



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월10일
(11) 등록번호 10-2407307
(24) 등록일자 2022년06월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 1/24 (2006.01) G01S 19/10 (2010.01)
G01S 19/24 (2010.01) G01S 19/29 (2010.01)
- (52) CPC특허분류
G01S 1/24 (2013.01)
G01S 19/10 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7035669
(22) 출원일자(국제) 2015년07월22일
심사청구일자 2020년07월20일
- (85) 번역문제출일자 2016년12월20일
(65) 공개번호 10-2017-0035841
(43) 공개일자 2017년03월31일
(86) 국제출원번호 PCT/AU2015/050412
(87) 국제공개번호 WO 2016/011505
국제공개일자 2016년01월28일
- (30) 우선권주장
2014902899 2014년07월25일 오스트레일리아(AU)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2005507085 A
JP2009270928 A
US20100156545 A1
WO2014004879 A1
- (73) 특허권자
로카타 코퍼레이션 피티와이 리미티드
오스트레일리아 (우편번호: 2617) 오스트레일리언
캐피탈 테리토리브루스 틴느 스트리트 24-34 트래
거 코트 유닛 14 (블록 디)
- (72) 발명자
스몰 데이비드
오스트레일리아 뉴 사우스 웨일즈 뉴머렐러 베레
스포드 로드 1147
- (74) 대리인
특허법인명신, 박장규

전체 청구항 수 : 총 35 항

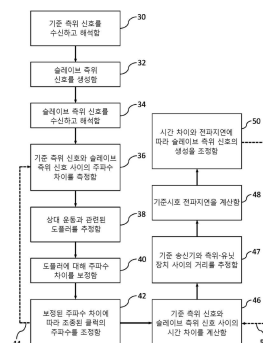
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 동적 위치 네트워크를 시간순으로 동기화하는 방법 및 장치

(57) 요약

동적 위치 네트워크에서 측위 신호들을 동기화하는 방법 및 장치가 제공된다, 특히 측위-유닛 장치에 의해 생성된 고유 측위 신호를 기준 송신기에 의해 생성된 기준 측위 신호에 동기화시키는 방법 및 장치가 제공되며, 여기서 측위-유닛 장치와 기준 송신기는 서로에 대해 이동 중이다. 특정 실시예에서, 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치 또는 둘 다는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상을 포함하는 궤적 데이터를 예를 들어 관성항법시스템을 이용하여 자체-모니터링하고, 그 궤적데이터를 측위 신호들 내에 브로드캐스팅한다. 궤적 데이터는 측위 신호들과 관련된 도플러 편이 및 전파지연의 추정을 가능하게 하여, 측위 신호들의 동기화를 위한 클럭 오류의 측정 및 보정을 가능하게 한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G01S 19/24 (2013.01)

G01S 19/29 (2021.01)

명세서

청구범위

청구항 1

측위-유닛 장치에 의해 발생된 고유 측위신호를 기준 송신기에 의해 발생된 기준 측위신호에 시간순으로 동기화시키는 방법에 있어서,

상기 측위-유닛 장치와 상기 기준 송신기는 서로 상대 이동 중이고,

상기 측위-유닛 장치에 의해 실행되는 방법은:

- (a) 상기 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 단계;
- (b) 조종된(steered) 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 단계;
- (c) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 단계;
- (d) 수신된 기준 측위신호와 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 단계;
- (e) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 단계;
- (f) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 단계;
- (g) 상기 수신된 기준 측위신호와 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 시간 차이를 측정하는 단계;
- (h) 상기 측위-유닛 장치 자신과 상기 기준 송신기 사이의 기준 신호 전파지연을 추정하는 단계; 및
- (i) 상기 측정된 시간 차이와 상기 추정된 기준 신호 전파지연에 따라 상기 고유 측위신호를 조정하는 단계;를 포함하고,

상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 기준 측위신호에 시간순으로 동기화되도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러 및 상기 기준 신호 전파지연을 추정하는, 측위 신호 동기화 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기준 송신기는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템(Inertial Navigation System), 전역항법위성시스템(Global Navigation Satellite System)의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하고, 상기 궤적 데이터를 브로드캐스팅하는, 측위 신호 동기화 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하는, 측위 신호 동기화 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함하는, 측위 신호 동기화 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함하는, 측위 신호 동기화 방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 측위-유닛 장치는 상기 도플러를 추정하기 위해 또는 상기 기준 신호 전파지연을 추정하기 위해 예측 루틴을 이용하는, 측위 신호 동기화 방법.

청구항 7

기준 송신기에 의해 발생된 기준 측위신호와 측위-유닛 장치에 의해 발생된 고유 측위신호 사이에 주파수 코히런스를 생성하는 방법에 있어서,

상기 측위-유닛 장치와 상기 기준 송신기는 서로 상대 이동 중이고,

상기 측위-유닛 장치에 의해 실행되는 방법은:

- (a) 상기 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 단계;
- (b) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 단계;
- (c) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 단계;
- (d) 수신된 기준 측위신호와 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 단계;
- (e) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 단계;
- (f) 상기 측정된 주파수 차이와 상기 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 단계;

상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 기준 측위신호와 주파수 코히런스를 갖도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러를 추정하는, 주파수 코히런스 생성 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 기준 송신기는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하고, 상기 궤적 데이터를 브로드캐스팅하는, 주파수 코히런스 생성 방법.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하는, 주파수 코히런스 생성 방법.

청구항 10

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함하는, 주파수 코히런스 생성 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함하는, 주파수 코히런스 생성 방법.

청구항 12

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 측위-유닛 장치는 상기 도플러를 추정하기 위해 예측 루틴을 이용하는, 주파수 코히런스 생성 방법.

청구항 13

측위-유닛 장치에 의해 발생된 고유 측위신호를 기준 송신기에 의해 발생된 기준 측위신호에 시간순으로 동기화시키는 측위-유닛 장치에 있어서,

상기 측위-유닛 장치와 상기 기준 송신기는 서로 상대 이동 중이고,

상기 측위-유닛 장치는:

- (a) 상기 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
- (b) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 수단;
- (c) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
- (d) 수신된 기준 측위신호와 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 수단;
- (e) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 수단;
- (f) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 수단;
- (g) 상기 수신된 기준 측위신호와 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 시간 차이를 측정하는 수단;
- (h) 상기 측위-유닛 장치 자신과 상기 기준 송신기 사이의 기준 신호 전파지연을 추정하는 수단; 및
- (i) 상기 측정된 시간 차이와 상기 추정된 기준 신호 전파지연에 따라 상기 고유 측위신호의 발생을 조정하는 수단;을 포함하고,

상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 기준 측위신호에 시간순으로 동기화되도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러 및 상기 기준 신호 전파지연을 추정하는, 측위-유닛 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들을 수신하는 수신기, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들을 수신하는 수신기 중 하나 이상을 포함하는 추적 장치를 이용하여 측정하는, 측위-유닛 장치.

청구항 15

제13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함하는, 측위-유닛 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함하는, 측위-유닛 장치.

청구항 17

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 도플러를 추정하는 수단 또는 상기 기준 신호 전파지연을 추정하는 상기 수단은 예측 루틴을 이용하는, 측위-유닛 장치.

청구항 18

기준 송신기에 의해 발생된 기준 측위신호와 측위-유닛 장치에 의해 발생된 고유 측위신호 사이에 주파수 코히런스를 생성하는 측위-유닛 장치에 있어서,

상기 측위-유닛 장치와 상기 기준 송신기는 서로 상대 이동 중이고,

상기 측위-유닛 장치는:

- (a) 상기 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
- (b) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 수단;
- (c) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
- (d) 수신된 기준 측위신호와 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 수단;
- (e) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 수단; 및
- (f) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 수단;을 포함하고,

상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 기준 측위신호와 주파수 코히런스를 갖도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러를 추정하는, 측위-유닛 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하는, 측위-유닛 장치.

청구항 20

제 18 항 또는 제 19 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함하는, 측위-유닛 장치.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함하는, 측위-유닛 장치.

청구항 22

제 18 항 또는 제 19 항에 있어서,

상기 도플러를 추정하는 수단은 예측 루틴을 이용하는, 측위-유닛 장치.

청구항 23

하나 이상의 기준 송신기 및 하나 이상의 측위-유닛 장치를 포함하는 위치 네트워크 내 로우빙(roving) 위치 수신기의 위치를 결정하는 방법에 있어서,

상기 측위-유닛 장치들 중 하나 이상은 자신 또는 기준 송신기의 이동의 결과로서 기준 송신기에 대해서 이동 중이고,

상기 방법은:

- (a) 상기 하나 이상의 기준 송신기 각각이 상기 하나 이상의 기준 송신기의 시간축(timebase)에 따라 기준 측위신호를 생성하여 전송하는 단계;
- (b) 기준 송신기에 대해서 이동 중인 상기 하나 이상의 측위-유닛 장치의 각각이:
 - (i) 상기 하나 이상의 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 과정;

- (ii) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 과정;
- (iii) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 과정;
- (iv) 상기 수신된 하나 이상의 기준 측위신호 각각과 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 과정;
- (v) 상기 이동과 관련된 도플러를 추정하는 과정;
- (vi) 상기 측정된 주파수 차이와 상기 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 과정;
- (vii) 상기 수신된 하나 이상의 기준 측위신호 각각과 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 시간 차이를 측정하는 과정;
- (viii) 상기 하나 이상의 기준 송신기 각각과 자신 사이의 기준신호 전파지연을 추정하는 과정; 및
- (ix) 상기 측정된 시간 차이와 상기 추정된 기준신호 전파지연에 따라 상기 고유 측위신호의 생성을 조정하는 과정;

을 실행하는 단계, 및

- (c) 상기 로우빙 위치 수신기가 시간순으로 동기화된 고유 측위 신호들, 상기 하나 이상의 기준 측위 신호들, 또는 둘 다를 수신하고, 이어서 자신의 위치를 계산하는 단계;를 포함하고,

상기 기준 송신기에 대해 이동 중인 상기 하나 이상의 측위-유닛 장치 각각은, 상기 고유 측위신호가 상기 하나 이상의 기준 측위신호에 시간순으로 동기화되도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러 및 상기 기준 신호 전파지연을 추정하는, 위치 결정 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

이동 중인 각각의 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하고, 상기 궤적 데이터를 브로드캐스팅하는, 위치 결정 방법.

청구항 25

제 23 항 또는 제 24 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함하는, 위치 결정 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함하는, 위치 결정 방법.

청구항 27

제 23 항 또는 제 24 항에 있어서,

기준 송신기에 대해 이동 중인 상기 하나 이상의 측위-유닛 장치 각각은 도플러를 추정하기 위해 또는 상기 기준신호 전파지연을 추정하기 위해 예측 루틴을 이용하는, 위치 결정 방법.

청구항 28

제 23 항 또는 제 24 항에 있어서,

상기 로우빙 위치 수신기는 이동 중인 기준 송신기 또는 각각의 측위-유닛 장치의 위치 또는 속도를 추정하기 위해 예측 루틴을 이용하는, 위치 결정 방법.

