



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0050331
(43) 공개일자 2023년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/44 (2010.01) G01C 21/28 (2006.01)
G01S 19/04 (2010.01) G01S 19/23 (2010.01)
G01S 19/40 (2010.01) G05D 1/02 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/44 (2013.01)
G01C 21/28 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7004645
(22) 출원일자(국제) 2021년07월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년02월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/042636
(87) 국제공개번호 WO 2022/039878
국제공개일자 2022년02월24일
(30) 우선권주장
16/998,621 2020년08월20일 미국(US)

(71) 출원인
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
왕 민
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
찬사르카르 망게쉬
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
특허법인코리아나
(뒷면에 계속)

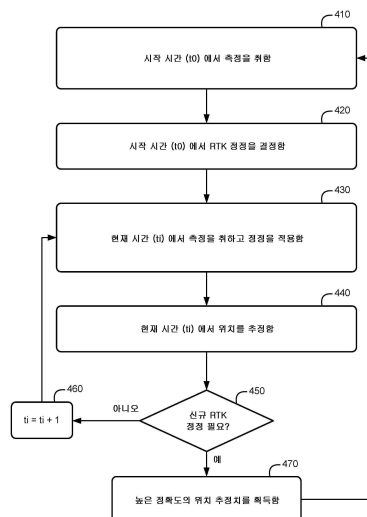
전체 청구항 수 : 총 35 항

(54) 발명의 명칭 기지국이 없는 RTK GNSS 포지셔닝

(57) 요약

본 명세서에 기술된 기법들은 MCMF 기능성을 활용하여 모바일 디바이스에 대한 로컬 RTK 솔루션을 제공하며, 여기서 모바일 디바이스에 대한 초기의 매우 정확한 위치 결정은 RTK 기지국으로부터의 측정 정보에 대한 필요 없이 후속하는 매우 정확한 위치 결정들을 행하는 데 사용될 수 있는 RTK 정정 정보를 생성하기 위해 활용될 수 있다. 이러한 RTK 정정 정보는 모바일 디바이스에 대한 매우 정확한 위치 결정들을 생성하는 능력을 유지하면서 긴 기간에 걸쳐 모바일 디바이스에 의해 취해진 GNSS 측정들에 적용될 수 있다. 그리고, 이 기간을 더욱 더 길게 연장하기 위해 추가적인 정정 정보가 획득되고 RTK 정정 정보에 적용될 수도 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G01S 19/04 (2013.01)

G01S 19/235 (2013.01)

G01S 19/40 (2013.01)

G05D 1/0278 (2013.01)

G05D 2201/0212 (2013.01)

(72) 발명자

루오 닝

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스
스 드라이브 5775

장 경성

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스
스 드라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 (Real-Time Kinematic; RTK) 포지셔닝 방법으로서,

상기 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합 (ionosphere-free carrier phase combination) 을 포함하는 제 1 GNSS (Global Navigation Satellite System) 측정을 제 1 시간에 획득하는 단계;

상기 제 1 GNSS 측정 및 상기 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항 (correction term) 을 결정하는 단계;

상기 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 2 GNSS 측정을 제 2 시간에 획득하는 단계; 및

상기 제 2 GNSS 측정 및 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하는 단계

를 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 GNSS 측정에 대한 상기 전리층 없는 캐리어 위상 조합 및 상기 제 2 GNSS 측정에 대한 상기 전리층 없는 캐리어 위상 조합은 동일한 모호성 항 (ambiguity term) 을 갖는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하는 단계는 상기 제 1 시간에 후속하는 시간에 RTK 측정 정보를 수신함이 없이 수행되는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

수신기 클록, GNSS 인터/인트라 주파수 및 콘스텔레이션 바이어스들, 또는 수신기 위상 중심 변동 효과 (receiver phase center variation effect), 또는 이들의 임의의 조합과 관련된 하나 이상의 오차들에 대한 하나 이상의 정정들을 획득하기 위해 위성간 단일 차이를 수행하는 단계를 더 포함하며, 상기 정정 항을 생성하는 것이 상기 하나 이상의 정정들에 적어도 부분적으로 추가로 기초하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

RTK 서비스가 아닌 소스로부터 정정 데이터를 획득하는 단계를 더 포함하고,

상기 정정 데이터는 궤도 정정, 클록 정정, 또는 둘 다를 가능하게 하는 데이터를 포함하고;

상기 정정 항을 생성하는 것이 추가로 상기 정정 데이터에 적어도 부분적으로 기초하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 RTK 서비스가 아닌 소스는 다른 모바일 디바이스를 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

제 3 시간에 HEPE (Horizontal Estimated Position Error) 값이 임계치를 초과하는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 HEPE 값이 상기 임계치를 초과한다고 결정하는 것에 응답하여,

기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고,

상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 시간 이후 임계 시간량이 경과했는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 제 1 시간 이후 상기 임계 시간량이 경과했다고 결정하는 것에 응답하여,

기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고,

상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 모바일 디바이스가 상기 제 1 시간 이후 임계 거리를 이동했는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 모바일 디바이스가 상기 제 1 시간 이후 임계 거리를 이동했다고 결정하는 것에 응답하여,

기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고,

상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

기지국으로부터 수신된 RTK 측정 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제 1 장소를 결정하는 단계를 더 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 시간에 후속하는 하나 이상의 추가 시간들의 각각의 추가 시간에 대해:

각각의 추가 시간에 새로운 각각의 GNSS 측정을 행하는 단계로서,

상기 새로운 각각의 GNSS 측정은 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하고,

상기 제 1 GNSS 측정 및 상기 새로운 각각의 GNSS 측정에 대한 전리층 없는 캐리어 위상 조합들이 동일한 모호성 항을 갖는, 상기 새로운 각각의 GNSS 측정을 행하는 단계; 및

상기 새로운 각각의 GNSS 측정 및 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 각각의 추가 시간에 상기 모바일

디바이스의 장소를 결정하는 단계

를 더 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

RTK 측정 정보의 이용 불가능성 (unavailability) 을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 정정 항을 결정하는 것이 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 것에 응답하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 단계, 및

상기 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 것에 응답하여, 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소의 결정을 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 결정하는 단계

를 더 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

청구항 14

모바일 디바이스로서,

메모리; 및

상기 메모리와 통신가능하게 커플링되고, 추가로 GNSS (Global Navigation Satellite System) 수신기와 통신가능하게 커플링되거나 이를 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세싱 유닛들

을 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은:

상기 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 1 GNSS 측정을 제 1 시간에 상기 GNSS 수신기를 통해 획득하도록,

상기 제 1 GNSS 측정 및 상기 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항을 생성하도록,

상기 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 2 GNSS 측정을 제 2 시간에 상기 GNSS 수신기를 통해 획득하도록, 그리고

상기 제 2 GNSS 측정 및 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하도록

구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 상기 제 1 GNSS 측정에 대한 상기 전리층 없는 캐리어 위상 조합 및 상기 제 2 GNSS 측정에 대한 상기 전리층 없는 캐리어 위상 조합이 동일한 모호성 항을 갖도록 상기 제 2 GNSS 측정을 획득하도록 더 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 상기 제 1 시간에 후속하는 시간에 실시간 키네마틱 (RTK) 측정 정보를 수신함이 없이 상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하도록 더 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 GNSS 수신기를 더 포함하는, 모바일 디바이스.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 수신기 클록, GNSS 인터/인트라 주파수 및 콘스텔레이션 바이어스들, 또는 수신기 위상 중심 변동 효과, 또는 이들의 임의의 조합과 관련된 하나 이상의 오차들에 대한 하나 이상의 정정들을 획득하기 위해 위성간 단일 차이를 수행하도록 더 구성되고, 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 상기 하나 이상의 정정들에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 정정 항을 생성하도록 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

무선 통신 인터페이스를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은, 상기 무선 통신 인터페이스를 통해, RTK 서비스가 아닌 소스로부터 정정 데이터를 획득하도록 구성되며,

상기 정정 데이터는 궤도 정정, 클록 정정, 또는 둘 다를 가능하게 하는 데이터를 포함하고;

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 상기 정정 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 정정 항을 생성하도록 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 다른 모바일 디바이스로부터 상기 정정 데이터를 획득하도록 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 21

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은

제 3 시간에 HEPE (Horizontal Estimated Position Error) 값이 임계치를 초과하는지 여부를 결정하도록 더 구성되고,

상기 HEPE 값이 상기 임계치를 초과한다고 결정하는 것에 응답하여,

기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고,

상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스.

청구항 22

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은

상기 제 1 시간 이후 임계 시간량이 경과했는지 여부를 결정하도록 더 구성되고,

상기 제 1 시간 이후 상기 임계 시간량이 경과했다고 결정하는 것에 응답하여,

기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고,

상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스.

청구항 23

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은

상기 모바일 디바이스가 상기 제 1 시간 이후 임계 거리를 이동했는지 여부를 결정하도록 더 구성되고,

상기 모바일 디바이스가 상기 제 1 시간 이후 임계 거리를 이동했다고 결정하는 것에 응답하여,

기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고,

상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스.

청구항 24

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 기지국으로부터 수신된 RTK 측정 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제 1 장소를 결정하도록 더 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 25

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은

상기 제 2 시간에 후속하는 하나 이상의 추가 시간들의 각각의 추가 시간에 대해:

각각의 추가 시간에 새로운 각각의 GNSS 측정을 행하도록 하는 것으로서,

상기 새로운 각각의 GNSS 측정은 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하고,

상기 제 1 GNSS 측정 및 상기 새로운 각각의 GNSS 측정에 대한 전리층 없는 캐리어 위상 조합들이 동일한 모호성 항을 갖는, 상기 새로운 각각의 GNSS 측정을 행하도록; 그리고

상기 새로운 각각의 GNSS 측정 및 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 각각의 추가 시간에 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하도록

더 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 26

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은

RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하도록, 그리고

RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 것에 응답하여 상기 정정 항을 결정하도록

더 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 27

제 14 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은

RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하도록, 그리고

상기 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 것에 응답하여, 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소의 결정을 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 결정하도록

더 구성되는, 모바일 디바이스.

청구항 28

디바이스로서,

모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 1 GNSS (Global Navigation

Satellite System) 측정을 제 1 시간에 획득하기 위한 수단;

상기 제 1 GNSS 측정 및 상기 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항을 생성하기 위한 수단;

상기 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 2 GNSS 측정을 제 2 시간에 획득하기 위한 수단; 및

상기 제 2 GNSS 측정 및 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하기 위한 수단

을 포함하는, 디바이스.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하기 위한 수단은 상기 제 1 시간에 후속하는 시간에 실시간 키네마틱 (RTK) 측정 정보를 수신함이 없이 상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 위치를 결정하기 위한 수단을 포함하는, 디바이스.

청구항 30

제 28 항에 있어서,

수신기 클럭, GNSS 인터/인트라 주파수 및 콘스텔레이션 바이어스들, 또는 수신기 위상 중심 변동 효과, 또는 이들의 임의의 조합과 관련된 하나 이상의 오차들에 대한 하나 이상의 정정들을 획득하기 위해 위성간 단일 차이를 수행하기 위한 수단을 더 포함하며, 상기 정정 항을 생성하기 위한 수단은 상기 정정 항을 상기 하나 이상의 정정들에 적어도 부분적으로 기초하게 하기 위한 수단을 포함하는, 디바이스.

청구항 31

제 28 항에 있어서,

RTK 서비스가 아닌 소스로부터 정정 데이터를 획득하기 위한 수단을 더 포함하고,

상기 정정 데이터는 궤도 정정, 클럭 정정, 또는 둘 다를 가능하게 하는 데이터를 포함하고;

상기 정정 항을 생성하기 위한 수단은 상기 정정 항을 상기 정정 데이터에 적어도 부분적으로 기초하게 하기 위한 수단을 포함하는, 디바이스.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

RTK 서비스가 아닌 소스로부터 정정 데이터를 획득하기 위한 수단은 다른 모바일 디바이스로부터 정정 데이터를 획득하기 위한 수단을 포함하는, 디바이스.

청구항 33

제 28 항에 있어서,

제 3 시간에 HEPE (Horizontal Estimated Position Error) 값이 임계치를 초과하는지 여부를 결정하기 위한 수단;

상기 HEPE 값이 상기 임계치를 초과한다고 결정하는 것에 응답하여, 기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하기 위한 수단; 및

상기 HEPE 값이 상기 임계치를 초과한다고 결정하는 것에 응답하여, 상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하기 위한 수단

을 더 포함하는, 디바이스.

청구항 34

제 28 항에 있어서,

상기 제 1 시간 이후 임계 시간량이 경과했는지 여부를 결정하기 위한 수단;

상기 제 1 시간 이후 상기 임계 시간량이 경과했다고 결정하는 것에 응답하여, 기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하기 위한 수단; 및

상기 제 1 시간 이후 상기 임계 시간량이 경과했다고 결정하는 것에 응답하여, 상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하기 위한 수단

을 더 포함하는, 디바이스.

