



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월05일
(11) 등록번호 10-0924937
(24) 등록일자 2009년10월28일

- (51) Int. Cl.
G01S 5/14 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2003-7011606
- (22) 출원일자 2002년03월01일
심사청구일자 2007년03월02일
- (85) 번역문제출일자 2003년09월04일
- (65) 공개번호 10-2003-0080065
- (43) 공개일자 2003년10월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2002/006213
- (87) 국제공개번호 WO 2002/71095
국제공개일자 2002년09월12일
- (30) 우선권주장
60/273,570 2001년03월05일 미국(US)
09/878,934 2001년06월11일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US6104978 A
US5825328 A
WO200065367 A1

- (73) 특허권자
켈컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
- (72) 발명자
가알피터
미국92121캘리포니아주샌디에고이스터웨이9515넘버6
바야노스알키누스
미국92109캘리포니아주샌디에고다이아몬드스트리트1037
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 9 항

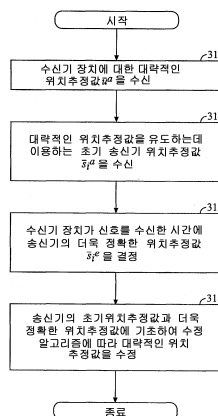
심사관 : 장석환

(54) 대략적인 초기 위치추정값에 기초하여 향상된위치추정값을 제공하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 장치에 대한 대략적인 초기 위치추정값에 기초하여 장치의 위치를 결정하는 기술에 관한 것으로서, 초기 위치추정값은 복수의 송신기의 (불충분하게 정확한) 초기 위치추정값에 기초하여 유도한다. 한 방법에서는, 장치에 대한 대략적인 위치추정값과 송신기에 대한 수정한 (더욱 정확한) 위치추정값을 수신한다. 장치에 대한 수정한 위치추정값을 (예를 들면, 대략적인 위치추정값으로) 초기화한다. 이후, 장치에 대한 초기 위치추정값과 수정한 위치추정값, 및 송신기에 대한 초기 위치추정값과 수정한 위치추정값에 기초하여 갱신벡터를 연산한다. 이후, 장치에 대한 수정한 위치추정값을 갱신벡터에 기초하여 갱신한다. 갱신벡터의 연산과 장치에 대한 수정한 위치추정값의 갱신을 복수회 반복하여, 더욱더 정확한 추정값을 달성할 수 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

일 장치의 위치를 결정하기 위한 컴퓨터 프로그램을 저장하기 위한 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서,

상기 컴퓨터 프로그램은,

(a) 복수의 송신기의 초기 위치추정값에 부분적으로 기초하여, 상기 장치에 대한 대략적 (coarse) 위치추정값을 수신하기 위한 컴퓨터 판독가능 명령;

(b) 상기 송신기에 대한 수정된 위치추정값을 수신하기 위한 컴퓨터 판독가능 명령;

(c) 반복 알고리즘을 사용하여 상기 대략적 위치추정값을 정정하기 위한 컴퓨터 판독가능 명령으로서, 상기 반복 알고리즘은,

(i) 현재의 더 정확한 위치추정값을 나타내는 변수가 상기 대략적 위치추정값과 동일해지도록 상기 변수의 값을 초기화하는 단계;

(ii) 상기 장치가 현재의 더 정확한 위치에 존재하고 상기 송신기가 상기 복수의 송신기의 상대적으로 더 정확한 위치에 존재한다면, 의사레인지 (pseudo range) 측정값이 상기 장치에 의해 측정될 측정값과 동일하다고 결정하는 단계;

(iii) 최소자승을 연산하여, 수신기 장치가 현재의 더 정확한 위치에 존재하고 상기 송신기가 상기 복수의 송신기의 초기 위치추정값에 의해 표시되는 위치에 존재했다면 상기 수신기 장치에 의해 계산되었을 위치 $\bar{\mathbf{u}} = [\mathbf{x}'_u \ \mathbf{y}'_u \ \mathbf{z}'_u \ \mathbf{b}'_u]$ 를 결정하는 단계;

(iv) 기하 매트릭스 \mathbf{H}_a 및 기하 매트릭스 \mathbf{H}_e 를 정의하는 단계;

(v) 최종 기하 매트릭스 \mathbf{H}_t 를 생성하는 단계;

(vi) 상기 최종 기하 매트릭스로부터 갱신 벡터를 연산하는 단계; 및

(vii) 상기 현재의 더 정확한 위치의 구 값에 상기 갱신 벡터를 합산함으로써 현재의 더 정확한 위치에 대한 신규 값을 획득하는 단계를 포함하는, 상기 대략적 위치추정값을 정정하기 위한 컴퓨터 판독 가능 명령;

(d) 상기 장치에 대한 수정된 위치추정값을 초기화하기 위한 컴퓨터 판독가능 명령;

(e) 상기 장치에 대한 수정된 위치추정값, 및 상기 송신기에 대한 초기 위치추정값과 수정된 위치추정값에 기초하여 갱신 벡터를 연산하기 위한 컴퓨터 판독가능 명령;

(f) 상기 갱신 벡터에 기초하여 상기 장치에 대한 수정된 위치추정값을 갱신하기 위한 컴퓨터 판독가능 명령; 및

(g) 상기 연산 및 갱신을 복수회 반복하기 위한 컴퓨터 판독가능 명령을 포함하는, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

청구항 2

(a) 복수의 송신기의 초기 위치추정값에 부분적으로 기초하여 수신기 장치에 대한 대략적 (coarse) 위치추정값을 수신하도록 구성되는 통신 포트; 및

(b) 상기 통신 포트에 결합하여 동작하며,

(i) 복수의 송신기의 초기 위치추정값을 사용하여 계산된, 상기 장치의 위치의 대략적인 위치추정값을 수신하고,

(ii) 상기 복수의 송신기의 상대적으로 더 정확한 위치를 제공하는 정보를 수신하고,

(iii) 반복 알고리즘을 사용하여 상기 대략적 위치추정값을 정정하도록 동작하는 프로세서로서, 상기 반복 알고리즘은,

(1) 현재의 더 정확한 위치추정값을 나타내는 변수가 상기 대략적 위치추정값과 동일해지도록 상기 변수

수의 값을 초기화하는 단계;

(2) 상기 장치가 현재의 더 정확한 위치에 존재하고 상기 송신기가 상기 복수의 송신기의 상대적으로 더 정확한 위치에 존재한다면, 의사레인지 (pseudo range) 측정값이 상기 장치에 의해 측정될 측정값과 동일하다고 결정하는 단계;

(3) 최소자승을 연산하여, 상기 수신기 장치가 현재의 더 정확한 위치에 존재하고 상기 송신기가 상기 복수의 송신기의 초기 위치추정값에 의해 표시되는 위치에 존재했다면 상기 수신기 장치에 의해 계산되었을 위치 $\bar{u}'=[x'_u \ y'_u \ z'_u \ b'_u]$ 를 결정하는 단계;

(4) 기하 매트릭스 H_a 및 기하 매트릭스 H_b 를 정의하는 단계;

(5) 최종 기하 매트릭스 H_t 를 생성하는 단계;

(6) 상기 최종 기하 매트릭스로부터 갱신 벡터를 연산하는 단계; 및

(7) 상기 현재의 더 정확한 위치의 구 값에 상기 갱신 벡터를 합산함으로써 현재의 더 정확한 위치에 대한 신규 값을 획득하는 단계를 포함하는, 상기 프로세서를 구비하는, 위치 식별 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

(a) 상기 프로세서에 결합하여 동작하고, 복수의 시간 인스턴스에 상기 송신기에 대한 위치추정값을 나타내는 정보의 복수의 세트를 저장하도록 구성되는 메모리를 더 구비하며,

상기 송신기에 대한 수정된 위치추정값은 상기 정보의 세트 중 하나로부터 유도되는, 위치 식별 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 통신 포트는, 상기 송신기로부터의 신호가 측정되고 상기 수신기 장치에 대한 대략적 (coarse) 위치추정값을 유도하는데 사용된 특정 시간을 나타내는 정보를 수신하도록 더 구성되는, 위치 식별 장치.