청구항 29

로우빙 위치 수신기가 자신의 위치를 결정하는 것을 가능하게 하는 측위 시스템에 있어서,
상기 측위 시스템은 위치 네트워크 및 로우빙 위치 수신기를 포함하고,
상기 위치 네트워크는:

- (a) 하나 이상의 기준 송신기의 시간축(timebase)에 따라 각각 기준 측위신호를 생성하여 전송하는 하나 이상의 기준 송신기;
- (b) 하나 이상의 측위-유닛 장치로서, 자신 또는 기준 송신기의 이동의 결과로서 적어도 하나의 측위-유닛 장치는 기준 송신기에 대해서 이동 중이고, 각각이:
 - (i) 상기 하나 이상의 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
 - (ii) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 수단;
 - (iii) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
 - (iv) 수신된 기준 측위신호 각각과 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 수단;
 - (v) 상기 이동과 관련된 도플러를 추정하는 수단;
 - (vi) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 수단;
 - (vii) 상기 수신된 기준 측위신호 각각과 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 시간 차이를 측정하는 수단;
 - (viii) 상기 하나 이상의 기준 송신기와 자신 사이의 기준신호 전파지연을 추정하는 수단; 및
 - (ix) 측정된 시간 차이와 추정된 기준신호 전파지연에 따라 상기 고유 측위신호의 생성을 조정하는 수단;을 포함하는 하나 이상의 측위-유닛 장치; 및
- (c) (i) 시간순으로 동기화된 고유 측위 신호들 또는 기준 측위 신호들, 또는 둘 다를 수신하는 수단; 및 (ii) 이어서 자신의 위치를 계산하는 수단을 포함하는 상기 로우빙 위치 수신기;를 포함하고,
상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 하나 이상의 기준 측위신호에 시간순으로 동기화되도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러 및 상기 기준신호 전파지연을 추정하는, 측위 시스템.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

이동 중인 측위-유닛 장치 또는 각각의 기준 송신기는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하고, 상기 궤적 데이터를 브로드캐스팅하는, 측위 시스템.

청구항 31

제 29 항 또는 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함하는, 측위 시스템.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함하는, 측위 시스템.

청구항 33

제 29 항 또는 제 30 항에 있어서,

상기 도플러를 추정하는 수단 또는 상기 기준 신호 전파지연을 추정하는 상기 수단은 예측 루틴을 이용하는, 측

위 시스템.

청구항 34

제 29 항 또는 제 30 항에 있어서,

상기 로우빙 위치 수신기는 이동 중인 각각의 측위-유닛 장치 또는 기준 송신기의 위치 또는 속도를 추정하기 위해 예측 루틴을 이용하는, 측위 시스템.

청구항 35

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

위치 네트워크에서 사용될 때 로우빙 위치 수신기의 위치를 결정하는, 측위-유닛 장치.

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 측위(positioning) 신호들의 하나 이상의 소스들이 서로에 대해서 이동하고 있는 동적 위치 네트워크(kinematic location network)에서 측위 신호를 시간순으로 동기화하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 그러나 본 발명이 이 특정 분야의 용도에만 한정되는 것이 아님을 이해해야 한다.

[0002] 관련 출원들

[0003] 본 출원은 2014년 7월 25일자로 출원된 호주 임시특허출원 제2014902899호에 대해 우선권을 주장하며 이 특허문헌의 내용은 참조에 의해 그 전체 내용이 본 명세서에 병합된다.

배경 기술

[0004] 본 명세서에서의 종래기술에 대한 어떤 설명도 그러한 종래기술이 널리 알려져 있거나 당해 기술분야에서 일반적인 상식을 형성하는 것을 인정하는 것으로서 간주되어서는 아니 된다.

[0005] 공개된 PCT 출원 WO 03/038469 A1(발명의 명칭: 'A Method and Device for Chronologically Synchronizing a Location Network')은 측위-유닛 장치들로서 알려진 지상-기반 송신기들의 동기화된 네트워크로부터 전송된 측위 신호들을 사용하여 모바일 장치를 위해 정밀한 위치 결정을 생성하는 방법 및 시스템을 개시하며, 상기 문헌의 전체 내용은 참조에 의해 본 명세서에 포함된다. 이 방법들 및 시스템들의 핵심은 소위 TLL(Time Lock Loop, 시간 잠금 루프)이며, 이것은 각각의 측위-유닛 장치들에서의 시간 오류를 직접 측정하고 보정하며, 그에 의해 지정된 기준 송신기의 시간축(timebase)에 시간순으로 동기화되는 측위 신호들을 전송하는 측위-유닛 장치들의 네트워크를 설정하고 유지한다. 일단 주어진 측위-유닛 장치가 지정된 기준 송신기의 시간축에 동기화된 경우, 지정된 기준 송신기에 대해 선명한 시야를 갖지 않은 추가의 측위-유닛 장치들에 상기 네트워크 시간축을 중계하고, 그에 의해 측위-유닛 장치들의 확장된 네트워크를 통해 상기 시간축을 전파할 수 있다. 상기 TLL은 일단 설정되면, 매우 견고하며, 동기화는 온도 및 전압 변화와 같은 동요에 의해 영향을 받지 않는다.

[0006] 그러나 WO 03/038469 A1에 개시된 TLL 방법론은 기준 송신기 및 측위-유닛 장치들이 기준 좌표계에 대해 알려진 고정된 위치에 있을 것을 요구한다. 일반적으로, 기준 송신기 및 측위-유닛 장치들은 지상에 기반을 두고 있지만, 측위-유닛 장치들이 광역증강시스템(WAAS: Wide Area Augmentation System) 위성들과 같은 정지궤도의 위성들로부터의 기준 측위 신호들을 수신하는 것도 가능하다. 만일 기준 송신기와 측위-유닛 장치들이 서로 상대 이동하는 경우라면, 도플러 편이(Doppler shift)가 측위-유닛 장치에 의해 수신된 기준 측위 신호들에 부과될 것이다. 이 도플러는 클럭 표류(clock drift)와 구별되지 않으며, 이는 도플러와 클럭 표류 양자가 주파수 변화에 따라 나타나기 때문이다. 따라서 측위-유닛 장치는 자신을 기준 송신기에 동기화하려고 할 때 자신의 클럭을 잘못 슬루(slew)시킬 수 있고, 모바일 장치에 의해 계산된 위치 솔루션의 정밀도를 크게 저하시킬 수도 있다. 그러므로 측위-유닛 장치들 중 하나 이상이 서로에 대해 이동 중인 측위-유닛 장치들의 네트워크로부터 신호를 수신하는 모바일 장치에 대해 정확한 위치 솔루션의 계산을 가능하게 하기 위해, 동적 위치 네트워크를 동기화하는 방법 및 장치들에 대한 요구가 매우 크다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 종래 기술의 문제점들 중 적어도 하나를 극복 또는 경감시키거나, 유용한 대안을 제공하는 것이다.

[0008] 바람직한 일 실시예에서 본 발명의 목적은 기준 송신기와 측위-유닛 장치가 서로에 대해 이동 중인 상황에서 기준 송신기의 시간축에 측위-유닛 장치를 동기화하는 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 바람직한 일 실시예에서 본 발명의 또 다른 목적은 기준 송신기와 측위-유닛 장치가 서로에 대해 이동 중인 상

황에서 기준 송신기와 측위-유닛 장치에 의해 전송된 측위 신호들 사이에 주파수 코히런스(frequency coherence)를 생성하는 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 바람직한 일 실시예에서 본 발명의 또 다른 목적은 하나 이상의 측위-유닛 장치가 서로에 대해 이동 중인 측위-유닛 장치들의 네트워크로부터 신호를 수신하는 모바일 장치를 위해 정확한 위치 솔루션을 생성할 수 있는 측위 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 발명의 요약

[0012] 본 발명의 제1 측면에 따르면 측위-유닛 장치에 의해 발생된 고유 측위신호를 기준 송신기에 의해 발생된 기준 측위신호에 시간순으로 동기화시키는 방법이 제공되며, 상기 측위-유닛 장치와 상기 기준 송신기는 서로 상대 이동 중이고, 상기 측위-유닛 장치에 의해 실행되는 방법은:

[0013] (a) 상기 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 단계;

[0014] (b) 조종된(steered) 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 단계;

[0015] (c) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 단계;

[0016] (d) 수신된 기준 측위신호와 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 단계;

[0017] (e) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 단계;

[0018] (f) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 단계;

[0019] (g) 상기 수신된 기준 측위신호와 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 시간 차이를 측정하는 단계;

[0020] (h) 상기 측위-유닛 장치 자신과 상기 기준 송신기 사이의 기준 신호 전파지연을 추정하는 단계; 및

[0021] (i) 상기 측정된 시간 차이와 상기 추정된 기준 신호 전파지연에 따라 상기 고유 측위신호의 발생을 조정하는 단계;를 포함하며,

[0022] 상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 기준 측위신호에 시간순으로 동기화되도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러 및 상기 기준 신호 전파지연을 추정한다.

[0023] 바람직하게는, 단계 (d) 내지 단계 (f)가 반복해서 수행된다.

[0024] 특정 실시예에서 단계 (g) 내지 단계 (i)가 반복해서 수행된다.

[0025] 바람직하게는 상기 기준 송신기가 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템(Inertial Navigation System), 전역항법위성시스템(Global Navigation Satellite System)의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하고, 상기 궤적 데이터를 브로드캐스팅한다. 바람직하게는, 상기 측위-유닛 장치가 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성 시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정한다. 상기 궤적 데이터는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함한다. 특정 실시예에서 상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함한다.

[0026] 특정 실시예에서 상기 측위-유닛 장치는 상기 도플러 또는 상기 기준 신호 전파지연을 추정하기 위해 예측 루틴을 이용한다.