청구항 35

모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 (Real-Time Kinematic; RTK) 포지셔닝을 위한 명령들을 갖는 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서,

상기 명령들은, 하나 이상의 프로세싱 유닛들에 의해 실행되는 때, 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들로 하여금,

상기 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 1 GNSS (Global Navigation Satellite System) 측정을 제 1 시간에 획득하도록;

상기 제 1 GNSS 측정 및 상기 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항을 생성하도록;

상기 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 2 GNSS 측정을 제 2 시간에 획득하도록; 그리고

상기 제 2 GNSS 측정 및 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하도록

하는, 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 위성-기반 포지셔닝 분야에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 보다 정확한 위치 결정을 위한 GNSS (Global Navigation Satellite System) 항들의 오차 정정에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 높은 정확도의 포지셔닝은 모바일 디바이스들에 대한 다양한 현대의 애플리케이션들에 상당한 값을 제공할 수 있다. 예를 들어, 자율 주행 애플리케이션들을 위해 차량이 위치되는 도로의 차선을 결정하기 위해 미터-레벨 포지셔닝을 갖는 것이 도움이 될 뿐만 아니라, 차선 내에서 차량이 위치되는 곳을 결정하기 위해 서브-미터-레벨 포지셔닝을 갖는 것이 추가로 도움이 된다. 소비자-등급 GNSS 수신기들은 이제 다중-콘스텔레이션, 다중-주파수 (MCMF) 기능성을 갖는 양질의 캐리어 위상 측정들을 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] RTK (Real-Time Kinematic) 정정을 통해 GNSS (Global Navigation Satellite System) 수신기가 더 정확한 포지셔닝을 제공할 수 있다. 본 명세서에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 이러한 더 정확한 포지셔닝은 다양한 서비스 소스들로부터의 오차들의 차동 정정들을 허용하는 기지국으로부터의 측정 정보와 함께, GNSS 신호들의 반송파에 기초한 캐리어-기반 레인징을 사용함으로써 가능하게 된다. 본 명세서에 기술된 기법들은 다중-콘스텔레이션, 다중-주파수 (MCMF) 기능성을 활용하여 모바일 디바이스에 대한 로컬 RTK 솔루션을 제공하며, 여기서 모바일 디바이스에 대한 초기의 매우 정확한 위치 결정은 RTK 기지국으로부터의 측정 정보에 대한 필요 없이 후속하는 매우 정확한 위치 결정들을 행하는 데 사용될 수 있는 RTK 정정 정보를 생성하기 위해 활용될 수 있다. 이러한 RTK 정정 정보는 모바일 디바이스에 대한 매우 정확한 위치 결정들을 생성하는 능력을 유지하

면서 긴 기간에 걸쳐 모바일 디바이스에 의해 취해진 GNSS 측정들에 적용될 수 있다. 이 기간을 더욱 더 길게 연장하기 위해 추가적인 정정 정보가 획득되고 RTK 정정 정보에 적용될 수도 있다. 본 명세서에 설명된 정정 기법들은 "RTK 정정"으로서 설명되지만, 실시형태들은 그렇게 제한되지 않는다는 것을 추가로 언급할 수 있다. 하나 이상의 후속 위치들에서, 초기 위치에 기초하여, 차동 정정을 채용하기 위해 유사한 기법들이 행해질 수도 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 설명에 따른 모바일 디바이스의 RTK 포지셔닝의 예시적인 방법은, 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합 (ionosphere-free carrier phase combination) 을 포함하는 제 1 GNSS 측정을 제 1 시간에 획득하는 단계, 및 제 1 GNSS 측정 및 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항 (correction term) 을 결정하는 단계를 포함한다. 방법은 제 2 시간에 제 2 GNSS 측정을 획득하는 단계를 더 포함하고, 제 2 GNSS 측정은 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함한다. 방법은 또한, 제 2 GNSS 측정 및 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 시간에 모바일 디바이스의 제 2 장소를 결정하는 단계를 포함한다. 일 예시적인 모바일 디바이스에서, 단계들은 모바일 디바이스 내의 프로세서 (예를 들어, 디지털 신호 프로세서 또는 애플리케이션 프로세서) 에 의해 수행될 수도 있다. 프로세서는 모바일 디바이스 내의 또는 그렇지 않으면 모바일 디바이스와 통신하는 GNSS 수신기로부터 측정들을 수신할 수도 있다. 다른 예들에서, 모든 기능성은 GNSS 수신기에 통합될 수도 있으며, 이는 결정된 모바일 디바이스 장소들을 모바일 디바이스의 다른 컴포넌트, 예컨대, 프로세서 (예를 들어, 디지털 신호 프로세서 또는 애플리케이션 프로세서), 메모리, 또는 디스플레이에 출력한다.

[0005] 본 설명에 따른 예시적인 모바일 디바이스는 메모리, 및 메모리와 통신가능하게 커플링되고 추가로 GNSS 수신기와 통신가능하게 커플링되거나 이를 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세싱 유닛들을 포함한다. 하나 이상의 프로세싱 유닛들은, 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 1 GNSS 측정을 제 1 시간에 GNSS 수신기를 통해 획득하도록 그리고 제 1 GNSS 측정 및 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항을 생성하도록 구성된다. 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 추가적으로, GNSS 수신기를 통해, 제 2 시간에 제 2 GNSS 측정을 획득하도록 구성되고, 제 2 GNSS 측정은 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함한다. 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 또한, 제 2 GNSS 측정 및 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 시간에 모바일 디바이스의 제 2 장소를 결정하도록 구성된다.

[0006] 본 설명에 따른 예시적인 디바이스는, 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 1 GNSS 측정을 제 1 시간에 획득하기 위한 수단, 및 제 1 GNSS 측정 및 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항을 생성하기 위한 수단을 포함한다. 디바이스는 제 2 시간에 제 2 GNSS 측정을 획득하기 위한 수단을 더 포함하고, 제 2 GNSS 측정은 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함한다. 디바이스는 또한, 제 2 GNSS 측정 및 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 시간에 모바일 디바이스의 제 2 장소를 결정하기 위한 수단을 포함한다.

[0007] 본 설명에 따른 예시적인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체는 모바일 디바이스의 RTK 포지셔닝을 위한 명령들을 가지며, 명령들은, 하나 이상의 프로세싱 유닛들에 의해 실행되는 때, 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들로 하여금, 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 1 GNSS 측정을 제 1 시간에 획득하도록, 그리고 제 1 GNSS 측정 및 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항을 생성하도록 한다. 명령들은, 하나 이상의 프로세싱 유닛들에 의해 실행되는 때, 추가로, 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들로 하여금, 제 2 시간에 제 2 GNSS 측정을 획득하게 하고, 제 2 GNSS 측정은 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함한다. 명령들은, 하나 이상의 프로세싱 유닛들에 의해 실행되는 때, 또한 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들로 하여금, 제 2 GNSS 측정 및 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 시간에 모바일 디바이스의 제 2 장소를 결정하도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1 및 도 2 는 교차로를 통해 이동하는 차량의 부감도의 예시들이다.

도 3 은 기지국을 갖는 전통적인 RTK 시스템의 단순화된 다이어그램이다.

도 4 는 RTK 기지국들을 사용함이 없이 RTK GNSS 정정들을 적용하기 위한 방법의 일 실시형태의 흐름도이다.

도 5a 는 전통적인 RTK 위치 추정 기법들에 따른, RTK 측정 정보가 로버 스테이션에 의해 기지국으로부터 수신

되는 시점들을 나타내는 타임라인의 예시이다.

도 5b 는, 도 5a 와 유사하지만, RTK 정정 간격이 본 명세서에 제공된 실시형태들을 사용하여 상당히 확장될 수 있는 방법을 보여주는 타임라인의 예시이다.

도 6 은 (시간 0 에서의) 초기 위치에 대한 위치 오차가 시간에 따라 플롯팅되는 시뮬레이션된 결과들의 그래프이다.

도 7 은 일 실시형태에 따른, 모바일 디바이스의 RTK 포지셔닝 방법의 흐름도이다.

도 8 은 일 실시형태에 따른, 로버 스테이션의 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트들의 블록도이다.

다양한 도면들에서의 유사한 참조 심볼들은, 특정 예시적인 구현들에 따라, 유사한 엘리먼트들을 표시한다.

부가적으로, 엘리먼트의 다중의 인스턴스들은, 그 엘리먼트에 대한 제 1 숫자에 문자 또는 하이픈 및 제 2 숫자가 후속함으로써 표시될 수도 있다. 예를 들어, 엘리먼트 (110) 의 다수의 인스턴스들은 110-1, 110-2, 110-3 등 또는 110a, 110b, 110c 등으로 표시될 수도 있다. 제 1 숫자만을 사용하여 그러한 엘리먼트를 지칭할 때, 그 엘리먼트의 임의의 인스턴스가 이해되어야 한다 (예를 들어, 이전 예에서의 엘리먼트 (110) 는 엘리먼트들 (110-1, 110-2 및 110-3) 또는 엘리먼트들 (110a, 110b 및 110c) 을 지칭할 것이다).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이제 본 명세서의 일부를 형성하는 첨부 도면과 관련하여 몇 가지 예시적인 실시형태들이 설명될 것이다. 본 개시의 하나 이상의 양태가 구현될 수 있는 특정 실시형태들이 아래에서 설명되지만, 본 개시의 범위 또는 첨부된 청구범위의 사상을 벗어나지 않으면서 다른 실시형태들이 사용될 수 있고 다양한 수정이 이루어질 수 있다.

[0010] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "위치" 및 "장소" 는 상호교환 가능하게 사용된다. 더욱이, "위치 결정", "위치 고정", "장소 추정" 과 같은 용어들은 또한 모바일 디바이스, 로버 스테이션, 또는 GNSS 수신기를 포함하는 다른 디바이스의 추정된 위치를 지칭하기 위해 GNSS-기반 포지셔닝과 관련하여 본 명세서에서 상호교환 가능하게 사용된다.

[0011] 소비자 전자기기 (consumer electronics) 에 대한 매우 정확한 장소 결정은 매우 다양한 애플리케이션들에서 중요할 수 있다. 도 1 및 도 2 는 그러한 일례를 예시한다: 자율 주행.

[0012] 도 1 은 교차로 (120) 를 통해 이동하는 차량 (110) 의 부감도의 예시이다. 이 예에서, 차량 (110) 은 이동 경로 (150) 를 따라 제 1 장소 (130) 로부터 제 2 장소 (140) 로 이동한다. 그러나, 전통적인 GNSS 장소 결정 기법들을 사용하는 추정된 이동 경로 (160) 는 차량 (110) 을 다른 차선에 또는 심지어 도로 밖에 배치할 것이다. 이는 전통적인 GNSS 위치 결정의 정확도가 수 미터의 오차를 포함할 수 있기 때문이다. 이는 자율 주행 요구에 불충분할 수 있다. 자율 주행 레벨들 L2 이상은 예를 들어 종종 데시미터-레벨 정확도를 요구한다. 이러한 정확도 레벨은 전통적인 GNSS 단독으로는 보장될 수 없다. GNSS 가 때때로 주어진 장소에서 매우 정확한 위치를 제공할 수도 있지만, 이러한 정확도는, 특히 차량이 이동 중인 경우, 심지어 몇 초 동안에 보장될 수 없다. 짧은 이동 거리에서만 이동 경로 (150) 를 따르는 자율 주행 차량은 다수의 사고를 겪었다.

[0013] 도 2 는 도 1 과 동일한 조건의 부감도의 예시이다. 그러나, 도 1 의 예처럼 전통적인 GNSS 를 사용하기 보다는, GNSS 를 갖는 RTK 포지셔닝이 사용되어, 실제 이동 경로 (150) 에 훨씬 더 가깝게 정렬되는 추정된 이동 경로 (170) 를 제공하는 실시간, 높은 정확도 위치가 얻어진다. 볼 수 있는 바와 같이, RTK 포지셔닝은, 데시미터 또는 심지어 센티미터의 정확도 내에서 위치 결정들을 초래할 수 있고, 따라서 자동화된 주행 및 다른 애플리케이션들에서 사용될 수 있다.

[0014] RTK 포지셔닝은 GNSS 위성과 로버 스테이션 사이의 캐리어 사이클의 수를 결정함으로써 캐리어-기반 레인징을 사용하는 GNSS-기반 포지셔닝 기법이다. RTK 포지셔닝은, 레퍼런스 장소에서 매우 정확한 GNSS 수신기로부터의 관측치들을 사용하며 이 관측치들이 동일한 오차를 갖는다고 가정하여 행해진 차동 정정들에 의한 다양한 오차들 (예를 들어, 위성 클록 및 궤도, 전리층 및 대류권 지연들, 페이즈 와인드업 (phase wind-up), 고체 지구 조류 (solid earth tide) 를 포함하는 사이트 변위, 대양 로딩 (ocean loading), 및/또는 극 조류 (pole tide)) 의 소거를 위한 계산들을 수반할 수도 있다. 도 3 에 도시된 바와 같이, 전통적인 RTK 시스템들은 이러한 차동 정정들을 결정하기 위해 하나 이상의 "기지국들"을 이용한다. 그러나, 전통적인 RTK 에서, 로

버 스테이션 (예를 들어, 모바일 디바이스) 에 공급되는 RTK 정정 정보는 정확성을 유지하기 위해 빈번하게 리프레시되어야 한다. 전통적으로, 이 리프레시 빈도는 전형적으로 초당 1회이며, 드물게는 수 초 이상이다.

[0015] 도 3 은 전통적인 RTK 시스템 (300) 의 단순화된 다이어그램이다. 언급된 바와 같이, RTK 시스템 (300) 은 하나 이상의 GNSS 콘스텔레이션들 (예를 들어, GPS (Global Position System), GAL (Galileo), GLONASS (global navigation satellite system), Beidou 등) 로부터 위성 차량들 (SV들) (340) 으로부터 RF 신호들 (330) 을 수신하는 로버 스테이션 (310) 및 기지국 (320) 쌍방에서 GNSS 수신기들을 사용함으로써 로버 스테이션 (310) 의 매우 정확한 GNSS 위치 고정을 가능하게 한다. 이미 언급한 바와 같이, 사용되는 로버 스테이션 (310) 의 타입은 애플리케이션에 따라 달라질 수도 있고, GNSS 수신기가 장착된 모바일 디바이스와 같이 GNSS 포지셔닝 데이터에 대한 액세스를 갖는 다양한 타입의 모바일 디바이스 중 임의의 것을 포함할 수도 있다. 이러한 모바일 디바이스는, 예를 들어, 모바일 폰, 태블릿, 랩톱, 웨어러블 디바이스, 차량 등과 같은 소비자 전자기기 또는 다른 모바일 소비자 디바이스들을 포함할 수도 있다.

[0016] 전통적인 GNSS 위치 고정을 수행하기 위해, 로버 스테이션 (310) 은 RF 신호들 (330) 에서 수신된 생성된 의사 랜덤 이진 시퀀스에서의 결정된 지연에 기초하여 SV들 (340) 각각의 거리를 결정하기 위해 코드-기반 포지셔닝을 사용할 수 있다. 로버 스테이션 (310) 은 SV들 (140) 에 관한 궤도력(ephemeris) (또는 내비게이션) 데이터를 사용하여 특정 순간에 각각의 SV (340) 의 장소를 더 정확하게 계산할 수 있다. 그러면, SV들 (140) 의 거리 및 위치 정보로, 로버 스테이션 (310) 은 그의 장소에 대한 위치 고정을 결정할 수 있다. 이 위치 고정은, 예를 들어, 로버 스테이션 (310) 의 하나 이상의 프로세서에 의해 실행되는 SPE (Standalone Positioning Engine) 에 의해 결정될 수도 있다. 그러나, 로버 스테이션 (310) 에 대한 위치 고정의 결과적인 정확성은 SV (340) 궤도 및 클록, 전리층 및 대류권 지연, 및 다른 현상에 의해 야기되는 오차를 갖는다. 도 1 에 도시된 바와 같이, 이는 대략 미터의 정확도를 제공할 수 있고, 이는 많은 애플리케이션들에 대해 덜 바람직할 수도 있다.

