



- (51) 국제특허분류:
G01C 21/04 (2006.01) G01S 19/03 (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/000868
- (22) 국제출원일: 2014년 1월 29일 (29.01.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0009573 2013년 1월 29일 (29.01.2013) KR
- (71) 출원인: 세종대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIA COOPERATION GROUP OF SEJONG UNIVERSITY) [KR/KR]; 143-747 서울시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 박병운 (PARK, Byung Woon); 152-745 서울시 구로구 중앙로 121, 104-202 (고척동, 고척파크푸르지오), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 유병욱 (YOO, Byung-Wook) 등; 135-936 서울시 강남구 도곡로 7길 15 진우빌딩 4층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

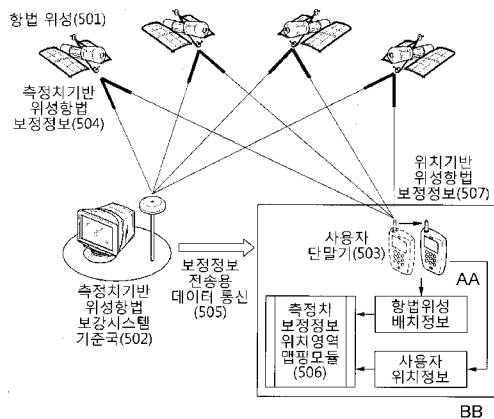
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: DIFFERENTIAL GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM AND DIFFERENTIAL GLOBAL NAVIGATION SATELLITE METHOD USING MAPPING OF POSITION AREA CORRECTION INFORMATION

(54) 발명의 명칭: 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템 및 위성항법 보강 방법



- 501 ... GPS satellite
502 ... Measurement value-based differential global navigation satellite system reference station
503 ... User terminal
504 ... GPS measurement value-based correction information
505 ... Data communication for transmission of correction information
506 ... Measurement value correction information position area mapping module
507 ... Position-based GPS correction information
AA ... GPS satellite deployment information
BB ... User position information

(57) Abstract: A differential global navigation satellite system using mapping of position area correction information includes: a GPS point positioning module for determining a position of a user; an observation matrix configuration information receiving module for receiving observation matrix configuration information from a GPS satellite; an observation matrix configuration module for obtaining an observation matrix based on the observation matrix configuration information; a GPS measurement value-based correction information receiving module for receiving measurement value correction information including the observation matrix; a position-based correction information generation module for generating position-based correction information by multiplying the measurement value correction information by a pseudo-inverse matrix of the observation matrix; a measurement value correction information position area mapping module for obtaining a correlation formula between the measurement value correction information and the position-based correction information; and a position error removal module for differentiating correction information based on the position of the user determined by the GPS point positioning module. The present invention can improve the accuracy of global satellite navigation and simplify the construction of the differential global navigation satellite system.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템은 사용자의 위치를 결정하는 위성항법 단독 측위모듈; 항법위성의 관측행렬 구성정보를 수신하는 관측행렬 구성정보 수신모듈; 상기 관측행렬 구성정보에 근거하여 관측행렬을 구하는 관측행렬 구성모듈; 상기 관측행렬이 포함된 측정치 보정정보를 수신하는 위성항법 측정치 기반 보정정보 수신모듈; 상기 측정치 보정정보에 상기 관측행렬의 의사역행렬을 곱하여 위치기반 보정정보를 생성하는 위치기반 보정정보 생성모듈; 상기 측정치 보정정보와 상기 위치기반 보정정보 사이의 상관식을 구하는 측정치 보정정보 위치영역 투영모듈; 및 상기 위성항법 단독 측위모듈에서 결정된 사용자의 위치기반 보정정보를 차분하는 위치 오차 제거모듈;을 포함하여, 위성 항법의 정확도를 개선할 수 있고 위성항법 보강 시스템의 구성을 단순화할 수 있다.

【명세서】

【발명의 명칭】

위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템 및 위성항법 보강 방법

【기술분야】

<1> 본 발명은 위성항법의 정확도 향상을 위해 측정치 보정정보를 위치영역으로 투영하여 차분함에 있어 항법위성의 배치정보 또는 항법위성 위치산출부가정보를 포함하는 관측행렬 구성정보를 이용하는 위성항법 보강 시스템 및 보강 방법에 관한 것이다.

【배경기술】

<2> 일반적으로 GPS(Global Positioning System)로 알려진 위성항법(GNSS, Global Navigation Satellite System)은 인공위성에 기반한 전지구적 무선항법시스템으로서, 위성에서 송출된 신호를 수신할 수 있는 모듈을 지닌 사용자가 언제 어디서나 기상상태와 관계없이 약 수~십여m 정도의 높은 위치 정확도로 자신의 위치를 결정할 수 있는 이상적인 시스템이다.

<3> 위성항법을 이용한 위치 결정을 위해서는 [수학식 1]의 항법 방정식을 이용한다. 항법 데이터에 포함된 위성 위치 관련 정보를 해석하여 위성의 위치 벡터를 결정하고, 가시위성 측정치를 대상으로 관측방정식을 구성하여 위치해를 산출한다.

<4> [수학식 1]

$$\bar{z} = H\bar{x}$$

$$\text{여기서, } z^i = \text{PRM}^i - \vec{e}^i \cdot \vec{R}^i, \bar{x} = \begin{bmatrix} \vec{R}_u \\ B \end{bmatrix}, H = \begin{bmatrix} \vec{e}^1 & -1 \\ \vdots & \vdots \\ \vec{e}^n & -1 \end{bmatrix}$$

H : 관측 행렬

$\bar{x}$: 위치해(Position Solution)

PRM^i : i 번째 위성의 사용자 측정치

$\vec{e}^i$: i 번째 위성의 시선 벡터

$\vec{R}^i$: i 번째 위성의 위치 벡터

$\vec{R}_u$: 사용자 위치 벡터

B : 사용자 시계 오차

n : 가시 위성 수

<5>

<6>

위성항법 측정치에 포함된 오차성분으로는 위성궤도 및 시간 추정에 포함된 오차, 전리층 및 대류층을 통과할 때 생기는 오차, 그리고 다중 경로 및 수신기 잡음 오차가 있다. 이 중 다중 경로 및 수신기 잡음 오차는 수신기의 특성 및 환경에 의해 결정되나, 나머지 오차 성분들은 동시간 대에 근거리 내에서는 그 영향이 유사하여 공통 오차라고 불린다.

<7>

위성항법 보강시스템(DGNSS/DGPS, Differential GNSS/GPS)은 동시간 대 근거

리 내 지점들 간 공통 오차의 상관성이 크다는 특성을 이용하여, 정확한 위치가 측정된 기준국에서 생성한 보정정보를 사용자 수신기에 적용, 정확도를 1~3m 수준으로 향상시키는 기법이다.