[0027] 본 발명의 제2 측면에 따르면 기준 송신기에 의해 발생된 기준 측위신호와 측위-유닛 장치에 의해 발생된 고유 측위신호 사이에 주파수 코히런스를 생성하는 방식이 제공되며, 상기 측위-유닛 장치와 상기 기준 송신기는 서로 상대 이동 중이고, 상기 측위-유닛 장치에 의해 실행되는 방법은:

[0028] (a) 상기 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 단계;

[0029] (b) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 단계;

[0030] (c) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 단계;

- [0031] (d) 수신된 기준 측위신호와 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 단계;
- [0032] (e) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 단계;
- [0033] (f) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 단계;를 포함하며,
- [0034] 상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 기준 측위신호와 주파수 코히런스를 갖도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러를 추정한다.
- [0035] 바람직하게는 단계 (d) 내지 단계 (f)는 반복해서 수행된다.
- [0036] 바람직하게는 상기 기준 송신기는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하고, 상기 궤적 데이터를 브로드캐스팅한다. 바람직하게는, 상기 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정한다. 바람직하게는, 상기 궤적 데이터는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함한다. 특정 실시예에서 상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함한다.
- [0037] 특정 실시예에서 상기 측위-유닛 장치는 상기 도플러를 추정하기 위해 예측 루틴을 이용한다.
- [0038] 본 발명의 제3 측면에 따르면 측위-유닛 장치에 의해 발생된 고유 측위신호를 기준 송신기에 의해 발생된 기준 측위신호에 시간순으로 동기화시키는 측위-유닛 장치가 제공되며, 상기 측위-유닛 장치와 상기 기준 송신기는 서로 상대 이동 중이고, 상기 측위-유닛 장치는:
- [0039] (a) 상기 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
- [0040] (b) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 수단;
- [0041] (c) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
- [0042] (d) 수신된 기준 측위신호와 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 수단;
- [0043] (e) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 수단;
- [0044] (f) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 수단;
- [0045] (g) 상기 수신된 기준 측위신호와 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 시간 차이를 측정하는 수단;
- [0046] (h) 상기 측위-유닛 장치 자신과 상기 기준 송신기 사이의 기준 신호 전파지연을 추정하는 수단; 및
- [0047] (i) 상기 측정된 시간 차이와 상기 추정된 기준 신호 전파지연에 따라 상기 고유 측위신호를 조정하는 수단;을 포함하며,
- [0048] 상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 기준 측위신호에 시간순으로 동기화되도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러 및 상기 기준 신호 전파지연을 추정한다.
- [0049] 바람직하게는, 측위-유닛 장치는 단계 (d) 내지 단계 (f)를 반복해서 수행한다. 특정 실시예에서, 측위-유닛 장치는 단계 (g) 내지 단계 (i)를 반복해서 수행한다.
- [0050] 바람직한 실시예에서 상기 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정한다. 상기 궤적 데이터는 바람직하게는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함한다. 특정 실시예에서 상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함한다.
- [0051] 특정 실시예에서, 상기 도플러를 추정하는 수단 또는 상기 기준신호 전파지연을 추정하는 수단은 예측 루틴을 이용한다.
- [0052] 본 발명의 제4 측면에 따르면, 기준 송신기에 의해 발생된 기준 측위신호와 측위-유닛 장치에 의해 발생된 고유 측위신호 사이에 주파수 코히런스를 생성하는 측위-유닛 장가 제공되며, 상기 측위-유닛 장치와 상기 기준 송신기는 서로 상대 이동 중이고, 상기 측위-유닛 장치는:

- [0053] (a) 상기 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
- [0054] (b) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 수단;
- [0055] (c) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
- [0056] (d) 수신된 기준 측위신호와 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 수단;
- [0057] (e) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 수단;
- [0058] (f) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 수단;을 포함하며,
- [0059] 상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 기준 측위신호와 주파수 코히런스를 갖도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러를 추정한다.
- [0060] 상기 측위-유닛 장치는 바람직하게는 단계 (d) 내지 단계 (f)를 반복해서 수행한다.
- [0061] 바람직한 실시예에서 상기 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정한다. 상기 궤적 데이터는 바람직하게는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함한다. 특정 실시예에서 상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함한다.
- [0062] 특정 실시예에서 상기 도플러를 추정하는 수단은 예측 루틴을 이용한다.
- [0063] 본 발명의 제5 측면에 따르면, 하나 이상의 기준 송신기 및 하나 이상의 측위-유닛 장치를 포함하는 위치 네트워크 내 로우빙(roving) 위치 수신기의 위치를 결정하는 방법이 제공되며, 상기 측위-유닛 장치들 중 하나 이상은 자신 또는 기준 송신기의 이동의 결과로서 기준 송신기에 대해서 이동 중이고, 상기 방법은:
- [0064] (a) 상기 하나 이상의 기준 송신기 각각이 상기 하나 이상의 기준 송신기의 시간축에 따라 기준 측위신호를 생성하여 전송하는 단계;
- [0065] (b) 기준 송신기에 대해서 이동 중인 상기 하나 이상의 측위-유닛 장치의 각각이:
 - [0066] (i) 상기 하나 이상의 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 과정;
 - [0067] (ii) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 상기 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 과정;
 - [0068] (iii) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 과정;
 - [0069] (iv) 수신된 하나 이상의 기준 측위신호 각각과 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 과정;
 - [0070] (v) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 과정;
 - [0071] (vi) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 과정;
 - [0072] (vii) 상기 수신된 하나 이상의 기준 측위신호 각각과 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 시간 차이를 측정하는 과정;
 - [0073] (viii) 상기 하나 이상의 기준 송신기 각각과 자신 사이의 기준신호 전파지연을 추정하는 과정; 및
 - [0074] (ix) 측정된 시간 차이와 추정된 기준신호 전파지연에 따라 상기 고유 측위신호의 생성을 조정하는 과정;을 실행하는 단계, 및
- [0075] (c) 상기 로우빙 위치 수신기가 시간순으로 동기화된 고유 측위 신호들, 상기 하나 이상의 기준 측위 신호들, 또는 둘 다를 수신하고, 이어서 자신의 위치를 계산하는 단계;를 포함하며,
- [0076] 상기 기준 송신기에 대해 이동 중인 상기 하나 이상의 측위-유닛 장치 각각은, 상기 고유 측위신호가 상기 하나 이상의 기준 측위신호에 시간순으로 동기화되도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러 및 상기 기준 신호 전파지연을 추정한다.
- [0077] 바람직하게는, 단계 (b)의 단계 (iv) 내지 단계 (vi)가 반복해서 수행된다. 특정 실시예에서, 단계 (b)의 (vii)

내지 단계 (ix)가 반복해서 수행된다.

- [0078] 바람직한 실시예에서, 이동 중인 각각의 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하고, 상기 데이터를 브로드캐스팅한다. 상기 궤적 데이터는 바람직하게는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함한다. 상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함한다.
- [0079] 특정 실시예에서 기준 송신기에 대해 이동 중인 상기 하나 이상의 측위-유닛 장치 각각은 도플러 또는 기준신호 전파지연을 추정하기 위해 예측 루틴을 이용한다. 특정 실시예에서, 상기 로우빙 위치 수신기는 이동 중인 기준 송신기 또는 각각의 측위-유닛 장치의 위치 또는 속도를 추정하기 위해 예측 루틴을 이용한다.
- [0080] 본 발명의 제6 측면에 따르면, 로우빙 위치 수신기가 자신의 위치를 결정하는 것을 가능하게 하는 측위 시스템이 제공되며, 상기 측위 시스템은 위치 네트워크 및 로우빙 위치 수신기를 포함하고, 상기 위치 네트워크는:
- [0081] (a) 상기 하나 이상의 기준 송신기의 시간축에 따라 각각 기준 측위신호를 생성하여 전송하는 하나 이상의 기준 송신기;
- [0082] (b) 하나 이상의 측위-유닛 장치로서, 자신 또는 기준 송신기의 이동의 결과로서 적어도 하나의 측위-유닛 장치는 기준 송신기에 대해서 이동 중이고, 각각이:
 - [0083] (i) 상기 하나 이상의 기준 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
 - [0084] (ii) 조종된 송신기 클럭과 정렬된 고유 측위신호를 생성하여 전송하는 수단;
 - [0085] (iii) 상기 고유 측위신호를 수신하여 해석하는 수단;
 - [0086] (iv) 수신된 기준 측위신호 각각과 수신된 고유 측위신호 사이의 주파수 차이를 측정하는 수단;
 - [0087] (v) 상기 상대 이동과 관련된 도플러를 추정하는 수단;
 - [0088] (vi) 측정된 주파수 차이와 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 상기 조종된 송신기 클럭의 주파수를 조정하는 수단;
 - [0089] (vii) 상기 수신된 기준 측위신호 각각과 상기 수신된 고유 측위신호 사이의 시간 차이를 측정하는 수단;
 - [0090] (viii) 상기 하나 이상의 기준 송신기와 자신 사이의 기준신호 전파지연을 추정하는 수단; 및
 - [0091] (ix) 측정된 시간 차이와 추정된 기준신호 전파지연에 따라 상기 고유 측위신호의 생성을 조정하는 수단을 포함하는 하나 이상의 측위-유닛 장치; 및
- [0092] (c) (i) 시간순으로 동기화된 고유 측위 신호들 또는 기준 측위 신호들, 또는 둘 다를 수신하는 수단; 및 (ii) 이어서 자신의 위치를 계산하는 수단을 포함하는 상기 로우빙 위치 수신기;를 포함하며,
- [0093] 상기 측위-유닛 장치는, 상기 고유 측위신호가 상기 하나 이상의 기준 측위신호에 시간순으로 동기화되도록, 자신 및 상기 기준 송신기 중 하나 이상에 대한 궤적 데이터로부터 상기 도플러 및 상기 기준신호 전파지연을 추정한다.
- [0094] 바람직하게는, 기준 송신기에 대해 이동 중인 각각의 측위-유닛 장치는 단계 (b)의 단계 (iv) 내지 단계 (vi)을 반복해서 수행한다. 특정 실시예에서, 기준 송신기에 대해 이동 중인 각각의 측위-유닛 장치는 단계 (b)의 단계 (vii) 내지 단계 (ix)을 반복해서 수행한다.
- [0095] 바람직하게는, 이동 중인 측위-유닛 장치 또는 각각의 기준 송신기는 자신에 대한 궤적 데이터를 관성항법시스템, 전역항법위성시스템의 위성들로부터의 측위 신호들, 및 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터의 측위 신호들 중 하나 이상을 이용하여 측정하고, 상기 궤적 데이터를 브로드캐스팅한다. 상기 궤적 데이터는 바람직하게는 위치 정보, 속도 정보, 가속도 정보 중 하나 이상을 포함한다. 특정 실시예에서 상기 궤적 데이터는 위치, 속도, 가속도 중 하나 이상의 예측을 포함한다.
- [0096] 특정 실시예에서 상기 도플러를 추정하는 수단 또는 상기 기준신호 전파지연을 추정하는 수단은 예측 루틴을 이용한다.

