



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월25일
(11) 등록번호 10-2026053
(24) 등록일자 2019년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/20 (2010.01) G01S 19/07 (2010.01)
G01S 19/29 (2010.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/20 (2013.01)
G01S 19/07 (2019.08)
(21) 출원번호 10-2019-0041820
(22) 출원일자 2019년04월10일
심사청구일자 2019년04월10일
(30) 우선권주장
1020180172409 2018년12월28일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
W02011061587 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
박병운
서울특별시 강서구 우장산로 92, 104동 702호(화곡동, 우장산롯데아파트)
신동현
서울특별시 광진구 광나루로13길 3-4, 402호(군자동, 윤호리치빌)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 12 항

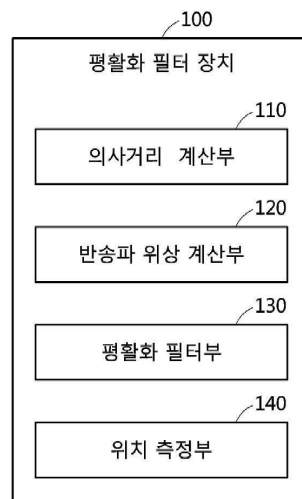
심사관 : 변영석

(54) 발명의 명칭 위성간 단일 차분을 이용한 평활화 필터 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 의사거리 측정치와 반송파 측정치 간의 시계오차가 다른 경우에도 의사거리를 효과적으로 평활화하는 기술에 관한 것으로, 평활화 필터 장치가 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이에 대한 의사 단일 차분(single difference)을 계산하고, 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이에 대한 위상 단일 차분을 계산하며, 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 기술에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01S 19/29 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
EP2570823 A
US7498979 B2
US9829582 B2
EP02570823 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711075702
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기획평가원
연구사업명 대학ICT연구센터지원사업
연구과제명 지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율 1/1
주관기관 세종대학교 산학협력단
연구기간 2018.06.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 의사거리 계산부;

제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산하는 반송파 위상 계산부; 및

상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 평활화 필터부를 포함하고,

상기 평활화 필터부는 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 기초하여 상기 제2 의사거리 측정치와 상기 제2 반송파 위상 측정치 간의 시계오차를 제거하는

평활화 필터 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 의사거리 계산부;

제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산하는 반송파 위상 계산부; 및

상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 평활화 필터부를 포함하고,

상기 평활화 필터부는 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference)과 상기 너비의 역수의 제1 비율을 계산하고, 상기 단일 차분 의사거리 추정치와 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 단일 차분 의사거리 추정치에 상기 계산된 위상 단일 차분과 상기 계산된 위상 단일 차분과 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 위상 단일 차분의 차이가 반영된 값을 계산하고, 상기 반영된 값과 상기 너비의 역수에 대한 상기 너비보다 하나 작은 너비의 제2 비율을 계산하며, 상기 계산된 제1 비율에 상기 계산된 제2 비율을 반영하여 상기 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는

평활화 필터 장치.

청구항 4

제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 의사거리 계산부;

제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산하는 반송파 위상 계산부; 및

상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 평활화 필터부를 포함하고,

상기 제1 의사거리 측정치에 상기 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 제2 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산하고, 상기 계산된 제2 위성에 대한 의사거리 추정치에 기초하여 상기 제2 위성의 위치를 측정하는 위치 측정부를 더 포함하는

평활화 필터 장치.

청구항 5

제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 의사거리 계산부;

제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산하는 반송파 위상 계산부; 및

상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 평활화 필터부를 포함하고,

상기 제2 의사거리 측정치 중 제1 위성과 제2 위성 간 거리의 차이에 상기 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 상기 제2 위성의 위치를 측정하는 위치 측정부를 더 포함하는

평활화 필터 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 의사거리 계산부는 제1 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 상기 제1 의사거리 측정치를 계산하고, 제2 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 상기 제2 의사거리 측정치를 계산하는

평활화 필터 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 의사거리 계산부는 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 거리 차이에 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성 시계 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 사용자 시계 차이를 반영하며, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성궤도 오차 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 전리층 오차 차이를 반영하며, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 대류층 오차 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 측정치 잡음 차이를 반영하여 상기 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는

평활화 필터 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 반송파 위상 계산부는 제1 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 상기 제1 반송파 위상 측정치를 계산하고, 제2 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 상기 제2 반송파 위상 측정치를 계산하는

평활화 필터 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 반송파 위상 계산부는 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 거리 차이에 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성 시계 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 사용자 시계 차이를 반영하며, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성 시계 차이를 더 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성궤도 오차 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 전리층 오차 차이를 반영하며, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 대류층 오차 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 측정치 잡음 차이를 반영하여

상기 위상 단일 차분을 계산하는

평활화 필터 장치.

청구항 10

의사거리 계산부에서, 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이에 대한 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 단계;

반송파 위상 계산부에서, 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이에 대한 위상 단일 차분을 계산하는 단계; 및

평활화 필터부에서, 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계를 포함하고,

상기 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계는

상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 기초하여 상기 제2 의사거리 측정치와 상기 제2 반송파 위상 측정치 간의 시계오차를 제거하는 단계를 포함하는

평활화 필터 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

의사거리 계산부에서, 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이에 대한 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 단계;

반송파 위상 계산부에서, 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이에 대한 위상 단일 차분을 계산하는 단계; 및

평활화 필터부에서, 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계를 포함하고,

상기 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계는

상기 계산된 의사 단일 차분(single difference)과 상기 너비의 역수의 제1 비율을 계산하는 단계;

상기 단일 차분 의사거리 추정치와 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 단일 차분 의사거리 추정치에 상기 계산된 위상 단일 차분과 상기 계산된 위상 단일 차분과 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 위상 단일 차분의 차이가 반영된 값을 계산하는 단계;

상기 반영된 값과 상기 너비의 역수에 대한 상기 너비보다 하나 작은 너비의 제2 비율을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 제1 비율에 상기 계산된 제2 비율을 반영하여 상기 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계를 포함하는

평활화 필터 방법.