<8> 일반적으로 위성항법시스템의 정확도를 향상시키는 방법으로는 가시 위성의 측정치별로 거리보정정보(Range Correction)를 적용하는 측정치영역 위성항법 보강방식(도 1)과 Block Shift Technique이라고 불리는 위치영역 보강방식(도 3)의 두 가지로 나뉜다.

<9> 거리보정정보를 활용한 기법은 정확하게 위치가 알려진 기준국(102)과 위성(101)간의 거리를 계산한 후, 기준국에서 수신한 측정치와의 차분을 통해 위성별 오차성분을 추정하고, 이를 데이터 통신(105)을 통해 보정정보(104)로 전달하여 사용자(103)가 수신한 모든 측정치에서 거리기반으로 차분함으로써 오차를 제거하는 방식이다.

<10> 보정정보를 생성하는 방식으로는 오차 요인과 관계없이 오차량을 한꺼번에 계산하는 스칼라 방식과 오차 요인 별로 성분을 분해하는 벡터방식이 있으나, 두 방식 모두 사용자에게 적용하기 위해서는 [수학식 2]과 같이 거리 영역에서 차분하는 과정을 거친다.

<11> [수학식 2]

$$PR^i = PRM^i + PRC^i$$

PRM^i : i 번째 위성의 사용자 측정치

PRC^i : i 번째 위성의 측정치 영역 보정정보 (오차량의 마이너스값)

PR^i : 오차량이 차분된 i 번째 위성의 사용자 측정치

<12>

<13> 거리보정정보를 활용한 보강시스템의 사용자(103)는 측정치 보정정보를 수신(201)한 이후, 원시데이터 추출 모듈(202)에서 획득한 측정치에 [수학식 2]와 같이 차분을 통해(203) 거리 영역의 오차를 제거하고, 오차가 제거된 측정치를 [수학식 1]의 관측 방정식에 대입(204)하여 향상된 위치 결과를 획득(205)할 수 있다.

<14> 위치보정정보 기법은 현재 수신한 항법 위성(301) 신호를 조합하여 기준국(302)에서 위치($\vec{X}_R$)를 구한 후, 기준에 정확히 측량된 위치($\vec{X}_{PR}$)와의 차분을 통해 위치영역에서의 오차 벡터($\vec{\delta x}$)(304)를 계산하여 이를 보정정보로 적용하는 방식이다. 근거리 내에 배치된 기준국과 사용자(303)의 경우 동시간에 동일 위성 조합이라면 측정치 오차가 위치에 투영되는 오차 벡터 상관성이 높으므로, 기준국에

서 생성된 위치 오차 벡터를 사용자에서 산출한 위치(402)에서 차분함(403)으로써 [수학식 4]와 같이 정확도가 향상된 위치 결과를 산출(404)한다.

<15> [수학식 3]

$$\vec{\delta x} = \vec{x}_{pR} - \vec{x}_R$$

$\vec{\delta x}$: 위치영역 보정정보

$\vec{x}_{pR}$: 사전에 정밀하게 측량된 기준국의 참 위치

$\vec{x}_R$: 현재 기준시각(epoch)에서 단독측위(stand-alone positioning)로 산출한 기준국 위치

<16>

<17> [수학식 4]

$$\vec{x}_{aU} = \vec{x}_U + \vec{\delta x}$$

$\vec{x}_{aU}$: 오차가 제거된 사용자 위치

$\vec{x}_U$: 현재 기준시각(epoch)에서 단독측위(stand-alone positioning)로 산출한 사용자 위치

<18>

<19>

종래의 위성항법 보강시스템 방식 중 위치보정정보를 활용한 방식은 항법 알고리즘에 대해 전문적인 이해가 부족한 일반 사용자도 직관적으로 활용이 가능하고, 원시 데이터 접근이 불가능한 수신기에서도 적용 가능하여 구현이 매우 용이하다. 그러나 기준국과 사용자의 가시 위성이 상이할 경우 위성 조합의 오차 성분이 위치에 투영되는 영향이 서로 다르므로 사용자가 기준국에 매우 근접하고 동일한 위성 가시성이 확보되어야만 사용 가능하다. 이는 현실적으로 충족시키기 매우 어려운 조건이므로, 위치영역 보강시스템은 개념적으로 기술될 뿐, 일반적으로는 거의 사용되지 않는다.

<20>

반면, 거리보정정보를 활용한 위성항법 보강시스템은 사용자가 기준국에서 생성한 보정정보를 자신의 상황에 맞게 선별적으로 적용할 수 있어 시스템 운용 범위가 상대적으로 넓고 활용도가 다양하다는 장점 때문에 현재 사용되고 있는 대부분의 보강시스템에서 이를 사용하고 있다.

<21>

그러나 이 방법 역시 원시데이터를 제공하거나 보강시스템용 수신기에만 구현이 가능하므로 사용이 제한적이고, 기결정된 위치 정보만으로는 정확도 향상이 불가능하다는 제약이 있다. 특히, 칩 단위의 저가 위성항법 수신 모듈을 사용하는 경우 NMEA(National Marine Electronics Association)의 GPGLL 등과 같은 위치 결과만을 제공하기 때문에 기 산출된 위치 결과에 포함된 오차 제거가 불가능하였다.

<22> 또한, 종래기술 중에는 위치보정정보를 활용한 방식과 거리보정정보를 활용한 방식을 결합하여 측정치 보정정보를 위치영역으로 맵핑하여 위치영역 오차를 제거하는 방식도 있다. 이 방식은 보정정보 맵핑을 위해 사용되는 관측행렬의 주요 성분인 항법 위성의 시선벡터($\vec{e}_i$)가 [수학식 5]에 의해서 산출된다.

<23> [수학식 5]

$$\vec{e}_i = \frac{\vec{R}_i - \vec{R}_u}{|\vec{R}_i - \vec{R}_u|}$$

<24>

<25> 여기서, : i 번째 위성의 3차원 공간상 위치

<26> : 사용자의 3차원 공간상 위치

<27> 이 방식의 경우에는 원시데이터를 제공하지 않거나 측정치 기반형의 보강 시스템 구현이 불가능한 장비에도 적용할 수 있다는 장점이 있는 반면에, 항법 위성의 시선벡터($\vec{e}_i$)가 [수학식 5]에 의해서 산출되기 때문에 정확한 위성의 위치를 구하는 단계가 더 필요하다는 문제가 있다.

