



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0018940
(43) 공개일자 2025년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/28 (2010.01) G01S 19/07 (2010.01)
G01S 19/22 (2010.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/28 (2013.01)
G01S 19/071 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2023-0169061
(22) 출원일자 2023년11월29일
심사청구일자 2023년11월29일
(30) 우선권주장
1020230099531 2023년07월31일 대한민국(KR)

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
박병운
서울특별시 양천구 목동서로2길 22, 108동 901호
(목동, 한신청구아파트)
이용준
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17, 316동 260
1호(서현동)
(74) 대리인
김연권

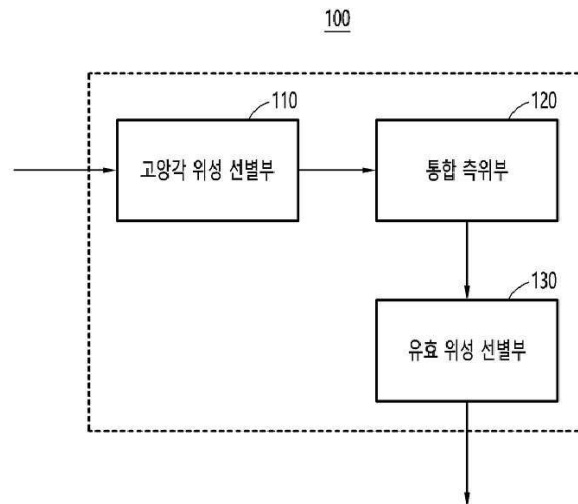
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **고양각 위성 및 고도정보를 이용하는 위성 선별 장치 및 그 방법**

(57) 요약

본 발명은 위성 선별 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 일실시예에 따른 위성 선별 장치는 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 선별하는 고양각 위성 선별부와, 위성항법 측정치 보정정보, GNSS 시각 차이 보정정보 및 고도정보 보정정보 중 적어도 하나의 보정정보와, 고양각 위성의 정보 및 기압계를 통해 도출되는 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 산출하는 통합 측위부 및 통합 측위 결과에 기초하여 적어도 하나의 유효 위성을 선별하고, 유효 위성에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 적어도 하나의 최종 유효 위성을 선별하는 유효 위성 검증부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01S 19/22 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193689
과제번호	2018-0-01423-006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	대학ICT연구센터지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711160411
과제번호	2022M1A3C2074404
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	과학기술혁신인재양성
연구과제명	미래 우주항법 및 위성기술 연구센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2022.04.11 ~ 2026.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 선별하는 고양각 위성 선별부;

위성항법 측정치 보정정보, GNSS 시각 차이 보정정보 및 고도정보 보정정보 중 적어도 하나의 보정정보와, 상기 고양각 위성의 정보 및 기압계를 통해 도출되는 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 산출하는 통합 측위부 및

상기 통합 측위 결과에 기초하여 적어도 하나의 유효 위성을 선별하고, 상기 유효 위성에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 적어도 하나의 최종 유효 위성을 선별하는 유효 위성 검증부를 포함하는 위성 선별 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고양각 위성 선별부는,

상기 복수의 위성 각각의 양각 정보 및 신호 세기 정보(Signal Noise Ratio; SNR)에 기초하여 초기 위성 선별 가중치를 산출하고, 상기 산출된 초기 위성 선별 가중치에 기초하여 상기 고양각 위성을 선별하는

위성 선별 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 통합 측위부는,

기준국 장치로부터 상기 적어도 하나의 보정정보를 수신하는

위성 선별 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 통합 측위부는,

상기 고양각 위성에 기초하는 위치정보를 LLH(latitude-longitude-height) 좌표계의 고도정보로 변환하고, 상기 LLH 좌표계로 변환된 고도정보에 기초하여 상기 통합 측위 결과를 산출하는

위성 선별 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유효 위성 검증부는,

상기 통합 측위 결과에 기초하여 위성 측정치의 예측값과 위성 측정치의 실측값을 도출하고, 상기 위성 측정치의 예측값과 상기 위성 측정치의 실측값을 차분하여 잔차 값을 산출하며, 상기 산출된 잔차 값에 기초하여 상기 유효 위성을 선별하는

위성 선별 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 유효 위성 검증부는,

상기 산출된 잔차 값과 기 설정된 잔차 임계값의 비교 결과에 기초하여 적어도 하나의 제1 유효 위성을 선별하고, 상기 제1 유효 위성의 잔차 값에 따른 공분산 행렬을 산출하며, 상기 공분산 행렬을 이용하여 WSSE(Weighted Square Sum of Error)를 연산하고, 상기 연산된 WSSE에 따른 카이-스퀘어(Chi-Square) 분포에 기초하여 적어도 하나의 제2 유효 위성을 선별하는

위성 선별 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 유효 위성 검증부는,

상기 카이-스퀘어 분포에 따른 오경보율에 기초하여 WSSE 임계값을 도출하고, 상기 연산된 WSSE와 상기 WSSE 임계값의 비교 결과에 기초하여 상기 제2 유효 위성을 선별하는

위성 선별 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 유효 위성 검증부는,

상기 연산된 WSSE가 상기 WSSE 임계값 이상이면, 상기 제1 유효 위성에 대한 위성 재조합 과정을 통해 적어도 하나의 재조합된 제1 유효 위성을 도출하고, 상기 재조합된 제1 유효 위성의 WSSE 재연산 결과에 기초하여 상기 제2 유효 위성을 선별하는

위성 선별 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 유효 위성 검증부는,

상기 산출된 통합 측위 결과와 상기 선별된 유효 위성의 측위 결과의 차이 값을 산출하고, 상기 산출된 차이 값과 기 설정된 위치 임계값의 비교 결과에 기초하여 상기 최종 유효 위성을 선별하는

위성 선별 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 고양각 위성 선별부는,

상기 산출된 차이 값이 상기 위치 임계값 보다 크면, 상기 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 재선별하는

위성 선별 장치.