[0017] 전통적인 RTK 포지셔닝은 RF 신호들 (330) 의 반송파에 기초한 캐리어-기반 레인징을 이용함으로써 그리고 다양한 오차 소스들로부터의 오차들의 차동 정정들을 행하기 위해 이용될 수 있는 레퍼런스 장소로부터의 유사한 관측들을 행하기 위해 기지국 (320) 을 이용함으로써 높은 정확도 솔루션을 제공할 수 있다. 기지국 (320) 은, 캐리어-기반 레인징 및 알려진 위치를 사용하여, 예를 들어, 데이터 통신 네트워크 (350) 를 통해 로버 스테이션 (310) 에 통신되고, 로버 스테이션 (310) 에 대한 정확한 위치 고정을 결정하기 위해 로버 스테이션 (310) 에 의해 이루어진 SV들 (340) 의 측정치들과 RTK 측정 정보를 비교함으로써 전술한 바와 같은 오차들 (예를 들어, 궤도 및 클록 오차들, 전리층 및 대류권 지연들 등) 을 감소시키기 위한 정정 정보로서 로버 스테이션 (310) 에 의해 사용되는 RTK 측정 정보 ("RTK 서비스 데이터"로도 알려짐) 를 제공하는 고정된 GNSS 수신기를 포함한다. 이 위치 고정은, 예를 들어, 로버 스테이션 (310) 의 하나 이상의 프로세서에 의해 실행되는 PPE (Precise Positioning Engine) 에 의해 결정될 수도 있다. 보다 구체적으로, SPE 에 제공된 정보에 더하여, PPE 는 RTK 측정 정보, 및 대류권 및 전리층과 같은 추가적인 정정 정보를 사용하여, 높은 정확도의 캐리어-기반 위치 고정을 제공할 수도 있다. DGNS (Differential GNSS), RTK (Real Time Kinematic), 및 PPP 와 같은 몇몇 GNSS 기법들이 PPE 에서 채택될 수 있다.

[0018] 언급된 바와 같이, 로버 스테이션 (310) 에 대한 위치 고정의 정확성을 유지하기 위해, 로버 스테이션 (310) 은 기지국 (320) 으로부터 업데이트된 RTK 측정 정보를 자주 수신할 필요가 있을 수도 있다. 예를 들어, RTK 측정 정보는 매 초에 한 번씩 로버 스테이션 (310) 에 제공될 수도 있다. 이는 적어도 세 가지 이유로 문제가 될 수 있다. 첫째로, 임의의 주어진 시간에, 많은 로버 스테이션들 (310) (예를 들어, 수십, 수백, 수천, 또는 그 이상) 이 있을 수도 있고, 따라서 RTK 시스템 (300) 은 데이터 통신 네트워크 (350) 에 대한 사용자 데이터를 운반하기보다는 오버헤드 데이터를 포지셔닝하기 위해 기지국 (320) 의 대역폭을 소비할 수도 있다. 둘째로, RTK 측정 정보가 로버 스테이션 (310) 에 제공될 때마다 RTK 서비스는 종종 지분을 요구한다. 따라서, 로버 스테이션 (310) 에 대한 높은 정확도의 위치 고정을 획득하고 유지하는 것은 시간이 지남에 따라 비용이 많이 들 수 있다. 셋째로, 로버 스테이션 (310) 은 로버 스테이션 (310) 에 RTK 측정 정보를 제공할 수 없게 되는 데이터 장애 (data outage) 의 경우에 매우 정확한 RTK 위치 추정을 할 수 있는 능력을 상실한다.

[0019] 본 명세서에 제공된 실시형태들에 따르면, RTK 측정 정보 및 후속하는 차동 오차 정정은 기지국 (320) 이 아니라 로버 스테이션 (310) 자체에 의해 취해진 측정으로부터 유도될 수 있다. 즉, 위치 고정기 매우 정확한 (기지국 (320) 으로부터의 RTK 측정 정보에 기초할 수도 있음) 초기 장소 (예를 들어, 도 2 의 제 1 장소 (130)) 에서 로버 스테이션 (310) 에 의해 취해진 측정들을 레버리징함으로써, 차동 정정들이 후속적으로 적용

되어, 기지국 (320) 으로부터의 추가적인 RTK 측정 정보를 요구함이 없이, 연장된 기간에 걸쳐 로버 스테이션 (310) 에 대한 매우 정확한 위치 추정치들 (예를 들어, 추정된 이동 경로 (170)) 을 유지할 수 있다. 다른 이점들 중에서도, 이것은 네트워크 대역폭 및 비용의 양을 상당히 감소시킬 수 있다. 일부 실시형태들에서, 예를 들어, 매 초 RTK 측정 정보를 수신하기 보다는, 로버 스테이션 (310) 은 추가적인 RTK 측정 정보에 대한 필요 없이 1200초 (20분) 또는 그 이상 진행될 수 있다. 원하는 기능성에 따라, 일부 실시형태들은 추가적인 또는 대안적인 간격들 (예를 들어, 매 10, 15, 25, 또는 30분) 에서 RTK 측정들을 획득할 수도 있다. (이와 관련된 추가 정보는 도 5a 및 도 5b 를 참조하여 본 명세서에 제공된다.) 이러한 실시형태들에서, 로버 스테이션 (310) 은, MCMF GNSS 수신기들로 취해진 측정들로부터 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 레버리징하는 등에 의해, 그 자신의 RTK 정정을 효과적으로 생성하고 사용할 수 있다.

[0020] 도 4 는 기지국을 사용함이 없이 RTK GNSS 정정을 적용하기 위한 방법의 일 실시형태의 흐름도이며, 여기서 기능들은 수학적으로 설명된다. 도 4 에 도시된 블록들 각각에서의 기능성은 로버 스테이션 (310) 의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들에 의해 수행될 수도 있다. (로버 스테이션 (310) 의 예시적인 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트들이 도 8 에 예시되어 있으며, 아래에서 더 상세히 설명된다.) 도 4 에 도시되고 아래에서 설명되는 실시형태가 특정 항들 및 등식들을 포함하지만, 대안적인 실시형태들은 대안적인 항들 및/또는 등식들을 사용할 수도 있다는 것에 유의할 수 있다.

[0021] 블록 410 에서, 시작 시간 t_0 에서 초기 측정이 취해진다. 로버 스테이션 (310) 에 대한 높은 정확도의 장소 추정을 위해 여기에 제공된 기법들은 매우 정확한 초기 장소 추정에 의해 도움을 받는다. 정확도는 초기 장소 추정의 정확도에 관하여 유지될 수도 있다. 따라서, 로버 스테이션 (310) 은 정확한 초기 장소 추정이 이루어진 후에 블록 410 에서 기능성을 수행할 수도 있다. 이러한 초기 장소 추정은 예를 들어 수렴/모호성 고정 후의 RTK 포지셔닝 데이터에 기초할 수 있다. (절대적 위치 정확성보다는, 시간 t_0 에서의 위치에 대한 시간 t_0 이후의 위치 정확성이 요구되는 경우, 다른 애플리케이션들은 수렴/모호성 고정을 필요로 하지 않을 수도 있다.) 로버 스테이션 (310) 은 시작 시간 (t_0) 에서 정적일 필요가 없고, 이동하고 있을 수도 있다.

[0022] 시작 시간 (t_0) 에서의 측정 (블록 (410) 에 도시됨) 은 다음과 같이 표현될 수 있고:

$$\nabla\Phi_{IF,t_0} = (\nabla\rho_{IF,t_0} + \nabla LOS_{t_0} * dX_{t_0}) + (\nabla Trop_{IF,t_0} + \nabla MAP_{t_0} * dWet_{t_0}) + \nabla dSat_{t_0} + \nabla N_{IF,t_0} \quad (1)$$

[0023]

[0024] 여기서 등식 변수들은 다음과 같이 정의된다:

[0025] ∇ - 위성간 단일-차별화 연산자

[0026] Φ_{IF} - (예컨대, GPS L1, L2 및 L5 캐리어들; GAL E1, E5A, E5B 및 E6 캐리어들; 및/또는 BDS B1I, B1C, B2A, B2B 및 B3 캐리어들의 조합으로부터) 전리층 없는 캐리어 위상 조합

[0027] ρ - 계산된 지오메트리 범위

[0028] LOS - 위성 시선 벡터

[0029] dX - 추정되는 위치 오차

[0030] $Trop$ - 모델들을 사용하여 계산된 대류권 지연

[0031] MAP - 대류권 습식 컴포넌트 매핑 기능

[0032] Wet - 추정되는 대류권 습식 천정 지연 오차

[0033] Sat - 위성 궤도 및 클록 결합 오차

[0034] N - 전리층 없는 캐리어 위상 조합에 대한 모호성 항 (ambiguity term).

[0035] 이 실시형태에서, 전리층 오차들은 등식 (1) 에서 고려될 필요가 없을 수도 있는데, 그 이유는 전리층 오차들이 로버 스테이션 (310) 에서 MCMF GNSS 수신기의 전리층 소거 기능성을 이용하여 감소될 수 있기 때문이다. 보다 구체적으로, GNSS 신호들이 전리층들을 통과할 때, 전리층 굴절이 일어날 것이다. 그러나, 이러한 굴

절로부터 발생하는 오차의 1차 영향 (99.9%) 은 신호 주파수의 제공에 반비례한다. 따라서, 동일한 위성으로부터 상이한 주파수들을 갖는 적어도 2 개의 신호들이 이용가능할 때, 이러한 1차 영향은 신호들의 선형 조합, 즉, 전리층 없는 캐리어 위상 조합 Φ_{IF} 을 사용하는 측정을 취함으로써 이 신호들을 검출할 수 있는 MCMF 수신기들에서 제거될 수 있다. (유사한 전리층 없는 조합은 의사거리 측정들에 유효하다.) 이러한 방식으로, MCMF GNSS 수신기는 전리층 지연을 설명하는 상이한 주파수들 (예를 들어, GPS L1 및 L5 주파수들, GAL E1 및 E5A 주파수들, BDS B1I 및 B2A 주파수들 등) 상에서 송신되는 복수의 RF 신호들 (330) 의 측정을 취할 수 있다. 즉, 대안적인 실시형태들은 이 문제에서 전리층 없는 관측들을 제공하지 않는 수신기들을 이용할 수도 있고, 대신에 시작 시간 t_0 에서 그리고 후속적으로 시간 t_i 에서 전리층 지연들을 추정함으로써 전리층-관련 오차들을 설명할 수도 있다.

[0036] 블록 420 에서, 시작 시간 (t_0) 에 대응하는 RTK 정정 항이 결정된다. 로버 스테이션 (310) 은 시작 시간 (t_0) 에서 블록 410 의 측정에 기초하여 높은 정확도의 포지셔닝을 유지하는 데 사용하기 위한 RTK 정정 항을 도출할 수 있다. 블록 420 에 도시된 바와 같이, 시작 시간 (t_0) 에서의 RTK 정정 항은 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$\nabla \text{Corr}_{IF,t_0} = \nabla \text{LOS}_{t_0} * dX_{t_0} + \nabla \text{MAP}_{t_0} * dWet_{t_0} + \nabla d\text{Sat}_{t_0} + \nabla N_{IF,t_0} \quad (2)$$

[0038] 블록 430 에서, 로버 스테이션 (310) 은 후속하여, 다음과 같이 표현될 수 있는 "현재 시간" (t_i) 에서 측정을 취할 수 있다:

$$\nabla \Phi_{IF,t_i} = (\nabla \rho_{IF,t_i} + \nabla \text{LOS}_{t_i} * dX_{t_i}) + (\nabla \text{Trop}_{IF,t_i} + \nabla \text{MAP}_{t_i} * dWet_{t_i}) + \nabla d\text{Sat}_{t_i} + \nabla N_{IF,t_i} \quad (3)$$

[0040] 그리고 로버 스테이션 (310) 은 등식 (2) 및 (3) 의 항들을 미분함으로써 블록 (430) 의 측정에 정정을 적용할 수 있다. 현재 시간 t_i 에서의 장소는 (수렴/모호성 고정 후에 발생할 수 있는) 시작 시간 t_0 에서의 위치에 상대적이며, 따라서 동일한 모호성 항이 등식 (2) 및 (3) 쌍방에 대해 사용될 수 있다. 따라서,

$\nabla N_{IF,t_i} = \nabla N_{IF,t_0}$ 이 때문에, 그리고 $\nabla d\text{Sat}_{t_i} \approx \nabla d\text{Sat}_{t_0}$ 때문에, 현재 시간 t_i 에서의 결과적인 측정은, 정정이 적용된 후에, 도 4 의 블록 440 에 예시된 바와 같이, 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$\nabla \Phi_{IF,t_i} = \nabla \rho_{IF,t_i} + \nabla \text{LOS}_{t_i} * (dX_{t_i} - dX_{t_0}) + (\nabla \text{LOS}_{t_i} - \nabla \text{LOS}_{t_0}) * dX_{t_0} + \nabla \text{Trop}_{IF,t_i} + \nabla \text{MAP}_{t_i} * (dWet_{t_i} - dWet_{t_0}) + (\nabla \text{MAP}_{t_i} - \nabla \text{MAP}_{t_0}) * dWet_{t_0} \quad (4)$$

[0042] 등식 (4) 의 이러한 정정된 측정으로, 로버 스테이션 (310) 의 장소는 GNSS 포지셔닝 기법에 따라 장소/위치 추정기에 의해 추정된다. 장소/위치 추정기는 포지셔닝 엔진 (예를 들어, PPE) 의 일부일 수도 있고, 예를 들어, EKF (Extended Kalman Filter), WLS (Weighted Least Squares), 해치 필터, 입자 필터 등을 사용하는 것과 같이, 추정 기법들을 사용할 수도 있다. 즉, 장소/위치 추정기는 시작 시간 t_0 에서 로버 스테이션 (310) 의 위치에 대해 현재 시간 t_i 에서 로버 스테이션 (310) 의 위치를 추정하는 데 사용될 수 있다:

$$(dX_{t_i} - dX_{t_0}) \quad (5)$$

[0044] 블록 450 에서, 로버 스테이션 (310) 은 신규 RTK 정정이 필요한지 여부를 결정한다. 만약 아니라면, 방법은 블록 460 으로 진행할 수 있고, 여기서 시간이 경과하고 ($t_i = t_i + 1$), 블록들 430-460 에 나타난 동작들은 신규 RTK 정정이 필요하다고 결정될 때까지 계속 반복될 수 있으며, 이 시점에서 프로세스는 블록 470 에 나타난 바와 같이 새로운 높은 정확도의 위치 추정치를 획득하는 것을 포함한다. 이 높은 정확도의 위치 추정치는 새로운 레퍼런스 포인트로서 사용될 수 있고, 프로세스는 블록 410 에서 다시 시작할 수 있다. 블록 450 에서, 신규 RTK 정정이 필요한지 여부의 결정은 다양한 인자들 중 임의의 인자에 기초할 수 있으며, 아래에서 더 상세히 논의된다. 일부 실시형태들에 따르면, 새로운 측정들 및 위치 추정치들이 행해지는 주파수 (예를 들어, 블록들 430-460 에 나타난 기능성이 반복되는 주파수) 는 전통적인 RTK 측정 정보가 검색되는 주파수 (예를 들어, 초당 한 번) 와 일치할 수 있다. 다른 실시형태들은 원하는 기능성에 따라 더 높거나 더 낮은 주파수에서 이 기능성을 수행할 수도 있다. 또한, 실시형태들이 도 4 에 예시된 프로세스를 상이하게 구현할 수도 있다는 것을 언급할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태들에 따르면, (블록 410 에 나타난) 시작 시간 t_0 에서 취해진 측정은 이후에 취해지기보다는, 초기의 높은 정확도의 위치 추정치를 획득하도록 이루어질 수도

있다.