- [0097] 특정 실시예에서 상기 로우빙 위치 수신기는 이동 중인 각각의 측위-유닛 장치 또는 기준 송신기의 위치 또는 속도를 추정하기 위해 예측 루틴을 이용한다.
- [0098] 본 발명의 제7 측면에 따르면, 위치 네트워크에서 사용될 때 로우빙 위치 수신기의 위치를 결정하는 제3 측면에 따른 측위-유닛 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0099] 이제 본 발명의 바람직한 실시예가 다음의 첨부한 도면을 참조하여 단지 예시로서 설명될 것이다:
- 도 1은 정지한 측위-유닛 장치에 브로드캐스팅하여 측위-유닛 장치가 자신의 측위 신호를 기준 송신기 시간축에 동기화시키는 것을 가능하게 하는 기준 송신기의 종래 상황을 도시하고;
- 도 2는 복수의 정지한 측위-유닛 장치들에 브로드캐스팅하는 정지한 기준 송신기와, 수신된 측위 신호들을 이용하여 단일의 위치 솔루션을 결정할 수 있는 로우빙 위치 수신기를 포함하는 종래 기술의 측위 시스템을 도시하고,
- 도 3은 측위-유닛 장치에 브로드캐스팅하는 기준 송신기의 동적 상황을 도시하는 도면으로서, 기준 송신기 및 측위-유닛 장치는 서로에 대해 이동 중이고,
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 위치 네트워크에서 이동하는 플랫폼을 위한 동기화 프로세스의 단계들을 보여주는 흐름도이고,
- 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 동적 위치 네트워크에서 이동하는 플랫폼을 위한 동기화 프로세스의 단계들을 보여주는 흐름도이고,
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 측위 시스템을 도시하는 도면으로서, 측위 시스템은 서로에 대해서 이동하는 복수의 측위-유닛 장치들, 및 수신된 측위 신호를 사용하여 단일 지점 위치 솔루션을 계산할 수 있는 로우빙 위치 수신기의 형태를 가진 동적 위치 네트워크를 포함한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0100] 종래기술 동기화 프로세스의 개관
- [0101] 위에서 언급한 특허문헌 WO 03/038469 A1에서 상세히 개시된 시간 잠금 루프(TLL: Time Lock Loop) 프로세스를 도 1을 참조하여 간략히 설명할 것이다. 예컨대 지구중심지구고정(ECEF: Earth Centered Earth Fixed) 좌표계와 같은 기준 좌표계에 대해서 기지(既知)의 고정된 위치에 있는 측위-유닛 장치(2)는, 또 다른 기지의 고정된 위치에 있는 기준 트랜스미터(6)에 의해 송신된 기준 측위 신호(4)를 수신하고, 그 자신을, 상기 기준 송신기(6)의 내부에서 발생된 클럭(8)에 의해 결정된 시간축(timebase)에 동기화한다. 측위-유닛 장치(20)는 수신기(10), 송신기(12), 조종된 송신기 클럭(14), CPU(16)와 함께, 다른 컴포넌트들에 공통의 시간축을 제공하는 오실레이터(18)를 포함한다. 일단 측위-유닛 장치(2)는 기준 측위 신호(4)를 수신하면 자체 송신기(12)로부터의 고유 측위 신호(20)의 슬레이브 버전을 송신하며, 이것은 자체의 수신기(10)에 의해 수신된다. 기준 측위 신호(4)와 슬레이브 측위 신호(20) 각각은 캐리어 성분, 의사랜덤 코드 성분 및 데이터 성분을 가지며, 캐리어 성분과 데이터 성분은 각각의 장치에 특유한 것이다. 수신기(10)는 기준 측위 신호(4)와 슬레이브 측위 신호(20)를 동시에 수신하고 샘플링하여 두 신호들 사이의 통합 캐리어 위상(ICP: Integrated Carrier Phase) 차이를 측정한다. CPU(16)는 수신기(10) 내의 기준 측위 신호(4)와 슬레이브 측위 신호(20) 둘 다의 ICP 측정치를 0으로 한 다음, ICP 차이를 0으로 유지하기 위해 상기 조정된 송신기 클럭(14)에 지속적으로 보정을 적용하는 제어루프를 채용함으로써, 슬레이브 측위 신호(20)가 기준 측위 신호(4)와 주파수 코히런스를 달성하고 유지하도록 한다.
- [0102] 주파수 코히런스는 TLL 동기화 과정에서 중요한 단계인데, 이는 기준 및 슬레이브 측위 신호의 의사랜덤 및 데이터 성분들 사이에서 관측된 시간 차이는 일단 두 신호의 캐리어 주파수가 정렬되면 일정해지기 때문이다. 상기 시간 차이는 전파시간 지연을 포함하며, 이것은, 측위-유닛 장치 안테나(21)와 기준 송신기 안테나(23) 사이의 기지의 기학적 차이(22)와, 측위-유닛 장치 조정된 송신기 클럭(14)과 기준 송신기 클럭(8) 사이의 시간축 오프셋(또는 시간 바이어스(time bias))로부터 계산된다. 이 계산에 의해 두 신호는 시간순으로 정렬될 수 있다. 바람직한 일 실시예에서, 측위-유닛 장치는 2단계 프로세스에서 시간 바이어스 보정을 달성하며, 의사랜덤 코드에 대한 거친 슬루(coarse slew)(즉, 고속으로 또는 저속으로 자체 송신기(12)의 의사랜덤 코드 발생기를 일시적으로 클러킹함) 단계 후, 이어서 미리결정된 시간 동안 조정된 송신기 클럭(14)에 추가의 주파수 오프셋을 적용하

는 단계를 포함한다. 상기 전파시간 지연은 양쪽 어느 단계에서 해결될 수 있다.

[0103] 슬레이브 측위 신호(20)가 기준 측위 신호(4)와 주파수 코히런스를 갖고 또한 기준 송신기의 시간축과 시간순으로 정렬될 때, 그것은 기준 송신기의 시간축에 완전히 동기화되고, 송신된 고유 측위 신호(24)에 의해 표현된다. 중요한 것은, TLL에서의 구별절차(differencing procedures)는 수신기 전자기기 또는 온도 변화에 의해 초래된 임의의 수신기 라인 바이어스 또는 그룹 지연을 제거한다는 것이다. 도 2를 참조하면, 기준 송신기(6) 및 시간순으로 동기화된 측위-유닛 장치들(2-1, 2-2)을 포함하는 위치 네트워크 내에 위치한 로우빙 위치 수신기(26)의 형태의 모바일 장치는, 측위-유닛 장치들로부터 고유 측위 신호들(24-1, 24-2)을 수신하거나, 기준 송신기(6)로부터 기준 측위 신호(4)를 수신하거나, 또는 양자를 수신하며, 자율적으로 코드 및 캐리어-기반 위치 솔루션 둘 다를 계산할 수 있다. 더 일반적으로는, 로우빙 위치 수신기는 시야에 있는 임의의 동기화된 측위-유닛 장치들(지정된 기준 송신기를 포함할 수도 있음)로부터의 측위 신호들을 이용하여 위치 솔루션을 계산할 수 있다. 3개 이상의 측위-유닛 장치들 및/또는 기준 송신기들로부터의 신호가 통상적으로 필요하지만, 어떤 상황에서는 위치 솔루션이 3개 미만의 측위 신호들로부터 계산될 수도 있다. 예를 들어, 만일 로우빙 위치 수신기가 위치 네트워크의 시간축에 대해 기지의 관계를 가진 매우 정확한 클럭을 갖는다면, 단지 2개의 측위 신호들로부터 2차원 위치 솔루션을 계산하는 것이 가능하다.

[0104] 측위-유닛 장치가 2개 이상의 시간-동기화된 기준 송신기들로부터 기준 측위 신호를 수신하는 것도 역시 가능하다. 이런 구성에서, 시간축 정밀도를 개선하기 위해 다중경로 및 대류층 지연 등의 기준신호 오류원들이 기준 송신기들 사이에 균분될 수 있다. 예를 들면 CDMA 측위 신호들의 전송 및 해석과 장치 하드웨어 등에 대한, 시간순으로 동기화된 측위 시스템의 추가의 구현 상세가 전술한 PCT 공개공보 WO 03/038469 A1에 기재되어 있다. 상기 문헌에 기재된 것과 같이, 측위 신호들은 통상적으로 무선주파수(RF) 신호들이다.

[0105] 종래기술 동기화 프로세스의 한계

[0106] 도 3은, 기준 좌표계에 대해서 기준 송신기 및/또는 측위-유닛 장치의 이동을 나타내는 화살표(28, 29)에 의해 도시된 것과 같이, 기준 송신기(6)와 측위-유닛 장치(2)가 서로에 대해서 이동 중인 동적 상황을 보여준다. 이 상대 이동은 전술한 TLL 동기화 프로세스에 두 가지의 해로운 영향을 미친다. 첫째 그리고 더 명백히, 기준 송신기 안테나(23)와 측위-유닛 안테나(21) 사이의 거리(22), 따라서 기준 측위 신호(4)의 전파시간 지연은 변할 수 있다. 이것은 측위-유닛 장치(2)의 고유 측위 신호(24)를 기준 송신기(6)의 시간축과 시간순으로 정렬하기 위해 필요한 시간축 보정에 영향을 준다. 둘째, 상기 상대 이동은 기준 측위 신호(4)의 시간축에 도플러 주파수 편이를 부여하며, 그것은 측위-유닛 장치(2)의 관점에서 자체 오실레이터(8)의 표류(drift)와 구분할 수 없다. 일반적으로 상기 상대 이동은 수신된 기준 측위 신호(4)의 주파수를 변경시켜, 상기 ICP 구별 프로세스가 상기 2개의 측위 신호들 사이에 주파수 코히런스를 정확히 확립하는 것을 방해할 것이다. 도 2에 도시된 측위 시스템의 상황에서, 발생한 동기화 오류들은 측위-유닛 장치들(2-1, 2-2)의 하나 이상 또는 기준 송신기(6)의 시변 위치들과 함께, 로우빙 위치 수신기(26)에 의해 계산된 위치 솔루션을 심각하게 저하시킨다.

[0107] 동적 동기화 프로세스

[0108] 그러므로 복수의 측위-유닛 장치들(하나는 지정된 기준 송신기일 수 있음)을 포함하는 위치 네트워크와 같은, 이동하는 플랫폼을 구비한 동적 환경에서, 전술한 동기화 프로세스는 측위-유닛 장치들 및/또는 기준 송신기 사이의 상대 이동을 해결하기 위해 수정되어야만 한다. 동적 환경의 한 예는, 예컨대 응급서비스 또는 법률집행 목적으로, 차량에 탑재된 복수의 측위-유닛 장치들이다. 또 다른 실시예에서 항공기와 같은 이동하는 플랫폼은, 고정된 지상-기반 측위-유닛 장치들의 동기화된 네트워크로부터의 측위 신호들을 이용하여 종래의 방식으로 자신의 위치를 결정한 후, 자신의 고유 측위 신호를 네트워크 시간축에 동기화함으로써 네트워크에 접속을 시도한다. 이 경우에 상기 이동하는 플랫폼은 상기 동기화된 지상의 측위-유닛 장치들 중 어느 것이나, 또 다른 이동하는 플랫폼 상의 동기화된 측위-유닛 장치를 기준 송신기로서 취급할 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 고정된 지상-기반 측위-유닛 장치들은 GPS 위성과 같은 비정지 위성으로부터의 측위 신호를 기준 신호로서 사용할 수 있다.

[0109] 본 명세서의 목적을 위해 수정된 동기화 프로세스를 '동적 시간 잠금 루프(동적 TLL)' 프로세스로 지칭할 것이다. 이 프로세스는, 측위-유닛 장치에 의해 발생한 고유 측위 신호를, 기준 송신기에 의해 발생한 기준 측위 신호에 대해 시간순으로 동기화하는 측면에서 설명될 것이며, 여기서 측위-유닛 장치와 기준 송신기는 서로 상대적으로 이동하는 중이다. 바람직한 실시예에서, 기준 송신기는 그 자체가 측위-유닛 장치이다. 일단 주어진 측위-유닛 장치가 위치 네트워크의 시간축과 동기화되면, 상기 지정된 기준 송신기의 선택한 시야를 갖지 않은 추가의 측위-유닛 장치들에 네트워크 시간축을 중계할 수 있다.

