



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0110337
(43) 공개일자 2018년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 19/07 (2010.01)

(52) CPC특허분류

G01S 19/07 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0039686

(22) 출원일자 2017년03월29일

심사청구일자 2017년03월29일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

박병운

서울특별시 양천구 목동중앙로13길 2, 1001호(목동, 효원빌라트)

임철순

경기도 부천시 오정구 고강로56번길 15, 101동 302호(원종동, 보강에버그린빌라)

(74) 대리인

김연권

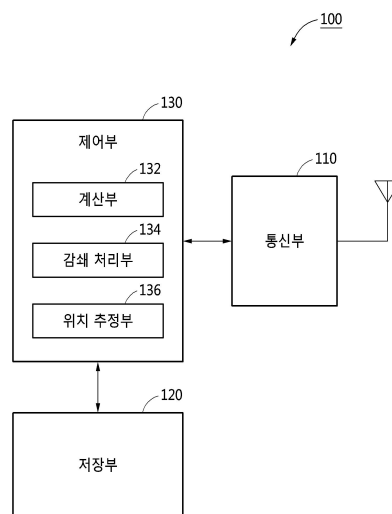
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 전리층 보정 정보를 이용하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄하는 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 위성기반 보정 시스템의 전리층 보정 정보를 이용하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄하는 장치 및 방법을 개시한다. 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 계산부 및 상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 이용하여 평활화 필터(smoothing filter)의 전리층 오차를 감쇄하는 감쇄 처리부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1C1A1A02037779

부처명 미래창조부

연구관리전문기관 미래창조부 - 한국연구재단

연구사업명 신진 연구자 사업

연구과제명 항체간 충돌 방지를 위한 이동기준국 기반 위성항법 상대측위 연구

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2015.07.01 ~ 2018.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 계산부; 및

상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 이용하여 평활화 필터(smoothing filter)의 전리층 오차를 감쇄하는 감쇄 처리부를 포함하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 계산부는,

위성기반 보정 시스템(satellite-based augmentation system, SBAS) 정보에 포함된 수직 지연(vertical delay) 정보 및 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 계산하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 계산부는,

제1 시점(epoch)에서의 제1 수직 지연(vertical delay) 정보와 제1 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 산출되는 제1 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)에서 제2 시점(epoch)에서의 제2 수직 지연(vertical delay) 정보와 제2 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 계산되는 제2 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 차분하여 상기 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 수직 지연(vertical delay) 정보는 상기 제1 수직 지연(vertical delay) 정보 및 상기 제2 수직 지연(vertical delay) 정보를 포함하고,

상기 경사 함수(obliquity factor) 정보는 상기 제1 경사 함수(obliquity factor) 정보 및 상기 제2 경사 함수(obliquity factor) 정보를 포함하며,

상기 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)는 상기 제1 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay) 및 상기 제2 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 포함하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 계산부는,

상기 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay) 및 샘플링 시간에 결합하여 상기 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 감쇄 처리부는,

상기 평활화 필터(smoothing filter)의 평활화 윈도우 폭(smoothing window width), 의사 거리(pseudo range), 반송파 위상(carrier phase) 및 상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)에 기초하여 상기 의사 거리(pseudo range)의 잡음을 감쇄하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 계산부는,

경사 함수(obliquity factor) 정보, 수신-측(receiver-sided error variance) 오차 분산, 및 양자화 오차 분산(quantization error variance)에 대한 라운드 함수(round function)를 적용하여 상기 평활화 윈도우 폭(smoothing window width)에 대한 평활화 상수(constant)를 계산하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 잡음이 감쇄된 의사 거리(pseudo range)에 기초하여 위치를 추정하는 위치 추정부를 더 포함하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 계산부는,

GNSS(global navigation satellite system) 항법 메시지의 파라미터(parameter)를 전리층 지연 보정 모델에 적용하여 수직 지연(vertical delay) 정보를 계산하고, 상기 계산된 수직 지연(vertical delay)정보 및 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 계산함으로써 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치.

청구항 10

계산부에서, 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 단계; 및

감쇄 처리부에서, 상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 이용하여 평활화 필터(smoothing filter)의 전리층 오차를 감쇄하는 단계를 포함하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 단계는,

상기 계산부에서, 위성기반 보정 시스템(satellite-based augmentation system, SBAS) 정보에 포함된 수직 지연(vertical delay) 정보 및 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 계산하는 단계를 포함하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 단계는,

상기 계산부에서, 제1 시점(epoch)에서의 제1 수직 지연(vertical delay) 정보와 제1 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 산출되는 제1 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)에서 제2 시점(epoch)에서의 제2 수직 지연(vertical delay) 정보와 제2 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 계산되는 제2 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 차분하여 상기 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 단계를 포함하는

평활화 필터에서 전리층 오차를 감쇄하는 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 평활화 필터(smoothing filter)의 전리층 오차를 감쇄하는 단계는,

상기 감쇄 처리부에서, 상기 평활화 필터(smoothing filter)의 평활화 윈도우 폭(smoothing window width), 의사 거리(pseudo range), 반송파 위상(carrier phase) 및 상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)에 기초하여 상기 의사 거리(pseudo range)의 잡음을 감쇄하는 단계를 더 포함하는

평활화 필터에서 전리층 오차를 감쇄하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 의사 거리(pseudo range)의 잡음을 감쇄하는 단계는,

상기 계산부에서, 경사 함수(obliquity factor) 정보, 수신-측 오차 분산(receiver-sided error variance), 및 양자화 오차 분산(quantization error variance)에 대하여 라운드(round) 함수를 적용함으로써 상기 평활화 윈도우 폭(smoothing window width)에 대한 평활화 상수(constant)를 계산하는 단계를 더 포함하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 단계는,