청구항 13

의사거리 계산부에서, 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이에 대한 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 단계;

반송파 위상 계산부에서, 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이에 대한 위상 단일 차분을 계산하는 단계; 및

평활화 필터부에서, 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계를 포함하고,

위치 측정부에서, 상기 제1 의사거리 측정치에 상기 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 제2 위성에

대한 의사거리 추정치를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 제2 위성에 대한 의사거리 추정치에 기초하여 상기 제2 위성의 위치를 측정하는 단계를 더 포함하는

평활화 필터 방법.

청구항 14

의사거리 계산부에서, 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이에 대한 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 단계;

반송파 위상 계산부에서, 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이에 대한 위상 단일 차분을 계산하는 단계; 및

평활화 필터부에서, 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계를 포함하고,

위치 측정부에서, 상기 제2 의사거리 측정치 중 제1 위성과 제2 위성 간 거리의 차이에 상기 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 상기 제2 위성의 위치를 측정하는 단계를 더 포함하는

평활화 필터 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 위성간 단일 차분을 이용하여 의사거리를 평활화(smoothing)하는 기술에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 의사거리 측정치와 반송파 측정치 간의 시계오차가 다른 경우에도 의사거리를 효과적으로 평활화하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 위성항법 시스템은 우주공간에 배치된 다수의 항법위성이 송신하는 신호를 지상에 위치하는 수신기가 수신하여, 위치와 시간을 계산할 수 있는 전파 항법 시스템을 포함한다.

[0003] 수신기가 위성으로부터 신호를 수신하고 트래킹(tracking)할 경우, 수신기는 상관 프로세스를 이용하여 코드 신호를 변조하고, 수신기와 위성 사이의 거리를 의미하는 의사거리를 계산할 수 있다.

[0004] 의사거리는 다양한 원인으로 오차를 포함하고 있고, 수신기는 복수의 위성으로부터 획득한 의사거리들을 결합하여 위성의 위치, 속도 및 시간을 결정할 수 있다.

[0005] 일반적으로, 이러한 의사거리는 위성항법 의사거리 측정치로 표현되며, 평활화 필터에 반송파 위상 측정치와 함께 적용되어, 측정치의 품질이 개선될 수 있다.

[0006] 위성항법 의사거리 측정치와 반송파 위상 측정치는 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차와 측정치 잡음을 고려하여 계산될 수 있다.

[0007] 한편, 반송파 위상 측정치는 의사거리 측정치와 달리 전리층 오차의 앞섬 현상이 존재하고, 사이클 슬립(cycle slip)이 일어나지 않는 미지정수도 고려할 수 있다.

[0008] 일반적으로, 반송파 측정치의 잡음이 코드 측정치의 잡음보다 훨씬 작고, 측정치 시간 차분을 통해 미지정수항의 영향이 제거될 수 있다.

[0009] 한편, 심각한 전리층 발산을 가정하지 않는 경우, 해치 필터(hatch filter)로 지칭되는 필터링 방정식은 하기 수학적 식 1과 같을 수 있다.

[0011] [수학적 식 1]

$$\tilde{\rho}^i(t) = \frac{1}{K} \rho^i(t) + \frac{K-1}{K} \{ \tilde{\rho}^i(t-1) + (\Phi^i(t) - \Phi^i(t-1)) \}$$

[0012]

[0014] 수학식 1에 따르면, $\tilde{\rho}^i(t)$ 는 의사거리 추정치를 나타낼 수 있고, K 는 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비(width)를 나타낼 수 있으며, $\rho^i(t)$ 는 의사거리 측정치를 나타낼 수 있고, $\phi^i(t)$ 는 반송파 위상 측정치를 나타낼 수 있으며, t 는 측정 시간을 나타낼 수 있다.