- [0110] '서로 상대적으로 이동하는', '상대 이동', '상대 움직임' 등의 용어는, 기준 송신기 및 측위-유닛 장치에 적용되는 경우, 다수의 상황을 포함하는 것은 자명하다. 예를 들어, 기준 좌표계와 관련하여, 기준 송신기는 고정된 위치에 있고 측위-유닛 장치는 움직일 수 있으며, 또는 그 반대이거나, 둘 다 독립적으로 움직이고 있을 수도 있다.
- [0111] 이제, 자신의 측위 신호를 자신과 상대 이동 상태에 있는 기준 송신기의 측위 신호에 동기화하려고 시도하는 측위-유닛 장치에 의해 수행된 일련의 단계들을 보여주는 도 4의 흐름도 및 도 3을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 TLL 프로세스를 설명한다. 단계 30에서, 측위-유닛 장치(2)는 기준 송신기(6)에 의해 발생된 기준 측위 신호(4)를 수신하고 해석한다. 단계 32에서, 측위-유닛 장치(2)는 자신의 조정된 송신기 클럭(14)과 정렬된 고유 측위 신호(20)의 슬레이브 버전을 생성한다. 이렇게 하기 전에, 측위-유닛 장치 CPU(16)는 송신기 클럭(14)을 조종하여 상기 수신된 기준 측위 신호(4)와 대략적인 시간 및 주파수 정렬을 이루도록 하는 것이 바람직하다. 단계 34에서, 슬레이브 측위 신호(20)는 측위-유닛 장치 수신기(10)에 의해 수신되어 해석된다. 단계 36에서, 예를들면, 미리결정된 시간 동안 측정된 두 신호들의 통합된 캐리어 위상 측정의 구별에 의해, 또는 순간 주파수 오프셋을 측정하는 것에 의해, 수신된 기준 측위 신호(4)와 수신된 슬레이브 측위 신호(20) 사이의 주파수 차이가 측정된다. 단계 38에서, 측위-유닛 장치는 기준 송신기와 그 자체 사이의 상대 이동과 관련된 도플러를, 아래의 '도플러 추정' 섹션에 설명된 것과 같이, 추정한다. 그 다음에 단계 40에서 도플러를 해결하기 위해, 예를 들어, 추정된 도플러를 상기 측정된 주파수 차이에서 제거함으로써, 상기 측정된 주파수가 보정된다. 이것은 측위-유닛 장치(2)의 주파수 표류와, 그 결과 기준 측위 신호(4)와 슬레이브 측위 신호(20) 사이의 주파수 및 위상 차이를 나타내는 보정된 주파수 차이를 생성한다. 측위-유닛 장치(2)의 주파수 표류는 예를 들면 오실레이터(18)의 표류에 의해 또는, 온도 또는 전압 변동에 의해 초래될 수 있다. 단계 42에서, 측위-유닛 장치(2)는 단계 40에서 계산된 상기 보정된 주파수 차이로부터 도출된 양만큼 자신의 조정된 송신기 클럭(44)의 주파수를 조정하며, 결과적으로 측위-유닛 장치(2)의 슬레이브 측위 신호(20)의 생성을 조정한다.
- [0112] 측위 신호들(4, 20)은 이제 주파수 정렬을 이룬다. 즉, 두 측위 신호들(4, 20)은 도플러 추정의 정확도에 의해 제한된 정확도까지 주파수 코히런스를 이룬다. 측위-유닛 장치의 후속 표류에 의해 주파수들이 오정렬되는 것을 방지하기 위해, 즉 주파수 코히런스를 유지하기 위해, 제어루프(44)에 의해 표현된 것처럼 단계들(36, 38, 40, 42)이 반복적으로 수행되어야 한다. 바람직한 실시예에서, 상기 주파수 정렬은, 반복된 ICP 구별 측정 및 도플러 추정에 기초하여 상기 조정된 송신기 클럭(14)에 반복적으로 보정을 적용하는, 측위-유닛 장치의 CPU(16) 내의 폐쇄된 루프를 통해 수행된다.
- [0113] 대안으로, 상기 주파수 정렬은, 수신기(10)에서 상기 수신된 기준 측위 신호(4)와 슬레이브 측위 신호(20) 사이의 주파수 오프셋을 측정하고, 그것을 상기 측정된 도플러에 대해 보정한 다음, 바로 상기 조정된 송신기 클럭(14)에 공급하여 소위 '주파수 추적 시스템(FTS: Frequency Tracking System)'을 생성함으로써, 수행된다. 상기 조정된 송신기 클럭은 상기 도플러 추정에 대해 보정된, 수신되는 기준 측위 신호의 주파수 오프셋을 단순히 모방한다. 이 방법은 측위-유닛 장치의 오실레이터(18)가 수신기(10)와 송신기(12) 사이에 공통일 것을 요구하며(도 3의 경우와 같이), 선호되는 폐쇄 루프 방법보다 일반적으로 덜 정확한데, 이는 예컨대 온도 변화에 의해 발생하는 공통모드 오류가 구별되지 않기 때문이다.
- [0114] 일단 주파수 코히런스가 확립되면 기준 측위 신호(4)와 슬레이브 측위 신호(20) 사이의 시간 차이는 기준 송신기(6)와 측위-유닛 장치(2) 사이의 임의의 시간 바이어스를 제거하기 위해 정확히 측정될 수 있다. 단계 46에서, 측위-유닛 장치는 단계들(30, 34)에서 각각 수신되어 해석된 기준 측위 신호와 슬레이브 측위 신호 사이의 시간 차이를 측정하고, 단계 47에서, 측위-유닛 장치는 기준 송신기 안테나(23)와 측위-유닛 장치 안테나(21) 사이의 현재 거리(22)를 추정한다. 이 거리 추정으로부터 측위-유닛 장치(2)는 단계 48에서 상기 거리 추정을 광속도로 나누어 기준신호 전파지연(즉, 비행시간)의 추정치를 계산한다. 거리(22)를 추정하는 방법은 아래의 '전파지연 추정' 섹션에서 설명된다. 특정 실시예들에서 광속도의 값은 대기 즉, 통상적으로 약 300 ppm의 진공 광속도의 감소를 일으키는 대류층 지연의 효과를 고려하여 결정된다. 하나의 특정 실시예에서, 대류층 지연은 기준 송신기에서 그리고 측위-유닛 장치에서 온도, 압력 및 상대습도의 측정치를 사용하여 추정된다.
- [0115] 상기 추정된 기준신호 전파지연에 의해 오프셋된 상기 측정된 시간 차이는 기준 송신기(6)의 시간측과 측위-유닛 장치(2)를 정렬하기 위해 필요한 클럭 보정의 추정치를 제공한다는 것이 인정될 것이다. 그 결과 단계 50에서, 기준 측위 신호(4)와 슬레이브 측위 신호(20) 사이의 시간순 정렬을 달성하기 위해, 슬레이브 측위 신호의 발생은 상기 측정된 시간 차이 및 상기 추정된 전파지연에 따라 조정된다. 일 실시예에서, 상기 조정은, 도플러-보정된 주파수 잠금 제어루프(44)가 일시적으로 분리된 동안, 상기 시간 차이와 상기 추정된 전파지연으로부터 도출된 시간 동안 측위-유닛 장치의 조정된 클럭(14)의 주파수를 오프셋하여 수행된다. 이것은 슬레이브 측위

신호(20)를 제 시간에 효과적으로 슬루시킨다. 도플러 추정치는 상기 제어루프가 분리된 동안 여전히 측정되고 보정되어야 한다. 대안의 실시예에서, 상기 조정은 측위-유닛 장치 송신기(12)의 PRN 코드 발생기를 필수 양의 코드 위상(작은 조각)만큼 회전시킴으로써, 즉 도플러-보정된 주파수 잠금 제어루프(44)를 유지하면서, PRN 코드 발생기를 고속으로 또는 저속으로 일시적으로 클러킹함으로써, 수행된다. 또 다른 실시예에서, 상기 조정은 이 절차들의 조합에 의해, 예를 들면, PRN 코드 발생기를 수반하는 거친 슬루에 연이은 주파수 오프셋에 의해, 수행된다.

[0116] 일단 주파수 코히런스와 시간순 정렬이 확립되면, 슬레이브 측위 신호(20)는 기준 측위 신호(4)와 시간순으로 동기화된 것으로 간주되고 측위-유닛 장치의 송신된 고유 측위 신호(24)가 된다. 그 다음 측위-유닛 장치(2)는, 그 측위 신호들이 아래에서 설명되는 바와 같이 정확한 단일 포인트 위치 솔루션을 결정하는데 로우빙 위치 수신기들에 의해 사용될 수 있도록, 동기화된 위치 네트워크의 일부가 된다. 상기 동기화된 측위-유닛 장치는 또한 위치 네트워크에 진입을 시도하는 다른 측위-유닛 장치들에 네트워크 시간축을 중계하는 것도 가능하다.

[0117] 전술한 것과 같이, 기준 측위 신호와 슬레이브 측위 신호 사이에 주파수 코히런스를 유지하기 위해 상기 동기화 프로세스, 즉 도 4의 단계들(36, 38, 40, 42)은 제어루프(44)에 의해 도식된 것과 같이 반복적으로 수행되어야만 한다. 바람직한 실시예에서, 상기 프로세스의 시간순 정렬 부분, 즉 도 4의 단계들(46, 47, 48, 50)은 한 번만 수행된다. 그러나 예를 들면 시간순 정렬에 대한 점점을 유지하거나 사이클 슬립(cycle slip)을 보상하기 위해, 제어루프(52)에 의해 표시된 것과 같이, 시간순 정렬을 반복해서 수행하는 것이 유리할 것이다.

[0118] 완벽을 위해, 상기 주파수 정렬 부분 이전에 동기화 프로세스의 시간순 정렬 부분이 수행되는 것이 가능하다는 것에 주목한다.

[0119] 종래기술인 TLL 동기화 프로세스에서와 같이, 측위-유닛 장치가 2개 이상의 시간-동기화된 기준 송신기들로부터 기준 측위 신호를 수신하는 것도 가능하다. 또한, 이 구성은 다중경로 및 대류층 지연 등의 기준신호 오류원이 시간축 정확도를 개선하기 위해 기준 송신기들 사이에서 균분되는 것을 가능하게 한다. 그러나 본 발명의 상황에서, 상기 구성은 움직임에 의해 발생된 도플러 편이와 전파지연 변화의 추정에서 오류의 균분을 또한 가능하게 한다.

[0120] 도 4의 흐름도로 돌아가면, 도플러 추정 단계(38)는, 단계 40에서 주파수 파이가 보정되기 전에 언제든지 수행될 수 있음을 인식할 수 있을 것이다. 예를 들면, 상기 단계는, 주파수 차이 측정단계(36) 전에, 또는 단계 30에서 기준 측위 신호가 수신되고 해석되기 전이라도 수행될 수 있다. 일단 주파수가 단계 42에서 처음으로 정렬되었다면, 제어루프(44)를 이용하여 주파수 잠금을 유지하기 위해, 주파수 차이 측정단계(36)의 바로 전이나 후에 도플러를 추정하는 것이 편리할 수 있다.