- [0045] 그 자신의 정정 항을 계산함으로써, 로버 스테이션 (310) 은 (블록 470 에서 수행될 수도 있는) 높은 정확도의 위치 추정치의 다른 수단 또는 기지국으로부터의 RTK 측정 정보에 대한 필요 없이, 수렴 (예를 들어, 블록 430-460 에 나타난 기능성을 반복함) 후 긴 기간 동안 높은 정확도를 유지할 수 있다. 도 5a 및 도 5b 는 이러한 개념을 시각적으로 중계하는 것을 돕는 예시들이다.
- [0046] 도 5a 는 전통적인 RTK 위치 추정 기법들에 따라, RTK 서비스 데이터와 같은 RTK 측정 정보가 로버 스테이션 (310) 에 의해 기지국 (320) 으로부터 수신되는 시점을 나타내는 타임라인의 예시이다. 이러한 시점은 화살표 (510) 로 표시된다. 수렴/모호성 고정 전 및 수렴/모호성 고정 후의 시간도 또한 예시된다. 이 시간들 사이의 경계는 모호성 항 (예를 들어, 등식 (1) 에서의 항 N) 이 결정되는 시간을 나타낸다. 당업자가 인식할 바와 같이, 캐리어 위상의 모호성 (정수 (integer number)) 을 나타내는 모호성 항의 결정은 캐리어-기반 레인징을 허용하여, 로버 스테이션 (310) 에 대한 높은 정확도의 추정치를 초래한다. 즉, 수렴/모호성 고정 후의 기간은 기지국 (320) 으로부터 RTK 측정 정보를 계속 수신함으로써 높은 정확도의 RTK 위치 추정치가 유지되는 시간이다. 알 수 있는 바와 같이, RTK 정정 간격 (520) 으로 라벨링된, RTK 측정 정보가 기지국 (320) 으로부터 수신되는 주기성은 수렴 전과 후 둘 다에 동일하다. 전통적으로, RTK 정정 간격 (520) 은 1 초이다.
- [0047] 도 5b 는, 도 5a 와 유사하지만, RTK 정정 간격 (520) 이 도 4 에 예시된 방법과 같이 본 명세서에 제공된 실시 형태들을 사용하여 상당히 확장될 수 있는 방법을 보여주는 타임라인의 예시이다. 즉, 초기의 높은 정확도의 위치 추정치를 결정하기 위해 기지국 (320) 으로부터 수신된 RTK 측정 정보를 이용하는 실시형태들의 경우, 수렴/모호성 고정 전의 RTK 측정 정보의 수신은, 초기 위치 추정치의 결정을 위한 표준 RTK 정정 간격 (520) 을 갖는 정상으로서 진행될 수도 있다. 그러나, 일단 수렴/모호성 고정 후에 초기 위치 추정이 발생하면, 추가적인 RTK 정정 정보가 일부 시간 동안 필요하지 않으므로, RTK 정정 간격 (520) 을 상당히 확장한다. 일부 실시형태들에서, RTK 정정 간격 (520) 을 증가시키기 전에 수렴/모호성 고정 후에 추가적인 RTK 측정 정보가 수신될 수도 있다.
- [0048] 예를 들어, 도 6 은 초기 위치 (시간 0 에서) 에 대한 위치 오차가 시간에 따라 플롯팅되는 시뮬레이션된 결과들의 그래프이다. 시뮬레이션은 로버 스테이션 (310) 이 기지국 (320) 으로부터의 RTK 측정 정보의 사용 없이 그 자신의 RTK 정정을 사용하는 1200초 (20분) 로 연장되었다. North 오차 (610) 는 대략 0.5 dm 미만으로 유지되고, East 오차 (620) 는 1 dm 미만으로 유지되며, Up 오차 (630) 는 대략 1.5 dm 미만으로 유지된다. 따라서, 정확도는 (예를 들어, 도 1 에 도시된 바와 같은) 전통적인 GNSS 에 비해 상당히 개선되고, 도 5a 에 도시된 방식으로 기지국으로부터의 RTK 측정 정보를 사용하여 전통적인 RTK 포지셔닝 환경들에서 제공된 정확도와 동일하거나 유사할 수 있다. 따라서, 정확도는 (예를 들어, 도 1 에 도시된 바와 같은) 전통적인 GNSS 에 비해 상당히 개선되고, 도 5a 에 도시된 방식으로 기지국으로부터의 RTK 측정 정보를 사용하여 전통적인 RTK 포지셔닝 환경들에서 제공된 정확도와 동일하거나 유사할 수 있다. 따라서, 본 명세서에 제공된 실시형태들은 (예를 들어, 도 2 에 도시된 바와 같은) 자율 주행과 같은 높은 정확도의 애플리케이션들에서 사용될 수 있지만, 기지국의 제한된 리소스들 내에서 대역폭을 소비함이 없이 높은 정확도를 제공하고, 기지국의 통신들에 의존하지 않음으로써 더 양호한 복원력과 함께 높은 정확도를 제공한다.
- [0049] 본 명세서에 기술된 실시형태들에 의해 가능하게 되는 수렴/모호성 고정 후 RTK 정정 간격 (520) 의 상당한 증가 (예를 들어, 도 6 의 시뮬레이션 결과에 도시된 예에서 1200 의 인자에 의해) 는 전통적인 RTK 포지셔닝에 비해 다양한 이점을 제공한다. 예를 들어, 대역폭의 상당한 감소는 RTK 시스템 (300) 이 동일하거나 더 적은 대역폭을 사용하여 훨씬 더 많은 로버 스테이션들 (310) 에 RTK 측정 정보를 제공하게 할 수 있다. 이것은 또한, 만약 기지국 (320) 으로부터의 RTK 측정 정보에 대한 지불이 요구된다면, 로버 스테이션 (310) 의 상당히 감소된 운영 비용을 의미할 수 있다. 기지국 (320) 으로부터 로버 스테이션 (310) 으로의 RTK 측정 정보의 통신을 방해할 수 있는 RTK 시스템 (300) 에서의 데이터 장애가 있는 경우, 기법이 또한 이용될 수도 있다.
- [0050] 다시, 기지국 (320) 으로부터의 전통적인 RTK 측정 정보가 (도 5b 에 도시된 바와 같이) 초기의 높은 정확도의 위치 추정치를 결정하기 위해 사용될 수도 있지만, 이 초기 위치 추정치는 RTK 위치 추정치일 필요가 없다. 즉, 초기 위치 추정치는 RTK 포지셔닝에 더하여 또는 대안적인 기법들을 사용하여 이루어질 수도 있다. 예를 들어, 로버 스테이션 (310) 의 높은 정확도의 위치 추정치를 제공하는 GNSS 위성 궤도 및 클록 정정들을 결정하기 위해 글로벌 기지국들의 네트워크를 사용하는 PPP (Precise Point Positioning) 이 사용될 수도 있다.

- [0051] 일부 실시형태들에서, 신규의 높은 정확도의 위치 추정치 또는 기지국으로부터의 추가적인 RTK 측정들에 대한 필요 없이, 수렴/모호성 고정 후에 RTK 정정 간격 (520) 을 확장하기 위해 추가적인 정정들이 획득될 수도 있다. 즉, 도 4 를 참조하면, 블록 430-460 에서의 함수들이 블록 450 에서 신규 RTK 정정이 필요하기 전에 반복될 수 있는 시간의 길이를 연장하기 위해 (등식 (4) 의 정정된 측정을 위해) 블록 430 에서 정정들이 적용될 수도 있다.
- [0052] 예를 들어, RTK 정정을 확장하기 위해 사용될 수도 있는 하나의 정정은 궤도 클럭 오차 ∇dSat 에 대한 정정일 수도 있다. 연장된 기간 (예를 들어, 긴 RTK 정정 간격 (520)) 에 걸쳐, 궤도 클럭 오차에 대한 근사화 ($\nabla \text{dSat}_t \approx \nabla \text{dSat}_{t_0}$) 는 시간이 지남에 따라 정정된 측정 (등식 (4)) 을 부정확해지게 할 수도 있다. 따라서, 일부 실시형태들에 따르면, 모바일 디바이스는 SBAS (Space-Based Augmentation System) 및/또는 다른 소스들로부터 궤도 클럭 오차 정정을 획득함으로써 RTK 정정 간격 (520) 을 연장할 수 있다. 이러한 방식으로 RTK 정정 간격을 연장함으로써, 실시형태들은 기지국 (320) 으로부터의 RTK 측정 정보에 대한 필요성을 추가로 감소시킬 수 있다. 유사하게, 다른 로버 스테이션들 (310) (예를 들어, P2P (peer-to-peer) 통신을 통해), 사물 인터넷 (IoT) 디바이스들, 셀룰러 디바이스들 (예를 들어, LTE (Long Term Evolution), 5세대 뉴 라디오 (5G NR) 를 통해) 등을 포함하는, 다른 소스들에 의해 제공될 수도 있는, 정정된 측정 (등식 (4)) 에서 고려되는 추가적인 또는 대안적인 오차들에 정정이 이루어질 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 실시 형태들은 수신기 클럭, GNSS 인터/인트라 주파수 및 콘스텔레이션 바이어스들, 및/또는 수신기 위상 중심 변동 효과에 대해 추가적인 고려가 요구되지 않도록 위성 간 단일 차이를 추가로 수행할 수 있다. 일부 실시형태들에서, 로버 스테이션 (310) 은 사용자 또는 애플리케이션이 이러한 타입들의 오차 정정 기법들을 사용하여 RTK 정정 간격 (520) 을 연장할 수 있게 하는 설정을 가질 수도 있다.
- [0053] 도 4 의 블록 450 의 기능성으로 돌아가면, 신규 RTK 정정이 필요한지 여부의 결정은 다양한 기법들 중 임의의 것을 사용하여 이루어질 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 정정 간격 (520) 이 일정 시간을 초과하지 않도록 타이머가 설정될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 이는 추가적인 정정 정보가 수신되는지 여부, 정확도 요건들, 및/또는 다른 인자들에 기초할 수도 있다. 예를 들어, 궤도 클럭 오차 (∇dSat) 는 일정 시간 동안 일정량만큼 증가한다고 가정될 수도 있다. 따라서, 특정 애플리케이션의 정확도 요건들이 주어지면, 실시 형태들은 임계 시간량에 기초하여 신규 RTK 정정이 필요한지 여부를 결정할 수도 있다. 주어진 애플리케이션에 대한 정확도 요건이 로버 스테이션 (310) 에 대한 위치 추정치의 정확도가 15 cm 이내일 것을 요구하고, 궤도 클럭 오차가 매 5 분마다 최대값인 5 cm 로 증가한다고 가정하면, (도 4 의 블록 450 에서) 초기 위치 추정으로부터 15 분이 경과한 경우 신규 RTK 정정이 필요하다고 결정될 수도 있다.
- [0054] 추가적으로 또는 대안적으로, 신규 RTK 정정이 필요한지 여부의 결정은 위치 오차 추정치가 특정 임계치를 초과하는지 여부에 기초할 수도 있다. 예를 들어, HEPE (Horizontal Estimated Position Error) 는 로버 스테이션 (310) 의 위치 결정 엔진에 의해 생성된 정확도 값이다. 따라서, 일부 실시형태들은, HEPE 값이 특정 정확도 임계치를 초과하면, (도 4 의 블록 450 에서) 신규 RTK 정정이 필요하다고 결정할 수도 있다. 다시, 이 값은 애플리케이션 의존적일 수도 있다. 따라서, 예를 들어, 애플리케이션이 20 cm 미만의 정확도를 요구하는 경우, HEPE 값이 20 cm 이상이라면 신규 RTK 정정이 획득될 수도 있다.
- [0055] 추가적으로 또는 대안적으로, 실시형태들은 신규 RTK 정정이 필요한지 여부의 결정에 다른 인자들을 이용할 수도 있다. 환경 인자들이 고려될 수도 있다. 예를 들어, 자율 주행 차량 애플리케이션들에서의 높은 트래픽 환경들은, 예를 들어, 낮은 트래픽 환경들보다 더 높은 정확도를 요구할 수도 있다. 다른 센서들의 이용가능성 및/또는 정확도가 추가적으로 또는 대안적으로 고려될 수도 있다. 예를 들어, 자율 주행 차량의 카메라 또는 LIDAR 가 손상되거나 이용 불가능하다면, 더 높은 정확도가 요구될 수도 있다. 이와 같이, 시간 임계치 및/또는 정확도 임계치는 매우 정확한 RTK 위치 추정을 유지하는 방식으로 신규 RTK 정정이 획득되는 것을 돕기 위해 감소될 수도 있다.
- [0056] 도 7 은 일 실시형태에 따른, 모바일 디바이스의 RTK 포지셔닝 방법 (700) 의 흐름도이다. 방법 (700) 은 전술된 기법들을 이용할 수 있고, 따라서 도 4 에 예시된, 이전에 설명된 프로세스의 일 구현으로서 보여질 수도 있다. 대안적인 실시형태들은 도 7 에 예시된 블록들에 설명된 기능성을 결합, 분리, 또는 달리 변경함으로써 기능면에서 변경될 수도 있다. 여기서, 모바일 디바이스는 전술한 실시형태들에서 사용된 바와 같이, 로버 스테이션 (310) 을 포함할 수도 있다. 이와 같이, 도 7 에 예시된 블록들 중 하나 이상의 기능성을 수행하기 위한 수단은 도 8 에 도시되고 이하에서 설명되는 컴포넌트들과 같은 로버 스테이션 (310) 의 하

드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.