<28> 위성의 3차원 공간상 위치는 케플러 법칙에 따라 궤도 장반경, 이심률, 경사각, 승교점 적경, 근지점 위치, 근지점 통과시각 등과 같은 위성의 궤도 정보에 의해 결정되는 것이 일반적이다. 이러한 위성 궤도정보는 항법 신호의 해석을 통해 취득할 수 있기 때문에, 이 역시 원시 데이터의 해석이 가능한 고가의 수신기를 사용하거나 A-GPS(Assisted GPS) 기법과 같이 궤도정보를 외부에서 입력해 줄 경우에 적용할 수 있는 한계가 있다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

<29> 본 발명은 원시데이터를 제공하지 않는 위성항법 수신 모듈에 대해서도 항법 위성의 궤도정보를 이용하지 않더라도 위치 정밀도를 높일 수 있는 위치영역 보정 정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템 및 보강 방법을 제공한다.

【기술적 해결방법】

<30> 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템은 사용자의 위치를 결정하는 위성항법 단독 측위모듈; 항법위성의 관측행렬 구성정보를 수신하는 항법위성 관측행렬 구성정보 수신모듈; 상기 관측행렬 구성정보에 근거하여 관측행렬을 구하는 관측행렬 구성모듈; 상기 관측행렬이 포함된 측정치 보정정보를 수신하는 위성항법 측정치 기반 보정정보 수

신모듈; 상기 측정치 보정정보에 상기 관측행렬의 의사역행렬을 곱하여 위치기반 보정정보를 생성하는 위치기반 보정정보 생성모듈; 상기 측정치 보정정보와 상기 위치기반 보정정보 사이의 상관식을 구하는 측정치 보정정보 위치영역 투영모듈; 및 상기 위성항법 단독 측위모듈에서 결정된 사용자의 위치기반 보정정보를 차분하는 위치오차 제거모듈;을 포함할 수 있다.

<31> 상기와 같이 구성함으로써, 항법위성의 궤도정보 없이도 항법위성의 배치정보 또는 항법위성의 위치산출부가정보를 포함하는 관측행렬 구성정보를 이용하여 위성항법의 정확도를 개선할 수 있고 위성항법 보강 시스템의 구성을 단순화할 수 있다.

<32> 상기 항법위성 관측행렬 구성정보 수신모듈은 상기 항법위성의 배치정보 또는 위치산출부가정보를 포함하는 상기 관측행렬 구성정보를 수신할 수 있다.

<33> 상기 항법위성 관측행렬 구성정보 수신모듈은 상기 항법위성의 양각 또는 방위각을 포함하는 항법위성의 배치정보를 수신할 수 있다.

<34> 상기 관측행렬 구성모듈은 상기 양각 및 상기 방위각의 정현과 값을 가지는 관측행렬을 구할 수 있다.

<35> 상기 측정치 보정정보 위치영역 투영모듈은 상기 측정치 보정정보를 위치영역으로 맵핑할 수 있다.

<36> 한편, 발명의 다른 분야에 따르면 본 발명은 위성항법 단독 측위 모듈을 사용하여 사용자의 위치를 결정하는 단계; 상기 항법위성의 관측행렬 구성정보에 근거하여 관측행렬을 구하는 단계; 상기 관측행렬이 포함된 측정치 보정정보와 위치기반 보정정보의 상관식으로부터 위치 영역에 투영하여 위치기반 보정정보를 생성하는 단계; 및 상기 위성항법 단독 측위 모듈에서 결정된 사용자의 위치기반 보정정보를 차분하여 오차가 제거된 사용자 위치를 결정하는 단계;를 포함하는, 위성항법 보강 방법을 제공한다.

<37> 상기 관측행렬을 구하는 단계에서 상기 관측행렬(H)은

$$H = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & -1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & -1 \end{bmatrix} \text{ 이고,}$$

$$\begin{bmatrix} a_{n1} \\ a_{n2} \\ a_{n3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & -\cos\lambda\sin\varphi & \cos\lambda\cos\varphi \\ \cos\lambda & -\sin\lambda\sin\varphi & \sin\lambda\cos\varphi \\ 0 & \cos\varphi & \sin\varphi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sin(Az_n)\cos(EI_n) \\ \cos(Az_n)\cos(EI_n) \\ \sin(EI_n) \end{bmatrix}$$

<39> 여기서,

<40> λ 는 사용자의 경도, $\emptyset$ 는 사용자 위도, A_{zn} 은 항법위성의 방위각, E_{ln} 은 항법위성의 앙각이다.

<41> 상기 위치기반 보정정보를 생성하는 단계에서 측정치 보정정보와 위치기반 보정정보의 상관식은 $\overrightarrow{PRC} = H\overrightarrow{\delta x}$ 이고, 여기서 $\overrightarrow{PRC}$ 은 측정치 보정정보, H 는 관측 행렬, $\overrightarrow{\delta x}$ 는 위치기반 보정정보이다.

<42> 상기 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)는 최소자승법에 의하여 $\overrightarrow{\delta x} = (H^T H)^{-1} H^T \overrightarrow{PRC}$ 의 수식으로 측정치 보정정보를 위치영역으로 투영하여 구해질 수 있다.

<43> 상기 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)는 최소자승법에 의하여 $\overrightarrow{\delta x} = (H^T R^{-1} H)^{-1} H^T R^{-1} \overrightarrow{PRC}$ 으로 구해지고, 여기서 R 은 측정치 보정정보($\overrightarrow{PRC}$)의 공분산 행렬이다.

<44> 오차가 제거된 사용자 위치는 $\overrightarrow{x_{aU}} = \overrightarrow{x_U} + \overrightarrow{\delta x}$ 의 상관식에 의해 구해지고, 여기서 $\overrightarrow{x_{aU}}$ 는 오차가 제거된 사용자 위치, $\overrightarrow{x_U}$ 는 위성항법 단독 측위 모듈에서 결정된 사용자 위치, $\overrightarrow{\delta x}$ 는 위치기반 보정정보이다.

<45> 상기 항법위성 위치산출부가정보는 항법위성의 정보적용 기준시각, 근지각 변화율, 승교각 변화율, 경사각 변화율, 위성운동 방향별 보정치, 위성의 속도 또는 위성의 가속도를 포함할 수 있다.

【유리한 효과】

<46> 본 발명에서 도출된 위치기반 보정정보 맵핑을 통한 위치영역 위성항법 보강 시스템 및 보강 방법을 적용할 경우, 사용자들이 기구입한 저가형 위성항법 모듈의 효과적인 오차 제거가 가능하므로, 성능향상을 위해 새로운 모듈 구매에 소요되는 비용 감소에 기여할 수 있고, 이에 따라 고가의 장비로만 가능하였던 측량을 비롯한 위치 기반의 고급 서비스 장비의 경비 절감 및 대중화가 가능하다.