청구항 5

(a) 복수의 송신기의 초기 위치추정값을 사용하여 계산된, 장치의 위치의 대략적인 (coarse) 위치추정값을 수신하는 단계;

(b) 상기 복수의 송신기의 상대적으로 더 정확한 위치를 제공하는 정보를 수신하는 단계; 및

(c) 반복 알고리즘을 사용하여 상기 대략적 위치추정값을 정정하는 단계를 포함하며,

상기 반복 알고리즘은,

(i) 현재의 더 정확한 위치추정값을 나타내는 변수가 상기 대략적 위치추정값과 동일해지도록 상기 변수의 값을 초기화하는 단계;

(ii) 상기 장치가 현재의 더 정확한 위치에 존재하고 상기 송신기가 상기 복수의 송신기의 상대적으로 더 정확한 위치에 존재한다면, 의사레인지 (pseudo range) 측정값이 상기 장치에 의해 측정될 측정값과 동일하다고 결정하는 단계;

(iii) 최소자승을 연산하여, 수신기 장치가 현재의 더 정확한 위치에 존재하고 상기 송신기가 상기 복수의 송신기의 초기 위치추정값에 의해 표시되는 위치에 존재했다면 상기 수신기 장치에 의해 계산되었을 위치 $\bar{u}'=[x'_u \ y'_u \ z'_u \ b'_u]$ 를 결정하는 단계;

(iv) 기하 매트릭스 H_a 및 기하 매트릭스 H_b 를 정의하는 단계;

(v) 최종 기하 매트릭스 H_t 를 생성하는 단계;

(vi) 상기 최종 기하 매트릭스로부터 갱신 벡터를 연산하는 단계; 및

(vii) 상기 현재의 더 정확한 위치의 구 값에 상기 갱신 벡터를 합산함으로써 현재의 더 정확한 위치에 대한 신규 값을 획득하는 단계를 포함하는, 장치의 위치 결정 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 (b) 단계 내지 (e) 단계는 상기 갱신 벡터의 크기가 특정 임계값 이내가 될 때까지 반복되는, 장치의 위치 결정 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 복수의 송신기의 초기 위치추정값은 알마낙 (Almanac) 데이터에 기초하는, 장치의 위치 결정 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 복수의 송신기의 상대적으로 더 정확한 위치를 제공하는 정보는 이페메리스 (Ephemeris) 데이터인, 장치의 위치 결정 방법.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 장치에 대한 위치 추정값은, 상기 장치에서 측정이 수행되는 시간에서의 불확정성을 고려하기 위해 5 개 이상의 측정값에 기초하는, 장치의 위치 결정 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

명세서

<1> **배경기술**

<2> **기술분야**

<3> 일반적으로, 본 발명은 장치의 위치추정에 관한 것으로, 더욱 자세하게는, 대략적인 초기 위치추정값에 기초하여 장치의 향상된 (즉, 더욱 정확한) 위치추정값을 제공하는 기술에 관한 것이다.

<4> **관련 출원**

<5> 본 출원은 본 발명의 양수인에게 양도되고 2001년 3월 5일에 출원된 미국특허출원번호 60/273,570 호를 우선권으로 주장한다.

<6> **배경기술**

<7> 장치를 위치시키는 공통수단은 기지된 위치에서의 다중 소스로부터 전송된 신호가 위치시킬 장치내의 수신기에 도착하는데 걸리는 시간량을 결정하는 것이다. 기지된 위치의 복수의 송신기로부터 신호를 공급하는 한 시스템으로서, 위성위치확인시스템 (GPS) 이 잘 알려져 있다. GPS 시스템에서의 위성은 GPS 마스터 플랜에 따른 정확한 궤도에 배치된다. GPS 위성의 위치는 복수의 상이한 정보 세트, 그 외의 보다 정확한 정보에 의해 식별된다.

<8> GPS 위성은 "위성배치"에서의 인공위성의 위치에 대한 불충분하게 정확한 정보를 포함한 "알마낙 (Almanac)"이라는 한 세트의 정보를 전송한다. 지상국은 GPS 위성들의 모니터링을 계속 진행하여 궤도에서의 위성들의 변화를 관측한다. 일단 위성위치를 측정했으면, 정보를 위성들로 역중계한다. 이후, 위성들은 위성궤도의 보다 정확한 버전을 포함한 "이페메리스 (Ephemeris)"라는 또 다른 세트의 정보를 전송한다. 각각의 위성은 자신의 이페메리스정보만을 제외하고는 모든 위성들에 대하여 알마낙 정보를 전송한다.

<9> GPS 수신기는, 각각의 복수의 위성들이 주어진 시간에 하늘에 위치하는 것을 나타내는 알마낙을 수신 및/또는 기억할 수 있다. GPS 위성 위치는 이페메리스와, 이 정보를 이용할 수 있는 시각에 기초하여 더욱 정확하게 결정할 수 있다.

<10> 알마낙과 이페메리스는 제한된 시간량에 대하여 모두 유효하다. 알마낙 정보는 이 알마낙 정보가 전송되는 시간으로부터 대략 1 주 동안에 대략 3 km 까지 정확한 것으로 볼 수 있다. 이페메리스정보는 대략 2 시간 동안에 대략 1m인 정확도로 위성궤도에 대한 정보를 제공한다. 정보가 오래된 것일수록 알마낙과 이페메리스에서의 에러가 커진다. 따라서, 이들 정보에 기초한 위성의 위치는, 갱신된 정보를 제시기에 정확한 간격으로 수신하지 못하면, 알마낙 정보와 이페메리스정보가 오래될수록 정확도가 떨어진다.

<11> 위성의 위치에 대한 정확한 정보 없이는, 위성으로부터 전송되는 신호의 수신에 기초하여 결정될 수 있는 장치의 위치추정은 정확하지 못할 수 있다. 정확한 정보는 위성들로부터 또는 또 다른 소스로부터 (연속해서, 또는 필요할 때에) 갱신된 정보를 수신함으로써 얻을 수 있다. 이 또 다른 소스는 무선통신 시스템에서의 위치결정장치 (PDE) 또는 기지국일 수 있으며, 이들은 GPS 위성으로부터 필요한 정보를 수신할 수 있는 GPS 수신기를 가질 수도 있다. 그러나, 규칙적인 간격으로 정보를 얻도록 장치를 위치시키는데에는 상당한 자원을 소비한다. 더욱 자세하게는, 정보를 송수신하기 위해 전력이 필요하며, 원격 소스로부터 장치로 정보를 전송하기 위해 대역폭이 필요하다.

<12> 따라서, 당해 기술분야에서는, 최소한의 자원소비로 장치의 위치를 정확하게 결정할 수 있는 기술이 요청되고 있다. 이러한 요청은, 시간에 따라 이동하는 송신기 (예를 들면, GPS 위성) 에 기초하여 위치결정하는 경우

및 이러한 송신기의 정확한 위치를, 위치를 결정할 수 있는 장치와 위성들로부터 멀리 떨어진 소스 또는 송신기로부터의 정보를 수신할 때에만 알 수 있는 경우에 더욱 절실해진다.

<13>

발명의 개요

<14>

송신기의 위치에 대한 불충분하게 정확한 정보 (예를 들면, GPS 위성에 대한 오래된 알마낙 정보와 이페메리스 정보) 를 이용하여 유도할 수 있는 대략적인 초기 위치추정값에 기초하여 수신기 장치의 위치를 정확하게 결정하는 기술을 개시한다. 개시된 방법과 장치의 일 실시형태에서는, 수신기 장치의 대략적인 위치추정값에 대한 수정을, (1) 송신기의 비교적 더욱 정확한 위치를 제공하는 정보; 및 (2) 대략적인 위치추정값을 유도하는데 이용하는 송신기의 비교적 불충분하게 정확한 위치 (예를 들면, 오래된 알마낙 정보 및/또는 이페메리스정보) 를 제공하는 정보에 기초하여 수행한다. 이러한 수정은 여러 수정 알고리즘에 기초하여 수행할 수 있는데, 그 중 하나가 아래 더욱 자세히 설명할 반복 알고리즘이다.

<15>

개시한 방법과 장치의 일 실시형태에 따르면, 장치에 대한 대략적인 위치추정값을 수신한다. 대략적인 위치추정값은 GPS 위성들과 같은 복수의 송신기의 위치의 (불충분하게 정확한) 초기추정값에 기초하여 유도할 수 있다. 또한, 송신기에 대한 수정한 (더욱 정확한) 위치추정값을 수신한다. 이후, 장치에 대한 이 수정한 위치추정값을 (예를 들면, 대략적인 위치추정값으로) 초기화한다. 이후, 장치에 대한 초기 위치추정값과 수정한 위치추정값 및 송신기에 대한 초기 위치추정값과 수정한 위치추정값에 기초하여 갱신 벡터를 연산한다. 이후, 갱신 벡터에 기초하여 장치에 대한 수정한 위치추정값을 갱신한다. 장치에 대한 수정한 위치추정값의 갱신과 갱신 벡터에 대한 연산을 복수회 (예를 들면, 갱신 벡터의 크기가 특정 임계값내에 있을 때까지) 반복하여, 장치의 정확한 위치의 더욱더 정확한 추정값을 달성할 수 있다.