[0121] 마찬가지로, 도 4에 도식된 동적 TLL 프로세스의 시간 정렬 부분에서 단계들의 순서에는 상당한 융통성이 있다. 예를 들면, 거리 추정단계(47)는 시간 차이 측정단계(46) 전이나, 또는 주파수 조정단계(42) 전이라도 수행될 수 있을 것이다.

[0122] 도 5에 도식한 흐름도와 도 3에 도식한 장치를 참조하여, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 동적 TLL 프로세스를 설명한다. 도 4에서와 같이, 도 5의 흐름도는, 자신의 측위 신호를 자신과 상대 이동 상태에 있는 기준 송신기(6)의 측위 신호에 동기화하려고 시도하는 측위-유닛 장치(2)에 의해 수행된 일련의 단계들을 도시한다. 단계 30에서, 측위-유닛 장치(2)는 기준 송신기(6)에 의해 발생된 기준 측위 신호(4)를 수신하고 해석한다. 단계 32에서, 측위-유닛 장치(2)는, 바람직하게는, 송신기 클럭이 상기 수신된 기준 측위 신호(4)와 대략적인 시간 및 주파수 정렬을 이루도록 조정된 후에, 자신의 조정된 송신기 클럭(14)과 정렬된 고유 측위 신호(20)의 슬레이브 버전을 생성하며, 단계 34에서, 슬레이브 측위 신호(20)는 측위-유닛 장치 수신기(10)에 의해 수신되어 해석된다. 단계 38에서, 측위-유닛 장치는 기준 송신기와 그 자체 사이의 상대 이동과 관련된 도플러를, 아래의 '도플러 추정' 섹션에 설명된 것과 같이, 추정한 다음에, 단계 54에서, 기준 측위 신호는 도플러에 대해 보정된다. 단계 56에서, 상기 도플러-보정된 기준 측위 신호와 상기 수신된 슬레이브 측위 신호 사이의 주파수 차이가, 예를 들면, 미리결정된 시간 동안 측정된 신호들 둘 다의 통합 캐리어 위상 측정을 구별함으로써, 또는 순간 주파수 오프셋을 측정함으로써, 측정된다. 단계 58에서, 측위-유닛 장치(2)는 단계 56에서 계산된 상기 주파수 차이로부터 도출된 양만큼 자신의 조정된 송신기 클럭(44)의 주파수를 조정하며, 결과적으로 측위-유닛 장치(2)의 슬레이브 측위 신호(20)의 생성을 조정한다.

[0123] 두 측위 신호들(4, 20)은 이제 주파수 정렬, 즉 주파수 코히런스를 이룬다. 측위-유닛 장치의 후속 표류에 의해 상기 주파수들이 오정렬되는 것을 방지하기 위해, 제어루프(44)에 의해 표현된 것처럼 단계들(38, 54, 56, 58)

이 반복적으로 수행되어야 한다. 동적 TLL 프로세스의 시간순 정렬 부분, 즉 단계들(46, 47, 48, 50)은, 선택적인 제어루프(52)를 따라서, 도 4를 참조하여 설명된 것과 같은 방식으로 진행된다.

[0124] 도 5의 주파수 정렬 부분에서 단계들의 순서에 대해서는 상당한 융통성이 있다. 예를 들면, 도플러 추정단계(38)가 단계 30에서 기준 측위 신호가 수신되어 해석되기 전에 수행되거나, 또는 단계(32, 34)에서 슬레이브 측위 신호가 생성, 수신 및 해석되기 전에 도플러 추정 및 보정 단계(38, 54)가 수행될 수 있을 것이다.

[0125] 도 5에 도시된 실시예에서, 주파수 차이가 단계 56에서 측정되기 전에, 도플러 추정이 상기 수신된 기준 측위 신호에 적용되는 반면, 도 4에 도시된 실시예에서는, 도플러 추정이 상기 주파수 차이에 적용된다. 그러나 중요한 것은 그 결과가 동일한 것이다: 상기 조종된 클럭(14)의 주파수가 도플러 추정 및 상기 측정된 주파수 차이로부터 도출된 양만큼 조정되어, 기준 송신기 클럭(8)의 주파수와 그것을 정렬한다. 또 다른 실시예에서, 상기 주파수 정렬은 도 5에 도시된 것과 같은 상기 수신된 기준 측위 신호를 도플러-보정함으로써 최초에 얻어지고, 그 다음 도 4의 제어루프(44)에 의해 도시된 것과 같은 주파수 차이를 반복해서 도플러-보정함으로써 유지된다. 그 다음 일반적인 형태에서, 상기 주파수 정렬은 측위-유닛 장치(2)의 다음 단계들을 따라 진행한다:

[0126] (i) 기준 측위 신호(4)를 수신하여 해석함;

[0127] (ii) 슬레이브 측위 신호(20)를 생성하여 송신함;

[0128] (iii) 슬레이브 측위 신호를 수신하여 해석함;

[0129] (iv) 수신된 기준 측위 신호와 수신된 슬레이브 측위 신호 사이의 주파수 차이를 측정함;

[0130] (v) 기준 송신기(6)와 측위-유닛 장치(2) 사이의 상대 이동에 관련된 도플러를 추정함;

[0131] (vi) 조종된 송신기 클럭(14)의 주파수를 상기 측정된 주파수 차이와 상기 추정된 도플러로부터 도출된 양만큼 조정함.

[0132] 도플러 추정

[0133] 일반적으로 도플러는 클럭 표류와 구별할 수 없기 때문에, 전술한 동적 시간순 동기화 프로세스의 주파수 코히런스 측면은 대상인 측위-유닛 장치가 자신과 상기 기준 송신기 사이의 상대 이동에 의해 기준 측위 신호에 부과된 도플러를 추정할 수 있는지에 종속한다(도 4 또는 도 5의 단계 38 참조). 바람직한 실시예에서, 측위-유닛 장치는 기준 송신기에 대한 궤적 데이터로부터, 또는 자신에 대한 궤적 데이터로부터, 또는 둘 다로부터 상기 도플러를 추정하며, 상기 궤적 데이터는 위치, 속도 및 가속도 중 하나 이상에 대한 정보를 통상적으로 포함한다. 가장 일반적인 경우에 있어서, 측위-유닛 장치 및 기준 송신기는, 예컨대 탐색 및 구조 작업에 참가한 차량에 탑재된 경우라면, 둘 다 ECEF와 같은 기준 좌표계에 대해서 이동 중일 것이며, 어느 경우에서든 상기 측위-유닛 장치는 기준 송신기 및 자신에 대한 궤적 데이터를 요구한다.

[0134] 기준 송신기(6) 및 측위-유닛 장치(2)가 모두 움직이는 플랫폼 상에 있는 특정 실시예들에서, 각각의 유닛은, 바람직하게는, 위치, 속도 및 가속도 중 하나 이상을 측정하기 위한 도 3에 도시된 것과 같은 추적장치(62)를 포함하는 것이다. 각각의 추적장치(62)는, 예를 들면, 관성항법시스템(INS: Inertial Navigation System), 전역항법위성시스템(GNSS: Global Navigation Satellite System)의 위성들로부터 측위 신호들을 수신하는 GPS 수신기, 또는 정지한 또는 이동하는 플랫폼상의 동기화된 측위-유닛 장치들의 로컬 네트워크로부터 측위 신호들을 수신하는 수신기일 수 있다. 대안으로 추적장치는 이들 또는 다른 시스템(예컨대 GPS-조종된 INS 등)의 조합일 수 있다. 도 3을 참조하면, 측위-유닛 장치(2)의 수신기(10)는 전술한 동적 동기화 프로세스에 기여하는 것은 물론이고 위치 솔루션을 계산하도록 프로그램될 수도 있음을 알 수 있다. 이 경우에 수신기(10)는 추적장치(62)로서 역할을 할 수 있다. 마찬가지로, 만일 기준 송신기(6) 자신이 측위-유닛 장치라면 그 수신기는, 예컨대 GPS 신호를 사용하여, 위치 솔루션을 계산하도록 프로그램될 수 있으며, 따라서 추적장치(62)로서 역할을 할 수 있다. 이와 관련해서 위치 수신기에 의해 계산된, PVT 솔루션으로도 알려진 위치 솔루션은 위치, 속도 및 시간 정보를 통상적으로 포함하는 것을 알 수 있다.

[0135] 관성항법시스템들은 외부 측위 신호들이 신뢰할 수 없거나 이용할 수 없는 환경에서 동작하는 이점이 있다. 그러나 그러한 최상의 시스템이라도 시간이 지남에 따라 표류를 경험하므로, 예컨대 GPS 위성 또는 측위-유닛 장치들의 동기화된 네트워크로부터 외부 측위 신호들이 이용 가능한 경우 가끔씩, INS를 재조정하기 위해 측위 수신기 또는 유사한 방식으로 지원되는 것이 바람직할 것이다. 내부 추적장치(62)의 대안으로서, 기준 송신기 및/또는 측위-유닛 장치에 대한 궤적 데이터를 측정하고 그 데이터를 측위-유닛 장치에 제공하기 위해, 레이저-기반 시스템과 같은 외부 추적수단이 사용될 수도 있다. 넓은 측면에서, 궤적 데이터를 측정하고 그 데이터를 측

위-유닛 장치에 제공하기 위한 임의의 적합한 수단이 사용될 수도 있다.

[0136] 특정 실시예에서, 기준 송신기 및 측위-유닛 장치 중 하나에는 추적 장치가 필요없다. 예를 들어, 만일 측위-유닛 장치가 실제로 이동 플랫폼 상의 기준 송신기인 GPS 위성으로부터 기준 측위 신호를 수신하면, 상기 위성으로부터 일상적으로 전송된 천문력 데이터는 측위-유닛 장치가 상기 위성에 대한 궤적 데이터를 결정하는데 충분할 것이다. 대안으로, 측위-유닛 장치는 지정된 기준 송신기의 운동을 선험적으로 알 수도 있다. 측위-유닛 장치(2)만이 이동 플랫폼(예컨대 고정된 지상-기반 위치 네트워크에 가입하려고 하는 항공기) 상에 있는 실시예에서, 기준 송신기(6)는 추적장치를 포함할 필요가 없다. 마찬가지로, 측위-유닛 장치는 항상 정지하고 있을 경우라면 추적장치가 필요하지 않을 것이다.