<47> 또한, 본 발명은 항법위성 궤도정보 전송 서버, 항법위성 궤도정보 전송용 데이터 통신 등이 필요하지 않기 때문에, 기존에 널리 활용되는 측정치 기반형 보정정보 인프라만으로도 보강 시스템의 구성을 단순화할 수 있으므로 이로 인해 보강 시스템 또는 보강 장비의 유지 보수 편의성을 높일 수 있고, 기존 인프라와의 호환성을 향상시킬 수 있다.

<48> 뿐만 아니라, 기존에는 원시데이터가 없으면 어떠한 방법으로도 저장된 위치

정보를 보정할 수 있는 방법이 없었으나, 본 발명에 의하면 이미 계산된 위치정보도 정확도를 향상시킬 수 있으므로 지오 태깅 등 위치기록장치의 활용성을 높일 수 있다. 이와 같이 본 발명에 의하면, 저가형 위성항법 모듈의 실시간 및 후처리 성능을 효율적으로 고가 수신기급까지 향상시킬 수 있으므로, 전반적인 LBS(Location Based Service) 및 IT(Information Technology), ITS(Intelligent Transportation System) 분야의 산업 성장이 기대된다.

【도면의 간단한 설명】

- <49> 도 1은 종래의 위성항법 보정 방식인 측정치기반 위성항법 보강시스템의 구성 개념도이다.
- <50> 도 2는 종래의 위성항법 보정 방식인 측정치기반 위성항법 보강시스템의 알고리즘 개념도이다.
- <51> 도 3은 종래의 위성항법 보정 방식인 위치기반 위성항법 보강시스템의 구성 개념도이다.
- <52> 도 4는 종래의 위성항법 보정 방식인 위치기반 위성항법 보강시스템의 알고리즘 개념도이다.
- <53> 도 5는 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 실시 형태를 도시한 도면이다.
- <54> 도 6은 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.
- <55> 도 7은 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 다른 실시 형태를 도시한 도면으로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 배치정보를 외부에서 입력하는 형태를 나타내는 도면이다.
- <56> 도 8은 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법을 도시한 순서도로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 배치정보를 외부에서 입력하는 위성항법 보강 방법을 도시한 순서도이다.
- <57> 도 9는 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 다른 실시 형태의 구성을 개략적으로 도시한 도면으로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 위치산출부가정보를 외부에서 입력하는 형태의 보강 시스템 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- <58> 도 10은 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 다른 실시 형태를 도시한 도면으로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 위치산출부가정보를 외부에서 입력하는 형태를 나타내는 도면이다.

【발명의 실시를 위한 최선의 형태】

- <59> 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- <60> 도 5는 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 실시 형태를 도시한 도면, 도 6은 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면으로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 배치정보를 외부에서 입력하는 형태의 보강 시스템 구성을 개략적으로 나타내는 도면, 도 7은 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 다른 실시 형태를 도시한 도면으로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 배치정보를 외부에서 입력하는 형태를 나타내는 도면, 도 8은 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법을 도시한 순서도로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 배치정보를 외부에서 입력하는 위성항법 보강 방법을 도시한 순서도이다.
- <61> 본 발명은 원시데이터 및 위성 궤도 정보를 제공하지 않는 위성항법 수신 모듈에 대해서도 약 15m의 위치 출력 정확도를 1~3m 이내 수준으로 향상시킬 수 있는 기술에 관한 것으로, 기존 거리기반 위성항법 보정정보를 위치기반 보정정보로 맵핑하되, 항법위성의 궤도정보를 이용하는 대신 항법위성의 배치정보 등의 항법위성 위치산출부가정보를 이용하는 것이 본 발명의 핵심이다.
- <62> 본 발명의 구현을 위한 시스템은 거리기반 위성항법 보정정보의 수신에 가능한 데이터 통신과 위성의 배치정보를 이용하거나, 기산출된 항법 위성 위치의 정확성을 높이고 시간에 따른 변화 추이를 계산할 수 있는 항법위성 위치산출부가정보를 이용하여 관측행렬을 생성하고 위치기반 위성항법 보정정보 맵핑(mapping)을 위한 소프트웨어, 그리고 기준국과 사용자 수신 모듈을 포함하는 관련 하드웨어로 구성될 수 있다. 사용자 단말기 수신기 자체 모듈 또는 데이터 통신을 통해 획득한 항법 위성의 배치정보 또는 위치산출부가정보를 포함하는 관측행렬 구성정보만으로 관측 행렬을 구성할 수 있다.
- <63> 기준국에서 생성되어 데이터 통신을 통해 수신한 거리기반 보정정보(측정치 보정정보)에 산출된 관측 행렬의 의사역행렬을 곱함으로써 위치기반으로의 투영이 가능하며, 이를 통해 위치기반 보정정보를 생성할 수 있다. 이를 수신 모듈에서 제공하는 사용자 위치에 벡터 형태로 차분함으로써 사용자 오차를 제거할 수 있다.
- <64> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명에 대해서 설명한다. 도 5에 도시된 바

와 같이, 본 발명을 구현하기 위한 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템(100)은 항법위성의 배치정보 또는 위치산출부가정보를 이용하는 보강 시스템으로서, 항법 신호를 송출하는 항법 위성(501), 측정치기반 위성항법 보강시스템 기준국(502), 보정정보 전송용 데이터 통신 채널(505), 사용자 단말기(503)를 포함하여 구성될 수 있다.

<65> 여기서, 항법위성의 배치정보는 항법위성의 양각 또는 방위각 등 위성의 방향 관련 정보를 의미한다. 또한, 항법위성의 위치산출부가정보는 이미 산출된 항법 위성위치의 정확도를 높이고 시간에 따른 위성위치의 변화 추이를 계산하는 정보로서, 항법 위성의 정보적용 기준시각(Time of Ephemeris), 근지각 변화율(mean anomaly at reference time), 승교각 변화율(rate of right ascension), 경사각 변화율(rate of inclination angle), 위성운동 방향별 보정치(amplitude of the sine harmonic correction term), 위성의 속도 또는 가속도 등을 포함할 수 있다.

<66> 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템(100)에서 이용하는 항법위성의 배치정보 또는 위치산출부가정보는 관측행렬 구성 정보에 포함될 수 있다.

<67> 이하에서는 위성의 관측행렬 구성정보 중 위성의 배치정보를 이용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 하지만, 본 발명이 위성의 배치정보를 이용하는 경우로 국한되는 것은 아니며, 위치산출부가정보를 이용할 수도 있다.