GNSS 항법 메시지의 파라미터(parameter)를 전리층 지연 보정 모델에 적용하여 수직 지연(vertical delay) 정보를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 수직 지연(vertical delay)정보 및 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 계산함으로써 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 단계를 포함하는

평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 평활화 필터를 통하여 전리층 오차를 감쇄하기 위한 기술적 사상에 관한 것으로, 구체적으로는 GNSS(Global Navigation Satellite System) 항법 메시지, 위성기반 보정 시스템의 전리층 보정 정보 또는 외부에서 입력된 전리층 보정 정보를 이용하여 평활화 필터에서 전리층 오차를 감쇄하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적인 위성항법 시스템은 우주공간에 배치된 다수의 항법위성이 송신하는 신호를 지상에 위치하는 사용자 수신기가 수신하여, 자신의 위치와 시간을 계산할 수 있는 전파 항법 시스템을 포함한다. 사용자 수신기는 단일 주파수 수신기 및 이중 주파수 수신기를 포함할 수 있다.

[0004] 다만, 위성항법 시스템은, 저앙각(low-lying evaluation angle) 위성 또는 전리층 활동이 활발한 지역 또는 시간에서 발산의 정도가 커져 위치 오차를 가중시키는 단점이 있다.

[0005] 즉, 위성항법 시스템은 코드(code)와 반송파(carrier) 간의 서로 반대인 전파 특성으로 인하여 전리층 오차에 의한 발산(divergence)이 발생할 수 있다는 단점이 있다.

[0006] 위성항법 시스템은 단일주파수(Single Frequency, SF) 위성항법 수신기에서 해치 필터(hatch filter)를 포함하는 평활화(smoothing) 필터를 이용하여 위성항법 코드 측정치의 잡음을 효과적으로 제거할 수 있다.

[0007] 특히, 이를 보완하기 위해서 이중 주파수 측정치를 이용하여 전리층 오차를 상쇄시키는 비발산 평활화 필터(divergence-free hatch filter)가 사용될 수 있다.

[0008] 그러나, 이중 주파수 측정치를 제공하는 수신기는 고가이므로 일반적인 저가 수신기에는 적용이 불가능하다는 단점이 있다. 여기서, 이중 주파수 측정치를 제공하는 수신기는 고가형 이중주파수 수신기를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 단일 주파수 측정치를 제공하는 수신기는 전리층 발산에 기초하여 스무딩 필터에서 평활화 횟수가 제한되어 노이즈를 모두 제거하지 못하는 단점이 있다. 여기서, 단일 주파수 측정치를 제공하는 수신기는 저가형 단일 주파수 수신기를 포함될 수 있다.

[0010] 상술한 단점들을 보완하기 위하여 저가형 단일주파수 수신기에서 위성기반보정시스템(satellite-based augmentation system, SBAS)의 전리층 보정 정보, GNSS 위성 항법 메시지 및 외부로부터 입력되는 전리층 오차에 기초하여 전리층 오차를 감소함으로써, 위치 추정 정확도를 향상시킬 수 있는 기술이 제안될 필요성이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 일본공개특허 제2016-99353호, "정지위성형 보정 시스템(SBAS)격차점 전리층 수직 지연량 오차(GIVE) 정보를 사용해서 지상형 보정 시스템(GBAS)을 위해서 전리층 오차를 완화하는 방법"
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제1607082호, "차분 위성 항법의 서비스 영역 확장을 위한 전리층 지연오차 보상 시스템 및 방법"
- (특허문헌 0003) 한국등록특허 제1633392호, "우주기상 예보 시스템을 활용한 GNSS 보정시스템 실시간 전리층 위협모델 적용 방법 및 시스템"

비특허문헌

- [0013] (비특허문헌 0001) Park, B.; Kee, C. Optimal Hatch filter with a flexible smoothing width, Proceedings of the IONGNSS 2005, Long Beach, CA, United States of America, 2005, pp. 592-602.
- (비특허문헌 0002) Park, B., Sohn, K. and Kee, C. (2008) 'Optimal Hatch Filter with an Adaptive Smoothing Window Width', Journal of Navigation, 61(3), pp. 435-454. doi: 10.1017/S0373463308004694.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 GNSS(Global Navigation Satellite System) 항법 메시지 및 위성기반 보정 시스템(satellite-based augmentation system, SBAS) 또는 외부에서 입력되는 전리층 보정 정보를 이용하여 평활화 필터에서 전리층 오차를 감쇄하기 위한 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0015] 또한, 본 발명은 위성기반 보정 시스템의 정보에 포함된 수직 지연(vertical delay) 정보 및 경사 함수(obliquity factor) 정보를 이용하여 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0016] 또한, 본 발명은 전리층 오차 변화율을 이용하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0017] 또한, 본 발명은 위성기반 보정 시스템의 전리층 보정 정보에 기초하여 계산된 제1 전리층 경사 딜레이 및 제2 전리층 경사 딜레이를 이용하여 전리층 오차 변화율을 계산하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0018] 또한, 본 발명은 전리층 경사 딜레이 및 샘플링 시간을 결합하여 전리층 오차 변화율을 계산하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0019] 또한, 본 발명은 코드와 반송파에서의 전리층 오차의 영향을 감소하기 위하여 전리층 오차 변화율을 계산하여 평활화 필터의 발산을 방지하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0020] 또한, 본 발명은 위성기반 보정 시스템의 정보에 기초하여 코드와 반송파에서의 전리층 오차를 감쇄함으로써 위치 추정 정확도를 향상시키기 위한 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0021] 또한, 본 발명은 GNSS 항법 메시지를 이용하여 전리층 오차 변화율을 계산함으로써 평활화 필터의 발산을 방지하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0023] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 계산부, 및 상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error

variance)을 이용하여 평활화 필터(smoothing filter)의 전리층 오차를 감쇄하는 감쇄 처리부를 포함할 수 있다.