[0015] 수학식 1에서 의사거리 측정치와 반송파 위상 측정치 간에 시계오차가 일치하는 경우, 의사거리 추정치는 계산될 수 있으나, 의사거리 측정치와 반송파 위상 측정치의 트래킹 시점이 다른 경우, 계산된 의사거리 추정치는 유효하지 않을 수 도 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0016] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0000806호, "다중 경로 환경의 위성 신호 트래킹 장치"
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1607082호, "차분 위성 항법의 서비스 영역 확장을 위한 전리층 지연오차 보상 시스템 및 방법"
- (특허문헌 0003) 한국공개특허 제10-2018-0092791호, "글로벌 항법 위성 시스템 수신기에서 위치-속도 솔루션을 개선하기 위한 장치 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 의사거리 측정치와 반송파 위상 측정치 간의 시계오차가 다른 경우에도 효과적으로 평활화하는 것을 목적으로 한다.
- [0018] 본 발명은 위성간 단일 차분을 통하여 시계오차 항을 제거하고, 제거된 단일 차분 측정치를 필터링함으로써 측정치 시계오차의 차이가 누적되지 않도록 의사거리 추정치를 계산하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 본 발명은 위성간 단일 차분된 의사거리 측정치를 평활화 방정식에 대입하여 필터링하고, 필터링된 단일 차분 의사거리 추정치에 기초하여 위성 별 의사거리 추정치를 계산하는 것을 목적으로 한다.
- [0020] 본 발명은 위성간 단일 차분된 의사거리 측정치를 평활화 방정식에 대입하여 필터링하고, 필터링된 단일 차분 의사거리 추정치에 기초하여 위성의 위치를 측정하는 것을 목적으로 한다.
- [0021] 본 발명은 불연속적으로 측정된 의사거리 측정치 및 반송파 측정치를 이용하여도 위성의 위치를 정확하게 측정하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0022] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터 장치는 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 의사거리 계산부, 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산하는 반송파 위상 계산부 및 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 평활화 필터부를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 평활화 필터부는 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 기초하여 상기 제2 의사거리 측정치와 상기 제2 반송파 위상 측정치 간의 시계오차를 제거할 수 있다.
- [0024] 상기 평활화 필터부는 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference)과 상기 너비의 역수의 제1 비율을 계산하고, 상기 단일 차분 의사거리 추정치와 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 단일 차분 의사거리 추정치에 상기 계산된 위상 단일 차분과 상기 계산된 위상 단일 차분과 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 위상 단일 차분의 차이가 반영된 값을 계산하고, 상기 반영된 값과 상기 너비의 역수에 대한 상기 너비보다 하나 작은 너비의 제2 비율을 계산하며, 상기 계산된 제1 비율에 상기 계산된 제2 비율을 반영하여 상기 단일 차분 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.

- [0025] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터 장치는 상기 제1 의사거리 측정치에 상기 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 제2 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산하고, 상기 계산된 제2 위성에 대한 의사거리 추정치에 기초하여 상기 제2 위성의 위치를 측정하는 위치 측정부를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터 장치는 상기 제2 의사거리 측정치 중 제1 위성과 제2 위성 간 거리의 차이에 상기 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 상기 제2 위성의 위치를 측정하는 위치 측정부를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 의사거리 계산부는 제1 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 상기 제1 의사거리 측정치를 계산하고, 제2 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 상기 제2 의사거리 측정치를 계산할 수 있다.
- [0028] 상기 의사거리 계산부는 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 거리 차이에 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성 시계 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 사용자 시계 차이를 반영하며, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성궤도 오차 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 전리층 오차 차이를 반영하며, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 대류층 오차 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 측정치 잡음 차이를 반영하여 상기 의사 단일 차분(single difference)을 계산할 수 있다.
- [0029] 상기 반송파 위상 계산부는 제1 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 상기 제1 반송파 위상 측정치를 계산하고, 제2 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 상기 제2 반송파 위상 측정치를 계산할 수 있다.
- [0030] 상기 반송파 위상 계산부는 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 거리 차이에 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성 시계 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 사용자 시계 차이를 반영하며, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성 시계 차이를 더 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 위성궤도 오차 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 전리층 오차 차이를 반영하며, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 대류층 오차 차이를 반영하고, 상기 제1 위성과 상기 제2 위성 간의 측정치 잡음 차이를 반영하여 상기 위상 단일 차분을 계산할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터 방법은 의사거리 계산부에서, 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이에 대한 의사 단일 차분(single difference)을 계산하는 단계, 반송파 위상 계산부에서, 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이에 대한 위상 단일 차분을 계산하는 단계 및 평활화 필터부에서, 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계는 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference) 및 상기 계산된 위상 단일 차분에 기초하여 상기 제2 의사거리 측정치와 상기 제2 반송파 위상 측정치 간의 시계오차를 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계는 상기 평활화 필터부는 상기 계산된 의사 단일 차분(single difference)과 상기 너비의 역수의 제1 비율을 계산하는 단계, 상기 단일 차분 의사거리 추정치와 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 단일 차분 의사거리 추정치에 상기 계산된 위상 단일 차분과 상기 계산된 위상 단일 차분과 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 위상 단일 차분의 차이가 반영된 값을 계산하는 단계, 상기 반영된 값과 상기 너비의 역수에 대한 상기 너비보다 하나 작은 너비의 제2 비율을 계산하는 단계 및 상기 계산된 제1 비율에 상기 계산된 제2 비율을 반영하여 상기 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터 방법은 위치 측정부에서, 상기 제1 의사거리 측정치에 상기 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 제2 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산하는 단계 및 상기 계산된 제2 위성에 대한 의사거리 추정치에 기초하여 상기 제2 위성의 위치를 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터 방법은 위치 측정부에서, 상기 제2 의사거리 측정치 중 제1 위성과 제2 위성 간 거리의 차이에 상기 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 상기 제2 위성의 위치를 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명은 의사거리 측정치와 반송파 위상 측정치 간의 시계오차가 다른 경우에도 효과적으로 평활화할 수 있다.
- [0037] 본 발명은 위성간 단일 차분을 통하여 시계오차 항을 제거하고, 제거된 단일 차분 측정치를 필터링함으로써 측정치 시계오차의 차이가 누적되지 않도록 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.
- [0038] 본 발명은 위성간 단일 차분된 의사거리 측정치를 평활화 방정식에 대입하여 필터링하고, 필터링된 단일 차분 의사거리 추정치에 기초하여 위성 별 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.
- [0039] 본 발명은 위성간 단일 차분된 의사거리 측정치를 평활화 방정식에 대입하여 필터링하고, 필터링된 단일 차분 의사거리 추정치에 기초하여 위성의 위치를 측정할 수 있다.
- [0040] 본 발명은 불연속적으로 측정된 의사거리 측정치 및 반송파 측정치를 이용하여도 위성의 위치를 정확하게 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 2 및 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 장치의 위치 측정 결과를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 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.
- [0043] 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.
- [0044] 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.
- [0045] 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.
- [0046] 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.
- [0047] 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.