<16>

개시한 방법과 장치의 일 실시형태에 따르면, 갱신 벡터는, (1) 장치에 대한 수정한 위치추정값과 송신기들에 대한 수정한 위치추정값에 기초하여 측정값세트를 연산하는 단계; (2) 송신기에 대한 초기 위치추정값과 측정값세트에 기초하여 장치에 대한 중간위치추정값을 유도하는 단계; (3) 송신기에 대한 초기 위치추정값과 장치에 대한 중간 위치추정값에 기초하여 제 1 기하 매트릭스를 결정하는 단계; (4) 송신기에 대한 수정한 위치추정값과 장치에 대한 수정한 위치추정값에 기초하여 제 2 기하 매트릭스를 결정하는 단계; 및 (5) 제 1 기하 매트릭스와 제 2 기하 매트릭스 및 장치에 대한 중간 위치추정값과 수정한 위치추정값에 기초하여 갱신 벡터를 연산하는 단계를 수행하여 계산할 수 있다. 이하, 이들 단계들을 더욱 자세히 설명한다.

<17>

또한, 아래 더욱 자세히 설명할 바와 같이, 개시한 방법과 장치는 또 다른 태양, 실시형태 및 특징들을 제공한다.

<18>

도면의 간단한 설명

<19>

본 발명의 특징, 특성 및 이점들을 첨부된 도면을 통하여 상세히 설명하며, 도면중 동일한 구성요소는 동일한 부재번호로 나타낸다.

<20>

도 1a는 본 발명의 여러 태양을 실시할 수 있는 시스템의 간이 설명도이다.

<21>

도 1b는 수신기 장치에 이용가능한 정보에 기초하여 송신기의 위치에서의 에러를 나타내는 다이어그램이다.

<22>

도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 수신기 장치와 위치식별장치의 간이 블록도이다.

<23>

도 3은 위치식별장치에 의해 수행되며, 수신기 장치에 의해 기존에 유도된 대략적인 위치추정값에 기초하여 수신기 장치에 대한 더욱 정확한 위치추정값을 유도하는 프로세스를 설명하는 플로우 다이어그램이다.

<24>

도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 반복 알고리즘에 대하여 수행되는 프로세스의 플로우 다이어그램이다.

<25>

발명의 상세한 설명

<26>

도 1a는 본 발명의 여러 태양을 실시할 수 있는 간이 설명도이다. 수신기 장치 (110) 는 그 위치를 결정하기 위해 복수의 송신기 (130a-130d; 이하 부재번호 "130"을 이용하여 총괄적으로 기재함) 로부터 안테나를 통하여 전송되는 신호를 수신한다. 또한, 수신기 장치 (110) 는 위치식별장치 (120) 와 통신하는데, 더욱 자세히 후술할 바와 같이, 이 위치식별장치는 수신기 장치의 위치를 결정하는 것을 보조한다.

<27>

일 실시형태에서는, 수신기 장치 (110) 가 복수의 송신기 (130) 로부터의 신호를 수신할 수 있는 셀룰라 전화기

이다. 그러나, 수신기 장치 (110) 는 기준시간에 대하여 수신 신호의 도착시간을 결정할 수 있는 어떠한 장치도 될 수 있다. 예를 들면, 수신기 장치 (110) 는 무선 모뎀, 독립형 GPS 수신기, 지상 기반 송신기로부터 신호를 수신할 수 있는 수신기, 또는 그 외의 어떠한 수신기를 갖는 컴퓨터 단말기일 수도 있다. 송신기 (130) 는 기지되거나 탐지될 수 있는 위치결정부를 가진 어떤 형태의 송신기도 될 수 있다. 일 실시형태에서는, 송신기 (130) 는 위성위치확인 (GPS) 시스템의 위성들일 수도 있다. 개시한 방법과 장치의 또 다른 실시형태에서는, 송신기 (130) 는 지상기반 송신기 (예를 들면, 무선 통신 시스템의 기지국), 또는 GPS와 지상기반 송신기의 조합일 수 있다.

- <28> 수신기 장치 (110) 는 수신신호를 전송했던 송신기 (130) 의 위치를 지시하는 정보와 수신 신호에 기초하여 그 위치를 추정한다. 여러 요인들로 인하여, 수신기 장치 (110) 는 송신기 (130) 의 정확한 위치에 대한 현재 또는 정확한 정보를 가질 수 없다. 이 경우, 수신기 장치 (110) 에 의해 수행되는 그 위치의 위치추정값은 대략적인 것이며, 원하는 정도의 정확성을 가질 수 없다. 이후, 불충분하게 정확한 송신기 위치를 이용하여 수행되는 대략적인 초기 위치추정값을 수정함으로써, 후술할 기술을 이용하여 수신기 장치의 더욱 정확한 위치추정값을 제공할 수 있다.
- <29> 송신기 (130) 는 수신기 장치 (110) 의 위치를 결정하는 기준점으로서 이용할 수 있다. 3 개의 송신기 (130) 로부터의 거리를 정확하게 측정함으로써, 수신기 장치 (110) 는 그 위치를 "3각측량"할 수 있다. 수신기 장치 (110) 는, 신호가 송신기 (130) 로부터 수신기 장치 (110) 로 이동하는데 걸리는 시간을 측정하여 거리를 결정한다. 신호를 송신기 (130) 로부터 송신할 때의 시간을 기지하고 신호를 수신기 장치 (110) 에 의해 (그 내부 클럭에 기초하여) 수신할 때의 시간을 관측함으로써 신호의 이동시간을 결정할 수 있다. 그러나, 통상적으로, 송수신간의 정확한 시간량은 예를 들면, 송신기 (130) 와 수신기 장치 (110) 에서의 2개의 클럭에서의 오프셋으로 인하여 결정할 수 없다. 따라서, 통상적으로, 신호를 수신하는 시간과 "기준" 시간간의 차이에 기초하여 "의사레인지 (pseudo-range)"를 연산한다. 이 기준시간은, 수행중인 모든 의사레인지 측정값에 대하여 공통인 한 (또는 의사레인지 측정값을, 이용한 기준시간에서의 차이를 보상하도록 조절할 수 있는 한) 어떠한 시간도 될 수 있다.
- <30> 도 1a에서는, 불충분하게 정확한 (예를 들면, 최근이 아닌) 정보에 기초하여 수신기 장치 (110) 로 추정된 위치에 송신기 (130a 내지 130d) 를 도시한다. 이들 위치는 송신기 (130) 의 실제 위치와 상이할 수 있다. 송신기 (130) 가 GPS위성과 같이, 인공위성인 경우, 위성의 위치를 알마나 정보와 이페메리스정보에 의해 식별할 수 있다.
- <31> GPS위성의 정확한 위치결정은 현재의 이페메리스정보와 시각을 이용할 수 있는 경우에 수행할 수 있다. 그러나, 이페메리스정보는, 제한된 시간량 (예를 들면, 2시간) 동안 유효하다. GPS 위성위치의 불충분하게 정확한 결정은 현재의 알마나 정보와 시각이 이용가능한 경우에 수행할 수 있다. 그러나, 또한, 알마나 정보도 제한된 시간량 (예를 들면, 1주) 동안 유효하다.
- <32> 본 발명의 태양은 대략적인 초기 위치결정에 기초하여 수신기 장치의 위치를 정확하게 결정하는 기술을 제공하는 것이며, 이 대략적인 초기 위치결정은 송신기의 위치에 대한 불충분하게 정확한 정보 (예를 들면, GPS 위성에 대한 오래된 알마나 정보 또는 이페메리스정보) 를 이용하여 유도할 수 있다. 초기추정은 완전히 유효기간이 지난 알마나 정보 또는 이페메리스정보에 기초하여 수행할 수도 있다.
- <33> 송신기의 의사레인지와 위치는 수신기 장치의 위치를 결정하는데 이용하기 때문에, 송신기의 위치에서의 에러 또는 부정확성은 수신기 장치에 대한 위치추정에서의 에러 또는 부정확성으로 해석된다. 따라서, 수신기장치는 비교적 불충분한 정확성으로 기지될 수 있는 위치인 송신기 (130) 에 대한 의사레인지에 기초하여 "대략적인" 위치추정값을 유도한다.
- <34> 개시한 방법과 장치의 일 실시형태에 따르면, 수신기 장치의 대략적인 위치추정값에 대한 수정은 (1) 송신기 (130) 의 위치에 대한 더욱 정확한 정보; 및 (2) 대략적인 위치추정에 이용되는 송신기 (130) 의 위치추정에서의 에러의 양에 대한 정보에 기초하여 수행한다. 이하, 수정을 수행하는 기술을 자세히 설명한다. 일 실시형태에서는, 위치식별장치 (120) 에서 수정을 수행하는데, 이 위치식별장치는 수신기 장치 (110) 에 대하여 원거리에 위치시킬 수 있다. 그러나, 개시한 방법과 장치의 또 다른 실시형태에서는, 위치식별장치 (120) 를 수신기장치 (110) 와 같이 배치시킬 수도 있다.
- <35> 도 2는 개시한 방법과 장치의 일 실시형태에 따른 수신기 장치 (110) 와 위치식별장치 (120) 를 나타내는 간이 블록도이다. 수신기 장치 (110) 는 셀룰라 전화기, 또는 무선 모뎀을 장착한 컴퓨터와 같은 무선 통신 시스