- [0024] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 위성기반 보정 시스템(satellite-based augmentation system, SBAS) 정보에 포함된 수직 지연(vertical delay) 정보 및 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 계산할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 제1 시점(epoch)에서의 제1 수직 지연(vertical delay) 정보와 제1 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 산출되는 제1 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)에서 제2 시점(epoch)에서의 제2 수직 지연(vertical delay) 정보와 제2 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 계산되는 제2 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 차분하여 상기 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일실시예에 따르면 상기 수직 지연(vertical delay) 정보는 상기 제1 수직 지연(vertical delay) 정보 및 상기 제2 수직 지연(vertical delay) 정보를 포함하고, 상기 경사 함수(obliquity factor) 정보는 상기 제1 경사 함수(obliquity factor) 정보 및 상기 제2 경사 함수(obliquity factor) 정보를 포함하며, 상기 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)는 상기 제1 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay) 및 상기 제2 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 상기 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay) 및 샘플링 시간에 결합하여 상기 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 상기 평활화 필터(smoothing filter)의 평활화 윈도우 폭(smoothing window width), 의사 거리(pseudo range), 반송파 위상(carrier phase) 및 상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)에 기초하여 상기 의사 거리(pseudo range)의 잡음을 감쇄하는 감쇄 처리부를 더 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 상기 경사 함수(obliquity factor) 정보, 수신-측(receiver-sided error variance) 오차 분산, 및 양자화 오차 분산(quantization error variance)에 대한 라운드 함수(round function)를 적용하여 상기 평활화 윈도우 폭(smoothing window width)에 대한 평활화 상수(constant)를 계산할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 상기 잡음이 감쇄된 의사 거리(pseudo range)에 기초하여 위치를 추정하는 위치 추정부를 더 포함할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 GNSS(global navigation satellite system) 항법 메시지의 파라미터(parameter)를 전리층 지연 보정 모델에 적용하여 수직 지연(vertical delay) 정보를 계산하고, 상기 계산된 수직 지연(vertical delay)정보 및 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 계산함으로써 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)를 계산할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법은 계산부에서, 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 단계, 및 감쇄 처리부에서, 상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 이용하여 평활화 필터(smoothing filter)의 전리층 오차를 감쇄하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법은 상기 계산부에서, 위성기반 보정 시스템(satellite-based augmentation system, SBAS) 정보에 포함된 수직 지연(vertical delay) 정보 및 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법은 상기 계산부에서, 제1 시점(epoch)에서의 제1 수직 지연(vertical delay) 정보와 제1 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 산출되는 제1 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)에서 제2 시점(epoch)에서의 제2 수직 지연(vertical delay) 정보와 제2 경사 함수(obliquity factor) 정보에 기초하여 계산되는 제2 전리층 경사 딜레이(ionospheric slant delay)를 차분하여 상기 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산하는 단계

를 포함할 수 있다.

[0035] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법은 감쇄 처리부에서, 상기 평활화 필터(smoothing filter)의 평활화 윈도우 폭(smoothing window width), 의사 거리(pseudo range), 반송파 위상(carrier phase) 및 상기 계산된 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance) 중 적어도 하나 이상에 기초하여 상기 의사 거리(pseudo range)의 잡음을 감쇄하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0036] 본 발명의 일실시예에 따르면 평활화 필터에서의 전리층 오차를 감쇄하는 방법은 상기 계산부에서, 상기 경사 함수(obliquity factor) 정보, 수신-측 오차 분산(receiver-sided error variance), 및 양자화 오차 분산(quantization error variance)에 대하여 라운드(round) 함수를 적용함으로써 상기 평활화 윈도우 폭(smoothing window width)에 대한 평활화 상수(constant)를 계산하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0038] 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 위성기반 보정 시스템의 전리층 보정 정보를 이용하여 기존 평활화 필터(conventional smoothing filter)의 전리층 오차를 감쇄할 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 수직 전리층 지연 오차와 경사함수를 이용하여 전리층 오차 변화율을 추정하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄할 수 있다.

[0040] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 전리층 오차를 감쇄함으로써 전리층 오차에 의한 발산을 방지할 수 있다.

[0041] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 전리층 오차를 감쇄함으로써 비-발산(divergence free) 평활화 필터를 구현할 수 있다.

[0042] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 저장각 위성 또는 전리층 활동이 활발한 지역 또는 시간에서의 평활화 필터의 발산을 방지함으로써 위치 추정의 정확도 감소를 방지할 수 있다.

[0043] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 전리층 오차 변화율을 평활화 필터에 적용하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄함으로써 이중 주파수 측정치를 이용하여 전리층 오차를 상쇄시키는 비 발산 평활화 필터(divergence-free smoothing filter)의 성능을 유사하게 제공할 수 있다.

[0044] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 전리층 지연 오차를 감쇄함으로써 위치 추정의 정밀도, 신뢰성, 가용성 및 무결성을 향상시킬 수 있다.

[0045] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 GNSS 항법 메시지의 파라미터를 전리층 지연 보정 모델에 적용하여 전리층 오차 변화율을 계산할 수 있다.

[0046] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 57cm로부터 37cm로 약 20cm의 수평 오류를 감소시킬 수 있다.