- [0057] 블록 710 에서, 기능성은 제 1 시간에 제 1 GNSS 측정을 획득하는 것을 포함하며, 여기서 제 1 GNSS 측정은 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함한다. 이전에 언급된 바와 같이, 전리층 없는 캐리어 위상 조합은 GPS L1, L2, 및/또는 L5 캐리어들; GAL E1, E5A, E5B, 및 E6 캐리어들; 및/또는 BDS B1I, B1C, B2A, B2B, 및 B3 캐리어들을 포함하는 (그러나 이에 제한되지 않음) 2 이상의 주파수들의 조합들을 사용하여 획득될 수도 있다. 추가적으로, 등식 (1) 의 예에 예시된 바와 같이, 이 제 1 측정은 정정 항을 생성하기 위해 사용될 수 있는 다양한 변수를 포함할 수도 있다. 언급된 바와 같이, 후속 장소 결정들은 이 초기 위치에 대한 것이다. 따라서, 일부 실시형태들은 이 제 1 장소에 대한 높은 정확도의 장소 결정을 결정하는 것을 더 포함할 수도 있다. 이는 기지국으로부터 수신된 정보에 기초하여 RTK 포지셔닝을 사용하는 것을 포함할 수 있다. 즉, 일부 실시형태들에서, 방법 (700) 은 기지국으로부터 수신된 RTK 측정 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 제 1 위치를 결정하는 단계를 더 포함한다. 즉, PPP 와 같은 다른 형태의 높은 정확도의 장소 결정이 사용될 수도 있다.
- [0058] 블록 710 에서 기능성을 수행하기 위한 수단은, 도 8 에 도시되고 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 로버 스테이션 (310) 의 하나 이상의 소프트웨어 및/또는 하드웨어 컴포넌트들, 예컨대, 버스 (805), 프로세싱 유닛(들) (810), 무선 통신 인터페이스 (830), 메모리 (860), GNSS 수신기 (880), 및/또는 로버 스테이션 (310) 의 다른 소프트웨어 및/또는 하드웨어 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.
- [0059] 블록 720 에서, 기능성은 제 1 GNSS 측정 및 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항을 결정하는 것을 포함한다. 등식 (2) 및 도 4 의 블록 420 에서의 기능성과 관련하여 이전에 설명된 바와 같이, 이 정정 항은 후속하는 전리층 없는 캐리어 위상 조합들의 차동 정정을 위해 사용되는 전리층 없는 캐리어 위상 조합으로부터의 변수들을 포함할 수 있다. 정정 항은 명시적으로 생성되지 않을 수도 있다고 언급할 수 있다. 대신에, 이는 제 1 시간에 취해진 전리층 없는 캐리어 위상 조합의 적어도 일부 부분들이 후속 시간들에 취해진 전리층 없는 캐리어 위상 조합들의 차동 정정을 위한 것일 때 암시적으로 생성될 수도 있다. 도 4 를 참조하면, 예를 들어, (1) 블록 420 에서 명시적으로 정정 항을 생성하고 (2) 블록 430 에서 이를 후속 측정에 적용하는 2단계 접근법을 취하기보다는, 실시형태들은 (블록들 420 및 430 의 기능성을 조합하여) 단일 단계에서 정정 항들을 생성하고 적용하는 방식으로 후속 시간 t_i 에서 취해진 측정들을 적용하는 1단계 접근법을 취함으로써 암시적으로 정정 항을 사용할 수도 있다.
- [0060] 블록 720 에서 기능성을 수행하기 위한 수단은 로버 스테이션 (310) 의 하나 이상의 소프트웨어 및/또는 하드웨어 컴포넌트들, 예컨대, 도 8 에 도시되고 아래에서 더 상세하게 설명되는 버스 (805), 프로세싱 유닛(들) (810), 메모리 (860), 및/또는 로버 스테이션 (310) 의 다른 소프트웨어 및/또는 하드웨어 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.
- [0061] 블록 730 에서의 기능성은 제 2 시간에 제 2 GNSS 측정을 획득하는 것을 포함하며, 여기서 제 2 GNSS 측정은 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함한다. 당업자가 인식할 바와 같이, 모호성 항 N 은 정확한 장소 추정치를 결정하기 위해 제 1 장소에서 (예를 들어, 제 1 시간에 또는 그 전에) 해결될 수 있다. 그리고 일단 해결되면, 이들은 후속적인 정확한 장소 추정을 허용할 수 있다. 따라서, 일부 경우들에서, 제 1 GNSS 측정 및 제 2 GNSS 측정에 대한 전리층 없는 캐리어 위상 조합들은 동일한 모호성 항을 가질 수도 있다. 다른 경우들에서, 항들은 유사할 수도 있지만 (예를 들어, 10%, 20%, 또는 30% 내의 값들을 가짐), 반드시 동일하지는 않다. 모호성 항의 해결은 도 5a 및 도 5b 에 도시된 수렴을 허용할 수 있다.
- [0062] 블록 730 에서 기능성을 수행하기 위한 수단은 로버 스테이션 (310) 의 하나 이상의 소프트웨어 및/또는 하드웨어 컴포넌트들, 예컨대, 도 8 에 도시되고 아래에서 더 상세하게 설명되는 버스 (805), 프로세싱 유닛(들) (810), 무선 통신 인터페이스 (830), 메모리 (860), GNSS 수신기 (880), 및/또는 다른 소프트웨어 및/또는 하드웨어 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.
- [0063] 블록 740 에서, 기능성은 제 2 GNSS 측정 및 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 제 2 시간에 모바일 디바이스의 제 2 장소를 결정하는 것을 포함한다. 도 4 에 도시된 바와 같이, 이 프로세스는 (예를 들어, 상기 등식들 (2) 내지 (4) 및 블록 430 의 기능성에 의해 나타난 바와 같은) 제 2 GNSS 측정의 전리층 없는 캐리어 위상 조합에 정정 항을 적용하는 것, 및 모바일 디바이스의 장소를 추정하기 위해 장소/위치 추정기 (예를 들어, EKF, WLS, 해치 필터, 또는 입자 필터) 를 사용하는 것을 수반할 수 있다.

- [0064] 블록 740 에서 기능성을 수행하기 위한 수단은 로버 스테이션 (310) 의 하나 이상의 소프트웨어 및/또는 하드웨어 컴포넌트들, 예컨대, 도 8 에 도시되고 아래에서 더 상세하게 설명되는 버스 (805), 프로세싱 유닛(들) (810), 메모리 (860), 및/또는 다른 소프트웨어 및/또는 하드웨어 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.
- [0065] 언급된 바와 같이, 실시형태들은 RTK 서비스 이외의 소스들로부터 정정들을 획득하고 적용하기 위한 추가적인 기법들을 이용할 수도 있다. 예를 들어, 일부 실시형태들에서, 방법 (700) 은 수신기 클록, GNSS 인터/인트라 주파수 및 콘스텔레이션 바이어스들, 또는 수신기 위상 중심 변동 효과, 또는 이들의 임의의 조합과 관련된 하나 이상의 오차들에 대한 하나 이상의 정정들을 획득하기 위해 위성간 단일 차이를 수행하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 이러한 경우들에서, 정정 항을 생성하는 것은 하나 이상의 정정들에 적어도 부분적으로 추가로 기초할 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 방법 (700) 은 RTK 서비스가 아닌 소스로부터 정정 데이터를 획득하는 단계를 더 포함할 수도 있으며, 여기서 정정 데이터는 궤도 정정, 클록 정정, 또는 둘 다 (예를 들어, 위성 궤도 및 클록 결합 오차) 를 가능하게 하는 데이터를 포함하고, 정정 항을 생성하는 것은 정정 데이터에 적어도 부분적으로 추가로 기초할 수도 있다. 구체적으로, 정정 데이터는 제 1 시간 (예를 들어, t_0) 으로부터 제 2 시간 (예를 들어, t_i) 까지의 위성 및/또는 클록 변화를 나타내는 데이터를 포함할 수도 있다. 이전에 언급된 바와 같이, RTK 서비스가 아닌 소스는 다른 모바일 디바이스, IoT 디바이스, 또는 정정 데이터를 모바일 디바이스에 중계할 수 있는 다른 디바이스를 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 정정 데이터는 SBAS 서비스로부터 유래할 수도 있다.
- [0066] 도 4 의 블록 450 에 보여진 기능성에서 예시된 바와 같이, 실시형태들은 정정 항을 후속 측정들에 적용하기 전에 신규 RTK 정정이 필요한지 여부를 추가로 결정할 수도 있다. 따라서, 일부 실시형태들에 따르면, 방법 (700) 은 제 3 시간에 HEPE (Horizontal Estimated Position Error) 값이 임계치를 초과하는지 여부를 결정하는 단계, 및 HEPE 값이 임계치를 초과한다는 결정에 응답하여, (1) 기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고 (2) RTK 측정 정보를 사용하여 모바일 디바이스의 장소를 결정하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 이전에 나타난 바와 같이, 실시형태들은 추가적으로 또는 대안적으로 시간 임계치 및/또는 거리 임계치를 사용하여 유사한 기능성을 이용할 수도 있다. 즉, 일부 실시형태들에 따르면, 방법 (700) 은 제 1 시간 이후 임계 시간량이 경과했는지 여부를 결정하는 단계, 및 제 1 시간 이후 임계 시간량이 경과했다는 결정에 응답하여, (1) 기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고 (2) RTK 측정 정보를 사용하여 모바일 디바이스의 장소를 결정하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 방법 (700) 은 모바일 디바이스가 제 1 시간 이후 임계 거리를 이동했는지 여부를 결정하는 단계, 및 모바일 디바이스가 제 1 시간 이후 임계 거리를 이동했다는 결정에 응답하여, (1) 기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고 (2) RTK 측정 정보를 사용하여 모바일 디바이스의 장소를 결정하는 단계를 더 포함할 수도 있다.
- [0067] 또한, 도 4 의 블록들 430-460 에 의해 보여진 도시된 기능성의 루프에 표시된 바와 같이, RTK 정정은 후속 측정들에 반복적으로 적용될 수도 있다. 따라서, 방법 (700) 의 일부 실시형태들은, 제 2 시간에 후속하는 하나 이상의 추가 시간들의 각각의 추가 시간 동안, 각각의 추가 시간에서 새로운 각각의 GNSS 측정을 행하는 단계를 더 포함할 수도 있고, 여기서 새로운 각각의 GNSS 측정은 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하고, 제 1 GNSS 측정 및 새로운 각각의 GNSS 측정에 대한 전리층 없는 캐리어 위상 조합들은 동일한 모호성 항을 갖는다. 그 다음, 각각의 추가적인 시간에서의 모바일 디바이스의 장소는 새로운 각각의 GNSS 측정 및 RTK 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수도 있다.
- [0068] 이전에 언급한 바와 같이, 본 명세서에 설명된 바와 같은 정정 항의 사용은 RTK 측정 데이터의 장애의 경우에 유리할 수 있다. 일부 실시형태들에 따르면, 기능성은 RTK 측정 정보가 이용가능하지 않다는 결정에 응답할 수도 있다. 이러한 결정은, 예를 들어, 모바일 디바이스에 의해 이루어질 수 있고, RTK 측정 정보의 이용 불가능성 (unavailability) 을 나타내는 모바일 디바이스 (예를 들어, RTK 서비스 제공자) 에 전송된 명시적 표시에 기초할 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 이러한 결정은 RTK 서비스 제공자로부터 예상되거나 요청된 RTK 측정 정보를 수신하는 모바일 디바이스의 실패에 기초할 수도 있다. (일부 실시형태들은 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하기 전에 실패한 시도들/요청들의 임계량을 구현할 수도 있다.)
- [0069] 원하는 기능성에 따라, 모바일 디바이스는 상이한 방식들로 RTK 측정 데이터의 장애에 응답할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태들에 따르면, 모바일 디바이스는 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 것에 응답하여 정정 항을 결정 (예를 들어, 블록 720 에서의 기능성을 수행) 할 수도 있다. 대안적인 실시형태들에서, 모바일 디바이스는 진행 중인 정정 항 (예를 들어, 모바일 디바이스에 대해 RTK-기반 장소가 결정될 때마다 정정 항을 결정함) 을 유지하고, RTK 측정 정보가 이용 불가능할 때 정정 항을 이용할 수도 있다. 따라서, 이러한 실시형태들에 따르면, 방법 (700) 은 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 단

계, 및 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 것에 응답하여, 모바일 디바이스의 제 2 장소의 결정을 정정항에 적어도 부분적으로 기초하도록 결정하는 단계를 포함할 수도 있다. 다시, 대안적인 실시형태들은 반드시 RTK 측정 정보 또는 장애들에 제한되지 않을 수도 있고, 유사한 데이터 장애들의 경우에 유사한 기능성을 수행할 수도 있다.

[0070] 도 8은 일 실시형태에 따른, 로버 스테이션 (310)의 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트들의 블록도이다. 이 컴포넌트들은 본 명세서에서 위에서 (예를 들어, 도 1-7과 관련하여) 설명된 바와 같이 이용될 수 있다. 예를 들어, 로버 스테이션 (310)은 도 4 및 도 7에 예시된 로버 스테이션 (310)의 액션들, 및/또는 도 7에 예시된 방법 (700)의 기능들 중 하나 이상을 수행할 수 있다. 도 8은 단지 다양한 컴포넌트들의 일반화된 예시를 제공하기 위한 것일 뿐임에 주의해야 하며, 이들 중 어느 것 또는 전부가 적절하게 활용될 수 있다. 이전에 언급한 바와 같이, 로버 스테이션들 (310)은 형태 및 기능이 다를 수도 있고, 궁극적으로 차량, 상업적 및 소비자 전자 디바이스, 조사 장비 등을 포함하는 임의의 GNSS-인에이블드 디바이스를 포함할 수도 있다. 따라서, 몇몇 경우들에 있어서, 도 8에 예시된 컴포넌트들은 단일 디바이스에 국한될 수 있고/있거나 다양한 네트워크화된 디바이스들 사이에 분포될 수 있고, 이는 상이한 물리적 장소들 (예컨대, 차량의 상이한 장소들)에 배치될 수도 있다.

[0071] 버스 (805)를 통해 전기적으로 커플링될 수 있는 (또는 달리 적절하게 통신하고 있을 수도 있는) 하드웨어 엘리먼트들을 포함하는 로버 스테이션 (310)이 도시된다. 하드웨어 엘리먼트들은, 제한없이, 하나 이상의 범용 프로세서들, (디지털 신호 프로세싱 (DSP) 칩들, 그래픽스 프로세싱 유닛들 (GPU들), 주문형 집적 회로들 (ASIC들) 등과 같은) 하나 이상의 특수 목적 프로세서들, 및/또는 다른 프로세싱 구조 또는 수단을 포함할 수 있는 프로세싱 유닛(들) (810)을 포함할 수도 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 일부 실시형태들은 원하는 기능성에 따라 별도의 디지털 신호 프로세서 (DSP) (820)를 가질 수도 있다. 무선 통신에 기초한 장소 결정 및/또는 다른 결정들은 프로세싱 유닛(들) (810) 및/또는 무선 통신 인터페이스 (830) (아래에서 논의됨)에서 제공될 수도 있다. 로버 스테이션 (310)은 또한 제한 없이 키보드, 터치 스크린, 터치 패드, 마이크로폰, 버튼(들), 다이얼(들), 스위치(들) 등을 포함할 수 있는 하나 이상의 입력 디바이스 (870); 및 제한 없이 디스플레이, 발광 다이오드 (LED), 스피커 등을 포함할 수 있는 하나 이상의 출력 디바이스 (815)를 포함할 수 있다. 이해되는 바와 같이, 입력 디바이스 (870) 및 출력 디바이스 (815)의 유형은 입력 디바이스 (870) 및 출력 디바이스 (815)가 통합되는 로버 스테이션 (310)의 유형에 의존할 수도 있다.