템에서의 원격 단말기의 일 구성요소일 수 있다. 다른 방법에서는, 수신기 장치 (110) 는 독립형 GPS 수신기와 같은 독립형 위치결정유닛일 수 있다.

<36> 위치식별장치 (120) 는 무선 통신 시스템에서의 기지국 트랜시버 서브시스템 (BTS), 기지국 컨트롤러 (BSC) 또는 모바일 스위칭 컨트롤러 (MSC) 의 일 구성요소일 수 있거나, 무선통신 시스템의 이들 엘리먼트들중의 한 엘리먼트에 접속하는 장치일 수 있다. 예를 들면, 위치식별장치 (120) 는 무선통신 시스템에서의 위치결정장치 (PDE) 일 수도 있다. 또 다른 방법에서는, 위치식별장치 (120) 는 수신기 장치 (120) 를 구비하는 원격 단말기 또는 어떤 다른 장치와 같이 배치시킨 일 구성요소일 수도 있다. 또 다른 방법에서는, 위치식별장치 (120) 는 독립형 구성요소일 수 있다.

<37> 단순화를 위해, 도 2에는, 수신기 장치 (110) 와 위치식별장치 (120) 가 직접 접속되는 것으로 도시되어 있다. 그러나, 하나 이상의 추가적인 엘리먼트들 (예를 들면, BTS, BSC, 등) 을 수신기 장치 (110) 와 위치식별장치 (120) 에 접속할 수도 있다. 또한, 위치식별장치 (120) 와 수신기장치 (110) 를 같이 배치시킬 수도 있다. 이 경우는 송신기 (130) 의 위치에 대한 정확한 정보를, 측정을 수행하는 시점에서는 이용할 수 없지만, 장래의 어떤 시점에서는 이용할 수 있는 시스템의 경우에 해당한다. 수신기 장치 (110) 의 대략적인 위치추정값은, 의사레인지 (또는 실제 레인지) 측정을 수행시 즉시 유도될 수도 있다. 송신기 (130) 의 더욱 정확한 위치에 대한 정보를 이용할 수 있을 때까지 대략적인 위치추정값을 기억할 수 있으며, 그 후 수신기장치에 대한 더욱 정확한 위치추정값이 유도될 수도 있다.

<38> 도 2에 나타난 실시형태에서는, 수신기 장치 (110) 는 수신기 (210), 프로세싱 회로 (212), 메모리 (214), 및 통신포트 (216) 를 구비하며, 또한 안테나 (208) 에 접속된다. 안테나 (208) 는 송신기 (130) (도 1a에 나타냄) 로부터의 신호를 수신하여, 그 수신 신호를 수신기 (210) 에 커플링시킨다. 수신기 (210) 는 위치결정용 정보를 유도하기 위해, 수신 신호를 프로세싱하는데 필요한 회로 (예를 들면, 무선주파수 (RF) 프로세싱 회로 및/또는 또 다른 수신 회로) 를 구비한다. 이 정보는 타이밍 정보 등을 포함할 수 있다. 이 정보를, 위치결정 계산을 수행하는 프로세싱 회로 (212) 에 제공한다. 이 계산은 송신기 (130) 에 대한 의사레인지를 유도하는 계산을 포함할 수 있다. 또 다른 방법으로 또는 이에 더하여, 이 계산은 수신기 장치 (110) 의 대략적인 위치추정값을 유도하는데 필요한 계산들을 포함할 수도 있다. 대략적인 위치추정값은 송신기 (130) 의 위치추정값에서의 큰 에러로 인하여 비교적 큰 에러를 가질 수 있다.

<39> 수신기 장치 (110) 는 계산결과와 또 다른 관련 정보를, 통신 포트 (216) 를 통하여 위치식별장치 (120) 로 제공한다. 이 관련 정보는 수신 신호를 측정하는 시간, 계산을 수행하는데 이용하는 정보 (예를 들면, 송신기 (130) 의 위치추정에 이용하는 특정 알마낙), 및 가능한 다른 정보를 포함할 수도 있다. 통신포트 (216) 는 위치식별장치 (120) 에 인터페이스를 제공한다. 무선통신 시스템의 원격 단말기내에 배치되는 수신기 장치에 대하여, 통신포트 (216) 가 무선링크를 통하여 통신을 지원할 수 있다.

<40> 이 도 2에 나타난 실시형태에서, 위치식별장치 (120) 는 통신포트 (220), 프로세싱 회로 (222), 및 메모리 (224) 를 포함한다. 통신포트 (220) 는 수신기장치 (110) 로부터 계산결과 및 관련 정보를 수신하여, 프로세싱 회로 (222) 로 이 정보를 포워드한다. 프로세싱 회로 (222) 는 계산 결과 및 관련 정보를 수신하며, 수신기 장치 (110) 에 의해 이용된 "불충분하게 정확한" 정보의 카피본을 더 수신하여, 계산을 수행한다. 불충분하게 정확한 정보는 알마낙 (및 알마낙이 유효했던 때의 시간), 이페메리스 (및 이페메리스가 유효했던 때의 시간), 및/또는 수신기 장치 (110) 가 송신기 (130) 의 위치추정에 이용할 수도 있는 임의의 다른 정보일 수도 있다.

<41> 예를 들면, 수신기 장치 (110) 는 관련 정보의 일부분으로서 불충분하게 정확한 정보를 계산결과들과 함께 제공한다. 어떤 실시형태에서는, 불충분하게 정확한 정보를 명백하게 제공하지 않을 수도 있으며, 이용되었던 정보를 추론하는데 또 다른 지시자가 이용될 수도 있다. 예를 들면, 알마낙 또는 이페메리스정보가 유효한 때의 시간, 수신신호를 수신기장치 (110) 에서 측정했을 때의 시간, 대략적인 위치추정값을 위치식별장치 (120) 로 전송했을 때의 시간, 또는 (적절한 정보의 일부분으로서 전송될 수 있는) 어떤 다른 정보에 의해, 위치식별장치 (120) 로 하여금 대략적인 위치추정값을 유도하는데 이용된 송신기 위치추정값을 충분히 정확하게 추론시킬 수 있다. 어떤 다른 실시형태에서는, 위치식별장치 (120) 는 대략적인 위치추정값을 유도하는데 이용되는 정보를 수신기 장치 (110) 로 전송할 책임이 있을 수 있다. 이들 실시형태의 경우, 수신기 장치 (110) 는 어떤 정보를 이용했는지를 위치식별장치 (120) 에 알릴 필요는 없다.

<42> 어떤 실시형태에서는, 프로세싱회로 (212) 가 별도의 통신 포트의 필요없이 위치식별장치 (120) 와 직접 통신할 수도 있다. 이 경우는 위치식별장치 (120) 와 수신기 장치 (110) 를 같이 배치한 경우에 해당할 수 있으며,

또 다른 경우로서 위치식별장치와 수신기장치를 같이 배치하지 않은 경우도 해당할 수 있다.