[0047] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 전리층 오차를 감쇄하는 장치는 기존의 평활화 필터에 포함된 해치 필터에 대비하여 약 25%의 성능을 시켜, 단일 주파수 수신기에서 이중 주파수 수신기의 성능을 달성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 장치의 블록도를 도시한다.

도 2 내지 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 방법과 관련된 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.

[0051] 실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0052] 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0053] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0054] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0055] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0056] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.
- [0057] "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.
- [0058] 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.
- [0059] 본 명세서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다.
- [0060] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.
- [0061] 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.
- [0062] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다.
- [0063] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.
- [0065] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 장치의 블록도를 도시한다. 구체적으로, 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 장치의 구성 요소들을 예시한다. 이하 사용되는 '부', '기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0066] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 장치(100)는 제어부(130)를 포함할 수 있다.
- [0067] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(130)는 계산부(132) 및 감쇄 처리부(134)를 포함할 수 있다.
- [0068] 제어부(130)는 프로세서, 중앙처리장치, 어플리케이션 프로세서, 또는 커뮤니케이션 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0069] 일례로, 제어부(130)는 전리층 오차 감쇄 장치(100)의 적어도 하나의 다른 구성요소들의 제어 및/또는 통신에 관한 연산이나 데이터 처리를 실행할 수 있다.
- [0070] 일실시예에 따르면, 제어부(130)는 운영 체제 또는 응용 프로그램을 구동하여 제어부(130)에 연결된 다수의 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소들을 제어할 수 있고, 각종 데이터 처리 및 연산을 수행할 수 있다.
- [0071] 일례로, 제어부(130)는 SOC(system on chip)로 구현될 수 있다. 제어부(130)는 다른 구성요소들(예: 비휘발성 메모리) 중 적어도 하나로부터 수신된 명령 또는 데이터를 휘발성 메모리에 로드하여 처리하고, 결과 데이터를 비휘발성 메모리에 저장할 수 있다.

[0072] 본 발명의 일실시예에 따른 계산부(132)는 위성기반 보정 시스템(satellite-based augmentation system, SBAS) 정보에 포함된 수직 지연(vertical delay) 정보와 경사 함수(obliquity factor) 정보를 이용하여 전리층 오차 변화율(ionosphere error variance)을 계산할 수 있다.

[0073] 또한, 계산부(132)는 수직 지연 정보 및 경사 함수 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이를 계산할 수 있다.

[0074] 또한, 계산부(132)는 수학식 1에 기초하여 전리층 경사 딜레이를 계산할 수 있다. 수학식 1은 하기와 같다.

[0076] [수학식 1]

[0077]
$$I_s(k) = I_v(k) \cdot F_{pp}(El)$$

[0079] 수학식 1에 따르면, k는 임의의 수를 나타낼 수 있고, I_s 는 전리층 경사 딜레이를 나타낼 수 있으며, $I_s(k)$ 는 k 시점에서 전리층 경사 딜레이를 나타낼 수 있고, I_v 는 수직 지연 딜레이를 나타낼 수 있으며, $I_v(k)$ 는 k시점에서 수직 지연 딜레이를 나타낼 수 있고, El은 사용자 위치로부터의 위성의 고도각(elevation angle)을 나타낼 수 있으며, $F_{pp}(El)$ 은 경사 함수를 나타낼 수 있다.

[0080] 여기서, 경사 함수는 아래의 수학식 2에 기초하여 계산될 수 있다. 수학식 2는 하기와 같다.

[0082] [수학식 2]

[0083]
$$F_{pp}(El) = \left[1 - \left(\frac{R_e \cos(El)}{R_e + h} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}$$

[0084]

[0085] 수학식 2에 따르면, $F_{pp}(El)$ 는 경사 함수를 나타낼 수 있고, R_e 는 지구의 반지름의 근사치를 나타낼 수 있으며, h는 최대 전자 밀도의 높이를 나타낼 수 있고, El은 사용자 위치로부터의 위성의 고도각(evaluation angle)을 나타낼 수 있다.

[0086] 본 발명의 일실시예에 따르면 계산부(132)는 제1 시점에서 제1 수직 지연 정보와 제1 경사 함수 정보에 기초하여 산출되는 제1 전리층 경사 딜레이에서 제2 시점에서의 제2 수직 지연 정보와 제2 경사 함수 정보에 기초하여 계산되는 제2 전리층 경사 딜레이를 차분하여 전리층 오차 변화율을 계산할 수 있다.

[0087] 즉, 계산부(132)는 수학식 1에 기초하여 제1 전리층 경사 딜레이와 제2 전리층 경사 딜레이를 계산하고, 계산된 제1 전리층 경사 딜레이에서 계산된 제2 전리층 경사 딜레이를 제외함으로써, 전리층 오차 변화율을 계산할 수 있다.

[0088] 또한, 수직 지연 정보는 제1 수직 지연 정보 및 제2 수직 지연 정보를 포함할 수 있고, 경사 함수 정보는 제1 경사 함수 정보 및 제2 경사 함수 정보를 포함할 수 있으며, 전리층 경사 딜레이는 제1 전리층 경사 딜레이 및 제2 전리층 경사 딜레이를 포함할 수 있다.

[0089] 또한, 계산부(132)는 전리층 경사 딜레이에 샘플링 시간에 결합하여 전리층 오차 변화율을 계산할 수 있다. 예를 들어, 샘플링 시간은 수직 지연 정보를 시간에 대하여 차분화하여 결정된 시간을 포함할 수 있다.

[0090] 또한, 계산부(132)는 경사 함수 정보, 수신-측 오차 분산(receiver-sided error variance), 및 양자화 오차 분산(quantization error variance)에 대하여 라운드 함수를 적용함으로써 평활화 윈도우 폭(smoothing window width)에 대한 평활화 상수(smoothing constant)를 계산할 수 있다. 예를 들어, 평활화 필터는 헤치 필터를 포함할 수 있다.