[0072] 로버 스테이션 (310)은 또한, 제한 없이 모뎀, 네트워크 카드, 적외선 통신 디바이스, 무선 통신 디바이스 및/또는 (블루투스® 디바이스, IEEE 802.11 디바이스, IEEE 802.15.4 디바이스, Wi-Fi 디바이스, WiMax™ 디바이스, WAN (Wide Area Network) 디바이스 및/또는 다양한 셀룰러 디바이스들 등과 같은) 칩셋 등을 포함할 수 있는 무선 통신 인터페이스 (830)를 포함할 수도 있고, 이는 로버 스테이션 (310)이 도 1과 관련하여 기술한 네트워크들을 통해 통신할 수 있게 할 수도 있다. 무선 통신 인터페이스 (830)는 데이터 및 시그널링이 예를 들어, WAN 액세스 포인트들, 셀룰러 기지국들 및/또는 다른 액세스 노드 유형들, 및/또는 다른 네트워크 컴포넌트들, 컴퓨터 시스템들, 및/또는 본 명세서에 설명된 임의의 다른 전자 디바이스들을 통해 네트워크와 통신 (예를 들어, 송신 및 수신)되게 할 수도 있다. 통신은 무선 신호들 (834)을 전송 및/또는 수신하는 하나 이상의 무선 통신 안테나(들) (832)를 통해 수행될 수 있다. 안테나(들) (832)는 하나 이상의 개별 안테나, 하나 이상의 안테나 어레이, 또는 임의의 조합을 포함할 수도 있다.

[0073] 원하는 기능성에 따라, 무선 통신 인터페이스 (830)는 기지국들 및 다른 지상 트랜시버들, 이를 테면 무선 디바이스들 및 액세스 포인트들과 통신하기 위해 별개의 트랜시버들, 별개의 수신기 및 송신기, 또는 트랜시버들, 송신기들 및/또는 수신기들의 임의의 조합을 포함할 수도 있다. 로버 스테이션 (310)은 여러 네트워크 유형들을 포함할 수도 있는 상이한 데이터 네트워크들과 통신할 수도 있다. 예를 들어, WWAN (Wireless Wide Area Network)은 CDMA (Code Division Multiple Access) 네트워크, TDMA (Time Division Multiple Access) 네트워크, FDMA (Frequency Division Multiple Access) 네트워크, OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 네트워크, SC-FDMA (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) 네트워크, WiMAX™ (IEEE 802.16) 네트워크 등일 수도 있다. CDMA 네트워크는 CDMA2000®, 광대역 CDMA (WCDMA) 등과 같은 하나 이상의 무선 액세스 기술들 (RAT들)을 구현할 수도 있다. Cdma2000은 IS-95, IS-2000, 및 IS-856 표준들을 포함한다. TDMA 네트워크는 GSM, D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone System), 또는 일부 다른 RAT를 구현할 수도 있다. OFDMA 네트워크는 LTE™, LTE™ 어드밴스드, 5G NR 등을 채용할 수도 있다. 5G NR, Long-Term Evolution (LTE™), LTE 어드밴스드, GSM, 및 WCDMA는 Third Generation

Partnership Project (3GPP™)로부터의 문헌들에서 설명된다. Cdma2000®은 "3세대 파트너십 프로젝트 2" (3GPP2)로 명명된 컨소시엄으로부터의 문헌들에서 설명된다. 3GPP 및 3GPP2 문헌들은 공공연히 이용가능하다. 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN)는 또한 IEEE 802.11x 네트워크일 수도 있고, 무선 개인 영역 네트워크(WPAN)는 Bluetooth® 네트워크, IEEE 802.15x, 또는 일부 다른 유형의 네트워크일 수도 있다. 본 명세서에서 설명된 기법들은 또한 WWAN, WLAN, 및/또는 WPAN의 임의의 조합을 위해 사용될 수도 있다.

[0074] 로버 스테이션 (310)은 센서(들) (840)를 더 포함할 수 있다. 센서들 (840)은 제한 없이 하나 이상의 관성 센서 및/또는 다른 센서 (예를 들어, 가속도계(들), 자이로스코프(들), 카메라(들), 자력계(들), 고도계(들), 마이크로폰(들), 근접 센서(들), 광 센서(들), 기압계(들) 등)을 포함할 수도 있고, 이들 중 일부는 일부 경우에 본 명세서에서 설명된 장소 결정을 보완 및/또는 용이하게 하기 위해 사용될 수도 있다.

[0075] 로버 스테이션의 실시형태들은 또한 안테나 (882) (안테나 (832)와 동일할 수 있음)를 사용하여 본 명세서에서 설명된 바와 같은 하나 이상의 GNSS 위성들 (예컨대, SV들 (340))로부터 신호들 (884)을 수신할 수 있는 GNSS 수신기 (880)를 포함할 수도 있다. GNSS 수신기 (880)는 GPS, GAL, GLONASS (Global Navigation Satellite System), 일본에 걸친 QZSS (Quasi-Zenith Satellite System), 인도에 걸친 IRNSS (Indian Regional Navigational Satellite System), 중국에 걸친 BDS (Beidou Navigation Satellite System), 및/또는 이와 유사한 것과 같은 GNSS 시스템 (예를 들어, 도 3의 SV들 (340))의 GNSS SV들로부터 종래의 기법들을 사용하여 로버 스테이션 (310)의 위치를 추출할 수 있다. 또한, GNSS 수신기 (880)는 하나 이상의 글로벌 및/또는 지역적 네비게이션 위성 시스템들, 이를 테면, 예를 들어, WAAS (Wide Area Augmentation System), EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), MSAS (Multi-functional Satellite Augmentation System), 및 GAGAN (Geo Augmented Navigation system), 및/또는 이와 유사한 것과 연관되거나 또는 이와 함께 사용하기 위하여 달리 실행될 수도 있는 다양한 증강 시스템들 (예를 들어, SBAS)과 함께 사용될 수 있다.

[0076] GNSS 수신기 (880)가 별개의 안테나 (882)를 갖는 별개의 컴포넌트로서 도 8에 예시되지만, 실시형태들은 그렇게 제한되지 않는다는 것에 유의할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "GNSS 수신기"는 GNSS 측정치들 (GNSS 위성들로부터의 측정치들)을 획득하도록 구성된 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 따라서, 일부 실시형태들에서, GNSS 수신기는 프로세싱 유닛(들) (810), DSP (820), 및/또는 무선 통신 인터페이스 (830) 내의 프로세싱 유닛과 같은 하나 이상의 프로세싱 유닛들에 의해 (예를 들어, 모듈에서) 실행되는 (소프트웨어로서) 측정 엔진을 포함할 수 있다. GNSS 수신기는 선택적으로 또한, GNSS 수신기의 위치를 결정하기 위해 측정 엔진으로부터의 GNSS 측정치들을 사용할 수 있는 포지셔닝 엔진 (예를 들어, 이전에 언급된 SPE 또는 PPE)을 포함할 수도 있다. 포지셔닝 엔진은 또한 프로세싱 유닛(들) (810) 또는 DSP (820)와 같은 하나 이상의 프로세싱 유닛들에 의해 실행될 수도 있다. 포지셔닝 엔진을 실행하는 프로세싱 유닛(들)은 측정 엔진을 실행하는 프로세싱 유닛(들)과 동일하거나 상이할 수도 있다.

[0077] 로버 스테이션 (310)은 메모리 (860)를 더 포함하고/하거나 그와 통신할 수도 있다. 메모리 (860)는 머신 또는 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수도 있고, 이는 제한없이, 로컬 및/또는 네트워크 액세스가능 스토리지, 디스크 드라이브, 드라이브 어레이, 광학 저장 디바이스, 솔리드-스테이트 저장 디바이스, 예컨대, 프로그래밍가능, 플래시 업데이트가능 등등일 수 있는 판독 전용 메모리 (ROM) 및/또는 랜덤 액세스 메모리 (RAM)를 포함할 수 있다. 그러한 저장 디바이스들은 다양한 파일 시스템들, 데이터베이스 구조들, 및/또는 그와 같은 것들을 한정없이 포함하여, 임의의 적절한 데이터 저장치들을 구현하도록 구성될 수도 있다.

[0078] 로버 스테이션 (310)의 메모리 (860)는 또한, 오퍼레이팅 시스템, 디바이스 드라이버들, 실행가능 라이브러리들, 및/또는 다른 코드를 포함하는 소프트웨어 엘리먼트들 (도 8에 도시되지 않음), 이를 테면, 하나 이상의 애플리케이션 프로그램들을 포함할 수 있으며, 이들은 본 명세서에 설명된 바와 같이, 다양한 실시예들에 의해 제공되는 컴퓨터 프로그램들을 포함할 수도 있고/있거나, 방법들을 구현하고/하거나 다른 실시예들에 의해 제공된 시스템들을 구성하도록 설계될 수도 있다. 단지 예시로서, 위에서 논의된 방법(들)과 관련하여 설명된 하나 이상의 절차는 로버 스테이션 (310) (및/또는 로버 스테이션 (310) 내의 프로세싱 유닛(들) (810) 또는 DSP (820))에 의해 실행가능한 메모리 (860)의 코드 및/또는 명령들로서 구현될 수 있다. 그 다음, 일 양태에서, 그러한 코드 및/또는 명령들은, 설명된 방법들에 따라 하나 이상의 동작들을 수행하도록 범용 컴퓨터 (또는 다른 디바이스)를 구성하고 및/또는 적응시키는 데 사용될 수 있다.

[0079] 실질적인 변형들이 특정 요건들에 따라 행해질 수도 있음이 당업자에게 명백할 것이다. 예를 들어, 맞춤형 하드웨어가 또한 사용될 수도 있고/있거나 특정 엘리먼트들이 하드웨어, 소프트웨어 (애플릿 등과 같은 휴대용

소프트웨어 포함) 또는 그 양자 모두에서 구현될 수도 있다. 추가로, 네트워크 입력/출력 디바이스들과 같은 다른 컴퓨팅 디바이스들로의 접속이 채용될 수도 있다.

[0080] 첨부 도면들을 참조하면, 메모리를 포함할 수 있는 컴포넌트들은 비밀시적 머신 관독가능 매체들을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "머신 관독가능 매체" 및 "컴퓨터 관독가능 매체"라는 용어는 머신을 특정 방식으로 작동하게 하는 데이터를 제공하는 것에 참여하는 임의의 저장 매체를 지칭한다. 상기에서 제공된 실시형태들에서, 다양한 머신 관독가능 매체들은 실행을 위해 프로세싱 유닛들 및/또는 다른 디바이스(들)에 명령들/코드를 제공하는 것에 수반될 수도 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 머신 관독가능 매체들은 그러한 명령들/코드를 저장 및/또는 수록하는데 사용될 수도 있다. 다수의 구현들에서, 컴퓨터 관독가능 매체는 물리적 및/또는 유형의 저장 매체이다. 그러한 매체는, 비휘발성 매체들, 휘발성 매체들 및 송신 매체들을 포함하지만 이에 한정되지 않는 다수의 형태들을 취할 수도 있다. 컴퓨터 관독가능 매체의 일반적인 형태들은 예를 들어, 자기 및/또는 광학 매체, 홀들의 패턴들을 갖는 임의의 다른 물리 매체, RAM, 프로그래밍가능 ROM (PROM), 소거가능 PROM (EPROM), FLASH-EPROM, 임의의 다른 메모리 칩 또는 카트리지, 이하 설명되는 바와 같은 반송파, 또는 컴퓨터가 명령들 및/또는 코드를 읽을 수 있는 임의의 다른 매체를 포함한다.

[0081] 본 명세서에서 논의된 방법들, 시스템들, 및 디바이스들은 예들이다. 다양한 실시예들은 다양한 절차들 또는 컴포넌트들을 적절하게 생략, 치환, 또는 추가할 수도 있다. 예를 들어, 특정 실시예들과 관련하여 설명된 특징들은 여러 다른 실시예들에서 조합될 수도 있다. 실시예들의 상이한 양태들 및 엘리먼트들이 유사한 방식으로 조합될 수도 있다. 본 명세서에서 제공된 도면들의 다양한 컴포넌트들은 하드웨어 및/또는 소프트웨어에서 구현될 수 있다. 또한, 기술은 진화하고, 따라서, 본 개시의 범위를 그 특정 예들로 제한하지 않는 엘리먼트들의 다수는 예들이다.

[0082] 원칙적으로 일반적인 사용의 이유들을 위해, 그러한 신호들을 비트들, 정보, 값들, 엘리먼트들, 심볼들, 캐릭터들, 변수들, 용어들, 수들, 수치들 등으로 지칭하는 것이 때때로 편리하다는 것이 입증되었다. 하지만, 이들 또는 유사한 용어 모두는 적절한 물리량들과 연관되어야 하고, 단지 편리한 라벨들임을 이해해야 한다. 명시적으로 달리 언급되지 않는 한, 상기 논의들로부터 명백한 바와 같이, 명세서 전반에 걸쳐 "프로세싱하는 것", "연산하는 것", "계산하는 것", "결정하는 것", "생성하는 것", "확인하는 것", "식별하는 것", "연관시키는 것", "측정하는 것", "수행하는 것" 등과 같은 용어를 활용하는 논의는, 특수 목적 컴퓨터 또는 유사한 특수 목적 전자 컴퓨팅 디바이스와 같은 특정 장치의 액션들 및 프로세스들을 지칭함이 인식된다. 따라서, 본 명세서의 문맥에서, 특수 목적 컴퓨터 또는 유사한 특수 목적 전자 컴퓨팅 디바이스 또는 시스템은 특수 목적 컴퓨터 또는 유사한 특수 목적 전자 컴퓨팅 디바이스 또는 시스템의 메모리들, 레지스터들, 또는 다른 정보 저장 디바이스들, 송신 디바이스들, 또는 디스플레이 디바이스들 내에서 물리 전자적, 전기적, 또는 자기적 양들로서 전형적으로 표현되는, 신호들을 조작하거나 변환이 가능하다.

[0083] 본 명세서에서 사용되는 바와 같은 용어들을 "및" 그리고 "또는" 은, 그러한 용어들이 사용되는 문맥에 적어도 부분적으로 의존하도록 또한 기대되는 다양한 의미들을 포함할 수도 있다. 통상적으로, A, B 또는 C 와 같이 리스트를 연관시키도록 사용된다면 "또는" 은 함유적 의미로 여기서 사용되는 A, B, 및 C 를 의미할 뿐 아니라 배타적 의미로 여기서 사용되는 A, B 또는 C 를 의미하도록 의도된다. 부가적으로, 본 명세서에서 사용되는 바와 같은 용어 "하나 이상" 은 임의의 특징, 구조, 또는 특성을 단수로 기술하는데 사용될 수도 있거나, 특징들, 구조들 또는 특성들의 일부 조합을 기술하는데 사용될 수도 있다. 하지만, 이는 단지 예시적인 예일 뿐이며 청구물은 이러한 예로 제한되지 않음을 유의해야 한다. 더욱이, 용어 "~중 적어도 하나" 는 A, B 또는 C 와 같이 리스트를 연관시키는데 사용된다면, A, AB, AA, AAB, AABCCC 등과 같은 A, B 및/또는 C 의 임의의 조합을 의미하는 것으로 해석될 수 있다.

[0084] 수개의 실시형태들을 설명했을 때, 다양한 변형들, 대안적인 구성들, 및 균등물들이 본 개시의 사상으로부터 이탈함없이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 상기 엘리먼트들은 더 큰 시스템의 컴포넌트일 뿐일 수도 있으며, 여기서, 다른 물들이 우선권을 인수하거나 그렇지 않으면 여러 실시형태들의 어플리케이션을 변형할 수도 있다. 또한, 다수의 단계들이, 상기 엘리먼트들이 고려되기 전, 그 동안, 또는 그 이후에 착수될 수도 있다. 따라서, 상기 설명은 본 개시의 범위를 한정하지 않는다.