<68> 상기의 구성 요소들은 기존에 활용 중인 인프라뿐 아니라, 동일한 기능을 수행하는 새로운 형태의 구성요소도 포함할 수 있다. 특히, 항법 위성(501)에는 기존 GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, COMPASS, Beidou 등 인공위성뿐 아니라, 항법 위성과 동일 혹은 유사한 신호를 송출하는 의사위성(Pseudolite), 양방향 의사위성(Two-way Pseudolite), 그리고 거리 기반의 측위 시스템 신호원 등을 모두 포함할 수 있다.

<69> 측정치기반 위성항법 보강시스템 기준국(502)에서 생성된 측정치기반 위성항법 보정정보(504)는 Local DGNSS의 PRC(Pseudo-Range Correction)나 CPC(Carrier Phase Correction)와 같은 스칼라 형태, 미국의 SBAS(Satellite-Based Augmentation System) WAAS(Wide Area Augmentation System)와 같은 벡터 형태, 모델식에 의한 형태 등 사용자 적용시 거리영역의 보정정보로 환산 가능한 모든 형태의 보정정보를 포함할 수 있다.

<70> 도 5의 경우에는 측정치 보정정보 위치영역 맵핑 모듈(506)이 사용자 단말기(502) 또는 사용자 수신기로부터 항법위성배치정보와 사용자위치정보를 받기 때문

에 측정치 보정정보 전송용 서버와 데이터 통신 외에 추가적인 서버와 통신이 필요하지 않다. 이와 같이, 별도의 위성배치정보전송서버 및 위성배치정보 전송용 데이터 통신 없이도 사용자 단말기(503) 자체에서 항법위성배치정보와 사용자위치정보를 측정치 보정정보 위치영역 맵핑 모듈(506)에 전송하는 경우에는 기존에 널리 활용되고 있는 측정치 기반형 보정정보 인프라만으로 보상 시스템을 구성할 수도 있다.

<71> 본 발명에 따른 구성 요소들은 기존에 활용 중인 인프라뿐 아니라, 동일한 기능을 수행하는 새로운 형태의 구성요소도 포함할 수 있다. 특히 항법 위성(501)에는 기존 GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, COMPASS, Beidou 등 인공위성뿐 아니라, 항법 위성과 동일 혹은 유사한 신호를 송출하는 의사위성(Pseudolite), 양방향 의사위성 (Two-way Pseudolite), 그리고 거리 기반의 측위 시스템 신호원이 모두 포함될 수 있다.

<72> 측정치기반 위성항법 보강시스템 기준국(502)에서 생성된 측정치기반 위성항법 보정정보(504)는 Local DGNSS의 PRC(Pseudo-Range Correction)나 CPC(Carrier Phase Correction)와 같은 스칼라 형태, 미국의 SBAS(Satellite-Based Augmentation System) WAAS(Wide Area Augmentation System)와 같은 벡터 형태, 모델식에 의한 형태 등 사용자 적용 시 거리영역의 보정정보로 환산 가능한 모든 형태의 보정정보를 포함할 수 있다.

<73> 도 5는 측정치 보정정보 위치영역 맵핑 모듈(506)이 사용자 단말기(503)에 포함된 경우만 도시하였으나, 사용자 단말기(503)와 분리된 경우, 기준국(502) 또는 서버(508)에 포함되는 경우 등 기술적 통념상 동일한 형태의 실시예는 모두 본 발명에 포함될 수 있다.

<74> 본 발명에서는 측정치기반 위성항법 보강시스템 기준국(502)에서 통신 채널(505)을 통해 전달된 측정치기반 위성항법 보정정보(504)에 대해서만 도시하였으나, 입력 또는 전달 방법과 무관하게 사용자에게 부여된 측정치 기반 위성항법 보정정보와 위성배치정보에 대해서도 적용될 수 있다.

<75> 여기서, 위성배치정보는 항법위성의 양각(Elevation angle, El), 방위각(Azimuth angle, Az), 그리고 이러한 각도를 산출할 수 있는 각종 파라미터 등을 모두 포함할 수 있다. 사용자 단말기(503)에 부여된 측정치기반 위성항법 보정정보(504)와 사용자 단말기(503)에서 전달되는 위성배치정보 및 사용자위치정보는 측정치 보정정보 위치영역 맵핑 모듈(506)을 통해 위치기반 위성항법 보정정보(507)로 변환된 후, 사용자 단말기(503)의 위치 오차를 제거함으로써 정확도를 향상시킨다.

<76> 여기서 측정치기반 위성항법보정정보는 간단히 측정치 보정정보라고도 한다.

<77> 한편, 도 5는 사용자 단말기(503)가 직접 항법위성배치정보 및 사용자위치정보를 산출하는 경우가 도시되어 있으니, 항법위성배치정보 및/또는 사용자위치정보를 산출하는 별도의 모듈을 사용자 단말기(503)와 별도로 구성할 수도 있다.

<78> 도 6은 측정치 보정정보 위치영역 맵핑 모듈(506)의 알고리즘을 개념적으로 나타낸 도면으로서, 본 발명에 따른 항법위성의 배치정보를 이용한 위성항법 보강 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

<79> 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 항법 위성의 배치정보를 이용한 위성항법 보강 시스템(600)은 사용자의 위치를 결정하는 위성항법 단독 측위모듈(601), 항법 위성(510)의 배치정보를 수신하는 항법위성 배치정보 수신모듈(602), 항법 위성(510)의 배치정보에 근거하여 관측행렬을 구하는 관측행렬 구성모듈(603), 관측행렬이 포함된 측정치 보정정보를 수신하는 위성항법 측정치 기반 보정정보 수신모듈(604), 상기 측정치 보정정보에 상기 관측행렬의 의사역행렬을 곱하여 위치기반 보정정보를 생성하는 위치기반 보정정보 생성모듈(606), 상기 측정치 보정정보와 상기 위치기반 보정정보 사이의 상관식을 구하는 측정치 보정정보 위치영역 투영모듈(605) 및 위성항법 단독 측위모듈(601)에서 결정된 사용자의 위치기반 보정정보를 차분하는 위치오차 제거모듈(607)을 포함할 수 있다.

<80> 본 발명에 따른 항법위성 배치정보를 이용한 위성항법 보강 시스템(600)의 관측행렬 구성모듈(603)은 [수학식 6]에 의해서 관측행렬(H)을 구성할 수 있다.