[0091] 즉, 계산부(132)는 수학식 3에 기초하여 평활화 윈도우 폭에 대한 평활화 상수를 계산할 수 있다. 수학식 3은 하기와 같다.

[0093] [수학식 3]

$$K = \text{round} \left(\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{36\sigma_{\rho(k)}^2}{F_{pp}(El) \cdot q_{Iv}}} \right)$$

[0096] 수학식 3에 따르면, K는 평활화 윈도우 폭에 대한 평활화 상수를 나타낼 수 있고, $\sigma_{\rho(k)}^2$ 는 수신-측 오차 분산을 나타낼 수 있으며, q_{Iv} 는 양자화 오차 분산을 나타낼 수 있고, $F_{pp}(El)$ 은 경사 함수를 나타낼 수 있다.

[0097] 본 발명의 일실시예에 따르면 계산부(132)는 GNSS 항법 메시지의 파라미터를 전리층 지연 보정 모델에 적용하여 수직 지연 정보를 계산할 수 있다.

[0098] 일례로, 계산부(132)는 GNSS 항법 메시지의 파라미터를 이용하여 계산된 수직 지연 정보와 경사 함수 정보에 기초하여 전리층 경사 딜레이를 계산하여 전리층 오차 변화율을 계산할 수 있다.

[0099] 예를 들어, 전리층 지연 보정 모델은 Klobuchar 모델 및 NeQuick 모델 등을 포함할 수 있다.

[0100] 본 발명의 일실시예에 따르면 감쇄 처리부(134)는 수직 지연 정보와 경사 함수 정보를 이용하여 계산된 전리층 오차 변화율을 이용하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄할 수 있다.

[0101] 즉, 감쇄 처리부(134)는 수직 지연 정보와 경사 함수 정보를 이용하여 계산된 전리층 오차 변화율을 수학식 4에 기초하여 이용함으로써 단일-주파수 수신기에서 비-발산 평활화 필터를 구현할 수 있다. 수학식 4는 하기와 같다.

[0103] [수학식 4]

$$\hat{\rho}_{SF-divfree}(k) = \frac{K-1}{K} [\hat{\rho}_{SF-divfree}(k-1) + \{\Delta\phi(k) + 2\Delta I_s(k)\}] + \frac{1}{K} \rho_k(k)$$

[0106] 수학식 4에 따르면, $\hat{\rho}_{SF-divfree}(k)$ 는 k시점에서 단일-주파수 수신기에서의 비-발산 평활화 필터에 대한 상수를 나타낼 수 있고, k는 k시점을 나타낼 수 있으며, K는 평활화 윈도우 폭에 대한 평활화 상수를 나타낼 수 있고, $\Delta\phi(k)$ 는 k시점에서 반송파 위상의 변화를 나타낼 수 있으며, $\Delta I_s(k)$ 는 k시점에서 전리층 오차 변화율을 나타낼 수 있고, $\rho_k(k)$ 는 k시점에서 의사 거리를 나타낼 수 있다.

[0107] 또한, 감쇄 처리부(134)는 평활화 필터의 평활화 윈도우 폭, 의사 거리, 반송파 위상, 및 전리층 오차 변화율 중 적어도 하나 이상에 기초하여 의사 거리의 잡음을 감쇄할 수 있다.

[0108] 또한, 감쇄 처리부(134)는 전리층 오차 변화율을 이용하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄함으로써 평활화 필터에서의 발산을 무효화할 수 있다.

[0109] 본 발명의 다른 실시예에 따르면 제어부(130)는 위치 추정부(138)을 더 포함할 수 있다.

[0110] 위치 추정부(138)는 감쇄 처리부(134)에서 전리층 오차 및 잡음이 제거된 의사 거리에 기초하여 단일-주파수 수신기의 위치를 추정할 수 있다. 즉, 위치 추정부(138)는 비-발산 평활화 필터를 통하여 잡음이 감쇄된 신호에 기초하여 단일-주파수 수신기의 위치를 추정할 수 있다.

[0111] 본 발명의 다른 실시예에 따르면 전리층 오차 감쇄 장치(100)는 통신부(110) 및 저장부(120)를 더 포함할 수 있다.