- [0048] 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.
- [0050] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 장치를 설명하는 도면이다.
- [0051] 구체적으로, 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 장치의 구성 요소를 예시한다.
- [0052] 도 1을 참고 하면, 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 장치(100)는 의사거리 계산부(110), 반송파 위상 계산부(120) 및 평활화 필터부(130)를 포함할 수 있다.
- [0053] 일례로, 의사거리 계산부(110)는 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분(single difference)을 계산할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 일실시예에 따르면 의사거리 계산부(110)는 제1 위성으로부터 수신된 정보에 기초하여 제1 의사거리 측정치를 계산하고, 제2 위성으로부터 수신된 정보에 기초하여 제2 의사거리 측정치를 계산할 수 있다.
- [0055] 예를 들어, 제1 위성은 기준 위성을 나타낼 수 있고, 제2 위성은 측정 대상 위성을 나타낼 수 있다.
- [0056] 또한, 의사거리 계산부(110)는 제2 의사거리 측정치로부터 제1 의사거리 측정치를 차감한 값을 의사 단일 차분으로 계산할 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 단일 차분은 위성으로부터 관측된 GPS(Global Positioning System) 관측값에 포함된 위성파 수신기의 시계오차를 줄이도록 한 수신기가 두 위성을 추적하여 수신기의 시계오차를 제거하는데 이용될 수 있다.
- [0058] 본 발명의 일실시예에 따르면 의사거리 계산부(110)는 제1 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 제1 의사거리 측정치를 계산할 수 있다.
- [0059] 또한, 의사거리 계산부(110)는 제2 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 제2 의사거리 측정치를 계산할 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 의사거리 계산부(110)는 하기 수학식 2에 기초하여 제1 의사거리 측정치 및 제2 의사거리 측정치를 계산할 수 있고, 수학식 2는 위성 i에 대한 의사거리 측정치를 예시하여 설명한다.
- [0062] [수학식 2]
- [0063]
$$\rho^i(t) = d^i(t) - b^i(t) + \delta R^i(t) + B_\rho(t) + I^i(t) + T^i(t) + \epsilon_\rho^i(t)$$
- [0065] 수학식 2에서, ρ 는 의사거리 측정치를 나타낼 수 있고, i는 위성을 나타낼 수 있으며, t는 시간을 나타낼 수 있고, d는 거리를 나타낼 수 있고, b는 위성 시계를 나타낼 수 있으며, δR 은 위성궤도 오차를 나타낼 수 있고, B_ρ 는 사용자 시계오차를 나타낼 수 있으며, I는 전리층 오차를 나타낼 수 있고, T는 대류층 오차를 나타낼 수 있으며, ϵ 는 측정치 잡음을 나타낼 수 있다.
- [0066] 본 발명의 일실시예에 따르면 의사거리 계산부(110)는 하기 수학식 3을 이용하여 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분(single difference)을 계산할 수 있다.
- [0068] [수학식 3]
- [0069]
$$\begin{aligned} {}^i\nabla^{ref}\rho(t) &= \rho^i(t) - \rho^{ref}(t) \\ &= {}^i\nabla^{ref}d(t) - {}^i\nabla^{ref}b(t) + {}^i\nabla^{ref}\delta R(t) + {}^i\nabla^{ref}I(t) + {}^i\nabla^{ref}T(t) + {}^i\nabla^{ref}\epsilon_\rho(t) \end{aligned}$$
- [0071] 수학식 3에서, ${}^i\nabla^{ref}\rho(t)$ 는 t 시간에서 위성(i)와 위성(ref) 사이의 의사 단일 차분을 나타낼 수 있고, $\rho^i(t)$ 는 시간(t)에서 위성(i)의 의사거리 측정치를 나타낼 수 있으며, $\rho^{ref}(t)$ 는 시간(t)에서 위성(ref)의 의사거리 측정치를 나타낼 수 있다.
- [0072] 일례로, 의사거리 계산부(110)는 제1 위성과 제2 위성 간의 거리 차이에 제1 위성파와 제2 위성파 간의 위성 시계 차이를 반영하고, 제1 위성파와 제2 위성파 간의 사용자 시계 차이를 반영하며, 제1 위성파와 제2 위성파 간의 위성궤도 오차 차이를 반영하고, 제1 위성파와 제2 위성파 간의 전리층 오차 차이를 반영하며, 제1 위성파와 제2 위성파 간의 대

류층 오차 차이를 반영하고, 제1 위성과 제2 위성 간의 측정치 잡음 차이를 반영하여 의사 단일 차분(single difference)을 계산할 수 있다.

[0073] 본 발명의 일실시예에 따르면 반송파 위상 계산부(120)는 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산할 수 있다.

[0074] 본 발명의 일실시예에 따르면 반송파 위상 계산부(120)는 제1 위성으로부터 수신된 정보에 기초하여 제1 반송파 위상 측정치를 계산하고, 제2 위성으로부터 수신된 정보에 기초하여 제2 반송파 위상 측정치를 계산할 수 있다.

[0075] 예를 들어, 제1 위성은 기준 위성을 나타낼 수 있고, 제2 위성은 측정 대상 위성을 나타낼 수 있다.

[0076] 또한, 반송파 위상 계산부(120)는 제2 반송파 위상 측정치로부터 제1 반송파 위상 측정치를 차감한 값을 위상 단일 차분으로 계산할 수 있다.