청구항 11

고양각 위성 선별부에서, 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 선별하는 단계;

통합 측위부에서, 위성항법 측정치 보정정보, GNSS 시각 차이 보정정보 및 고도정보 보정정보 중 적어도 하나의 보정정보와, 상기 고양각 위성의 정보 및 기압계를 통해 도출되는 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 산출하는 단계; 및

유효 위성 검증부에서, 상기 통합 측위 결과에 기초하여 적어도 하나의 유효 위성을 선별하고, 상기 유효 위성

에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 적어도 하나의 최종 유효 위성을 선별하는 단계를 포함하는 위성 선별 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 위성 선별 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고양각 GNSS 정보와 고도정보의 결합을 통해 측위 양호 위성을 선별하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] GNSS(Global Navigation Satellite System) 신호는 도심지와 같은 환경에서 고층 건물들과 같이 신호 수신을 방해하는 장애물들에 의하여 차폐되거나 반사되기 쉽다.

[0003] 건물의 벽과 지면에 의하여 반사된 신호의 수신은 다중경로 오차라는 측정치 거리 오차를 유발하게 되며, 다중경로 오차는 도심지에서 GNSS 측위의 가장 큰 오차 요인으로 작용한다.

[0004] 이에, 보다 정확하고 신뢰할 수 있는 도심지 GNSS 측위를 위해서 다중경로 오차가 포함된 위성 측정치는 측위에서 배제되어야 하며, 기존 기술은 이러한 다중경로오차가 포함되지 않은 GNSS 측정치와 고도 정보를 이용하여 이상적인 전파 수신 환경에서 GNSS 측정치와 고도 정보를 결합하는 방법을 사용하였다.

[0005] 그러나, 가시성 저하 등을 이유로 GNSS 측정치 수집이 양호하지 않은 지역은 도심지와 같이 일반적으로 그 크기가 큰 다중경로오차가 발생하는 지역이므로, GNSS 측정치와 고도 정보를 결합하더라도 측위 정확도의 향상을 기대하기 어렵다.

[0006] 따라서, 건물이나 산악 등 주변 장애물로 인하여 위성 가시성이 제한되고 측정치 오차가 큰 환경에서 고도 정보 결합을 통하여 GNSS 측위 성능을 향상시키기 위해서는 다중경로 오차가 작은 GNSS 측정치만 선별하는 과정이 필수적이다.

[0007] 그러나, 다중경로 오차는 사용자 수신 환경에 따라 달라지는 사용자 고유의 오차로, 수신된 다수의 위성 측정치들 중 다중경로 오차가 포함된 측정치만을 검출하는 것은 매우 어려운 것으로 알려져 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 일본등록특허 제7074599호, "항법 위성 시스템 수신장치, 그 항법 위성 신호 처리 방법 및 프로그램"

(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2010-0055266호, "위치측정 장치 및 위치측정 방법"

(특허문헌 0003) 일본등록특허 제6298176호, "측위 장치"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 고양각 위성의 정보와 기압계를 통해 산출된 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 이용하여 다중경로 오차에 관계없이 측위 양호 위성을 선별하는 위성 선별장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 통합 측위 결과에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 보다 높은 신뢰도로 정확하게 측위 양호 위성을 선별하는 위성 선별장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 위성 선별 장치는 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 선별하는 고양각 위성 선별부와, 위성항법 측정치 보정정보, GNSS 시각 차이 보정정보 및 고도정보 보정정보 중 적어도 하나의 보

정정보와, 고양각 위성의 정보 및 기압계를 통해 도출되는 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 산출하는 통합 측위부 및 통합 측위 결과에 기초하여 적어도 하나의 유효 위성을 선별하고, 유효 위성에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 적어도 하나의 최종 유효 위성을 선별하는 유효 위성 검증부를 포함할 수 있다.

- [0012] 일측에 따르면, 고양각 위성 선별부는 복수의 위성 각각의 양각 정보 및 신호 세기 정보(Signal Noise Ratio; SNR)에 기초하여 초기 위성 선별 가중치를 산출하고, 산출된 초기 위성 선별 가중치에 기초하여 고양각 위성을 선별할 수 있다.
- [0013] 일측에 따르면, 통합 측위부는 기준국 장치로부터 적어도 하나의 보정정보를 수신할 수 있다.
- [0014] 일측에 따르면, 통합 측위부는 고양각 위성에 기초하는 위치정보를 LLH(latitude-longitude-height) 좌표계의 고도정보로 변환하고, LLH 좌표계로 변환된 고도정보에 기초하여 통합 측위 결과를 산출할 수 있다.
- [0015] 일측에 따르면, 유효 위성 검증부는 통합 측위 결과에 기초하여 위성 측정치의 예측값과 위성 측정치의 실측값을 도출하고, 위성 측정치의 예측값과 위성 측정치의 실측값을 차분하여 잔차 값을 산출하며, 산출된 잔차 값에 기초하여 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0016] 일측에 따르면, 유효 위성 검증부는 산출된 잔차 값과 기 설정된 잔차 임계값의 비교 결과에 기초하여 적어도 하나의 제1 유효 위성을 선별하고, 제1 유효 위성의 잔차 값에 따른 공분산 행렬을 산출하며, 공분산 행렬을 이용하여 WSSE(Weighted Square Sum of Error)를 연산하고, 연산된 WSSE에 따른 카이-스퀘어(Chi-Square) 분포에 기초하여 적어도 하나의 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0017] 일측에 따르면, 유효 위성 검증부는 카이-스퀘어 분포에 따른 오경보율에 기초하여 WSSE 임계값을 도출하고, 연산된 WSSE와 WSSE 임계값의 비교 결과에 기초하여 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0018] 일측에 따르면, 유효 위성 검증부는 연산된 WSSE가 WSSE 임계값 이상이면, 제1 유효 위성에 대한 위성 재조합 과정을 통해 적어도 하나의 재조합된 제1 유효 위성을 도출하고, 재조합된 제1 유효 위성의 WSSE 재연산 결과에 기초하여 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 유효 위성 검증부는 산출된 통합 측위 결과와 선별된 유효 위성의 측위 결과의 차이 값을 산출하고, 산출된 차이 값과 기 설정된 위치 임계값의 비교 결과에 기초하여 최종 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0020] 일측에 따르면, 고양각 위성 선별부는 산출된 차이 값이 위치 임계값 보다 크면, 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 재선별할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일실시예에 따른 위성 선별 방법은 고양각 위성 선별부에서, 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 선별하는 단계와, 통합 측위부에서, 위성항법 측정치 보정정보, GNSS 시각 차이 보정정보 및 고도정보 보정정보 중 적어도 하나의 보정정보와, 고양각 위성의 정보 및 기압계를 통해 도출되는 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 산출하는 단계 및 유효 위성 검증부에서, 통합 측위 결과에 기초하여 적어도 하나의 유효 위성을 선별하고, 유효 위성에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 적어도 하나의 최종 유효 위성을 선별하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 일실시예에 따르면, 본 발명은 고양각 위성의 정보와 기압계를 통해 산출된 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 이용하여 다중경로 오차에 관계없이 측위 양호 위성을 선별할 수 있다.
- [0023] 일실시예에 따르면, 본 발명은 통합 측위 결과에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 보다 높은 신뢰도로 정확하게 측위 양호 위성을 선별할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일실시예에 따른 위성 선별 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 위성 선별 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 위성 선별 방법을 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 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.
- [0026] 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.
- [0027] 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.
- [0028] 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.
- [0029] 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.
- [0030] 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.
- [0032] 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.
- [0034] 도 1은 일실시예에 따른 위성 선별 장치를 설명하는 도면이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 위성 선별 장치(100)는 고양각 위성의 정보와 기압계(Barometer)를 통해 산출된 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 이용하여 다중경로 오차에 관계없이 측위 양호 위성을 선별할 수 있다.
- [0036] 또한, 위성 선별 장치(100)는 통합 측위 결과에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 보다 높은 신뢰도로 정확하게 측위 양호 위성을 선별할 수 있다.
- [0037] 이를 위해, 위성 선별 장치(100)는 고양각 위성 선별부(110), 통합 측위부(120) 및 유효 위성 검증부(130)를 포함할 수 있다.
- [0038] 또한, 위성 선별 장치(100)는 사용자 단말에 구비될 수 있으며, 사용자 단말은 기 설정된 영역을 비행하는 항체(즉, 비행체)일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] 일실시예에 따른 고양각 위성 선별부(110)는 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 선별할 수 있다.
- [0040] 일측에 따르면, 고양각 위성 선별부(110)는 복수의 위성 각각의 양각 정보 및 신호 세기 정보(Signal Noise Ratio; SNR)에 기초하여 초기 위성 선별 가중치를 산출하고, 산출된 초기 위성 선별 가중치에 기초하여 고양각