<81> [수학식 6]

$$H = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & -1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & -1 \end{bmatrix} \text{ 이고,}$$

$$\text{여기서, } \begin{bmatrix} a_{n1} \\ a_{n2} \\ a_{n3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & -\cos\lambda\sin\varphi & \cos\lambda\cos\varphi \\ \cos\lambda & -\sin\lambda\sin\varphi & \sin\lambda\cos\varphi \\ 0 & \cos\varphi & \sin\varphi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sin(Az_n)\cos(EI_n) \\ \cos(Az_n)\cos(EI_n) \\ \sin(EI_n) \end{bmatrix},$$

<84> λ 는 사용자 내지 사용자 단말기(503)의 경도, φ 는 사용자 내지 사용자 단말기(503)의 위도, Az_n 은 항법위성의 배치정보 중 방위각(Azimuth angle), EI_n 은 항법위성의 배치정보 중 양각(Elevation angle)이다.

<85> 관측행렬(H)은 항법위성(501)의 배치정보 중 양각(EI)과 방위각(Az)을 이용하여 구해지며, 관측행렬(H)은 양각 및 방위각의 정현과 값을 행과 열의 값으로 가

지게 된다. 즉, 관측행렬(H)은 양각 및 방위각의 사인함수 또는 코사인함수의 정현파 함수(sinusoidal function)로 표현되는 값을 가지게 된다. 종래의 위성항법 보강 시스템에서 측정치 보정정보를 위치영역으로 맵핑하는 과정을 [수학식 7]과 같이 기술할 수 있다.

<86> [수학식 7]

<87>
$$\overrightarrow{PRC} = H\overrightarrow{\delta x}$$

<88> 상기의 [수학식 7]에 의해 측정치 보정정보($\overrightarrow{PRC}$)와 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)간의 상관식이 구성되고 이에 근거하여 측정치 보정정보의 위치영역 투영 모듈(605)이 구성될 수 있다.

<89> 다음의 [수학식 8] 또는 [수학식 9]와 같은 최소자승법을 이용하여, [수학식 6]에서 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)를 구할 수 있다. 아래의 수식은 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)를 도출하기 위한 일부 예로써, [수학식 7]의 식에 근거한 모든 도출 방법을 포함할 수 있다.

<90> [수학식 8]

<91>
$$\overrightarrow{\delta x} = (H^T H)^{-1} H^T \overrightarrow{PRC}$$

<92> [수학식 9]

<93>
$$\overrightarrow{\delta x} = (H^T R^{-1} H)^{-1} H^T R^{-1} \overrightarrow{PRC}$$

<94> 여기서, R은 $\overrightarrow{PRC}$ 의 공분산 행렬

<95> 상기의 과정을 통해 위치기반 보정정보 생성모듈(606)에서 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)를 생성한 이후, [수학식 4]에 사용자의 위성항법 단독 측위 모듈(602)의 결과값($\overrightarrow{x_u}$)을 대입하여, 차분을 통한 위치오차 제거 모듈(607)을 통해 위치결정 모듈(608)에서 오차가 제거된 사용자 위치($\overrightarrow{x_{aU}}$)를 결정할 수 있다.

<96> 한편, 본 발명에 따른 항법위성의 배치정보를 이용한 위성항법 보강 시스템(600)은 도 7에 도시된 바와 같이 위성배치정보 전송서버(508)와 위치배치정보 데이터 통신 채널(509)을 구비한 형태로 구현될 수도 있다. 즉, 본 발명을 구현하기 위한 항법위성의 배치정보를 이용한 위성항법 보강 시스템은 항법 신호를 송출하는 항법 위성(501), 측정치기반 위성항법 보강시스템 기준국(502), 보정정보 전송용 데이터 통신 채널(505), 위성배치 정보 전송 서버(508), 위성배치 정보 전송용 데

이더 통신 채널(509), 사용자 단말기(503)를 포함하여 구성될 수 있다.

<97> 도 7의 경우, 위성배치정보는 위성배치정보 전송서버(508) 및 위성배치정보 전송용 데이터 통신(509)에 의해서 측정치 보정정보 위치영역 맵핑모듈(506)로 전송되지만, 사용자위치정보는 사용자 단말기(503) 자체에 의해서 측정치 보정정보 위치영역 맵핑모듈(506)로 전송될 수 있다. 한편, 측정치 보정정보 위치영역 맵핑모듈(506)로 사용자 위치정보를 전송하기 위한 별도의 모듈을 구성할 수도 있다.

<98> 도 7의 경우에는 도 5의 경우와 달리, 위성배치정보 전송서버(508) 및 위성배치정보 전송용 데이터 통신(509)이 필요하기 때문에 기존의 측정치 기반형 보정정보 인프라만으로는 보강 시스템을 구현할 수 없는 한계가 있다.

<99> 도 8을 참조하면 본 발명에 따른 항법위성의 배치정보를 이용한 위성항법 보강 방법은, 위성항법 단독 측위 모듈(601)을 사용하여 사용자의 위치를 결정하는 단계(1100), 상기 항법위성의 배치정보에 근거하여 관측행렬을 구하는 단계(1200), 상기 관측행렬이 포함된 측정치 보정정보와 위치기반 보정정보의 상관식으로부터 위치 영역에 투영하여 위치기반 보정정보를 생성하는 단계(1300) 및 위성항법 단독 측위 모듈(601)에서 결정된 사용자의 위치기반 보정정보를 차분하여 오차가 제거된 사용자 위치를 결정하는 단계(1400)를 포함할 수 있다.

<100> 관측행렬을 구하는 단계(1200)는 상기 [수학식 6]에 의해서 관측행렬(H)을 구하는데, 종래기술과 달리 항법위성의 궤도정보 대신 항법위성(501)의 배치정보를 이용한다. 즉, [수학식 6]에 나타난 바와 같이, 항법위성(501)의 양각(EI) 및 방위각(Az)을 포함하는 항법위성의 배치정보를 이용하여 관측행렬을 구할 수 있다.

<101> 즉, 관측행렬을 구하는 단계(1200)에서 상기 관측행렬(H)은

$$H = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & -1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & -1 \end{bmatrix} \text{ 이고,}$$

<102> 여기서,

$$\begin{bmatrix} a_{n1} \\ a_{n2} \\ a_{n3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & -\cos\lambda\sin\varphi & \cos\lambda\cos\varphi \\ \cos\lambda & -\sin\lambda\sin\varphi & \sin\lambda\cos\varphi \\ 0 & \cos\varphi & \sin\varphi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sin(Az_n)\cos(EI_n) \\ \cos(Az_n)\cos(EI_n) \\ \sin(EI_n) \end{bmatrix},$$

<104> λ 는 사용자의 경도, φ 는 사용자 위도, Az_n 은 항법위성의 방위각, EI_n 은 항법위성의 양각이다.