[0077] 본 발명의 일실시예에 따르면 반송파 위상 계산부(120)는 제1 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성 궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 제1 반송파 위상 측정치를 계산할 수 있다.

[0078] 또한, 반송파 위상 계산부(120)는 제2 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성 궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 제2 반송파 위상 측정치를 계산할 수 있다.

[0079] 예를 들어, 반송파 위상 계산부(120)는 하기 수학적 식 4에 기초하여 제1 반송파 위상 측정치 및 제2 반송파 위상 측정치를 계산할 수 있고, 수학적 식 4는 위성 i 에 대한 반송파 위상 측정치를 예시하여 설명한다.

[0080] 본 발명의 일실시예에 따르면 반송파 위상 계산부(120)는 제1 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성 궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 제1 반송파 위상 측정치를 계산할 수 있다.

[0081] 또한, 반송파 위상 계산부(120)는 제2 위성에 대한 거리, 위성 시계, 사용자 시계, 위성 궤도 오차, 전리층 오차, 대류층 오차, 측정치 잡음 중 적어도 하나를 측정하여 제2 반송파 위상 측정치를 계산할 수 있다.

[0083] [수학적 식 4]

$$\Phi^i(t) = d^i(t) - b^i(t) + \delta R^i(t) + B_{\Phi}(t) - I^i(t) + T^i(t) + \epsilon_{\Phi}^i(t) + N^i\lambda$$

[0086] 수학적 식 4에서, Φ 는 반송파 위상 측정치를 나타낼 수 있고, i 는 위성을 나타낼 수 있으며, t 는 시간을 나타낼 수 있고, d 는 거리를 나타낼 수 있고, b 는 위성 시계를 나타낼 수 있으며, δR 은 위성 궤도 오차를 나타낼 수 있고, $B_{\Phi}(t)$ 는 사용자 시계오차를 나타낼 수 있으며, I 는 전리층 오차를 나타낼 수 있고, T 는 대류층 오차를 나타낼 수 있으며, ϵ 는 측정치 잡음을 나타낼 수 있고, $N\lambda$ 는 사이클 슬립(cycle slip)이 일어나지 않은 미지정 수를 나타낼 수 있다.

[0087] 본 발명의 일실시예에 따르면 반송파 위상 계산부(120)는 하기 수학적 식 5를 이용하여 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산할 수 있다.

[0089] [수학적 식 5]

$$\begin{aligned} {}^{i\nabla ref}\Phi(t) &= \Phi^i(t) - \Phi^{ref}(t) \\ &= {}^{i\nabla ref}d(t) - {}^{i\nabla ref}b(t) + {}^{i\nabla ref}\delta R(t) - {}^{i\nabla ref}I(t) + {}^{i\nabla ref}T(t) + {}^{i\nabla ref}N\lambda + {}^{i\nabla ref}\epsilon_{\Phi}(t) \end{aligned}$$

[0092] 수학적 식 5에서, ${}^{i\nabla ref}\Phi(t)$ 는 t 시간에서 위성(i)과 위성(ref) 사이의 위상 단일 차분을 나타낼 수 있고, $\Phi^i(t)$ 는 시간(t)에서 위성(i)의 반송파 위상 측정치를 나타낼 수 있으며, $\Phi^{ref}(t)$ 는 시간(t)에서 위성(ref)의 반송파 위상 측정치를 나타낼 수 있다.

[0093] 일례로, 반송파 위상 계산부(120)는 제1 위성과 제2 위성 간의 거리 차이에 제1 위성과 제2 위성 간의 위성 시계 차이를 반영하고, 제1 위성과 제2 위성 간의 사용자 시계 차이를 반영하며, 제1 위성과 제2 위성 간의 위성 시계 차이를 더 반영하고, 제1 위성과 제2 위성 간의 위성 궤도 오차 차이를 반영하고, 제1 위성과 제2 위성 간의 전리층 오차 차이를 반영하며, 제1 위성과 제2 위성 간의 대류층 오차 차이를 반영하고, 제1 위성과 제2 위성 간의 측정치 잡음 차이를 반영하여 위상 단일 차분을 계산할 수 있다.

[0094] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터부(130)는 의사 단일 차분 및 위상 단일 차분에 평활화 윈도우(smoothing window)의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.

[0095] 일례로, 평활화 필터부(130)는 의사 단일 차분 및 위상 단일 차분에 기초하여 제2 의사거리 측정치와 제2 반송파 위상 측정치 간의 시계오차를 제거할 수 있다.

[0096] 따라서, 본 발명은 의사거리 측정치와 반송파 위상 측정치 간의 시계오차가 다른 경우에도 효과적으로 평활화할 수 있다.

[0097] 또한, 본 발명은 위성간 단일 차분을 통하여 시계오차 항을 제거하고, 제거된 단일 차분 측정치를 필터링함으로써 측정치 시계오차의 차이가 누적되지 않도록 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.

[0098] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터부(130)는 하기 수학적 식 6에 기초하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.