위성을 선별할 수 있다.

[0041] 고양각 위성 선별부(110)는 최종 유효 위성(즉, 측위 양호 위성)의 선별을 위한 초기 위성들을 선별하며, 이때 고양각 위성 선별부(110)를 통해 선별되는 위성은 고양각 및 고품질의 위성들로 구성될 수 있다.

[0042] 구체적으로, 고양각 위성 선별부(110)는 하기 수식1과 같이, 위성의 양각(el) 및 신호 세기(SNR)를 이용하여 위성들의 가중치(w_0)를 산출한 다음, 산출된 가중치(w_0)가 작은 순으로 초기 위성 세트에 하나씩 위성을 추가하며, 이러한 과정을 다중위성군 측위에 필요한 최소 위성의 수(N_{cons})와 최소 HDOP(Horizonal Dilution of Precision) 조건을 만족할 때까지 반복 수행하여 고양각 위성의 조합, 즉 초기 위성의 조합을 구성할 수 있다.

[0043] [수식1]

$$w_0 = \frac{1}{(a_0 + a_1 \cdot \exp(-el/10)) * SNR}$$

[0044] 여기서, a_0 와 a_1 은 고도각 모델에 대한 가중치 상수를 의미한다.

[0046] 예를 들면, 고양각 위성 선별부(110)는 초기 위성의 개수(N_{sat})가 최소 위성의 수(N_{cons}) 이상이고(즉, $N_{sat} \geq N_{cons}$), 초기 위성의 조합에 기초하는 HDOP의 산출 결과($HDOP_0$)가 기 설정된 최소 HDOP 값(Tr_{HDOP}) 미만(즉, $HDOP_0 < Tr_{HDOP}$)인 조건을 충족할 때까지 초기 위성의 조합을 구성할 수 있다.

[0047] 다만, 고양각 위성 선별부(110)는 상술한 초기 위성(즉, 고양각 위성)의 구성 방법에 한정되지 않고, 기 공지된 다양한 방법을 통해 초기 위성의 조합을 구성할 수 있다.

[0048] 일실시예에 따른 통합 측위부(120)는 위성항법 측정치 보정정보, GNSS 시각 차이 보정정보 및 고도정보 보정정보 중 적어도 하나의 보정정보와, 고양각 위성의 정보 및 기압계를 통해 도출되는 고도정보(즉, 사용자 고도정보)에 기초하는 통합 측위 결과를 산출할 수 있다.

[0049] 일측에 따르면, 통합 측위부(120)는 기준국 장치로부터 적어도 하나의 보정정보를 수신할 수 있으며, 여기서 기준국은 기 설정된 영역을 비행하는 항체(즉, 기준국 비행체)일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0050] 예를 들면, 기준국 장치는 GNSS 보정정보 생성부, 고도 보정정보 생성부 및 시각 차이 보정정보 생성부를 구비하고, 이를 통해 위성항법 측정치 보정정보, 고도정보 보정정보 및 GNSS 시각 차이 보정정보를 생성하여 통합 측위부(120)에 제공할 수 있다.

[0051] GNSS 보정정보 생성부는 복수의 위성으로부터 위성신호를 수신하고, 위성신호에 기초하여 GNSS 보정정보를 생성할 수 있다.

[0052] 예를 들면, GNSS 보정정보 생성부는 복수의 위성 각각으로부터 기준국 장치까지의 거리 정보, 복수의 위성 각각에 대한 GNSS 측정치 정보, 기준국 장치의 시계 추정치 정보 및 복수의 위성 각각에 대한 시계 오차 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함하는 GNSS 보정정보를 생성할 수 있으며, 바람직하게는, GNSS 보정정보는 의사거리 보정정보(Pseudo Range Correction; PRC)를 포함할 수 있다.

[0053] 고도정보 보정정보 생성부는 위성 선별 장치(100)에 구비된 기압계를 통해 도출되는 고도정보(즉, 사용자 고도정보)와 GNSS 보정정보에 기초하여 고도정보 보정정보를 생성할 수 있다.