[0085] 이러한 설명의 관점에서, 실시형태들은 특징들의 상이한 조합들을 포함할 수도 있다. 구현 예들이 다음의 넘버링된 조합들에서 기술된다:

[0086] **조합 1.** 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 (Real-Time Kinematic; RTK) 포지셔닝 방법으로서, 상기 모바일 디바이스의 제 1 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합 (ionosphere-free carrier phase combination) 을 포함

하는 제 1 GNSS (Global Navigation Satellite System) 측정을 제 1 시간에 획득하는 단계; 상기 제 1 GNSS 측정 및 상기 제 1 장소에 적어도 부분적으로 기초하여 정정 항 (correction term) 을 결정하는 단계; 상기 모바일 디바이스의 제 2 장소에서 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하는 제 2 GNSS 측정을 제 2 시간에 획득하는 단계; 및 상기 제 2 GNSS 측정 및 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하는 단계를 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0087] **조항 2.**조항 1 에 있어서, 상기 제 1 GNSS 측정에 대한 상기 전리층 없는 캐리어 위상 조합 및 상기 제 2 GNSS 측정에 대한 상기 전리층 없는 캐리어 위상 조합은 동일한 모호성 항 (ambiguity term) 을 갖는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0088] **조항 3.**조항 1 또는 2 에 있어서, 상기 제 2 시간에 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소를 결정하는 단계는 상기 제 1 시간에 후속하는 시간에 RTK 측정 정보를 수신함이 없이 수행되는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0089] **조항 4.**조항 1 내지 3 중 어느 한 조항에 있어서, 수신기 클록, GNSS 인터/인트라 주파수 및 콘스텔레이션 바이어스들, 또는 수신기 위상 중심 변동 효과 (receiver phase center variation effect), 또는 이들의 임의의 조합과 관련된 하나 이상의 오차들에 대한 하나 이상의 정정들을 획득하기 위해 위성간 단일 차이를 수행하는 단계를 더 포함하며, 상기 정정 항을 생성하는 것이 상기 하나 이상의 정정들에 적어도 부분적으로 추가로 기초하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0090] **조항 5.**조항 1 내지 4 중 어느 한 조항에 있어서, RTK 서비스가 아닌 소스로부터 정정 데이터를 획득하는 단계를 더 포함하고, 상기 정정 데이터는 궤도 정정, 클록 정정, 또는 둘 다를 가능하게 하는 데이터를 포함하고; 상기 정정 항을 생성하는 것이 추가로 상기 정정 데이터에 적어도 부분적으로 기초하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0091] **조항 6.**조항 5 에 있어서, 상기 RTK 서비스가 아닌 소스는 다른 모바일 디바이스를 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0092] **조항 7.**조항 1 내지 6 중 어느 한 조항에 있어서, 제 3 시간에 HEPE (Horizontal Estimated Position Error) 값이 임계치를 초과하는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 HEPE 값이 상기 임계치를 초과한다고 결정하는 것에 응답하여, 기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고, 상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0093] **조항 8.**조항 1 내지 7 중 어느 한 조항에 있어서, 상기 제 1 시간 이후 임계 시간량이 경과했는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 제 1 시간 이후 상기 임계 시간량이 경과했다고 결정하는 것에 응답하여, 기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고, 상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0094] **조항 9.**조항 1 내지 8 중 어느 한 조항에 있어서, 상기 모바일 디바이스가 상기 제 1 시간 이후 임계 거리를 이동했는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 모바일 디바이스가 상기 제 1 시간 이후 임계 거리를 이동했다고 결정하는 것에 응답하여, 기지국으로부터 RTK 측정 정보를 요청하고, 상기 RTK 측정 정보를 사용하여 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0095] **조항 10.**조항 1 내지 9 중 어느 한 조항에 있어서, 기지국으로부터 수신된 RTK 측정 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제 1 장소를 결정하는 단계를 더 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0096] **조항 11.**조항 1 내지 10 중 어느 한 조항에 있어서, 상기 제 2 시간에 후속하는 하나 이상의 추가 시간들의 각각의 추가 시간에 대해: 각각의 추가 시간에 새로운 각각의 GNSS 측정을 행하는 단계로서, 상기 새로운 각각의 GNSS 측정은 전리층 없는 캐리어 위상 조합을 포함하고, 상기 제 1 GNSS 측정 및 상기 새로운 각각의 GNSS 측정에 대한 전리층 없는 캐리어 위상 조합들이 동일한 모호성 항을 갖는, 상기 새로운 각각의 GNSS 측정을 행하는 단계; 및 상기 새로운 각각의 GNSS 측정 및 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 각각의 추가 시간에 상기 모바일 디바이스의 장소를 결정하는 단계를 더 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0097] **조항 12.**조항 1 내지 11 중 어느 한 조항에 있어서, RTK 측정 정보의 이용 불가능성 (unavailability) 을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 정정 항을 결정하는 것이 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 것에 응답

하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

[0098] **조항 13.**조항 1 내지 12 중 어느 한 조항에 있어서, RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 단계, 및 상기 RTK 측정 정보의 이용 불가능성을 결정하는 것에 응답하여, 상기 모바일 디바이스의 상기 제 2 장소의 결정을 상기 정정 항에 적어도 부분적으로 기초하여 결정하는 단계를 더 포함하는, 모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 포지셔닝 방법.

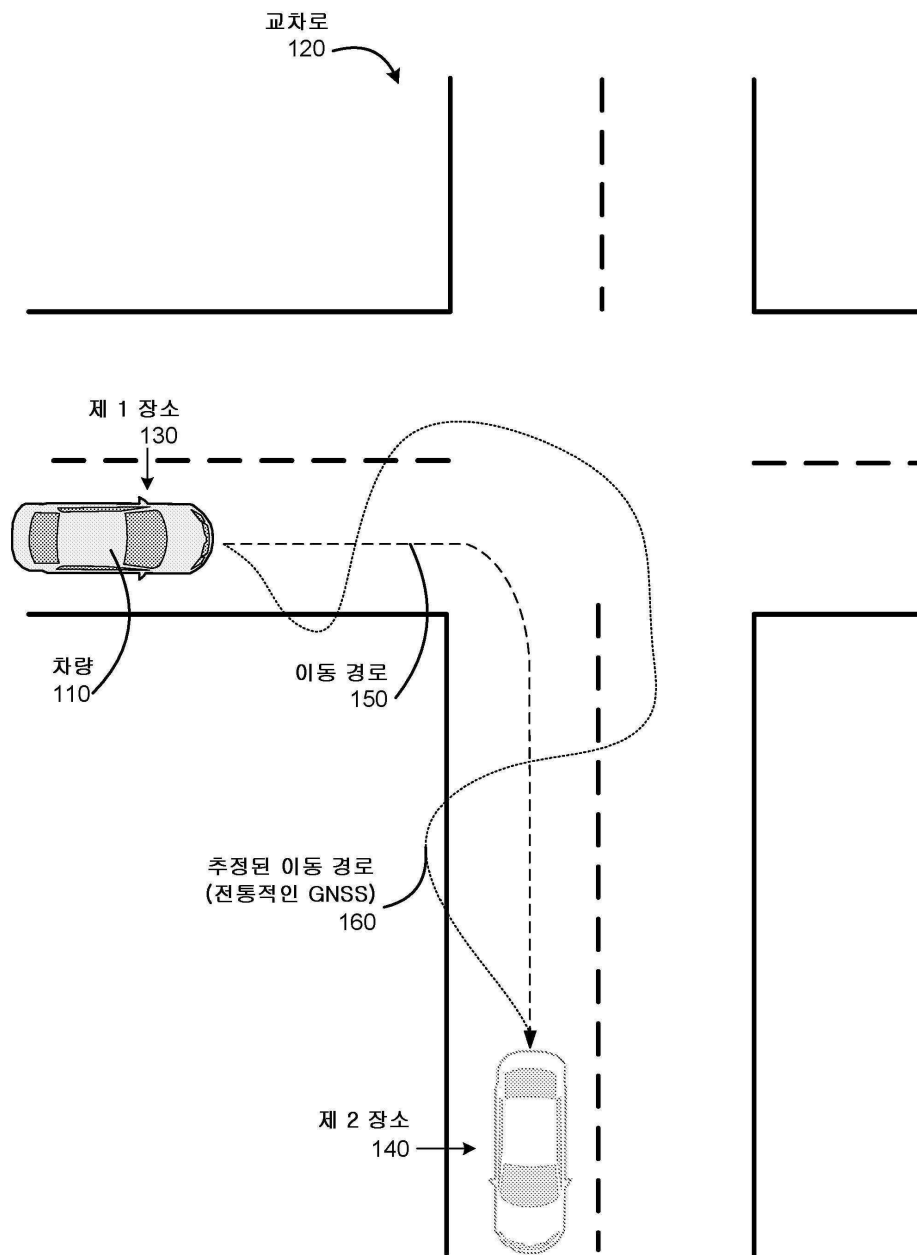
[0099] **조항 14.**모바일 디바이스로서, 메모리; 및 상기 메모리와 통신가능하게 커플링되고, 추가로 GNSS (Global Navigation Satellite System) 수신기와 통신가능하게 커플링되거나 이를 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세싱 유닛들을 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들은 조항 1 내지 13 중 어느 한 조항의 방법을 수행하도록 구성되는, 모바일 디바이스.

[0100] **조항 15.**조항 1 내지 13 중 어느 한 조항의 방법을 수행하기 위한 수단을 포함하는 디바이스.

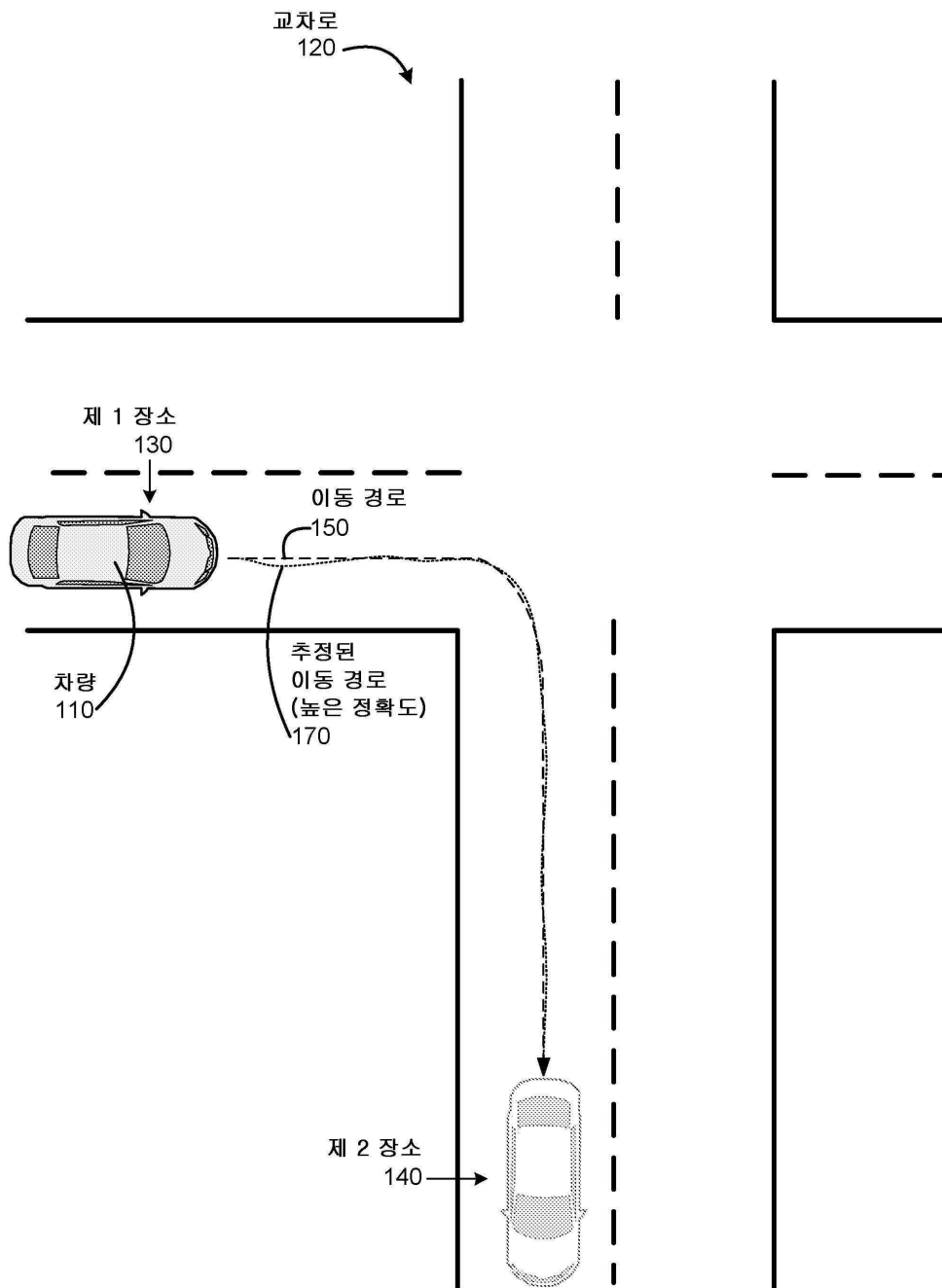
[0101] **조항 16.**모바일 디바이스의 실시간 키네마틱 (RTK) 포지셔닝을 위한 명령들을 갖는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서, 상기 명령들은, 하나 이상의 프로세싱 유닛들에 의해 실행되는 때, 상기 하나 이상의 프로세싱 유닛들로 하여금, 조항 1 내지 13 중 어느 한 조항의 방법을 수행하도록 하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