[0100] [수학적 식 6]

$$i\nabla^{ref}\tilde{\rho}(t) = \frac{1}{K} i\nabla^{ref}\rho(t) + \frac{K-1}{K} \{i\nabla^{ref}\tilde{\rho}(t-1) + (i\nabla^{ref}\Phi(t) - i\nabla^{ref}\Phi(t-1))\}$$

[0103] 수학적 식 6에서, $i\nabla^{ref}\rho(t)$ 는 시간(t)에서 단일 차분 의사거리 추정치를 나타낼 수 있고, K는 평활화 윈도우의 너비를 나타낼 수 있으며, $i\nabla^{ref}\rho(t)$ 는 시간(t)에서 의사 단일 차분을 나타낼 수 있고, $i\nabla^{ref}\tilde{\rho}(t-1)$ 는 시간(t)의 이전 시간(t-1)에서 단일 차분 의사거리 추정치를 나타낼 수 있으며, $i\nabla^{ref}\Phi(t)$ 는 시간(t)에서 위상 단일 차분을 나타낼 수 있고, $i\nabla^{ref}\Phi(t-1)$ 는 이전 시간(t-1)에서 위상 단일 차분을 나타낼 수 있다.

[0104] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터부(130)는 의사 단일 차분(single difference)과 너비의 역수의 제1 비율을 계산하고, 단일 차분 의사거리 추정치와 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 단일 차분 의사거리 추정치에 계산된 위상 단일 차분과 위상 단일 차분과 관련된 시간의 이전 시간에 대하여 계산된 위상 단일 차분의 차이가 반영된 값을 계산하고, 반영된 값과 너비의 역수에 대한 너비보다 하나 작은 너비의 제2 비율을 계산하며, 계산된 제1 비율에 계산된 제2 비율을 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.

[0105] 본 발명의 다른 실시예에 따르면 평활화 필터 장치(100)는 위치 측정부(140)를 더 포함할 수 있다.

[0106] 일례로, 위치 측정부(140)는 제1 의사거리 측정치에 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 제2 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산하고, 제2 위성에 대한 의사거리 추정치에 기초하여 제2 위성의 위치를 측정할 수 있다.

[0107] 예를 들어, 위치 측정부(140)는 하기 수학적 식 7에 기초하여 특정 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산할 수 있다. 여기서, 특정 위성은 제2 위성을 나타낼 수 도 있다.

[0109] [수학적 식 7]

$$\tilde{\rho}^i(t) = \rho^{ref}(t) + i\nabla^{ref}\tilde{\rho}(t)$$

[0112] 수학적 식 7에서, $\tilde{\rho}^i(t)$ 는 시간(t)에서 위성(i)의 의사거리 추정치를 나타낼 수 있고, $\rho^{ref}(t)$ 는 시간(t)에서 위성(ref)의 의사거리 측정치를 나타낼 수 있으며, $i\nabla^{ref}\tilde{\rho}(t)$ 는 시간(t)에서 단일 차분 의사거리 추정치를 나타낼 수 있다.

[0113] 따라서, 본 발명은 위성간 단일 차분된 의사거리 측정치를 평활화 방정식에 대입하여 필터링하고, 필터링된 단일 차분 의사거리 추정치에 기초하여 위성 별 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.

[0114] 일례로, 위치측정부(140)는 계산된 제2 위성의 의사거리 추정치를 위성의 위치를 측정하는 하기 수학적 식 8에 이용하여 측위해(\vec{x})를 계산할 수 있다.

[0116] [수학식 8]

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

[0119] 수학식 8에서, \vec{x} 는 측위해를 나타낼 수 있고, H는 사용자로부터 위성(i)까지의 시선 벡터(\vec{e}^i)의 행렬로

$$H = \begin{pmatrix} \vec{e}^1 & -1 \\ \vdots & \vdots \\ \vec{e}^n & -1 \end{pmatrix} \text{와 같이 나타낼 수 있으며, R은 측정치 공분산을 나타낼 수 있고, } \vec{z} \text{는 } z^i(t) \text{로 구성된 벡터로}$$

$$z^i(t) = d^i(t) - \tilde{\rho}^i(t) \text{를 나타낼 수 있다.}$$

[0120] 일례로, 위치 측정부(140)는 제2 의사거리 측정치 중 제1 위성과 제2 위성 간 거리의 차이에 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 제2 위성의 위치를 측정할 수 있다.

[0121] 예를 들어, 위치 측정부(140)는 특정 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산하지 않고, 위성간 차분하여 하기 수학적 식 9에 기초하여 위치해(\vec{P})를 계산할 수 있다.

[0122] 따라서, 본 발명은 위성간 단일 차분된 의사거리 측정치를 평활화 방정식에 대입하여 필터링하고, 필터링된 단일 차분 의사거리 추정치에 기초하여 위성의 위치를 측정할 수 있다.

[0124] [수학식 9]

$${}^i\nabla^{ref} z(t) = {}^i\nabla^{ref} (\vec{R} \cdot \vec{e}) - {}^i\nabla^{ref} \tilde{\rho}(t) = {}^i\nabla^{ref} (\vec{e} \cdot \vec{P} - B_\rho) = {}^i\nabla^{ref} \vec{e} \cdot \vec{P}$$

[0127] 수학식 9에서, ${}^i\nabla^{ref} z(t)$ 는 시간(t)에서 z에 대한 단일 차분을 나타낼 수 있고,

[0128] \vec{R} 은 위성의 위치 벡터를 나타낼 수 있으며, ${}^i\nabla^{ref} \tilde{\rho}(t)$ 는 시간(t)에서 단일 차분 의사거리 추정치를 나타낼 수 있고, \vec{e} 는 시선 벡터를 나타낼 수 있으며, \vec{P} 는 위치해를 나타낼 수 있고, B_ρ 는 사용자 시계오차를 나타낼 수 있는데 위성별로 공통오차이므로 상기 수학적식에서는 단일차분 통하여 제거된다.

[0129] 한편, 위치해는 하기 수학적 식 10과 같이 나타낼 수 있다.