- [0112] 통신부(110)는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저 대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행할 수 있다.
- [0113] 일례로, 데이터 송신 시, 통신부(110)는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다.
- [0114] 또한, 데이터 수신 시, 통신부(110)는 기저 대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다.
- [0115] 또한, 통신부(110)는 기저 대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향 변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저 대역 신호로 하향 변환한다.
- [0116] 일실시예에 따르면, 통신부(110)는 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서(mixer), 오실레이터(oscillator), DAC(digital to analog convertor), ADC(analog to digital convertor) 등을 포함할 수 있다.
- [0117] 또한, 통신부(110)는 서로 다른 주파수 대역의 신호들을 처리하기 위해 서로 다른 통신 모듈들을 포함할 수 있다.
- [0118] 일례로, 서로 다른 통신 규격들은 블루투스 저 에너지(bluetooth low energy, BLE), Wi-Fi(Wireless Fidelity), WiGig(WiFi Gigabyte), 셀룰러 네트워크(예: LTE(Long Term Evolution) 등을 포함할 수 있다.
- [0119] 또한, 서로 다른 주파수 대역들은 극고단파(super high frequency, SHF)(예: 2.5GHz, 5GHz) 대역, mm파(millimeter wave)(예: 60GHz) 대역을 포함할 수 있다.
- [0120] 통신부(110)는 수신부(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0121] 수신부는 GNSS(global navigation satellite system) 위성들로부터 위성기반 보정 시스템 정보를 수신할 수 있다.
- [0122] 일례로, 수신부는 GNSS 위성들로부터 의사 잡음 부호 신호를 수신할 수 있다. 여기서, 의사 잡음 부호 신호는 위성기반 보정 시스템 정보를 포함할 수 있다. 또한, 의사 잡음 부호 신호는 L1 신호를 포함할 수 있다.
- [0123] 일실시예에 따르면, 수신부는 GNSS 위성들로부터 위성기반 보정 시스템 정보에 대하여 메시지 타입의 정보를 수신할 수 있다. 예를 들어, 수직 딜레이 정보는 L1 신호에 기초하여 변경될 수 있다.
- [0124] 저장부(120)는 휘발성 및/또는 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 저장부(120)는 전리층 오차 감쇄 장치(100)의 적어도 하나의 다른 구성요소에 관련된 명령 또는 데이터를 저장할 수 있다.
- [0125] 저장부(120)는 소프트웨어 및/또는 프로그램을 저장할 수 있다. 예를 들면, 프로그램은 커널, 미들웨어, 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스 및/또는 어플리케이션 프로그램 등을 포함할 수 있다.
- [0126] 커널, 미들웨어 또는 API(application interface)의 적어도 일부는, 운영 시스템으로 지칭될 수 있다.
- [0127] 예를 들면, 커널은 다른 프로그램들(예: 미들웨어, API, 또는 어플리케이션 프로그램)에 구현된 동작 또는 기능을 실행하는데 사용되는 시스템 리소스들(버스, 프로세서, 또는 메모리)을 제어 또는 관리할 수 있다.
- [0128] 또한, 커널은 미들웨어, API, 또는 어플리케이션 프로그램에서 전리층 오차 감쇄 장치(100)의 개별 구성요소에 접근함으로써, 시스템 리소스들을 제어 또는 관리할 수 있는 인터페이스를 제공할 수 있다.
- [0129] 또한, 저장부(120)는 GNSS 위성들로부터 수신된 위성기반 보정 시스템 정보를 저장할 수 있다.
- [0130] 일례로, 제어부(130)는 전리층 오차 감쇄 장치(100)가 이하 도 2, 도 3, 도 4 등에 도시된 절차들을 수행하도록 제어할 수 있다.
- [0131] 본 발명의 다른 실시예에 따르면 제어부(130)는 외부 보정국으로부터 외부 보정국에서 계산된 전리층 오차를 수신하여, 수신된 전리층 오차에 기초하여 전리층 오차 변화율을 결정하고, 결정된 전리층 오차 변화율에 기초하여 전리층 오차를 감쇄할 수 있다.
- [0133] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 방법과 관련된 흐름도를 도시한다.
- [0134] 구체적으로, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 방법이 전리층 오차 변화율을 계산하고, 계산된 전리층 오차 변화율을 평활화 필터에 적용하여 평활화 필터에서 발생될 수 있는 전리층 오차를 감쇄하는 절차를 예시한다.
- [0135] 도 2를 참고하면, 단계(201)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 전리층 오차 변화율을 계산한다. 즉, 전리층 오차 감

쇄 방법은 위성기반 보정 시스템 정보에 포함된 수직 지연 정보와 경사 함수 정보를 이용하여 전리층 오차 변화율을 계산할 수 있다. 여기서, 전리층 오차 변화율은 수직 지연 정보와 경사 함수 정보에 기초하여 계산된 전리층 경사 딜레이들의 차이를 포함할 수 있다.