- <43> 일 실시형태에서는, 위치식별장치 (120) 가 수신기 장치 (110) 로부터 계산결과를 수신하기 전에, 불충분하게 정확한 정보를 수신한다. 어떤 실시형태에서는, 수신기 장치 (110) 에 의해 이용되는 불충분하게 정확한 정보를 수신기 장치 (110) 이외의 소스에 의해 (예를 들면, 단순화를 위해 도 2에는 나타내지 않은 통신 링크를 통하여) 위치식별장치 (120) 에 제공할 수도 있다. 예를 들면, 위치식별장치 (120) 가 송신기 (130) 로부터 불충분하게 정확한 정보를 수신할 수도 있다. 또 다른 방법으로는, 위치식별장치 (120) 가 무선통신 시스템에서의 기지국의 구성요소와 같은, 도 1a에 나타낸 어떠한 구성요소들과 별개인 소스로부터 불충분하게 정확한 정보를 수신할 수도 있다.
- <44> 일 실시형태에서는, 위치식별장치 (120) 가 다중 세트의 정보 (예를 들면, 알마낙 정보의 수개의 버전) 를 가질 수도 있으며, 이들 중 어떤 하나를 수신기 장치 (110) 가 이용하여 위치결정계산을 수행할 수도 있다. 이 경우, 수신기 장치 (110) 는, 위치식별장치 (120) 에서 이용가능한 정보 중 어떤 정보가 수신기 장치 (110) 에 의해 위치결정 계산을 수행하는데 특히 이용되었는지를 나타내기 위해, 추가 정보를 위치식별장치 (120) 에 제공해야 할 수도 있다.
- <45> 도 3은 수신기 장치에 의해 기준에 유도되는 대략적인 위치추정값에 기초하여 수신기 장치 (110) 에 대한 더욱 정확한 위치추정값을 유도하는, 위치식별장치 (120) 에 의해 수행되는 프로세스를 나타내는 플로우 다이어그램이다. 단계 312 에서는 우선, 위치식별장치 (120) 가 (예를 들면, 대략적인 위치추정값 (\bar{u}^a)) 위치결정 계산의 결과를 수신기 장치 (110) 로부터 수신한다. 또한, 단계 314 에서, 위치식별장치 (120) 는 대략적인 위치추정값을 유도하는데 이용된 송신기 (130) 의 초기 위치추정값 (\bar{s}_i^a ; 즉, 불충분하게 정확한 송신기 위치추정값) 을 나타내는 정보를 수신한다. 이 정보는 대략적인 위치추정값을 유도하는데 이용된 알마낙 정보 또는 이페메리스정보의 버전을 나타낼 수 있다. 수신기 장치 (110) 에 의한 결정시, 송신기 (130) 에 대한 초기 위치추정값은 불충분하게 정확한 것이며, 수신기 장치 (110) 가 위치결정 계산을 수행할 때에 송신기가 위치할 것이라 추정하는 곳의 위치에 대응한다. 또한, 일 실시형태에서는, 단계 314 에서, 위치식별장치 (120) 가 의사레인지 측정값을 수행하는 시간을 더 수신한다.
- <46> 이후, 단계 316 에서, 위치식별장치 (120) 는 송신기 (130) 위치의 더욱 정확한 추정값 (\bar{s}_i^f) 을 결정한다. 더욱 정확한 송신기 위치추정값은 수신기 장치 (110) 에 의해 수행하는 의사레인지 측정값에서의 시간에 대하여 더욱 정확한 알마낙 및/또는 이페메리스에 기초하여 수행할 수 있다. 일 실시형태에서는, 위치식별장치 (120) 는 GPS 위성배치구성의 위성에 의해 송신되는 알마낙정보 또는 이페메리스정보의 로그를 유지시킨다. 이 로그에 의해 위치식별장치 (120) 가 가장 정확한 알마낙 정보와 이페메리스정보를 이용하여, 이하 자세히 후술할 바와 같이, 수신기 장치 (110) 로부터 수신되는 대략적인 위치추정값을 수정할 수 있다.
- <47> 일단, 위치식별장치 (120) 가 송신기 (130) 에 대한 초기의 불충분하게 정확한 위치추정값과 더욱 정확한 위치추정값에 대한 정보를 가지면, 이후, 단계 318 에서, 위치식별장치 (120) 가 후술할 알고리즘에 따라 수신기 장치 (110) 에 대한 대략적인 위치추정값을 수정한다.
- <48> 도 1b는 수신기 장치 (110) 에 이용가능한 정보에 기초하여 송신기 (130) 의 위치에서의 에러를 나타내는 다이어그램이다. 도 1b는 송신기들의 실제위치의 더욱 정확한 추정값을 나타내는 위치에서의 송신기 (132a 내지 132d) 를 나타낸다. 또한, 도 1b는 송신기들의 위치의 불충분하게 정확한 추정값을 나타내는 위치에서의 송신기 (130a 내지 130d) 를 나타낸다. 송신기 (132; 점선으로 나타냄) 와 송신기 130 (실선으로 나타냄) 는 동일한 송신기에 대한 2개의 위치추정값에 대응한다. 그러나, 각각의 송신기의 위치는, 송신기의 위치를 다소 정확한 정보를 이용하여 (즉, 알마낙정보와 이페메리스정보를 이용하여, 그렇지 않으면, 의사레인지 측정을 수행했을 때의 시간에 대하여 정확한 정보를 이용하여) 결정할 수 있는지 아닌지에 의존하여 달라짐을 알 수 있다. 송신기 (130) 의 위치를 수신기 장치 (110) 가 이용하여 수신기 장치 (110) 에 대한 대략적인 위치추정값을 유도하는 위치결정 계산을 수행할 수 있다.
- <49> 위치식별장치 (120) 는 수신기 장치 (110) 로부터의 대략적인 위치추정값에 대한 수정을 수행하여, 수신기 장치에 대한 더욱 정확한 위치추정값을 제공한다. 대략적인 위치추정값에 대한 수정은 "선형화" 알고리즘, "반복" 알고리즘, 및 다른 가능한 알고리즘들에 기초하여 수행할 수 있다. 선형화 알고리즘은 2001년 1월 30일에 출원되고 본 발명의 양수인에게 양도된, 발명의 명칭이 "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING LOCATION USING A COARSE POSITION ESTIMATE,"인 미국특허출원 일련번호 09/773,207 호에 자세히 개시되어 있다. 이

하, 반복 알고리즘을 설명한다.

<50> 반복 알고리즘은 (1) 수신기 (110) 에 대한 대략적인 위치추정값을 유도하는데 이용하는 송신기 (130; 예를 들면, GPS 위성) 위치의 불충분하게 정확한 추정값의 기지, 및 (2) 의사레인지 측정을 수행했을 때의 시간에서 송신기 (130) 의 실제위치의 더욱 정확한 추정값의 기지에 기초하여 송신기 장치 (110) 에 대한 대략적인 위치추정값에 대한 수정을 수행하는데 이용할 수 있다. 더욱 정확한 송신기 위치추정값은 의사레인지 측정을 수행했을 때의 특정시간의 기지에 기초하여 결정할 수 있다.

<51> 대략적인 위치추정값은, 송신기 (130) 위치의 더욱 정확한 추정값을 이용할 수 없는 경우의 위치 또는 시간에서 수행한다. 통상적으로, 송신기 (130) 위치의 더욱 정확한 추정이 가능한 위치 또는 시간에 의존하여 후속 시간 또는 또 다른 위치, 또는 후속시간과 또 다른 위치에서 수정을 수행한다.

<52> 개시한 방법과 장치의 일 실시형태에서는, 위치결정 솔루션 (즉, 수신기 장치 (110) 에 대하여 계산한 위치) 과 한 세트의 송신기 위치추정값에 1대1 매핑이 존재하는 것으로 가정한다. 이러한 가정은 4회의 의사레인지 측정을 수행할 경우에 충족된다.

<53> 명료화를 위하여, 송신기 (130) 가 GPS 위성인 경우에 대하여 반복 알고리즘을 자세히 설명한다. 그러나, 또한, 이 반복 알고리즘은, 부정확한 송신기 위치정보를 특정 시간과 특정 위치에서 이용할 수 있는 경우와 더욱 정확한 송신기 위치정보를 어떤 후속 시간 및/또는 또 다른 위치에서 이용할 수 있는 경우의 어떠한 형태의 송신기에도 이용할 수 있다.

<54> 알마낙 정보와 클록 바이어스에 기초하여 유도되는 i번째 위성에 대한 위치 (\bar{s}_i^a) 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

<55>
$$\bar{s}_i^a = [x_{si}^a, y_{si}^a, z_{si}^a] \text{ 및 } b_{si}^a$$

<56> 클록 바이어스는 수신기 장치 (110) 에서의 로컬 클록에 의해 지시되는 시간과 송신기 (130) 에서의 클록에 의해 지시되는 시간간의 차이로서 정의한다. 통상적으로, 위치 (\bar{s}_i^a) 는 수신기 장치 (110) 가 위치 (\bar{s}_i^e) 를 유도하는데 이용하는 알마낙 정보의 부정확성으로 인한 비교적 큰 에러를 갖는다.