[0130]

[0131] [수학식 10]

$$\vec{P} = (H_\nabla^T R_\nabla^{-1} H_\nabla)^{-1} H_\nabla^T R_\nabla^{-1} \overline{\nabla z}$$

[0134] 수학식 10에서, \vec{P} 는 위치해를 나타낼 수 있고, H^T 는 T까지의 위성(i)의 시선 벡터(\vec{e}^i)의 행렬로

$$H = \begin{pmatrix} \vec{e}^1 & -1 \\ \vdots & \vdots \\ \vec{e}^n & -1 \end{pmatrix}$$

와 같이 나타낼 수 있고, H_∇^T 는 H^T 의 단일 차분을 나타낼 수 있으며, R_∇^{-1} 은 단일 차분의 공분산을 나타낼 수 있고, H_∇ 는 H의 단일 차분을 나타낼 수 있으며, $\overline{\nabla z}$ 는 ${}^i\nabla^{ref} z(t)$ 로 구성된 벡터를 나타낼 수 있고, R_∇ 는 위성간 차분 추정치의 공분산을 나타낼 수 있다.

[0136] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 평활화 필터 방법을 설명하는 도면이다.

[0137] 구체적으로, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 평활화 필터 방법이 단일 차분 의사거리 추정치를 계산하는 절차를 예시한다.

[0138] 도 2를 참고하면, 단계(201)에서 평활화 필터 방법은 의사 단일 차분을 계산한다.

[0139] 즉, 평활화 필터 방법은 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분을 계산할 수 있다.

- [0140] 단계(202)에서 평활화 필터 방법은 위상 단일 차분을 계산한다.
- [0141] 즉, 평활화 필터 방법은 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산할 수 있다.
- [0142] 단계(203)에서 평활화 필터 방법은 단일 차분 의사거리 추정치를 계산한다.
- [0143] 즉, 평활화 필터 방법은 의사 단일 차분 및 위상 단일 차분에 평활화 윈도우의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.
- [0145] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 방법을 설명하는 도면이다.
- [0146] 구체적으로, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 방법이 위성의 위치를 측정하는 절차를 예시한다.
- [0147] 도 3을 참고하면, 단계(301)에서 평활화 필터 방법은 의사 단일 차분을 계산한다.
- [0148] 즉, 평활화 필터 방법은 제1 의사거리 측정치와 제2 의사거리 측정치의 차이와 관련된 의사 단일 차분을 계산할 수 있다.
- [0149] 단계(302)에서 평활화 필터 방법은 위상 단일 차분을 계산한다.
- [0150] 즉, 평활화 필터 방법은 제1 반송파 위상 측정치와 제2 반송파 위상 측정치의 차이와 관련된 위상 단일 차분을 계산할 수 있다.
- [0151] 단계(303)에서 평활화 필터 방법은 단일 차분 의사거리 추정치를 계산한다.
- [0152] 즉, 평활화 필터 방법은 의사 단일 차분 및 위상 단일 차분에 평활화 윈도우의 너비를 각각 반영하여 단일 차분 의사거리 추정치를 계산할 수 있다.
- [0153] 단계(304)에서 평활화 필터 방법은 특정 위성에 대한 의사거리 추정치의 계산 여부를 판단한다.
- [0154] 즉, 평활화 필터 방법은 특정 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산할 경우, 단계(305)로 진행하고, 특정 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산하지 않을 경우, 단계(306)로 진행할 수 있다.
- [0155] 단계(305)에서 평활화 필터 방법은 특정 위성에 대한 의사거리 추정치를 이용하여 위치를 측정할 수 있다.
- [0156] 즉, 평활화 필터 방법은 제1 의사거리 측정치에 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 제2 위성에 대한 의사거리 추정치를 계산하고, 제2 위성에 대한 의사거리 추정치에 기초하여 제2 위성의 위치를 측정할 수 있다.
- [0157] 단계(306)에서 평활화 필터 방법은 단일 차분 의사거리 추정치를 이용하여 위치를 측정할 수 있다.
- [0158] 즉, 평활화 필터 방법은 제2 의사거리 측정치 중 제1 위성과 제2 위성 간 거리의 차이에 계산된 단일 차분 의사거리 추정치를 반영하여 제2 위성의 위치를 측정할 수 있다.
- [0159] 예를 들어, 제1 위성은 기준 위성을 나타낼 수 있고, 제2 위성은 특정 위성을 나타낼 수 있다. 여기서, 특정 위성은 위치 측정 대상 위성을 나타낼 수 도 있다.
- [0161] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 장치의 위치 측정 결과를 설명하는 도면이다.
- [0162] 구체적으로, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 장치가 측정한 위치를 좌표상에 표시한 그래프를 예시한다.
- [0163] 도 4를 참고하면, 평활화 필터 장치는 지속적인 트래킹(tracking)으로 인한 전력 소모량을 줄이기 위하여 듀티 사이클(duty cycle)이라는 개념을 적용하므로, 반송파 측정치가 불연속적일 수 있다.
- [0164] 따라서, 평활화 필터 장치는 위성간의 단일차분에 대해 평활화 기법을 적용하여 위성의 위치를 측정할 수 있다.
- [0165] 본 발명의 일실시예에 따른 평활화 필터 장치는 지점(400)에 대비하여 집중도 있는 지점(410)에 대해 위치 측정 데이터를 누적하여 표시할 수 있다.
- [0166] 지점(400)은 일부 구간에서 과대 오차를 발생하는데 반하여, 지점(410)은 단일차분이 적용되어 영점 근처에서 가우시안(Gaussian) 분포를 나타낼 수 있다.
- [0167] 따라서, 본 발명은 불연속적으로 측정된 의사거리 측정치 및 반송파 측정치를 이용하여도 위성의 위치를 정확하게 측정할 수 있다.