- [0136] 단계(203)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄한다. 즉, 전리층 오차 감쇄 방법은 단계(201)에서 계산된 전리층 오차 변화율을 이용하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄하고, 전리층 오차를 감쇄함에 따라 평활화 필터의 발산을 방지할 수 있다.
- [0138] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 방법과 관련된 흐름도를 도시한다.
- [0139] 구체적으로, 도 3은 전리층 오차 감쇄 방법이 전리층 오차 변화율을 계산하는 절차를 예시한다.
- [0140] 도 3을 참고하면, 단계(301)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 제1 시점에서 제1 전리층 경사 딜레이를 계산한다. 일실시예에 따르면 전리층 오차 감쇄 방법은 하나의 시점에서 주파수를 측정하고, 또 다른 시점에서 주파수를 측정하여 전리층 오차를 추정할 수 있다.
- [0141] 단계(303)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 제2 시점에서 제2 전리층 경사 딜레이를 계산한다. 즉, 전리층 오차 감쇄 방법은 감쇄 대상인 전리층 오차를 정확히 파악하기 위하여, 서로 다른 시간인 제1 시점과 제2 시점에서 각각 제1 전리층 경사 딜레이 및 제2 전리층 경사 딜레이를 계산한다.
- [0142] 단계(305)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 제1 전리층 경사 딜레이에서 제2 전리층 경사 딜레이를 차분하여 전리층 오차 변화율을 계산한다. 즉, 전리층 오차 감쇄 방법은 제1 전리층 경사 딜레이와 제2 전리층 경사 딜레이 간의 차이를 계산한다. 다시 말해, 전리층 오차 감쇄 방법은 제1 시점의 제1 전리층 경사 딜레이와 제2 시점의 제2 전리층 경사 딜레이 간에 차이를 계산하여 전리층 오차 변화율을 계산할 수 있다.
- [0144] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 전리층 오차 감쇄 방법과 관련된 흐름도를 도시한다.
- [0145] 구체적으로, 도 4는 전리층 오차 감쇄 방법이 전리층 오차 변화율을 이용하여 평활화 필터의 전리층 오차를 감쇄한 후, 의사 거리에 기초하여 단일-주파수 수신기의 위치를 추정하는 절차를 예시한다.
- [0146] 도 4를 참고하면, 단계(401)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 전리층 오차 감쇄 장치 내의 위성기반 보정 시스템(satellite-based augmentation system, SBAS) 정보의 존재 여부를 판단한다. 전리층 오차 감쇄 방법은 기 설정 시간 이내에 GNSS(global navigation satellite system) 위성으로부터 수신된 위성기반 보정 시스템 정보의 존재 여부를 판단하고, 기 설정 시간 이내에 수신된 위성기반 보정 시스템 정보가 존재할 경우, 단계(405)로 진행할 수 있으며, 위성기반 보정 시스템 정보가 존재하지 않을 경우, 단계(403)로 진행할 수 있다. 즉, 기 설정된 시간 이내에 위성기반 보정 시스템 정보가 존재할 경우, GNSS위성으로부터 위성기반 보정 시스템 정보를 수신하는 절차를 생략할 수 있다.
- [0147] 단계(403)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 GNSS위성들로부터 위성기반 보정 시스템 정보를 수신한다. 일례로, 오차 감쇄 방법은 GNSS위성들로부터 일정 주기에 기초하여 위성기반 보정 시스템 정보를 수신할 수 있다.
- [0148] 단계(405)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 위성기반 보정 시스템 정보로부터 수직 지연 정보 및 경사 함수 정보를 획득하여 전리층 오차 변화율을 계산한다. 즉, 전리층 오차 감쇄 방법은 위성기반 보정 시스템 정보에 포함된 수직 지연 정보 및 경사 함수 정보를 획득하여 서로 다른 시점들에서 수직 지연 정보에 경사 함수 정보를 곱하여 전리층 경사 딜레이들을 계산하고, 계산된 전리층 경사 딜레이들 간의 차이를 전리층 오차 변화율로 계산할 수 있다.
- [0149] 단계(407)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 평활화 상수를 계산한다. 즉, 전리층 오차 감쇄 방법은 경사 함수 정보, 수신-측(receiver-sided error variance) 오차 분산, 및 양자화 오차 분산에 대한 라운드 함수를 적용하여 상기 평활화 윈도우 폭에 대한 평활화 상수(constant)를 계산할 수 있다.
- [0150] 단계(409)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 전리층 오차 변화율을 이용하여 평활화 필터의 전리층 오차 및 의사 거리의 잡음을 감쇄할 수 있다. 일례로, 전리층 오차 감쇄 방법은 평활화 필터가 의사 거리의 잡음을 감쇄하기 위한 동작을 수행하기 위하여 고려하는 변수에 전리층 오차 변화율을 적용함으로써 평활화 필터의 전리층 오차 및 의사 거리의 잡음을 감쇄할 수 있다.

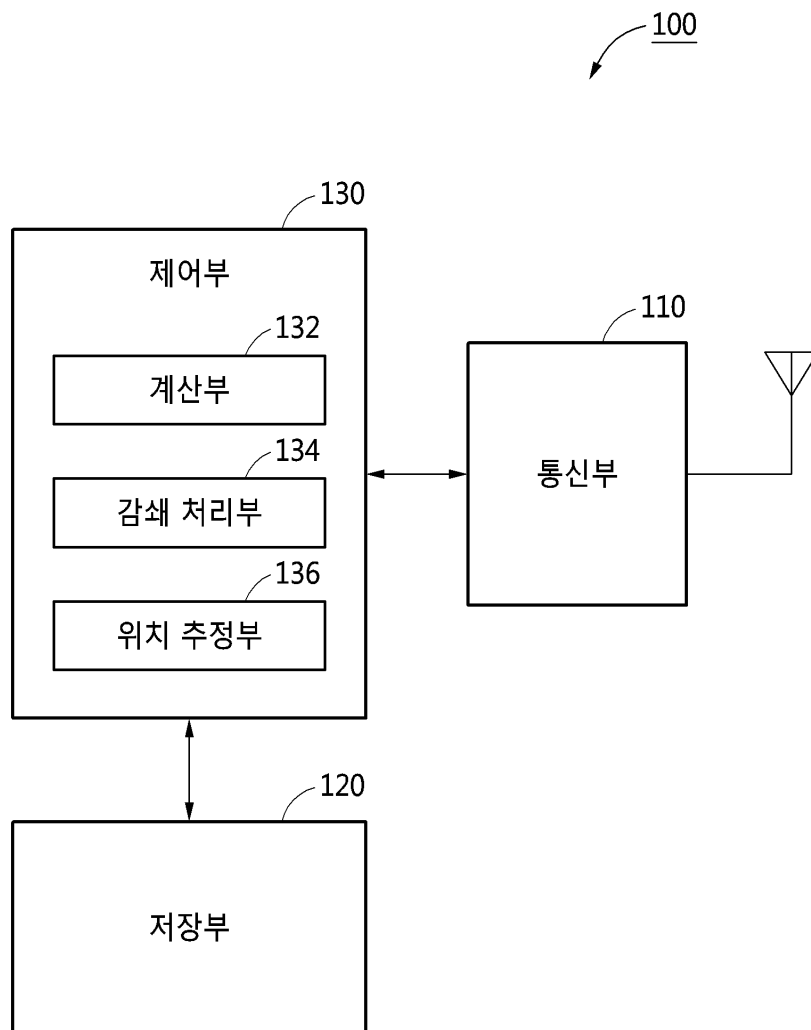
- [0151] 단계(411)에서 전리층 오차 감쇄 방법은 의사 거리에 기초하여 위치를 추정한다. 즉, 전리층 오차 감쇄 방법은 평활화 필터의 발산이 제한된 상태에서 의사 거리의 잡음을 제거함으로써 제공된 의사 거리에 기초하여 단일-주파수 수신기의 위치를 추정할 수 있다.
- [0153] 본 발명의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.
- [0154] 그러한 소프트웨어는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는, 적어도 하나의 프로그램(소프트웨어 모듈), 전자 장치에서 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때 전자 장치가 본 발명의 방법을 실시하게 하는 명령어들(instructions)을 포함하는 적어도 하나의 프로그램을 저장한다.
- [0155] 이러한 소프트웨어는, 휘발성(volatile) 또는 (ROM: Read Only Memory)과 같은 불휘발성(non-volatile) 저장장치의 형태로, 또는 램(RAM: random access memory), 메모리 칩(memory chips), 장치 또는 집적 회로(integrated circuits)와 같은 메모리의 형태로, 또는 콤팩트 디스크 롬(CD-ROM: Compact Disc-ROM), 디지털 다목적 디스크(DVDs: Digital Versatile Discs), 자기 디스크(magnetic disk) 또는 자기 테이프(magnetic tape) 등과 같은 광학 또는 자기적 판독 가능 매체에, 저장될 수 있다.
- [0156] 실시 예들은 본 명세서의 청구항들 중에서 적어도 어느 하나에 청구된 바와 같은 장치 또는 방법을 구현하기 위한 코드를 포함하는 프로그램, 및 그러한 프로그램을 저장하는 기계-판독 가능 저장 매체를 제공할 수 있다.
- [0157] 나아가, 그러한 프로그램들은 유선 또는 무선 연결을 통해 전달되는 통신 신호와 같은 어떠한 매체에 의해 전자적으로 전달될 수 있으며, 실시 예들은 동등한 것을 적절히 포함한다.
- [0158] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다.
- [0159] 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 상술한 실시 예들이 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.
- [0160] 한편 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.
- [0161] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