[0054] 예를 들면, 고도정보 보정정보 생성부는 복수의 위성 각각에 대한 GNSS 측정치 정보를 통해 획득되는 절대 고도와, 위성 선별 장치(100)로부터 수신한 고도정보 간의 차이값이 반영된 고도정보 보정정보를 생성할 수 있다.

[0055] 시각 차이 보정정보 생성부는 서로 다른 시각 기준에 기초하여 신호를 송출하는 복수의 GNSS 위성 간의 GNSS 시각 차이 보정정보($B_{GNSS} - B_{GPS} = \Delta B_{GNSS}$)를 생성할 수 있다.

[0056] 일측에 따르면, 통합 측위부(120)는 고양각 위성에 기초하는 위치정보를 LLH(latitude-longitude-height) 좌표계의 고도정보로 변환하고, LLH 좌표계로 변환된 고도정보에 기초하여 통합 측위 결과를 산출할 수 있다.

[0057] 구체적으로, GNSS 다중경로 오차는 일반적으로 지면 근처에 위치한 저양각 위성일수록 건물과 같은 신호 수신 장애물들에 의한 영향으로 인해 큰 값을 가지며, 천정 주위에 위치한 고양각 위성일수록 작은 값을 갖으므로, 천정 주위에 위치한 고양각 위성은 다중경로 오차의 영향이 없다고 가정하면, 하기 수식2를 이용하여 다중경로

오차의 영향이 없는 위치 해(즉, 측위 결과) 산출할 수 있다.

[수식2]

$$\hat{X}_0 = (H_0^T H_0)^{-1} H_0^T Z_0$$

여기서, X 는 사용자(즉, 사용자 단말)의 위치해, H 는 항법 관측행렬, Z 는 의사거리 보정정보가 적용된 위성 측정치, 하첨자 0는 초기 고양각 위성의 조합을 의미한다.

그러나, 고양각 위성들만을 조합하여 항법방정식을 구성할 경우, 천정 주위에만 위성이 분포되어 항법 해를 계산하기 위한 위성의 기하적인 배치가 고르지 못하게 되며, 특히 측위 위성이 고양각에 밀집하게 되면서 VDOP(Vertical Dilution of Precision)가 높아지게 되어 수직 위치해의 오차 수준이 증가하게 된다.

이에, 통합 측위부(120)는 고양각 위성들을 조합하여 GNSS 측위 시 독립적인 고도 해의 제공이 가능한 기압계의 고도정보를 이용하는 GNSS-고도정보 통합 측위를 통해 수직 위치 오차 수준을 효과적으로 감소시킬 수 있으며, 이 경우 기압계와 GNSS를 결합한 위치 해 계산 시 기압계의 측정치는 GNSS 측위 시 사용되는 ECEF(Earth-Centered Earth-Fixed) 좌표계가 아닌 LLH 좌표계를 통해 표현되기 때문에 하기 수식3과 같은 변환 식이 포함된 항법 방정식을 이용하여 사용자의 위치 해를 산출할 수 있다.

[수식3]

$$\left\{ \begin{array}{l} H_{\bar{o}} = \begin{bmatrix} e_x^1 & e_y^1 & e_z^1 & -1 \\ e_x^2 & e_y^2 & e_z^2 & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c(\phi)c(\lambda) & c(\phi)s(\lambda) & s(\lambda) & 0 \end{bmatrix} \\ Z_{\bar{o}} = \begin{bmatrix} \delta\rho^1 \\ \delta\rho^2 \\ \vdots \\ h_{\bar{o}} \end{bmatrix} \end{array} \right.$$

여기서, x, y, z 각각은 ECEF 3차원 좌표 축, 하첨자 $\bar{o}$ 는 기압계, ϕ 및 λ 는 LLH 좌표계의 위도 및 경도, $h_{\bar{o}}$ 는 기압계 등으로 측정된 LLH 좌표계 상의 높이 측정치, 상첨자는 위성번호, $\delta\rho$ 는 $\vec{R}^j \cdot \vec{e}^i - \rho^i$ 는 시선벡터, e_x, e_y, e_z 는 $\vec{e}$ 의 ECEF 요소, c 는 $\cos$, s 는 $\sin$ 을 의미한다.

예를 들면, 통합 측위부(120)는 수식3을 수식2에 적용하여 사용자의 위치 해(즉, 통합 측위 결과)를 산출할 수 있다.

상술한 통합 측위 결과의 산출 과정을 보다 구체적으로 설명하면, GNSS 코드 측정치 기반의 사용자 측위의 결과는 일반적으로 하기 수식4과 같이 최소자승법에 기초하여 산출될 수 있다.

[수식4]

$$\vec{Z} = H\vec{X}$$

$$\begin{bmatrix} \delta\rho^1 \\ \delta\rho^2 \\ \vdots \\ \delta\rho^n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_x^1 & e_y^1 & e_z^1 & -1 \\ e_x^2 & e_y^2 & e_z^2 & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e_x^n & e_y^n & e_z^n & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ B \end{bmatrix}$$

$$\hat{\vec{X}} = (H^T H)^{-1} H^T \vec{Z}$$

이때, 고도계는 고도 정보를 LLH 좌표계 상에서 제공하므로, GNSS와 고도계 통합 측위를 위해서는 하기 수식5와

같이 GNSS에서 제공하는 사용자의 위치 정보를 LLH 좌표계의 고도 정보로 변환해야 한다.

[수식5]

$$h_B = \frac{-\sin(\phi - 2\lambda) + \sin(\phi + 2\lambda)}{4\sin(\lambda)} \cdot x + \frac{\sin(\phi + \lambda) - \sin(\phi - \lambda)}{2} \cdot y + \sin(\phi) \cdot z$$

$$= \cos(\phi) \cos(\lambda) \cdot x + \cos(\phi) \sin(\lambda) \cdot y + \sin(\phi) \cdot z$$

즉, 통합 측위부(120)는 수식5를 이용하여 하기 수식6과 같이 관측 행렬을 구성할 수 있으며, 구성된 관측 행렬을 이용하여 GNSS와 고도계의 통합 측위를 수행할 수 있다.