도면

도면1

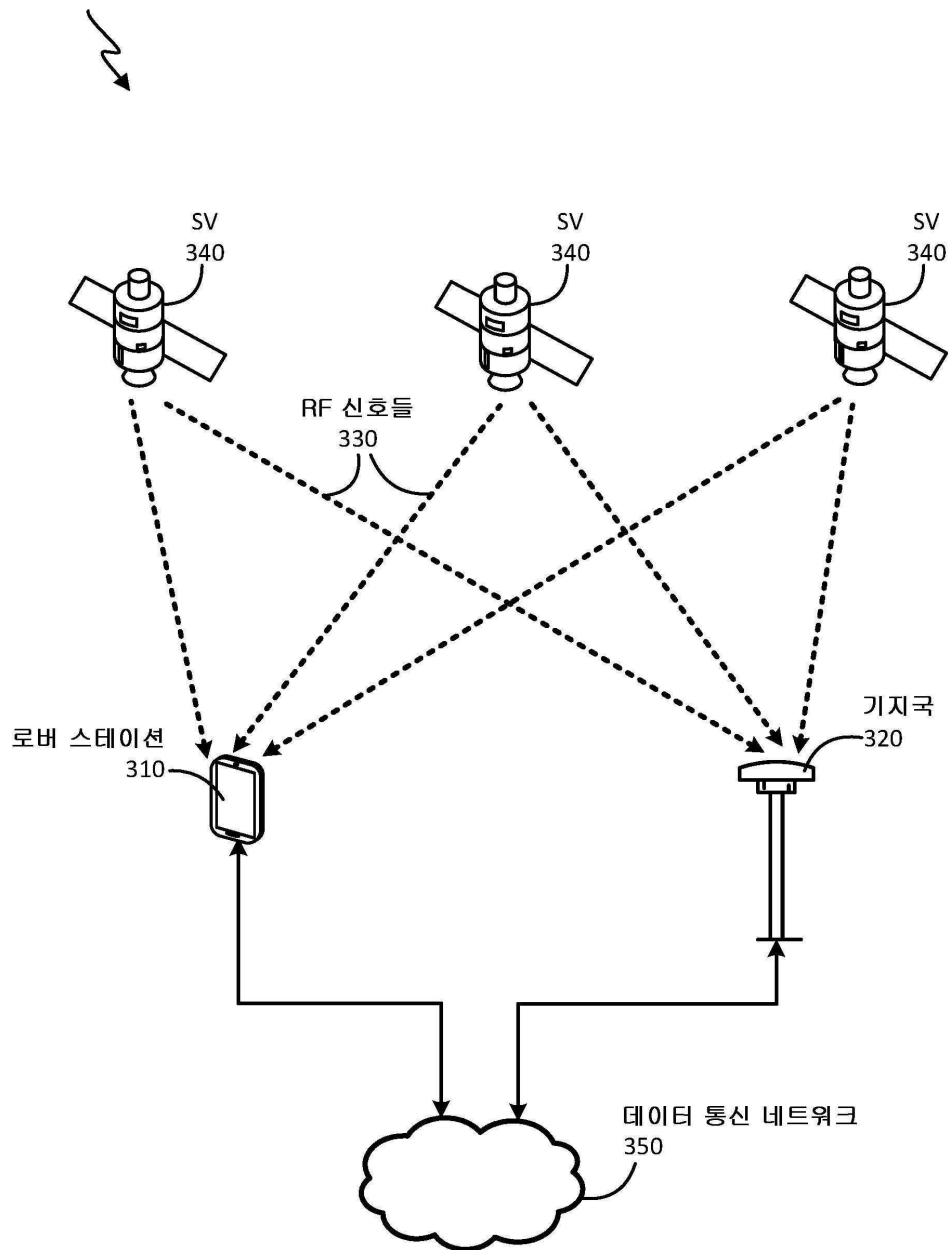


도면2

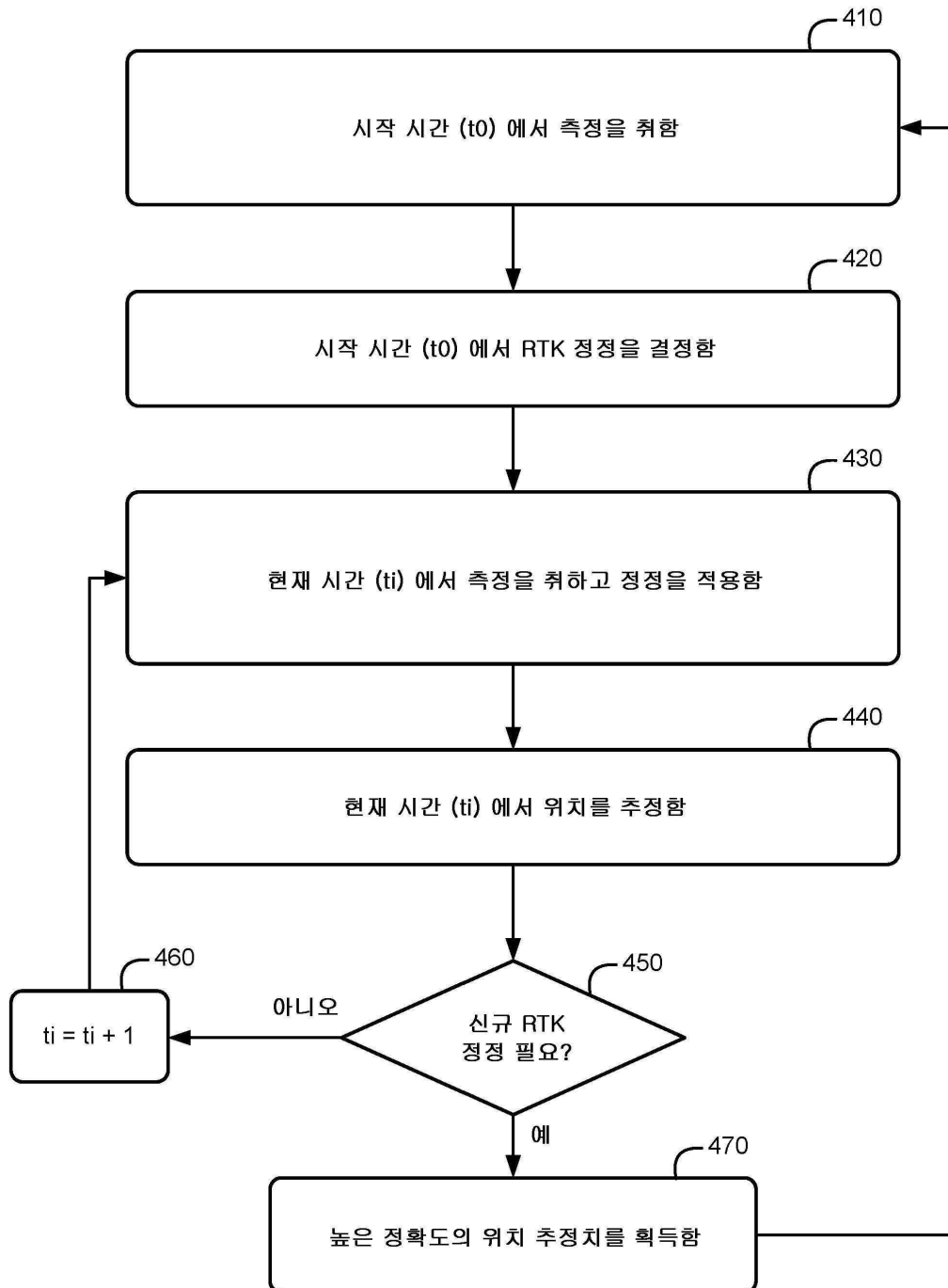


도면3

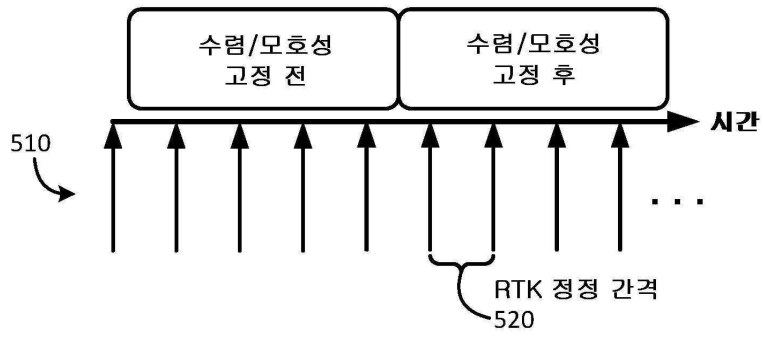
RTK 시스템
300



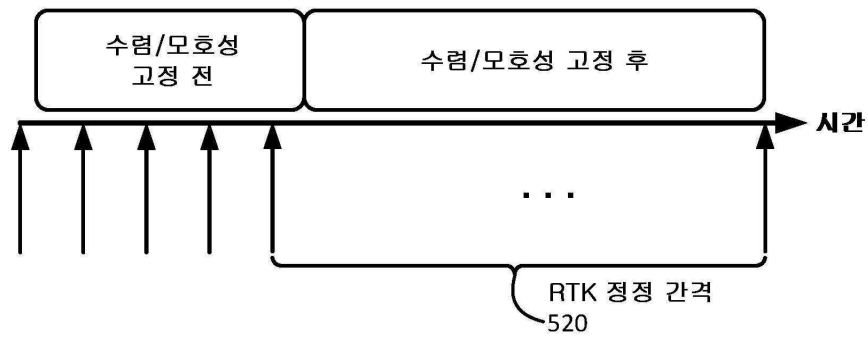
도면4



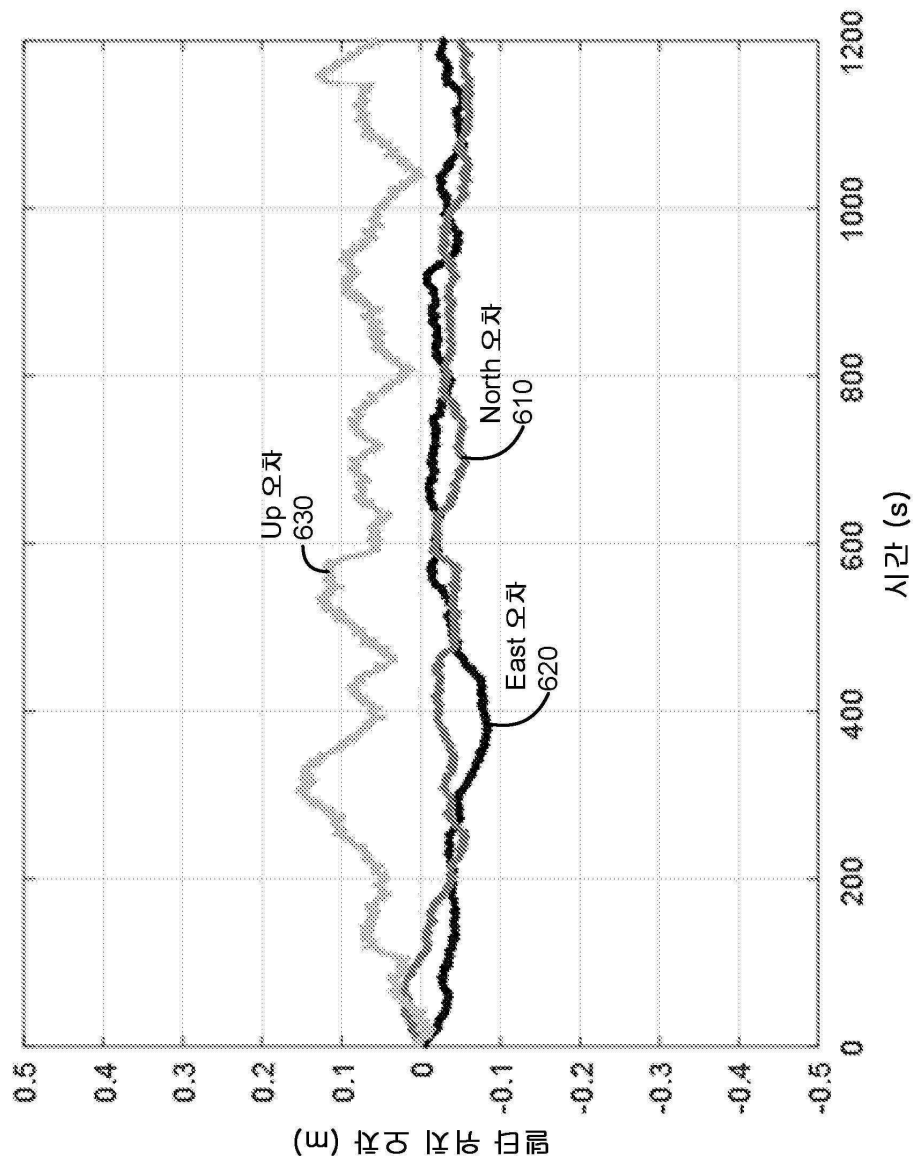
도면5a



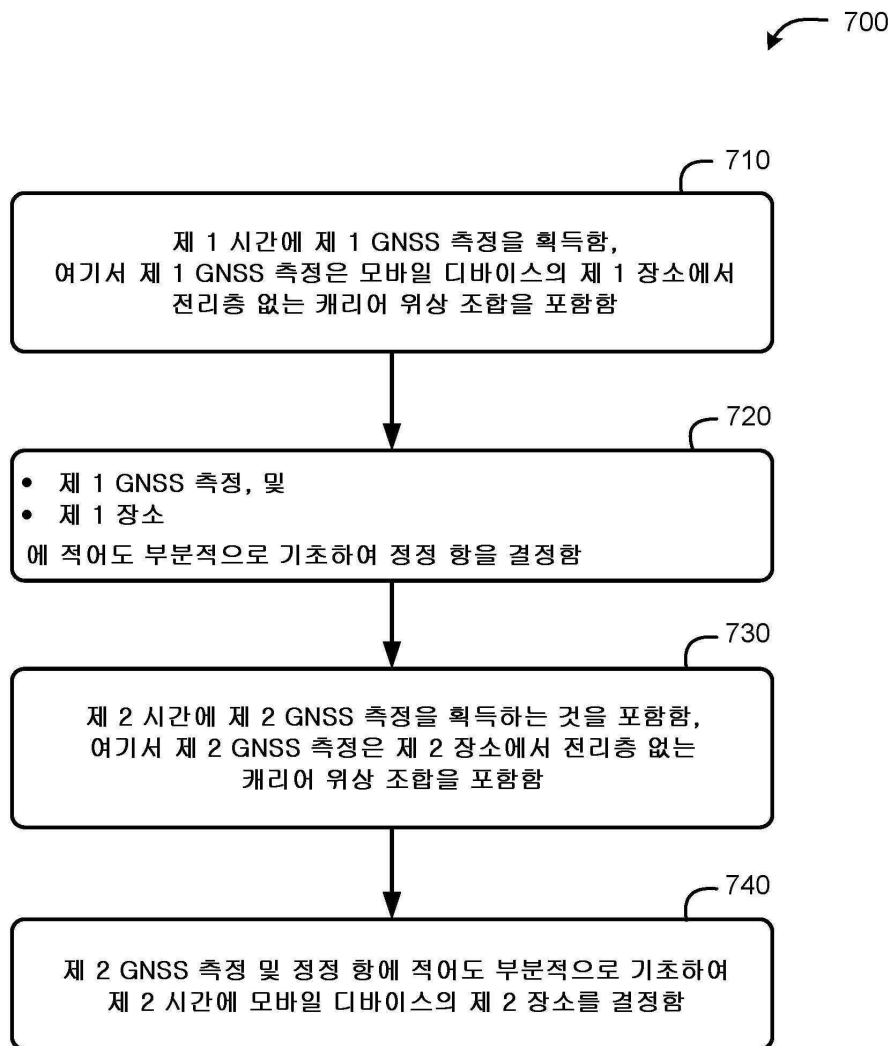
도면5b



도면6



도면7



도면8