<57> 이페메리스정보와 클록 바이어스에 기초하여 i 번째 위성에 대하여 계산되는 위치 (\bar{s}_i^e) 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

<58>
$$\bar{s}_i^e = [x_{si}^e, y_{si}^e, z_{si}^e] \text{ 및 } b_{si}^e$$

<59> 통상적으로, 위치 (\bar{s}_i^e) 는 더욱 정확한 이페메리스정보의 이용에 의해 비교적 적은 에러를 갖는다. 비교적 불충분하게 정확한 알마낙 정보를 이용하여 수신기 장치 (110) 에 의해 유도되는 대략적인 위치추정값 (\bar{u}^a) 은 다음과 같이 표현할 수 있다.

<60>
$$\bar{u}^a = [x_u^a, y_u^a, z_u^a, b_u^a]$$

<61> 비교적 더욱 정확한 송신기 위치추정값을 이용하여 수신기 장치 (110) 에 의해 유도되는 수신기 장치 (110) 의 더욱 정확한 위치추정값 (\bar{u}^e) 은 다음과 같이 표현할 수 있다.

<62>
$$\bar{u}^e = [x_u^e, y_u^e, z_u^e, b_u^e]$$

<63> 초기에는, 더욱 정확한 정보를 이용할 수 없다. 따라서, 더욱 정확한 위치추정값 (\bar{u}^e) 은 \bar{u}^a 로 설정할 수 있다. 이후, 위치추정값 (\bar{u}^e) 은 더욱 정확한 정보를 얻을 때마다 갱신된다.

<64> 각각의 위성과 관련한 레인지 추정값은 다음 수학식 1에 기초하여 구할 수도 있다.

<65> (수학식 1)

<66>
$$m_i = \sqrt{(x_u^e - x_{si}^e)^2 + (y_u^e - y_{si}^e)^2 + (z_u^e - z_{si}^e)^2} - (b_u^e - b_{si}^e)$$

<67> 본질적으로, 이들 레인지 추정값은, 더욱 정확한 정보에 의해 지시되는 위치들에 위치되는 송신기로부터의 신호를 \bar{u}^e 에 위치한 수신장치가 수신함으로써 결정되는 의사레인지 측정값이다. 수학식 1의 측정값 (m_i) 은 클록 바이어스를 고려할 경우, 수신기장치 (110) 의 더욱 정확한 추정위치값 (\bar{u}^e) 과 송신기 (130) 들중 한 송신기의 더욱 정확한 추정위치값 (\bar{s}_i^e) 간의 거리로 볼 수 있다. 각각의 위성에 대하여 계산되는 레인지값 (m_i) 에 기초하여, 최소자승 (LMS) 법을 수행하여, 수신기장치 (110) 가 위치 (\bar{u}^e) 에 있고 송신기 (130) 에 대한 불충분하게 정확한 위치추정값 (\bar{s}_i^a ; 즉, 알마나 정보에 의해 지시되는 위치) 에 송신기 (130) 가 위치한 것으로 추정했다면 수신기장치가 계산했을 위치 ($\bar{u}' = [x'_u \ y'_u \ z'_u \ b'_u]$) 를 결정할 수 있다. 이 위치추정값 (\bar{u}') 과 \bar{u}^e 와 \bar{u}^a 간의 편미분 도함수 방정식의 기저에 기초하여, 갱신 벡터 (\bar{du}) 를 결정할 수 있다.

<68> 불충분하게 정확한 송신기 위치추정값 (\bar{s}_i^a) 과 기존의 LMS 계산방법으로부터 유도되는 대응위치 (\bar{u}') 에 대한 기하 매트릭스 (H_a) 는 다음 수학식 2로 정의할 수 있다.

<69> (수학식 2)

$$H_a = \begin{bmatrix} \frac{x'_u - x_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{y'_u - y_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{z'_u - z_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & -1 \\ \frac{x'_u - x_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{y'_u - y_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{z'_u - z_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x'_u - x_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{y'_u - y_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{z'_u - z_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & -1 \end{bmatrix}$$

<70>

<71> 이와 유사하게, 더욱 정확한 송신기 위치추정값 (\bar{s}_i^e ; 예를 들면, 이페메리스정보로부터 유도되는 위성위치) 과 더욱 정확한 수신기 장치 위치추정값 (\bar{u}^e) 에 대한 기하 매트릭스 (H_e) 는 다음 수학식 3으로 정의할 수 있다.

<72> (수학식 3)

$$H_e = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{y_u^e - y_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{z_u^e - z_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & -1 \\ \frac{x_u^e - x_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{y_u^e - y_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{z_u^e - z_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x_u^e - x_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{y_u^e - y_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{z_u^e - z_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & -1 \end{bmatrix}$$

<73>

<74> 그러면, 최종 기하 매트릭스 (H_i) 는 다음 수학식 4로 정의할 수 있다.

<75> (수학식 4)

$$H_i = (H_a^T \cdot R^{-1} \cdot H_a)^{-1} \cdot H_a^T \cdot H_e$$

<76>

<77> 여기서, R은 측정값의 공변 매트릭스, 즉, $R = E[\bar{m} \cdot \bar{m}^T]$ 인데, E[]는 대괄호내의 양의 통계학적 기대값의 계산 방법을 나타내며, \bar{m} 은 수학식 1에서 결정되는 측정벡터이다. 이후, 갱신벡터 (\bar{du}) 는 다음 수학식 5로 나타낼 수 있다.

<78> (수학식 5)

$$d\bar{u} = (H_i^T \cdot R^{-1} \cdot H_i)^{-1} \cdot H_i^T \cdot (\bar{u}_e - \bar{u}')$$

<79>

<80> 더욱 정확한 송신기 위치추정값 (\bar{s}_i^e) 을 이용하여 구한 수신기 장치 위치의 더욱 정확한 위치추정값 (\bar{u}^e) 은 다음 수학식 6으로 나타낼 수 있다.

<81> (수학식 6)

$$\bar{u}^e = \bar{u}^a + d\bar{u}$$

<82>

<83> 수학식 1 내지 6을 복수회 반복적으로 적용하여, 수신기 장치 (110) 에 대한 더욱더 정확한 위치추정값을 유도할 수 있다.

<84> 도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따라 반복 알고리즘을 수행하는 프로세싱의 플로우 다이어그램이다. 먼저, (도 3에 나타낸 바와 같이) 송신기 (130) 의 불충분하게 정확한 위치추정값 (\bar{s}_i^e) 에 기초하여 수신기 장치 (110) 에 의해 유도되는 대략적인 위치추정값 (\bar{u}^a) 을 수신한다. 단계 412에서, 수신기 장치 (110) 에 대한 더욱 정확한 위치추정값 (\bar{u}^e) 을 대략적인 위치추정값 (\bar{u}^a) 으로 초기화시킨다. 이후, 단계 414에서, 의사레인지 측정값 (m_i) 을 결정한다. 이들 측정값들은, 위치추정값 (\bar{u}^e) 이 솔루션인 경우 구할 수 있는 것이다. 이들 측정값 (m_i) 은 수학식 1에 기초하여 유도할 수 있으며, 대략적인 위치추정값 (\bar{u}^a) 을 위해 기준에 이용한 모든 송신기에 대하여 결정할 수 있다.

<85> 단계 416에서, LMS 계산방법은 단계 414에서 결정된 측정값 (m_i) 과 불충분하게 정확한 송신기 위치추정값 (\bar{s}_i^e) 에 기초하여 수행한다. LMS 계산방법은 공지된 기술의 방법에 의해 달성할 수 있다. LMS계산방법으로부터 계산하여 구한 솔루션을 \bar{u}^e 으로서 나타내는데, 이것은 수신기 장치 (110) 가 위치 (\bar{u}^e) 에 있는 경우에 구해진 솔루션에 해당한다.

<86> 이후, 단계 418에서, 기하 매트릭스 (H_i) 를 수학식 2, 3 및 4에 따라 계산한다. 이후, 단계 420에서, 기하 매트릭스 (H_i) 와 위치추정값에서의 차이 (즉, $\bar{u}^a - \bar{u}^e$) 에 기초하여 그리고 수학식 5에 따라 갱신 벡터 ($d\bar{u}$) 를 결정할 수 있다. 이후, 단계 422에서, 갱신 벡터 ($d\bar{u}$) 를 이용하여 더욱 정확한 위치추정값 (\bar{u}^e) 을 갱신시킨다.