[0137] 기준 송신기(6)가 이동 플랫폼 상에 있는 특정 실시예에서, 기준 송신기는 자신의 추적장치(62)를 사용하여 특정 속도로(제1 측정 속도) 자신의 궤적 데이터를 측정하고, 그 정보를 자신의 기준 측위 신호(4)의 데이터 성분 중 일부로서 특정 갱신 속도로(제1 갱신 속도)로 브로드캐스팅한다. 측위-유닛 장치(2)는 자신의 추적장치(62)를 통해 특정 속도(제2 측정 속도)로 자신의 궤적 데이터를 측정하고, 기준 측위 신호(4)로부터 기준 송신기(6)를 위해 대응하는 데이터를 복조한다. 바람직한 실시예에서, 측위-유닛 장치는 또한, 고유 측위 신호를 사용하여 자신의 위치 솔루션을 계산하는 로우빙 위치 수신기나 상기 네트워크에 가입하고자 하는 다른 측위-유닛 장치들을 위해, 자신의 궤적 데이터를 고유 측위 신호(24)의 데이터 성분 중 일부로서 특정 갱신 속도로(제2 갱신 속도)로 브로드캐스팅한다. 만일 측위 신호의 데이터 성분의 대역폭이 필요한 갱신 속도로 궤적 데이터를 브로드캐스팅하는데 불충분하다면, 기준 송신기 및/또는 측위-유닛 장치는 별도의 데이터 링크(도 3에는 미도시)를 통해 그들 각각의 궤적 데이터를 브로드캐스팅할 수도 있을 것이다.

[0138] 바람직한 실시예에서 기준 송신기(6) 또는 측위-유닛 장치(2), 또는 둘 다는 10Hz 이상, 더 바람직하게는 100Hz 이상의 속도로 그들의 궤적 데이터를 측정하고, 가장 최근에 측정된 궤적 데이터를 가지고 그들의 위치 신호(4, 24)의 데이터 성분을 일상적으로 갱신한다. 특히, 기준 송신기와 측위-유닛 장치 중 어느 하나가 빠르게 또는 불규칙하게 이동하고 있는 상황에서, 그것들의 보다 정확한 추적을 위해서는 더 높은 측정 및 갱신 속도가 바람직하다. 특정 실시예에서 측정 및 갱신 속도는 조정 가능하며; 예를 들어 만일 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치가 자신의 운동이 다소 불규칙해지고 있음을 인식하면 궤적 데이터를 측정하는 속도를 증가/감소시키거나, 또는 측위 신호의 데이터 성분을 갱신하는 속도를 증가/감소시킬 수 있다. 특정 실시예에서, 각각의 측정 및 갱신 속도는 동일한 반면, 다른 실시예에서는 각각의 갱신 속도는 각각의 측정 속도보다 낮다.

[0139] 바람직한 실시예에서, 각각의 추적 장치(62)에 의해 측정된, 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치 또는 둘 다에 대한 궤적 데이터는 적어도 위치 및 속도 정보를 포함한다. 속도가 벡터량(즉, 속력과 방향을 가짐)인 것을 상기하면, 속도 정보는 측위-유닛 장치(2)가 자신과 기준 송신기(6) 사이의 상대 이동에 대한 추정과 그에 따라 기준 측위 신호(4)에 부과된 도플러를 얻기에 일반적으로 충분하다. 그러나 기준 송신기와 측위-유닛 장치 사이의 거리로부터 발생하는 전파지연 때문에, 기준 송신기에 의해 전송된 그리고 측위-유닛 장치에 의해 수신된 속도 정보는 측위-유닛 장치의 가장 최근 측정한 속도와 같은 시점에 측정되지 않았을 수도 있다. 따라서 충분한 정확도로 도플러를 추정하기 위해서는 더 복잡한 절차들이 필요할 수도 있다. 일 실시예에서, 기준 송신기는 자신의 위치 및/또는 속도의 예측을 계산하기 위해, 예를 들어 칼만 필터(Kalman filter) 또는 최소제곱 알고리즘을 기초로, 예측 루틴(predictive routine)을 이용하고, 그 예측을 자신의 기준 측위 신호의 데이터 성분 내에 또는 별도의 데이터 링크를 통해 브로드캐스팅 할 수 있을 것이다. 또 다른 실시예에서, 측위-유닛 장치는 순간적인(즉, 비 예측의) 위치 또는 속도 정보를 수신하고, 자신과 기준 송신기 사이의 상대 속도와, 그 결과, 주어진 순간에, 수신된 기준 측위 신호에 부과된 도플러를 추정할 수도 있을 것이다.

[0140] 특정 실시예에서, 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치, 또는 둘 다는 가속도 정보도 역시 포함한다. 특정 실시예에서, 기준 송신기(6) 또는 측위-유닛 장치(2), 또는 둘 다는 자신들의 각각의 추적장치(62)를 이용하여 가속도를 측정하고 그 정보를 자신들의 궤적 데이터에 포함시킨다. 다른 실시예에서, 측위-유닛 장치는 최근에 측정되거나 수신된 속도 정보로부터 가속도를 추론한다. 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치 또는 둘 다에 대한 궤적 데이터의 일부로서 더 많은 정보, 예컨대, 가속도의 시간 변화율이 측정되고 브로드캐스팅 될 수 있음을 인식할 수 있다.

[0141] 반대로 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치의 운동이 점진적이거나 매우 예측 가능한 상황에서, 궤적 데이터가 위치 정보만을 포함하거나 적당한 갱신 속도로 브로드캐스팅하는 것으로 충분할 수 있으며, 어느 경우에도 측위-유닛 장치는 최근 측정된 또는 수신된 위치 정보로부터 각각의 속도를 추론한다. 특정 실시예에서, 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치는 자신의 운동을 모니터링하고, 얼마나 많은 정보(예컨대, 위치만, 또는 위치와 속도, 또

는 위치, 속도 및 가속도)가 자신들의 궤적 데이터에 포함될 필요가 있는지, 얼마나 자주 궤적 데이터가 측정될 필요가 있는지, 또는 얼마나 자주 상기 궤적 데이터가 브로드캐스팅을 위해 갱신될 필요가 있는지 결정한다.

[0142] 완전성을 위해, 전술한 방법들은 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치가 기준 좌표계에 대해서 고정된 위치에 있는 특별한 경우들을 포함한다. 예를 들어 만일 기준 송신기가 측위-유닛 장치에 알려진 위치에 정지하고 있다면 기준 송신기는 임의의 궤적 데이터를 측정하거나 브로드캐스팅할 필요가 없거나, 또는 단지 느린 갱신 속도로(예컨대, 0.1Hz)만 그렇게 할 수도 있다. 이 경우에, 도플러는 측위-유닛 장치만의 궤적 데이터로부터 추정될 수 있으며, 측위-유닛 장치는 적어도 느린 갱신 속도로 궤적 데이터를 측정하고 브로드캐스팅할 필요만 있다. 그러나 대부분의 일반적인 경우에, 두 장치는 이동 중일 것이며, 도플러는 둘 다의 궤적 데이터를 이용하여 추정될 것이다.

[0143] 전파지연의 추정

[0144] 도 4 및 도 5를 참조하여 단계 48에서 설명된 것과 같은 동적 TLL 프로세스의 시간 동기화 부분에서, 측위-유닛 장치는, 단계 47에서 얻어진 기준 송신기 안테나와 측위-유닛 장치 안테나 사이의 추정된 거리와 광속도에 기초하여 기준 신호 전파지연을 추정한다. 일반적으로 이것은 기준 송신기와 측위-유닛 장치의 위치의 인지를 요구하며, 이것은 예를 들어 추적장치(62)를 이용하여 측정된 궤적 데이터의 일부를 구성할 수도 있다. 도플러 추정의 상황과 유사하게, 기준 송신기 또는 측위-유닛 장치는 브로드캐스팅을 위한 자신의 위치의 예측을 계산하기 위해 칼만 필터 또는 최소제곱 알고리즘과 같은 예측 루틴을 이용할 수 있다. 대안으로, 측위-유닛 장치는 기준 송신기로부터 순간(즉, 비예측의) 위치 정보를 수신하고, 자신과 기준 송신기 사이의 거리(22)를 추정하기 위해 예측 루틴을 이용할 수 있다. 특정 실시예에서, 기준 송신기의 궤적 데이터는 위치 정보 외에 속도 정보를 포함하여, 측위-유닛 장치가 기준 송신기의 순간 위치를 추정할 수 있게 한다. 다른 실시예에서 측위-유닛 장치는 최근에 수신된 위치 정보를 기초로 추정치를 계산한다. 전술한 바와 같이, 광속도의 값은 대류권 지연을 고려하여 결정될 수 있다.

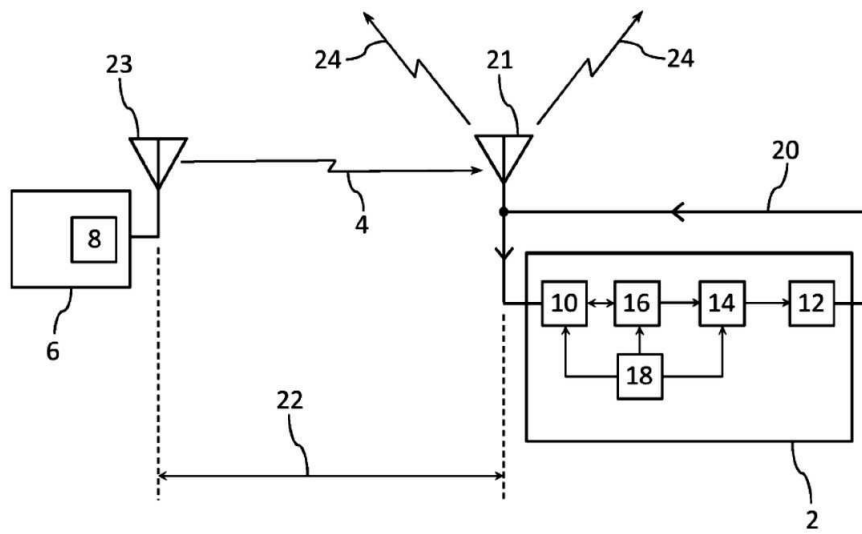
[0145] 위치 솔루션

[0146] 이제 도 6을 참조하면, 복수의 동기화된 측위-유닛 장치(2-1, 2-2, 2-3)와 측위-유닛 장치들로부터 측위 신호들(24-1, 24-2, 24-3)을 수신할 수 있는 로우빙 위치 수신기(26)의 형태를 가진 동적 위치 네트워크를 포함하는 측위 시스템이 도시되어 있으며, 상기 측위-유닛 장치들 중 적어도 하나는, 화살표(29-1, 29-2, 29-3)에 의해 표시된 것과 같은 ECEF 좌표계와 같은 기준 좌표계에 대해서 이동하고 있다. 상기 이동중인 측위-유닛 장치들의 측위 신호는 전술한 동적 TLL 프로세스를 통해 하나 이상의 기준 송신기의 기준 측위 신호들에 대해 시간순으로 동기화되며, 바람직한 실시예에서 각각의 기준 송신기는 그 자체가 측위-유닛 장치이며 그 신호들은 상기 로우빙 위치 수신기에 의해 이용될 수 있다. 일반적으로 로우빙 위치 수신기는 물론 이동중일 수도 있다. 로우빙 위치 수신기는 또한, 측위 신호들의 캐리어 성분 및/또는 의사랜덤 코드로부터 코드 및/또는 캐리어-기반 위치 솔루션을 계산하기 위해 필요에 따라 측위-유닛 장치 위치를 결정하거나 예측할 수 있도록, 기준 좌표계에 대해 이동하고 있는 측위-유닛 장치들로부터 궤적 데이터의 수신에 가능할 필요가 있다. 이것은, 로우빙 위치 수신기들이 자신들의 위치 솔루션 계산에서 위성 천문력을 이용하는 종래의 GPS 시스템과 유사하다. 궤적 데이터는, 예를 들면, 위치, 속도 및 가속도 중 하나 이상에 대한 정보 또는 그것들의 예측치를 포함할 수 있다. 특정 실시예에서, 측위-유닛 장치들은 자신들의 궤적 데이터를 자신들의 측위 신호들의 데이터 성분으로 병합하는 반면, 다른 실시예에서는 자신들의 궤적 데이터를 별도의 데이터 링크를 통해 브로드캐스팅한다. 바람직한 실시예에서, 로우빙 위치 수신기(26)는 주어진 순간에 측위-유닛 장치들 및/또는 기준 송신기의 위치, 속도 및/또는 가속도를 추정하기 위해, 예를 들면 칼만 필터 또는 최소제곱 알고리즘에 기초한, 예측 루틴을 이용한다.