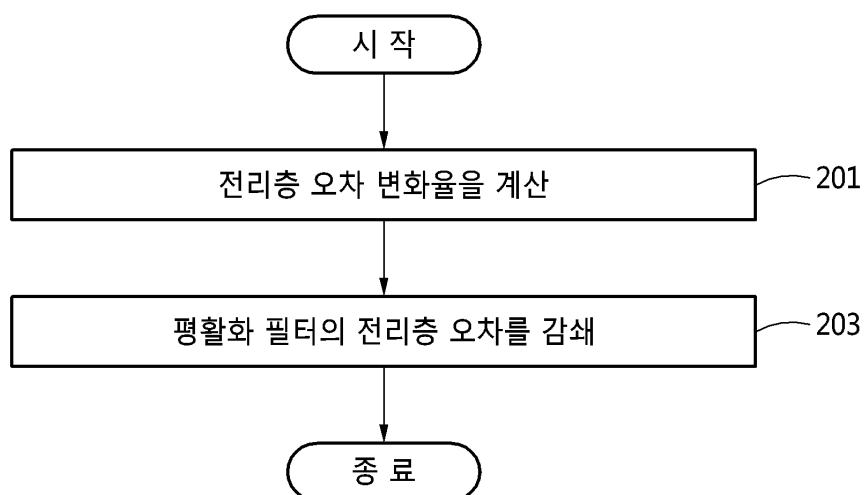
- [0163] 100: 전리층 오차 감쇄 장치 110: 통신부
120: 저장부 130: 제어부
132: 계산부 134: 감쇄 처리부
136: 위치 추정부

도면

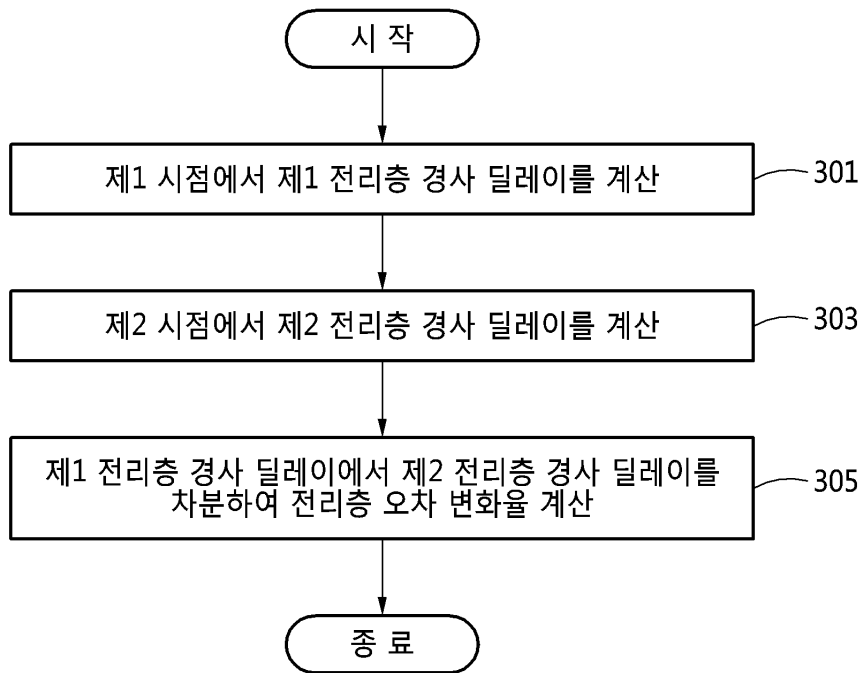
도면1



도면2



도면3



도면4