<87> 단계 424에서, 갱신 벡터 ($d\bar{u}$) 의 크기가 특정 임계값보다 작은지 (예를 들면, $|d\bar{u}| < 1$) 의 여부를 판정한다. 갱신 벡터 ($d\bar{u}$) 의 크기가 임계값 이상이면, 프로세스가 단계 414로 돌아간 후, 다시 송신기 (130) 의 측정값 (m_i) 을, 수신기 장치 (110) 에 대한 최근에 갱신한 더욱 정확한 위치추정값 (\bar{u}^e) 에 기초하여 재결정한다.

갱신 벡터 ($d\bar{u}$) 의 크기가 임계값보다 작을 때까지 필요하다면 복수회로 단계 414 내지 단계 424 를 반복한다. 일단 임계값을 만족한 경우, 위치추정값 (\bar{u}^e) 을 수신기 장치 (110) 에 대한 더욱 정확한 위치추정값으로 복귀시킨다. 이후, 프로세싱을 종료한다.

<88> 상술한 기술에 의해, 수신기 장치에 대한 대략적인 위치추정값에 기초하여 수신기 장치의 위치를 정확하게 결정할 수 있는데, 이 대략적인 위치추정값은 송신기에 대한 불충분하게 정확한 위치추정값에 기초하여 유도할 수 있다. 이 방법으로, 송신기 위치를 나타내는 정보 (예를 들면, 알마낙) 를 수신기 장치로 빈번하지 않게 공급할 수도 있는데, 이에 의해 리소스를 보존시킬 수도 있다.

<89> 또한, 상술한 기술은 아날로그 모드에서 동작하는 수신기 장치의 위치를 결정하는데에도 유용하게 이용할 수 있는데, 이 아날로그 모드는 충분한 정확성으로 기지되지 않은 (예를들면, 5 msec 보다 큰 시간 스탬프 (time stamp) 에러) 시간 스탬프 측정값의 특징을 갖는다.

<90> 본 발명의 일 태양에 따르면, 5개 이상의 송신기 (예를 들면, GPS 위성들) 에 대한 측정값은 x, y, z 및 클록

바이어스에 대하여 시간 스템프 에러에 대하여 해결하는데 이용할 수 있다. 상술한 수정 알고리즘을 생성하여, 수신기 장치에 의해 기록되는 시간 스템프가 정확하지 않은 경우에 적용할 수 있다.

<91> 상술한 반복 알고리즘을 실시하여 5개 이상의 측정값에 기초하여 위치결정을 계산할 수 있다. 상술한 수학식 1 내지 6에서의 계산과 도 4에 나타낸 플로우 다이어그램을 상술한 방법에 적용할 수 있다. 그러나, 4개의 측정값에 대하여 통상적으로 이용하는 LMS 알고리즘을 대신하여, 변형시킨 LMS 알고리즘을 실시하여, 5개의 지지하지 못한 솔루션 (즉, 수신기 장치에 대한 위치추정값) 을 유도하도록 동작할 수도 있다. 수학식 2와 3에 각각 나타낸 4차원 기하 매트릭스 (H_a 및 H_e) 를 대신하여, 이들 매트릭스가 이용한 측정회수에 대응하여 1차원성을 가질 수도 있다.

<92> 5개의 측정값을 위치결정 계산에 이용하는 경우, 기하 매트릭스 ($H_{a,5}$) 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$H_{a,5} = \begin{bmatrix} \frac{x'_u - x_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{y'_u - y_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{z'_u - z_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & -1 & \frac{\partial \rho_{s1}^a}{\partial t} \\ \frac{x'_u - x_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{y'_u - y_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{z'_u - z_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & -1 & \frac{\partial \rho_{s2}^a}{\partial t} \\ M & M & M & M & \\ \frac{x'_u - x_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{y'_u - y_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{z'_u - z_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & -1 & \frac{\partial \rho_{sn}^a}{\partial t} \end{bmatrix}$$

<93>

<94> 상술한 매트릭스 ($H_{a,5}$) 의 1번째열부터 4번째열까지는 상술한 수학식 2에 나타낸 1번째열부터 4번째열까지와 동일하며 5번째열은 시간 스템프에 대한 각각의 송신기의 의사레인지 측정의 편미분 도함수 $\frac{\partial \rho_{si}^a}{\partial t}$ 를 포함한다. i 번째 송신기에 대한 편미분 도함수는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\frac{\partial \rho_{si}^a}{\partial t} = \frac{\frac{\partial x_{si}^a}{\partial t} \Big|_{t=t_k} (x_{si}^a(t_k) - x_u^a) + \frac{\partial y_{si}^a}{\partial t} \Big|_{t=t_k} (y_{si}^a(t_k) - y_u^a) + \frac{\partial z_{si}^a}{\partial t} \Big|_{t=t_k} (z_{si}^a(t_k) - z_u^a)}{\sqrt{(x_{si}^a(t_k) - x_u^a)^2 + (y_{si}^a(t_k) - y_u^a)^2 + (z_{si}^a(t_k) - z_u^a)^2}}$$

<95>

<96> 이와 유사하게, 5개의 측정값에 대한 기하 매트릭스 ($H_{e,5}$) 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$H_{e,5} = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{y_u^e - y_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{z_u^e - z_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & -1 & \frac{\partial \rho_{s1}^e}{\partial t} \\ \frac{x_u^e - x_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{y_u^e - y_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{z_u^e - z_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & -1 & \frac{\partial \rho_{s1}^e}{\partial t} \\ M & M & M & M & \\ \frac{x_u^e - x_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{y_u^e - y_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{z_u^e - z_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & -1 & \frac{\partial \rho_{s1}^e}{\partial t} \end{bmatrix}$$

<97>

<98> 또한, 상술한 매트릭스 ($H_{e,5}$) 의 1번째열부터 4번째열까지는 상술한 수학식 3에 나타낸 1번째열부터 4번째열까지와 동일하며 5번째열은 시간 스템프에 대한 각각의 송신기의 의사레인지 측정의 편미분 도함수 $\frac{\partial \rho_{si}^e}{\partial t}$ 를 포함한다. i 번째 송신기에 대한 편미분 도함수는 다음과 같이 표현할 수 있다.

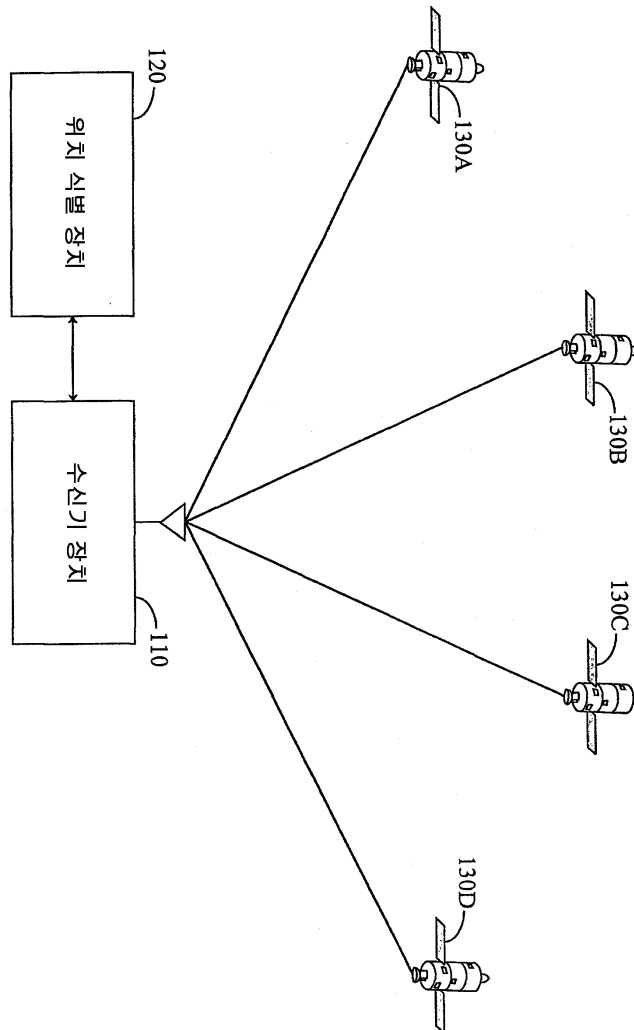
$$\frac{\partial \rho_{si}^e}{\partial t} = \frac{\frac{\partial x_{si}^e}{\partial t} \Big|_{t=t_k} (x_{si}^e(t_k) - x_u^e) + \frac{\partial y_{si}^e}{\partial t} \Big|_{t=t_k} (y_{si}^e(t_k) - y_u^e) + \frac{\partial z_{si}^e}{\partial t} \Big|_{t=t_k} (z_{si}^e(t_k) - z_u^e)}{\sqrt{(x_{si}^e(t_k) - x_u^e)^2 + (y_{si}^e(t_k) - y_u^e)^2 + (z_{si}^e(t_k) - z_u^e)^2}}$$