[수식6]

$$\vec{Z}_B = H_B \vec{X}_B$$

$$\begin{bmatrix} \delta\rho^1 \\ \delta\rho^2 \\ \vdots \\ \delta\rho^n \\ h_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_x^1 & e_y^1 & e_z^1 & -1 \\ e_x^2 & e_y^2 & e_z^2 & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e_x^n & e_y^n & e_z^n & -1 \\ \cos(\phi) \cos(\lambda) & \cos(\phi) \sin(\lambda) \cdot y & \sin(\phi) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ B \end{bmatrix}$$

$$\hat{\vec{X}}_B = (H_B^T H_B)^{-1} H_B^T \vec{Z}_B$$

일실시에에 따른 유효 위성 검증부(130)는 통합 측위 결과에 기초하여 적어도 하나의 유효 위성(이하, 제1 유효 위성)을 선별하고, 유효 위성에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 적어도 하나의 최종 유효 위성을 선별할 수 있다.

일측에 따르면, 유효 위성 검증부(130)는 통합 측위 결과에 기초하여 위성 측정치의 예측값과 위성 측정치의 실측값을 도출하고, 위성 측정치의 예측값과 위성 측정치의 실측값을 차분하여 잔차 값을 산출하며, 산출된 잔차 값에 기초하여 유효 위성을 선별할 수 있다.

구체적으로, 유효 위성 검증부(130)는 고양각 GNSS 위성들과 기압계 통합 측위를 통하여 계산된 해(즉, 통합 측위 결과)를 이용하여 하기 수식7과 같이 위성 측정치의 예측값($\hat{Z}_{GNSS}$)을 산출할 수 있다.

[수식7]

$$\begin{bmatrix} \hat{Z}_{GNSS/0} \\ \hat{Z}_{GNSS/1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_0 \\ H_1 \end{bmatrix} \hat{X}_0$$

여기서, 하첨자 0은 고양각 위성 선별부(110)를 통해 초기 선별된 고양각 위성들의 조합, 하첨자 1은 초기 선별된 고양각 위성을 제외한 나머지 위성들의 조합을 의미한다.

또한, 유효 위성 검증부(130)는 하기 수식8과 같이 위성 측정치의 예측값($\hat{Z}_{GNSS}$)과 위성 측정치의 실측값(Z_{GNSS})을 차분하여 잔차 값($\hat{v}$)을 산출할 수 있으며, 산출된 잔차 값($\hat{v}$)을 이용하여 유효한 위성의 측정치들을 판별할 수 있다.

[수식8]

$$\hat{v} = \hat{Z}_{GNSS} - Z_{GNSS}$$

한편, 사용자 단말의 위치가 참값에 가깝다면 위성과 사용자 사이의 거리는 실제값에 가까워지므로, 잔차 값($\hat{v}$)에는 사용자 시계오차 B와, 다중경로 오차, 수신기 잡음만 남게 되며, 잔차 계산에 사용된 사용자 시계 오차는 GNSS/기압계 통합 측위에서 계산한 사용자 시계 오차 추정 값이 사용되므로, 계산된 잔차에는 사용자 시계

오차 추정에서 발생한 바이어스 성분이 남아있게 된다.

이때, 사용자 시계 오차 추정에서 발생한 바이어스 성분은 수신된 위성 측정치에 동일하게 포함되어 있으므로, 하기 수식9와 같이 기 설정된 기준 위성(*)의 측정치를 단일차분하면 제거할 수 있다.

[수식9]

$$\hat{v}_{sd} = \hat{v} - \hat{v}^*$$

여기서, 각 GNSS는 서로 다른 시각 기준에 근거하여 신호를 송출하므로, 서로 다른 GNSS 조합으로 측위 수행시 각 GNSS 시계 오차 추정이 필요하며, 즉, 측위에 사용되는 GNSS가 하나씩 추가 될 때마다 최소 가시위성수가 하나씩 증가하게 되어 초기 고양각 위성 조합을 위한 위성 수 또한 증가되어야 한다.

이에, 유효 위성 검증부(130)는 상술한 단점을 보완하기 위해, 하기 수식10과 같이, 기준국 장치로부터 수신한 GNSS 시각 차이 보정정보(ΔB_{GNSS})를 적용하여 GPS 단일 측위 기법과 동일하게 측정치 잔차를 산출할 수 있다.

[수식10]

$$\hat{v}_{sd|GNSS} = \hat{Z}_{GNSS} - z_{GPS}^* - \Delta B_{GNSS}$$

일측에 따르면, 유효 위성 검증부(130)는 산출된 잔차 값과 기 설정된 잔차 임계값의 비교 결과에 기초하여 적어도 하나의 제1 유효 위성을 선별할 수 있다.

여기서, 유효 위성 검증부(130)는 고양각 위성 선별부(110)를 통해 선별된 고양각 위성과 제1 유효 위성을 포함하는 제1 유효 위성군을 구성할 수 있다.

다시 말해, 유효 위성 검증부(130)는 하기 수식11과 같이, GPS 단일 측위 기법으로 계산된 잔차($\hat{v}_{sd}$)가 기준치(Th_v) 미만의 값을 갖는 경우, 유효한 측정치로 판별하여 유효한 측정치에 대응되는 위성을 제1 유효 위성으로 선별할 수 있다.

[수식11]

$$\hat{v}_{sd} < Th_v : valid$$

일측에 따르면, 유효 위성 검증부(130)는 제1 유효 위성의 잔차 값에 따른 공분산 행렬을 산출하며, 공분산 행렬을 이용하여 WSSE(Weighted Square Sum of Error)를 연산하고, 연산된 WSSE에 따른 카이-스퀘어(Chi-Square) 분포에 기초하여 적어도 하나의 제2 유효 위성을 유효위성으로 선별할 수 있으며, 이때 카이-스퀘어 분포에 따른 오경보율에 기초하여 WSSE 임계값을 도출하고, 연산된 WSSE와 WSSE 임계값의 비교 결과에 기초하여 적어도 하나의 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.

여기서, 유효 위성 검증부(130)는 고양각 위성 선별부(110)를 통해 선별된 고양각 위성과 제2 유효 위성을 포함하는 제2 유효 위성군을 구성할 수 있다.