<105> 위치기반 보정정보를 생성하는 단계(1300)에서 측정치 보정정보와 위치기반 보정정보의 상관식은 $\overline{PRC} = H\delta\vec{x}$ 이고, 여기서 $\overline{PRC}$ 은 측정치 보정정보, H는 관측

행렬, $\overrightarrow{\delta x}$ 는 위치기반 보정정보이다.

<106> 상기 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)는 최소자승법에 의하여 $\overrightarrow{\delta x} = (H^T H)^{-1} H^T \overrightarrow{PRC}$ 의 수식으로 측정치 보정정보를 위치영역으로 투영하여 구해질 수 있다.

<107> 또한, 상기 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)는 최소자승법에 의하여 $\overrightarrow{\delta x} = (H^T R^{-1} H)^{-1} H^T R^{-1} \overrightarrow{PRC}$ 으로 구해지고, 여기서 R은 측정치 보정정보($\overrightarrow{PRC}$)의 공분산 행렬이다.

<108> 오차가 제거된 사용자 위치는 $\overrightarrow{x_{aU}} = \overrightarrow{x_U} + \overrightarrow{\delta x}$ 의 상관식에 의해 구해지고, 여기서 $\overrightarrow{x_{aU}}$ 는 오차가 제거된 사용자 위치, $\overrightarrow{x_U}$ 는 위성항법 단독 측위 모듈에서 결정된 사용자 위치, $\overrightarrow{\delta x}$ 는 위치기반 보정정보이다.

<109> 한편, 도 9는 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 다른 실시 형태의 구성을 개략적으로 도시한 도면으로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 위치산출부가정보를 외부에서 입력하는 형태의 보강 시스템 구성을 개략적으로 나타내는 도면이고, 도 10은 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템의 다른 실시 형태를 도시한 도면으로서, 관측행렬 구성정보 중 위성의 위치산출부가정보를 외부에서 입력하는 형태를 나타내는 도면이다.

<110> 도 9에 도시된 위성항법 보강 시스템(600)은 도 6에서 설명한 보강 시스템과 유사하며, 항법위성의 배치정보 수신 모듈(602) 대신 항법위성의 위치산출부가 정보 수신 모듈(609)을 포함할 수 있다. 이와 같이, 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템 및 보강 방법은 항법 위성의 배치정보를 이용하여 위성의 위치를 산출할 수도 있지만, 상기에서 설명한 위치산출부가정보를 이용하여 기산출된 위성 위치의 정확도를 높일 수 있다.

<111> 본 발명에 따른 위성항법 보강 시스템(600)은 도 10에 도시된 바와 같이 위치산출부가정보 전송서버(510)와 위치산출부가정보 전송용 데이터 통신 채널(511)을 구비한 형태로 구현될 수도 있다. 즉, 본 발명을 구현하기 위한 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템은 항법 신호를 송출하는 항법 위성(501), 측정치기반 위성항법 보강시스템 기준국(502), 보정정보 전송용 데이터 통신 채널(505), 위치산출부가정보 전송 서버(510), 위치산출부가 정보 전송용 데이터 통신 채널(511), 사용자 단말기(503)를 포함하여 구성될 수 있다.

<112>

도 10의 경우, 위성위치산출부가정보는 위치산출부가정보 전송 서버(510) 및 위치산출부가정보 전송용 데이터 통신(511)에 의해서 측정치 보정정보 위치영역 맵핑모듈(506)로 전송되지만, 사용자위치정보는 사용자 단말기(503) 자체에 의해서 측정치 보정정보 위치영역 맵핑모듈(506)로 전송될 수 있다. 한편, 측정치 보정정보 위치영역 맵핑모듈(506)로 사용자 위치정보를 전송하기 위한 별도의 모듈을 구성할 수도 있다.

<113>

상기에서 설명한 본 발명의 실시예에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성상법 보강방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다. 상기의 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

<114>

이와 같이, 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성상법 보강 방법은 항법위성의 배치정보 또는 항법위성의 위치산출부가정보를 이용하기 때문에 범용으로 사용되는 수신기로도 정확도가 높은 위치를 제공할 수 있고, 정확도가 높은 위치를 제공하는데 필요한 연산을 줄이거나 시간을 줄일 수 있다.

<115>

또한, 본 발명에 따른 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성상법의 보강 방법은 기존의 보강 방법에 알고리즘 또는 소프트웨어의 업데이트 방식으로 적용될 수 있기 때문에, 기존의 보강 방법 또는 보강 시스템으로의 적용성, 범용성 및 호환성이 높다는 장점을 가질 수 있다.

<116>

이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은

아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

【산업상 이용가능성】

<117>

본 발명은 차량 네비게이션 시스템, 측량 시스템 등 위성항법이 적용될 수 있는 모든 산업분야, 소프트웨어 및 제품에 이용될 수 있다.

【청구의 범위】**【청구항 1】**

사용자의 위치를 결정하는 위성항법 단독 측위모듈;
항법위성의 관측행렬 구성정보를 수신하는 항법위성 관측행렬 구성정보 수신 모듈;
상기 관측행렬 구성정보에 근거하여 관측행렬을 구하는 관측행렬 구성모듈;
상기 관측행렬이 포함된 측정치 보정정보를 수신하는 위성항법 측정치 기반 보정정보 수신모듈;
상기 측정치 보정정보에 상기 관측행렬의 의사역행렬을 곱하여 위치기반 보정정보를 생성하는 위치기반 보정정보 생성모듈;
상기 측정치 보정정보와 상기 위치기반 보정정보 사이의 상관식을 구하는 측정치 보정정보 위치영역 투영모듈; 및
상기 위성항법 단독 측위모듈에서 결정된 사용자의 위치기반 보정정보를 차분하는 위치오차 제거모듈;
을 포함하는, 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템.

【청구항 2】

제1항에 있어서,
상기 항법위성 관측행렬 구성정보 수신모듈은 상기 항법위성의 배치정보 또는 위치산출부가정보를 포함하는 상기 관측행렬 구성정보를 수신하는 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템.

【청구항 3】

제2항에 있어서,
상기 항법위성 관측행렬 구성정보 수신모듈은 상기 항법위성의 양각 또는 방위각을 포함하는 항법위성의 배치정보를 수신하는 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템.

【청구항 4】

제3항에 있어서,
상기 관측행렬 구성모듈은 상기 양각 및 상기 방위각의 정현파 값을 가지는 관측행렬을 구하는 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템.

【청구항 5】

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정치 보정정보 위치영역 투영모듈은 상기 측정치 보정정보를 위치영역으로 맵핑하는 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 시스템.