<99>

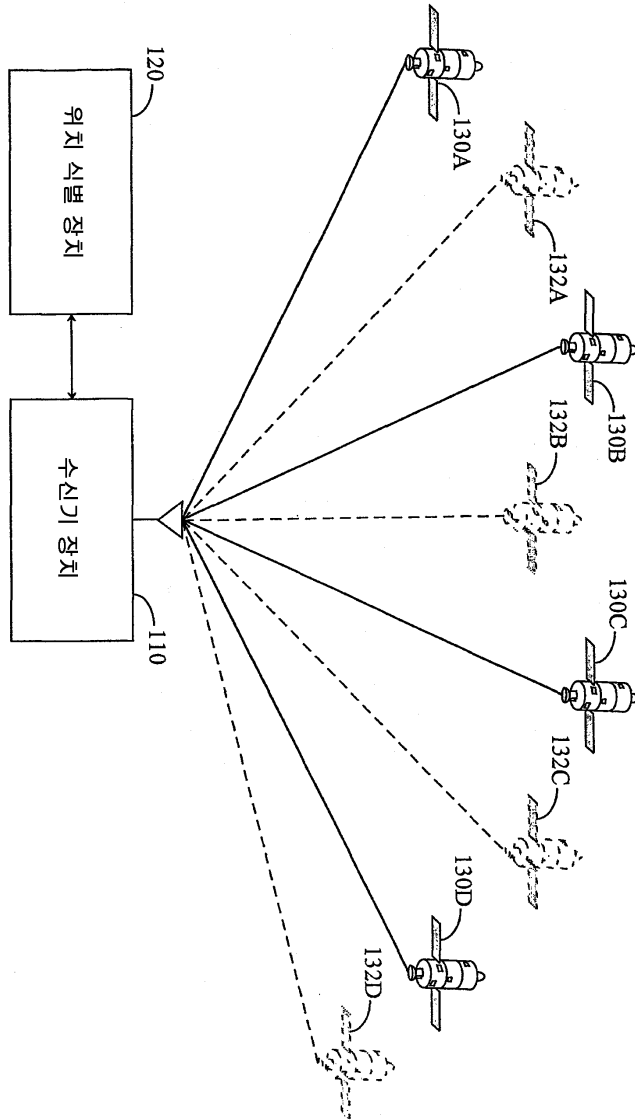
- <100> 측정시간에 대한 각각의 위성 좌표의 편미분 도함수 (예를 들면, $\frac{\partial x_{si}^a}{\partial t}$, $\frac{\partial y_{si}^a}{\partial t}$, 및 $\frac{\partial z_{si}^a}{\partial t}$) 는 시간의 함수로서 위성의 궤도를 설명할 수 있기 때문에 이에 따라 알마낙 또는 이페메리스정보로부터 유도할 수 있다. 상술한 수학적식에 대하여, t_k 는 k번째 반복시의 측정시간의 추정값을 의미한다. 상술한 수학적식들로부터, 각각의 반복에 대하여, 측정시간 (t) 의 신규값에 기초하여 위성 위치를 재계산하는데, 이 신규값은 각각의 반복시 재평가한 지지되지 않은 값들중 하나인 측정시간 에러로부터 구할 수 있다.
- <101> 아날로그 모드에 대한 위치결정 계산은 1999년 3월 29일에 출원되고 본 발명의 양수인에게 양도된, 발명의 명칭이 "METHOD AND APPARATUS FOR LOCATING GPS EQUIPPED WIRELESS DEVICES OPERATING IN ANALOG MODE,"인 미국 특허출원 일련번호 09/280,337 호에 자세히 개시되어 있다.
- <102> 도 2에서, 프로세싱 회로 (212, 222) 는 메모리 (214, 224) 내에 기억된 프로그램 명령을 각각 실행시켜, 수신기 장치 (110) 에 대한 대략적인 초기 위치추정값과 더욱 정확한 위치추정값을 각각 유도할 수 있다. 프로세싱 회로 (212, 222) 는 디지털 신호 프로세서 (DSP), 응용 주문형 집적회로 (ASIC), 프로세서, 마이크로프로세서, 컨트롤러, 마이크로컨트롤러, 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이 (FPGA), 프로그래밍가능 논리장치, 또 다른 전자유닛, 또는 상술한 기능을 수행하도록 설계된 이들의 어떠한 조합으로서 각각 실시될 수 있다. 또한, 프로세싱 회로 (212, 222) 는 프로그램 명령과 데이터를 기억하는데 이용되는 메모리 (214 또는 224) 를 포함할 수도 있다.
- <103> 당업자는, 개시한 방법과 장치에 의해 본 발명을 실시 또는 이용할 수 있다. 당업자는 이들 실시형태에 대한 다른 변형도 용이하게 할 수 있으며, 본 명세서내에 정의되는 일반 원리들은, 본 발명의 사상 및 범위에 벗어나지 않고 또 다른 실시형태에 적용할 수도 있다. 따라서, 본 발명은 상술한 실시형태로 제한하지 않으며, 개시한 원리와 신규특성에 부합하는 가장 넓은 범위를 포함한다.

도면

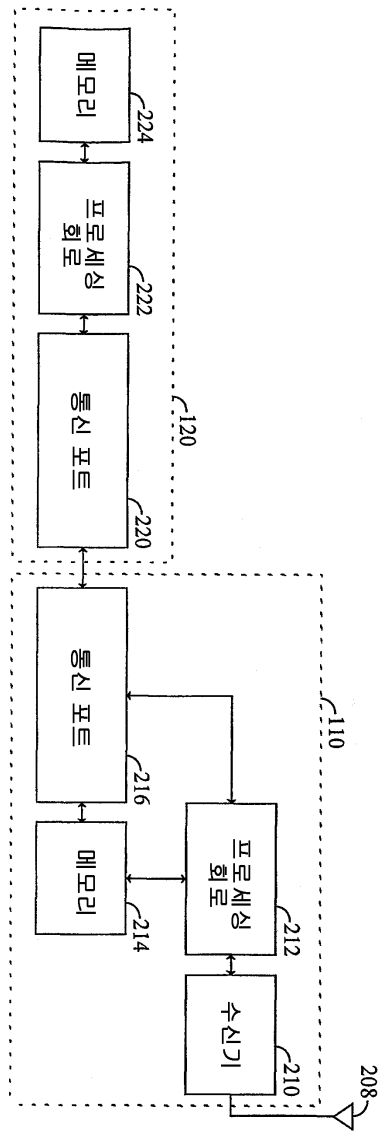
도면1a



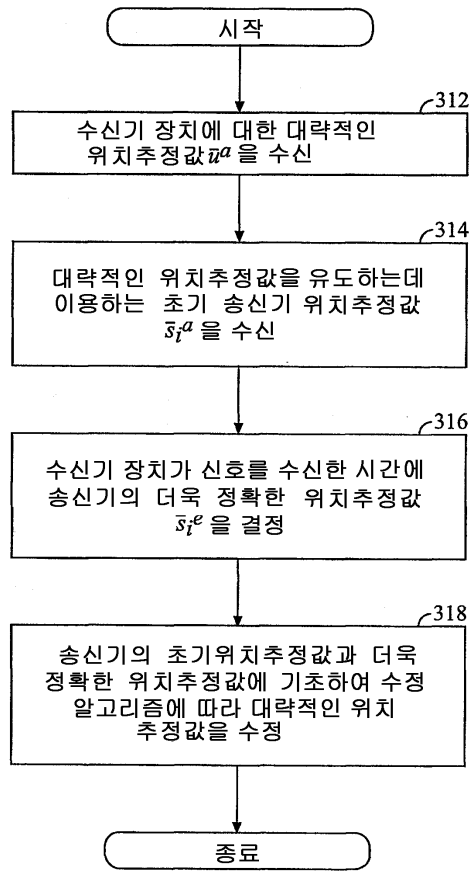
도면1b



도면2



도면3



도면4