구체적으로, 유효 위성 검증부(130)는 제1 유효 위성으로 선별된 위성들에 대하여 하기 수식12에 기초하는 측위 결과를 도출한 후, 잔차의 제곱합을 산출하여 해당 잔차의 합이 카이-스퀘어(chi-square) 분포를 따르는지 여부를 판별하여 측위 유효성을 판단할 수 있다.

[수식12]

$$\hat{X}_{valid_{all}} = (H_{valid_{all}}^T H_{valid_{all}})^{-1} H_{valid_{all}}^T Z_{valid_{all}}$$

여기서, $\hat{X}_{valid_{all}}$ 는 초기 선별된 고양각 위성들의 조합을 포함하여 선별된 조합인 valid(즉, 제1 유효 위성군)를 모두 포함시킨 후 산출한 측위 결과를 의미한다.

유효 위성 검증부(130)는 제1 유효 위성군의 잔차($\hat{v}_{valid}$)에 대한 공분산 행렬(V)를 정의하고, 하기 수식13과 같

이 WSSE를 연산할 수 있으며, 여기서 연산된 WSSE의 측정 잔차($\hat{v}_{valid}$)들의 제곱을 표준편차의 제곱으로 나눈 값이 되므로, 카이-스퀘어 분포를 따르게 된다.

[수식13]

$$WSSE = \hat{v}_{valid}^T V^{-1} \hat{v}_{valid}$$

또한, 유효 위성 검증부(130)는 오경보율(P_{FA})이 하기 수식14를 만족하도록 WSSE 임계값(Th_{WSSE})을 도출할 수 있으며, 연산된 WSSE와 WSSE 임계값(Th_{WSSE})의 비교 결과가 하기 수식15를 만족하면, 선별된 위성들(즉, 제1 유효 위성)을 제2 유효 위성으로 선정하고, 제2 유효 위성군을 구성하며, 제2 유효 위성군을 사용하여 측위를 수행할 수 있다.

[수식14]

$$P(\chi^2(v) \geq Th_{WSSE}) = P_{FA}$$

[수식15]

$$WSSE < Th_{WSSE}$$

한편, 유효 위성 검증부(130)는 연산된 WSSE가 WSSE 임계값(Th_{WSSE}) 이상이면(즉, 수식15의 조건을 만족하지 못하면), 제1 유효 위성에 대한 위성 재조합 과정을 통해 적어도 하나의 재조합된 제1 유효 위성을 도출하고, 재조합된 제1 유효 위성의 WSSE 재연산 결과에 기초하여 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.

구체적으로, 유효 위성 검증부(130)는 연산된 WSSE가 WSSE 임계값(Th_{WSSE}) 이상이면, 제1 유효 위성 중 하나를 제외한 나머지 위성들(즉, 재조합된 제1 유효 위성)에 대하여 WSSE를 연산한 후 잔차 검증을 재수행하는 과정을 통해 제2 유효 위성의 선별 과정을 수행할 수 있다.

일측에 따르면, 유효 위성 검증부(130)는 산출된 통합 측위 결과와 선별된 유효 위성(즉, 제2 유효 위성군)의 측위 결과의 차이 값을 산출하고, 산출된 차이 값과 기 설정된 위치 임계값의 비교 결과에 기초하여 최종 유효 위성을 선별할 수 있다.

다시 말해, 유효 위성 검증부(130)는 하기 수식16과 같이, 선별된 모든 위성들(즉, 제2 유효 위성군)로부터 산출된 측위 결과($\hat{X}_{valid_all}$)가 초기 위치에 따른 측위 결과($\hat{X}_0$)와의 차이가 위치 임계값($Th_{position}$) 미만의 값을 갖는 경우에, 제2 유효 위성군을 최종 유효 위성으로 선별하여, 최종 유효 위성에 기초하는 측위 결과를 최종 측위 결과로 판별할 수 있다.

[수식16]

$$|\hat{X}_0 - \hat{X}_{valid_all}| < Th_{position}$$

여기서, $\hat{X}_{valid_all}$ 는 초기 선별된 고양각 위성들의 조합을 포함하여 선별된 조합인 valid(즉, 제2 유효 위성군)를 모두 포함시킨 후 산출한 측위 결과로, 수식 12에 기초하여 산출될 수 있다.

한편, 고양각 위성 선별부(110)는 산출된 차이 값이 위치 임계값 이상이면(즉, 수식16의 조건을 만족하지 못하면), 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 재선별할 수 있다.

도 2는 일실시예에 따른 위성 선별 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2를 참조하면, 210 단계에서 위성 선별 방법은 고양각 위성 선별부에서, 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 선별할 수 있다.

