도 3을 참조하면, 참조부호 300은 일실시예에 따른 이상현상 검출장치에서 상술한 수학식8 및 수학식10을 이용하여 사이클 슬립의 발생을 검출하는 예시를 도시한다.

[0115] 참조부호 300에서 'PRN'은 의사 랜덤 잡음(pseudo random noise), 'MIX'는 PRN1과 PRN2의 이중차분 후 계산된 잔차의 std 예측치, 'RMS'는 실제 이중차분 측정치 20 epoch의 제곱평균제곱근(root mean square, RMS)을 의미하며, RMS 계산에 사용된 샘플 수는 변경될 수 있다.

[0116] 또한, 'std'는 의사거리 잔차의 에폭별 표준편차(epoch-by-epoch), 'TOW'는 위성항법 시스템의 타임스탬프(time-of-week)를 의미한다.

[0117] 한편, PRN1 및 PRN2는 예시로 선정된 의사 랜덤 잡음으로, 임의의 조합을 통해 설정될 수 있다.

[0118] 참조부호 300에 따르면, 이상현상 검출장치는 사이클 슬립 메트릭(cycle slip metric)을 실시간으로 산출하여 사이클 슬립의 발생 여부를 판단할 수 있다.

[0119] 구체적으로, 참조부호 300에서는 측정치별 오차특성에 따라 결정된 잔차의 오차 수준 아래에 존재하고 있으므로(즉, 정상 상황에서 잔차의 예측치보다 메트릭이 작게 확인 되므로), 해당 구간에서는 이상 현상(사이클 슬립)이 발생되지 않았음을 확인할 수 있다.

[0121] 도 4는 일실시예에 따른 이상현상 검출방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0122] 다시 말해, 도 4는 도 1 내지 도 3을 통해 설명한 일실시예에 따른 이상현상 검출장치를 이용한 이상현상의 검출방법을 설명하기 위한 도면으로, 이하에서 도 4를 통해 설명하는 내용 중 도 1 내지 도 3을 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0123] 도 4를 참조하면, 410 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 항법 메시지 수신부에서 복수의 안테나를 이용하여 복수의 위성으로부터 항법 메시지를 수신할 수 있다.

[0124] 다음으로, 420 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 반송파 측정치 연산부에서 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 반송파 측정치를 획득하고, 획득한 반송파 측정치를 이중차분할 수 있다.

[0125] 다음으로, 430 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 거리정보 연산부에서 수신한 항법 메시지에 기초하여 복수의 위성 각각에 대한 시선방향 벡터를 산출하고, 산출된 시선방향 벡터와 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터(baseline relative vector)에 기초한 연산을 통해 이중차분된 거리정보를 산출할 수 있다.

[0126] 일측에 따르면, 430 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 거리정보 연산부에서 복수의 위성 중 i번째 위성에 대한 시선방향 벡터와 j번째 위성에 대한 시선방향 벡터를 차분하고(여기서, i, j는 $i \neq j$인 양의 정수), 시선방향 벡터의 차분된 결과에 기저선 상대 벡터를 내적하여 이중차분된 거리정보를 산출할 수 있다.

[0127] 다음으로, 440 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 이상현상 검출부에서 이중차분된 반송파 측정치와 이중차분된 거리정보에 기초한 연산을 통해 시계열 변동값을 산출하고, 산출된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0128] 일측에 따르면, 440 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 이상현상 검출부에서 이중차분된 반송파 측정치에서 이중차분된 거리정보를 차분하여 시계열 변동값을 산출할 수 있다.

[0129] 구체적으로, 440 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 이상현상 검출부에서 산출된 시계열 변동값에 대한 평균값 연산을 통해 이중차분된 미지정수를 산출하고, 이중차분된 미지정수에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0130] 또한, 440 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 이상현상 검출부에서 산출된 시계열 변동값을 시간차분하고, 시간차분된 시계열 변동값에 기초하여 이상현상의 발생을 검출할 수 있다.

[0131] 보다 구체적으로, 440 단계에서 일실시예에 따른 이상현상 검출방법은 이상현상 검출부에서 시간차분된 시계열 변동값이 기설정된 임계값을 초과하면, 이상현상이 발생된 것으로 판단할 수 있다.

[0132] 예를 들면, 기설정된 임계값은 시계열 변동값의 시간차분에 따른 잡음값과 기설정된 경계값 계수의 연산을 통해 산출될 수 있다.

[0134] 결국, 본 발명을 이용하면, 복수의 안테나 간의 기저선 상대 벡터를 이용하여 단일 주파수 반송파 측정치를 이용하는 환경 및 특정 조합의 사이클이 적용되는 환경에서도 용이하게 이상현상을 검출할 수 있다.

[0135] 또한 본 발명을 이용하면, 기저선 상대 벡터에 기초하여 산출되는 시계열 변동값의 모니터링을 통해 보다 정확하게 이상현상을 검출할 수 있다.

[0137] 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.

[0138] 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.