[0169] 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, FPA(field programmable 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 상기 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.

[0170] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0171] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0172] 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.

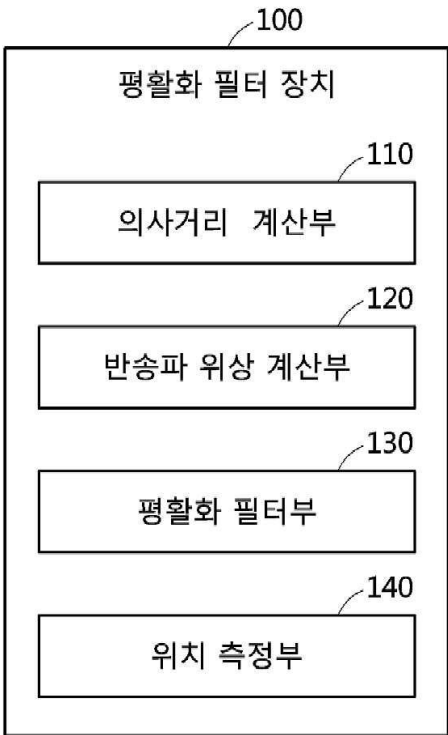
[0173] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

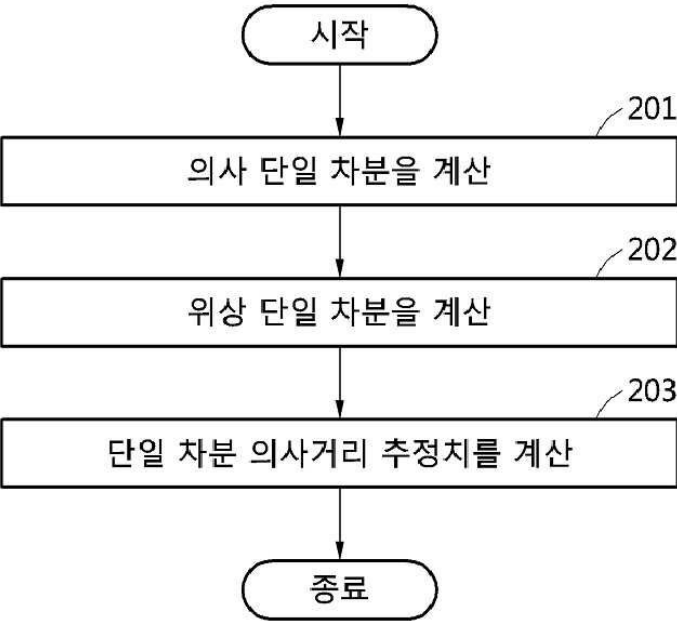
[0174] 100: 평활화 필터 장치 110: 의사거리 계산부
120: 반송파 위상 계산부 130: 평활화 필터부
140: 위치 측정부

도면

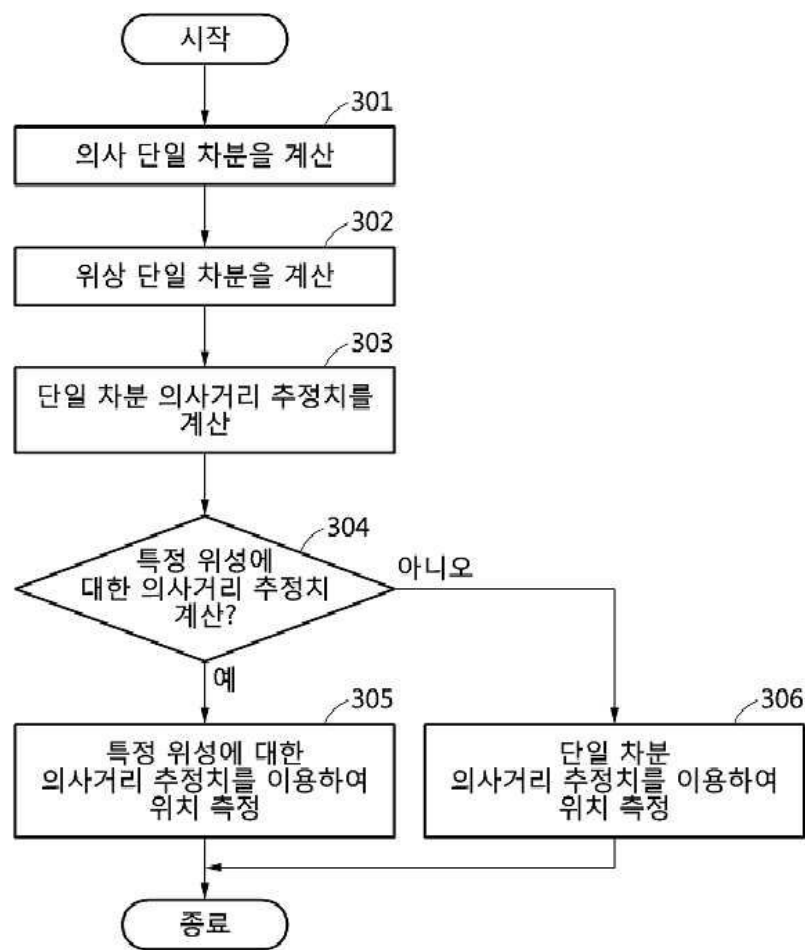
도면1



도면2



도면3



도면4