- [0123] 일측에 따르면, 210 단계에서 위성 선별 방법은 고양각 위성 선별부에서, 복수의 위성 각각의 양각 정보 및 신호 세기 정보(Signal Noise Ratio; SNR)에 기초하여 초기 위성 선별 가중치를 산출하고, 산출된 초기 위성 선별 가중치에 기초하여 고양각 위성을 선별할 수 있다.
- [0124] 다음으로, 220 단계에서 위성 선별 방법은 통합 측위부에서, 위성항법 측정치 보정정보, GNSS 시각 차이 보정정보 및 고도정보 보정정보 중 적어도 하나의 보정정보와, 고양각 위성의 정보 및 기압계를 통해 도출되는 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 산출할 수 있다.
- [0125] 예를 들면, 220 단계에서 위성 선별 방법은 통합 측위부에서, 기준국 장치로부터 적어도 하나의 보정정보를 수신할 수 있다.
- [0126] 일측에 따르면, 220 단계에서 위성 선별 방법은 통합 측위부에서, 고양각 위성에 기초하는 위치정보를 LLH(latitude-longitude-height) 좌표계의 고도정보로 변환하고, LLH 좌표계로 변환된 고도정보에 기초하여 통합 측위 결과를 산출할 수 있다.
- [0127] 다음으로, 230 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 통합 측위 결과에 기초하여 적어도 하나의 유효 위성을 선별하고, 유효 위성에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 적어도 하나의 최종 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0128] 일측에 따르면, 230 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 통합 측위 결과에 기초하여 위성 측정치의 예측값과 위성 측정치의 실측값을 도출하고, 위성 측정치의 예측값과 위성 측정치의 실측값을 차분하여 잔차값을 산출하며, 산출된 잔차 값에 기초하여 유효 위성(이하, 제1 유효 위성)을 선별할 수 있으며, 여기서 유효 위성 검증부는 고양각 위성 선별부를 통해 선별된 고양각 위성과 제1 유효 위성을 포함하는 제1 유효 위성군을 구성할 수 있다.
- [0129] 구체적으로, 230 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 산출된 잔차 값과 기 설정된 잔차 임계값의 비교 결과에 기초하여 적어도 하나의 제1 유효 위성을 선별하고, 제1 유효 위성의 잔차 값에 따른 공분산 행렬을 산출하며, 공분산 행렬을 이용하여 WSSE(Weighted Square Sum of Error)를 연산하고, 연산된 WSSE에 따른 카이-스퀘어(Chi-Square) 분포에 기초하여 적어도 하나의 제2 유효 위성을 선별할 수 있으며, 여기서 유효 위성 검증부는 고양각 위성 선별부를 통해 선별된 고양각 위성과 제2 유효 위성을 포함하는 제2 유효 위성군을 구성할 수 있다.
- [0130] 일측에 따르면, 230 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 카이-스퀘어 분포에 따른 오경보율에 기초하여 WSSE 임계값을 도출하고, 연산된 WSSE와 WSSE 임계값의 비교 결과에 기초하여 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0131] 예를 들면, 230 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 연산된 WSSE가 WSSE 임계값 보다 작으면 선별된 제1 유효 위성 모두를 제2 유효 위성으로 선별할 수 있다.
- [0132] 또한, 230 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 연산된 WSSE가 WSSE 임계값 이상이면, 제1 유효 위성에 대한 위성 재조합 과정을 통해 적어도 하나의 재조합된 제1 유효 위성을 도출하고, 재조합된 제1 유효 위성의 WSSE 재연산 결과에 기초하여 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0133] 일측에 따르면, 230 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 산출된 통합 측위 결과와 선별된 유효 위성(즉, 제2 유효 위성군)의 측위 결과의 차이 값을 산출하고, 산출된 차이 값과 기 설정된 위치 임계값의 비교 결과에 기초하여 최종 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0134] 한편, 230 단계에서 위성 선별 방법은 산출된 통합 측위 결과와 선별된 유효 위성의 측위 결과의 차이 값이 위치 임계값 보다 크면, 고양각 위성 선별부에서, 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양각 위성을 재선별할 수 있다.
- [0136] 도 3은 일실시예에 따른 위성 선별 방법을 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0137] 다시 말해, 이하에서 도 3을 통해 설명하는 310 내지 340 단계는 도 2의 210 내지 230 단계에서 수행될 수 있다.
- [0138] 도 3을 참조하면, 310 단계에서 위성 선별 방법은 고양각 위성 선별부에서, 복수의 위성 중 적어도 하나의 고양

각 위성을 선별할 수 있다.

- [0139] 예를 들면, 310 단계에서 위성 선별 방법은 고양각 위성 선별부에서, 수식1에 기초하여 가중치(w_0)를 산출한 다음, 산출된 가중치(w_0)가 작은 순으로 초기 위성 세트에 하나씩 위성을 추가하며, 이러한 동작을 다중위성군 측위에 필요한 최소 위성의 수(N_{cons})와 최소 HDOP(Horizonal Dilution of Precision) 조건을 만족할 때까지 반복 수행하여 고양각 위성의 조합 $\{SV_0\}$ 을 구성할 수 있다.
- [0140] 다음으로, 320 단계에서 위성 선별 방법은 통합 측위부에서, 위성항법 측정치 보정정보, GNSS 시각 차이 보정정보 및 고도정보 보정정보 중 적어도 하나의 보정정보와, 고양각 위성의 정보 및 기압계를 통해 도출되는 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과를 산출할 수 있다.
- [0141] 또한, 320 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 통합 측위 결과에 기초하여 적어도 하나의 유효 위성(이하, 제1 유효 위성)을 선별할 수 있다.
- [0142] 예를 들면, 320 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 통합 측위 결과를 이용하여 수식7과 같이 위성 측정치의 예측값($\hat{Z}_{GNSS}$)을 산출하고, 수식8과 같이 위성 측정치의 예측값($\hat{Z}_{GNSS}$)과 위성 측정치의 실측값(Z_{GNSS})을 차분하여 잔차 값($\hat{v}$)을 산출하며, 수식9와 같이 기 설정된 기준 위성(*)의 측정치를 단일차분하여 사용자 시계 오차 추정에서 발생한 바이어스 성분을 제거하고, 수식10과 같이 GNSS 시각 차이 보정정보(ΔB_{GNSS})를 적용하여 GPS 단일 측위 기법으로 계산된 잔차 값($\hat{v}_{sd}$)을 산출할 수 있다.
- [0143] 또한, 320 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 수식 11과 같이 GPS 단일 측위 기법으로 계산된 잔차($\hat{v}_{sd}$)가 기준치(Th_v) 미만의 값을 갖는 경우, 유효한 측정치로 판별하여 유효한 측정치에 대응되는 위성을 제1 유효 위성으로 선별할 수 있으며, 여기서 유효 위성 검증부는 고양각 위성 선별부를 통해 선별된 고양각 위성과 제1 유효 위성을 포함하는 제1 유효 위성군을 구성할 수 있다.
- [0144] 다음으로, 330 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 제1 유효 위성에 기초하는 잔차 합 검증 과정(즉, 제1 유효 위성의 검증 과정)을 통해 적어도 하나의 제2 유효 위성을 선별할 수 있으며, 여기서 유효 위성 검증부는 고양각 위성 선별부를 통해 선별된 고양각 위성과 제2 유효 위성을 포함하는 제2 유효 위성군을 구성할 수 있다.
- [0145] 예를 들면, 330 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 제1 유효 위성의 잔차 값에 따른 공분산 행렬을 산출하며, 공분산 행렬을 이용하여 WSSE하고, 연산된 WSSE에 따른 카이-스퀘어(Chi-Square) 분포에 기초하여 적어도 하나의 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0146] 구체적으로, 330 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 수식15에 기초한 연산된 WSSE와 WSSE 임계값(Th_{WSSE})의 비교 과정에 기초하여 연산된 WSSE가 WSSE 임계값 미만이면, 선별된 제1 유효 위성 모두를 제2 유효 위성으로 선별할 수 있다.
- [0147] 한편, 연산된 WSSE와 WSSE 임계값(Th_{WSSE}) 이상이면, 330-1 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 제1 유효 위성에 대한 위성 재조합 과정을 통해 적어도 하나의 재조합된 제1 유효 위성을 도출할 수 있으며, 330 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 재조합된 제1 유효 위성의 WSSE 재연산 결과에 기초하여 제2 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0148] 구체적으로, 330-1 단계 및 330 단계에서 유효 위성 검증부는 연산된 WSSE가 WSSE 임계값 이상이면(즉, 수식 15의 조건을 만족하지 못하면), 제1 유효 위성 중 하나를 제외한 나머지 위성들(즉, 재조합된 제1 유효 위성)에 대하여 WSSE를 연산한 후 잔차 검증을 재수행하는 과정을 통해 제2 유효 위성의 선별 과정을 재수행할 수 있다.
- [0149] 다음으로, 340 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 제2 유효 위성에 기초하는 측위해 검증 과정(즉, 제2 유효 위성의 검증 과정)을 통해 적어도 하나의 최종 유효 위성을 선별할 수 있다.
- [0150] 예를 들면, 340 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 유효 위성 검증부에서, 통합 측위 결과와 선별된 제2 유효 위성의 측위 결과의 차이 값을 산출하고, 산출된 차이 값과 기 설정된 위치 임계값의 비교 결과에 기초하여 최종 유효 위성을 선별할 수 있다.