[0139] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

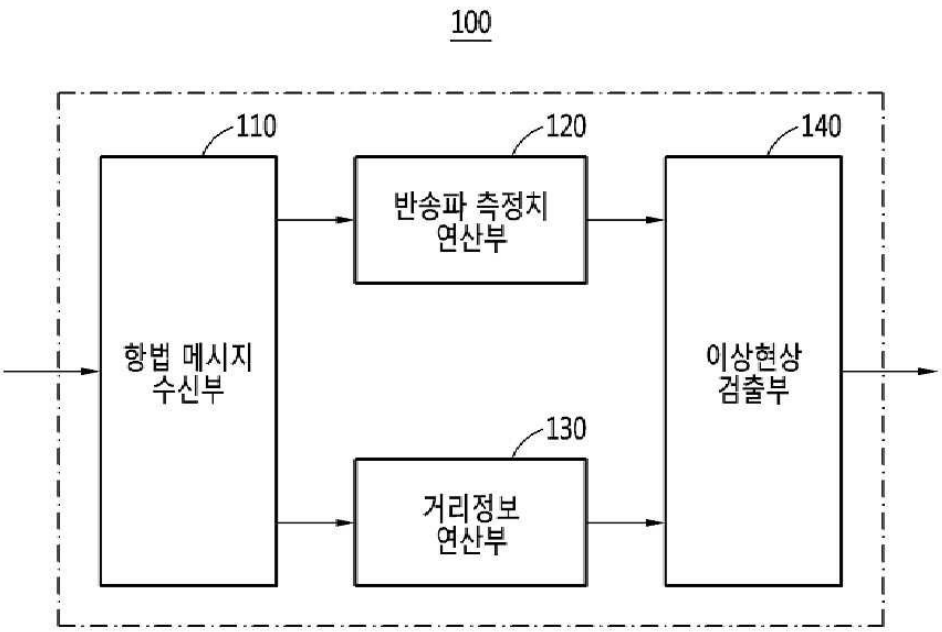
[0141] 100: 이상현상 검출장치 110: 항법 메시지 수신부

120: 반송파 측정치 연산부 130: 거리정보 연산부

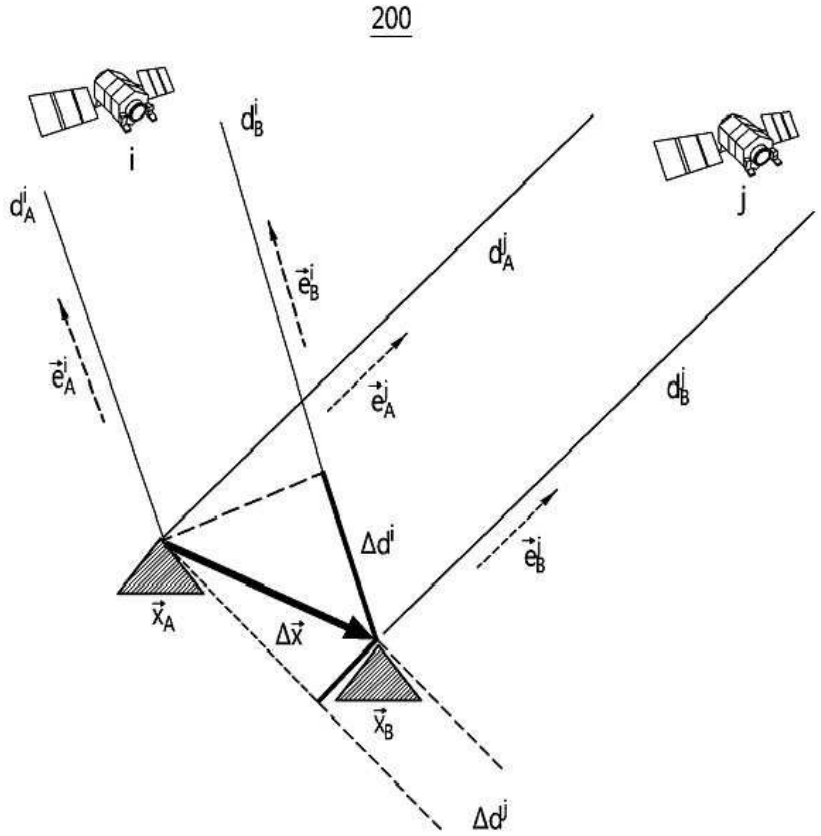
140: 이상현상 검출부

도면

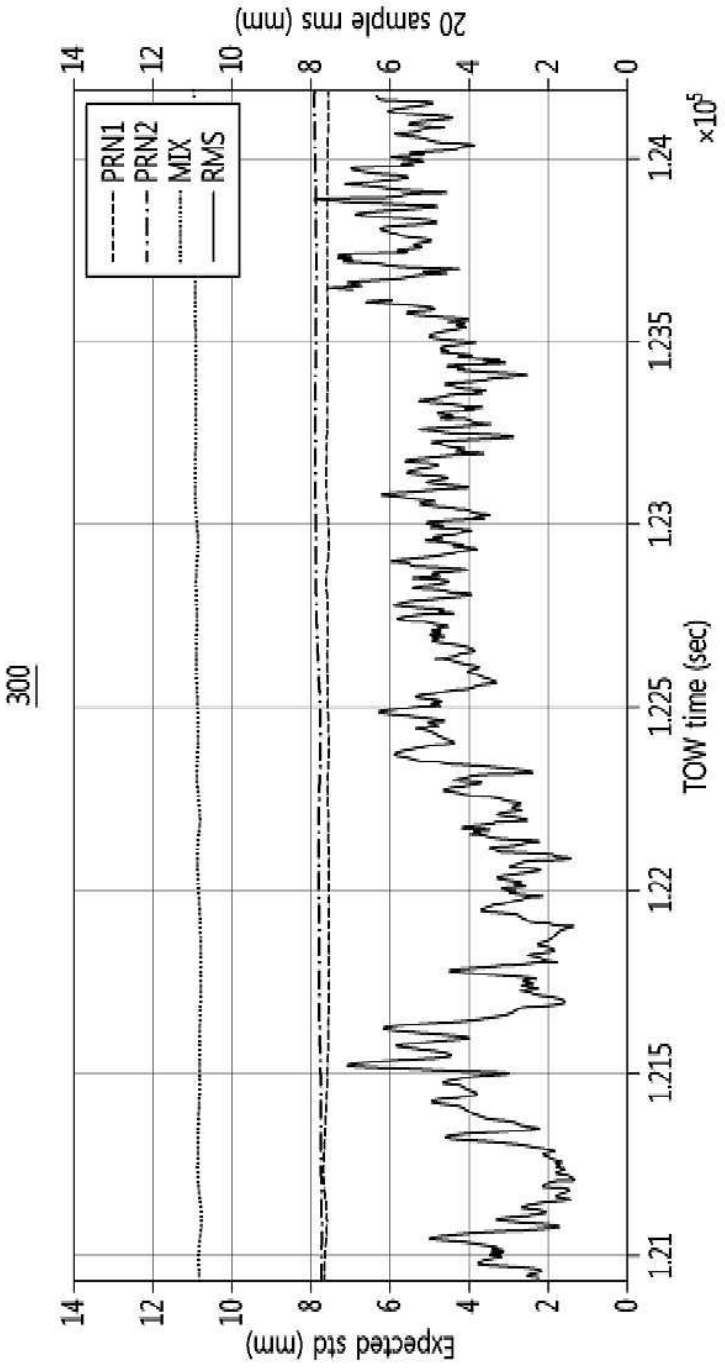
도면1



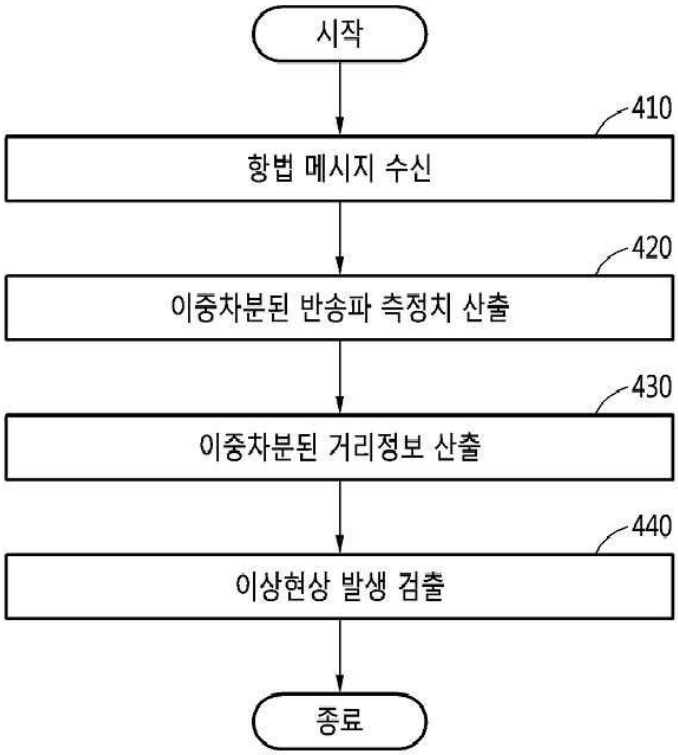
도면2


200
i
j
d_B^i
d_A^i
$\vec{e}_B^i$
$\vec{e}_A^i$
d_A^j
$\vec{e}_A^j$
d_B^j
Δd^i
$\vec{e}_B^j$
$\vec{x}_A$
$\Delta\vec{x}$
$\vec{x}_B$
Δd^j

도면3


300
PRN1
PRN2
MIX
RMS
Expected std (mm)
20 sample rms (mm)
TOW time (sec)
×10^5
0
2
4
6
8
10
12
14
1.21
1.215
1.22
1.225
1.23
1.235
1.24

도면4


시작
410
항법 메시지 수신
420
이중차분된 반송파 측정치 산출
430
이중차분된 거리정보 산출
440
이상현상 발생 검출
종료