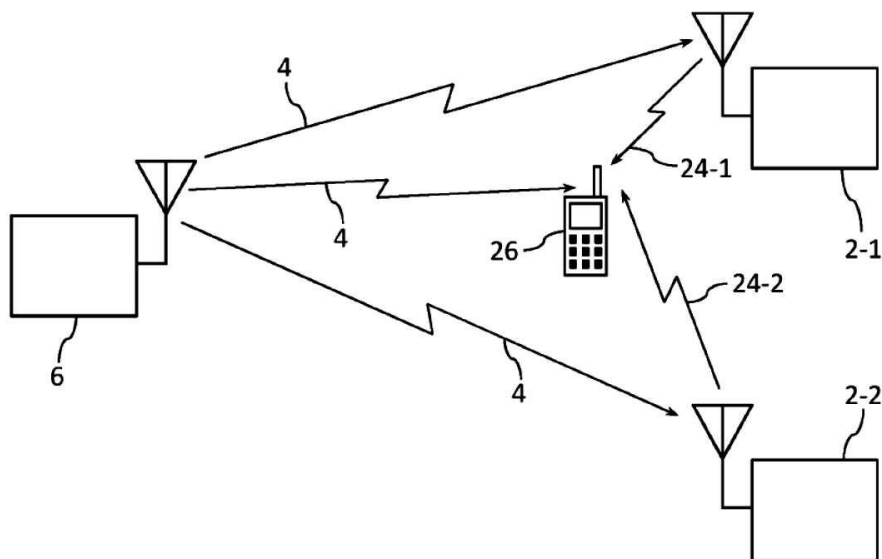
[0147] 특정 실시예들을 참조하여 본 발명이 설명되었지만, 당해 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 다수의 다른 형태로 구체화될 수 있음을 인식할 것이다.

도면

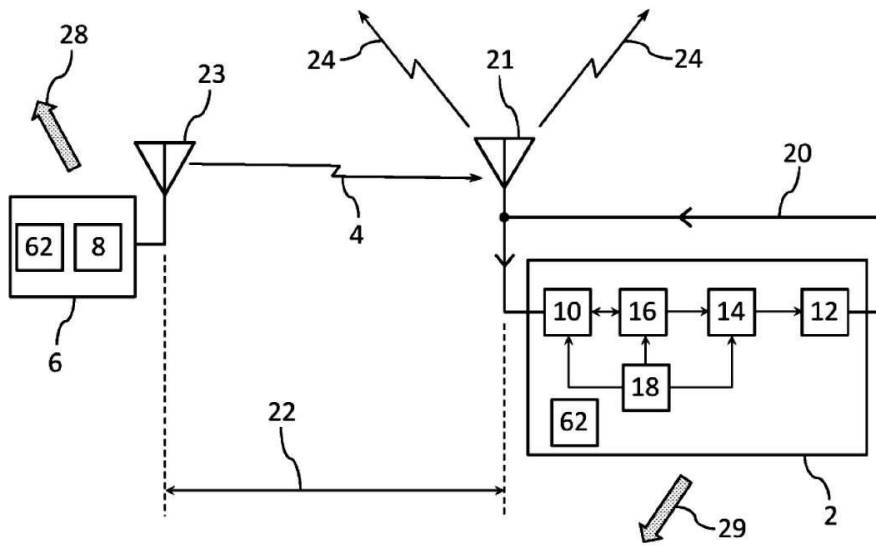
도면1



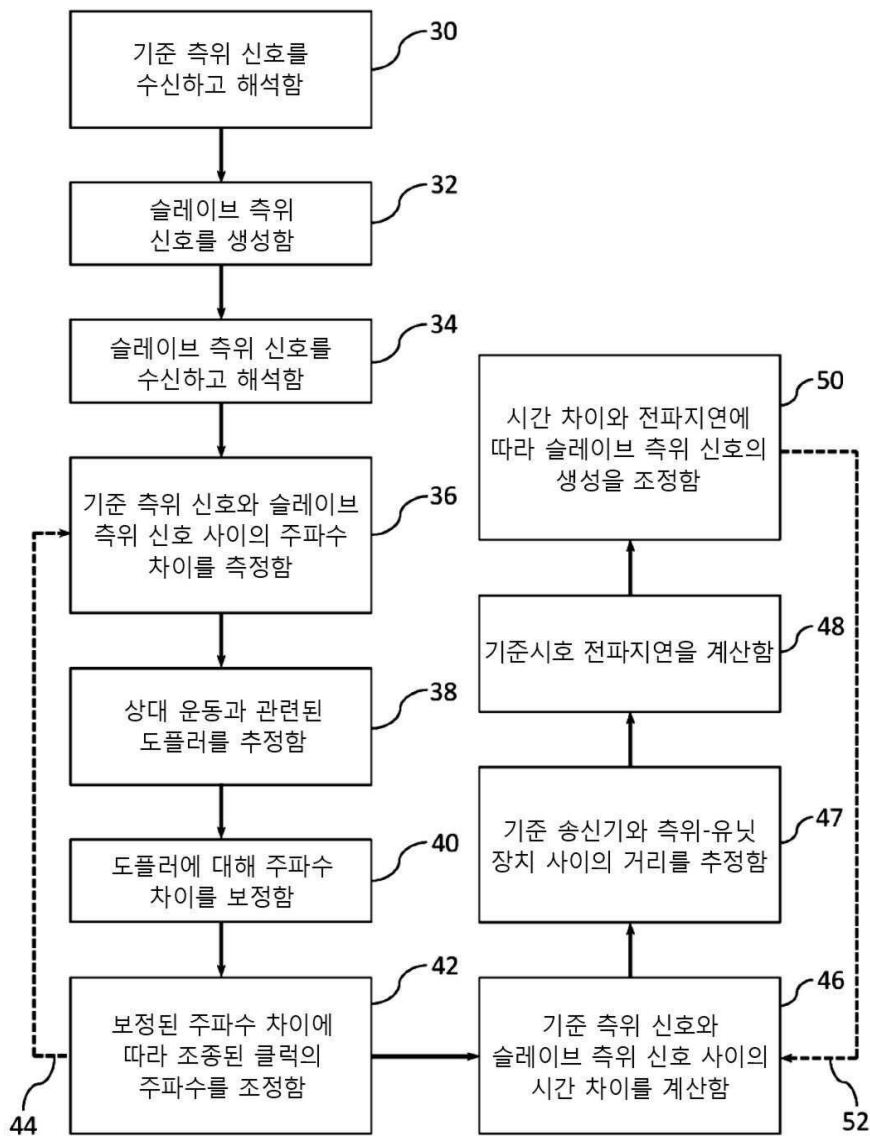
도면2



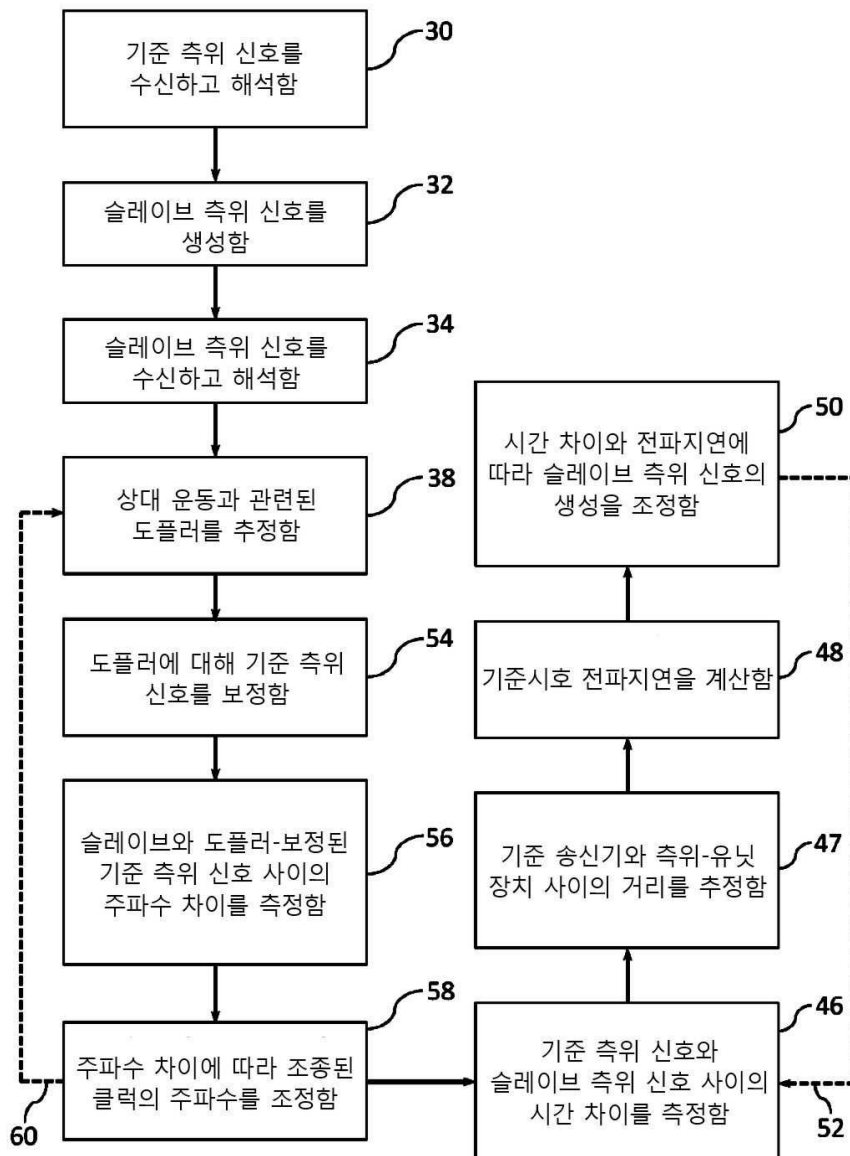
도면3



도면4



도면5



도면6