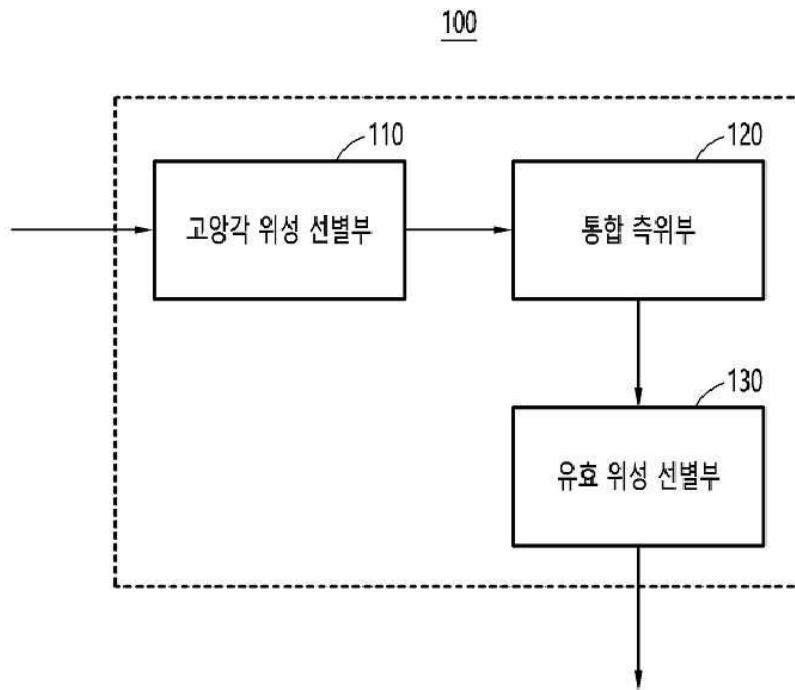
- [0151] 구체적으로, 340 단계에서 위성 선별 방법은 유효 위성 검증부에서, 수식16과 같이, 통합 측위 결과($\hat{X}_0$)와 제2 유효 위성군의 측위 결과($\hat{X}_{valid_{alt}}$)의 차이 값을 도출하고, 도출된 차이 값과 위치 임계값($Th_{position}$)간의 비교 과정을 수행할 수 있으며, 비교 과정을 통해 도출된 차이 값이 위치 임계값 미만이면(즉, 수식16의 조건을 만족하면) 선별된 제2 유효 위성군에 포함된 위성들을 최종 유효 위성으로 선별할 수 있다.
- [0152] 또한, 340 단계에서 위성 선별 방법은 도출된 차이 값이 위치 임계값 이상이면(즉, 수식16의 조건을 만족하지 못하면), 고양각 위성 선별부에서, 고양각 위성을 재선별할 수 있으며, 재선별된 고양각 위성의 정보에 기초하여 320 단계 내지 340 단계를 재수행할 수 있다.
- [0154] 결국, 본 발명을 이용하면, 고양각 위성의 정보와 기압계를 통해 산출된 고도정보에 기초하는 통합 측위 결과에 기초하여 다중경로 오차에 관계없이 측위 양호 위성을 선별할 수 있다.
- [0155] 또한 본 발명을 이용하면, 통합 측위 결과에 기초하는 잔차 합 검증 과정 및 측위해 검증 과정을 통해 보다 높은 신뢰도로 보다 정확하게 측위 양호 위성을 선별할 수 있다.
- [0157] 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.
- [0158] 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.
- [0159] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

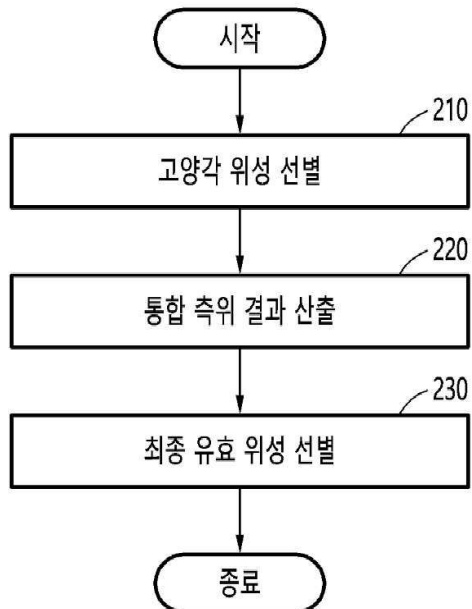
- [0160] 100: 위성 선별 장치
110: 고양각 위성 선별부
120: 통합 측위부
130: 유효 위성 검증부

도면

도면1



도면2



도면3