【청구항 6】

제5항에 따른 위성항법 보강 시스템을 사용한 위성항법 보강 방법에 있어서, 상기 위성항법 단독 측위 모듈을 사용하여 사용자의 위치를 결정하는 단계; 상기 항법위성의 배치정보 또는 위치산출부가정보를 포함하는 관측행렬 구성 정보에 근거하여 관측행렬을 구하는 단계;

상기 관측행렬이 포함된 측정치 보정정보와 위치기반 보정정보의 상관식으로부터 위치 영역에 투영하여 위치기반 보정정보를 생성하는 단계; 및

상기 위성항법 단독 측위 모듈에서 결정된 사용자의 위치기반 보정정보를 차분하여 오차가 제거된 사용자 위치를 결정하는 단계;

를 포함하는, 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 관측행렬을 구하는 단계에서 상기 관측행렬(H)은,

$$H = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & -1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & -1 \end{bmatrix} \text{ 이고,}$$

$$\begin{bmatrix} a_{n1} \\ a_{n2} \\ a_{n3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & -\cos\lambda\sin\varphi & \cos\lambda\cos\varphi \\ \cos\lambda & -\sin\lambda\sin\varphi & \sin\lambda\cos\varphi \\ 0 & \cos\varphi & \sin\varphi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sin(Az_n)\cos(EI_n) \\ \cos(Az_n)\cos(EI_n) \\ \sin(EI_n) \end{bmatrix},$$

여기서,

λ 는 사용자의 경도, φ 는 사용자의 위도, Az_n 은 항법위성의 방위각, EI_n 은 항법위성의 양각인 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 위치기반 보정정보를 생성하는 단계에서 측정치 보정정보와 위치기반 보정정보의 상관식은,

$$\overrightarrow{PRC} = H\overrightarrow{\delta x} \text{ 이고,}$$

여기서 $\overrightarrow{PRC}$ 은 측정치 보정정보, H는 관측 행렬, $\overrightarrow{\delta x}$ 는 위치기반 보정정보

인 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법.

【청구항 9】

제8항에 있어서,

상기 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)는 최소자승법에 의하여

$\overrightarrow{\delta x} = (H^T H)^{-1} H^T \overrightarrow{PRC}$ 의 수식으로 측정치 보정정보를 위치영역으로 투영하여 구해지는 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법.

【청구항 10】

제8항에 있어서,

상기 위치기반 보정정보($\overrightarrow{\delta x}$)는 최소자승법에 의하여

$\overrightarrow{\delta x} = (H^T R^{-1} H)^{-1} H^T R^{-1} \overrightarrow{PRC}$ 으로 구해지고,

여기서 R은 측정치 보정정보($\overrightarrow{PRC}$)의 공분산 행렬인 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

오차가 제거된 사용자 위치는

$\overrightarrow{x_{aU}} = \overrightarrow{x_U} + \overrightarrow{\delta x}$ 의 상관식에 의해 구해지고,

여기서 $\overrightarrow{x_{aU}}$ 는 오차가 제거된 사용자 위치, $\overrightarrow{x_U}$ 는 위성항법 단독 측위 모듈에서 결정된 사용자 위치, $\overrightarrow{\delta x}$ 는 위치기반 보정정보인 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법.

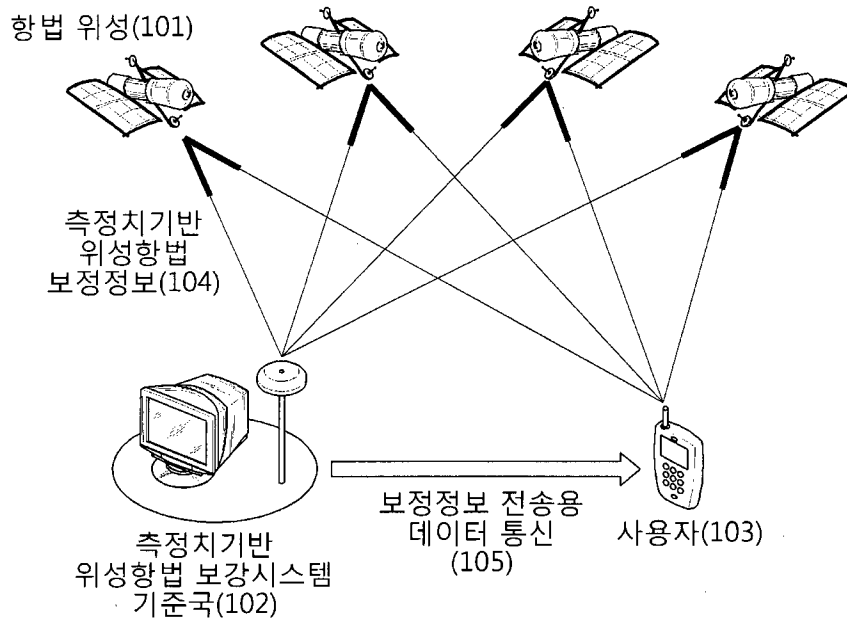
【청구항 12】

제6항에 있어서,

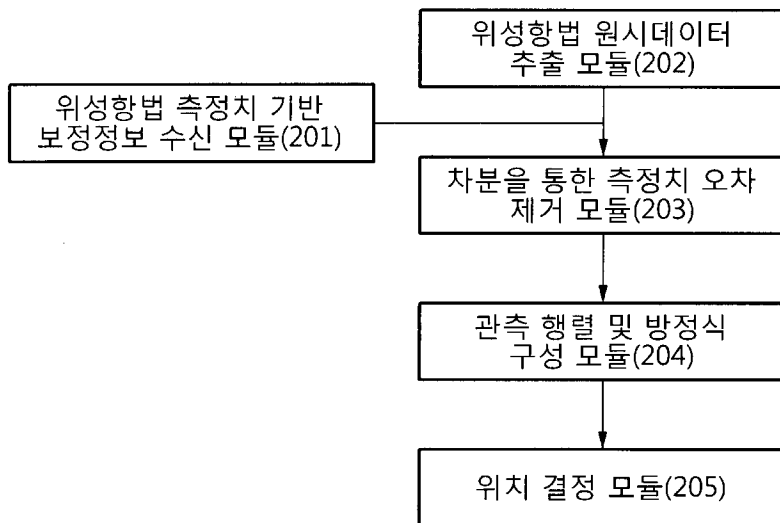
상기 항법위성 위치산출부가정보는 항법위성의 정보적용 기준시각, 근지각 변화율, 승교각 변화율, 경사각 변화율, 위성운동 방향별 보정치, 위성의 속도 또는 위성의 가속도를 포함하는 것을 특징으로 하는 위치영역 보정정보 투영을 이용한 위성항법 보강 방법.

【도면】

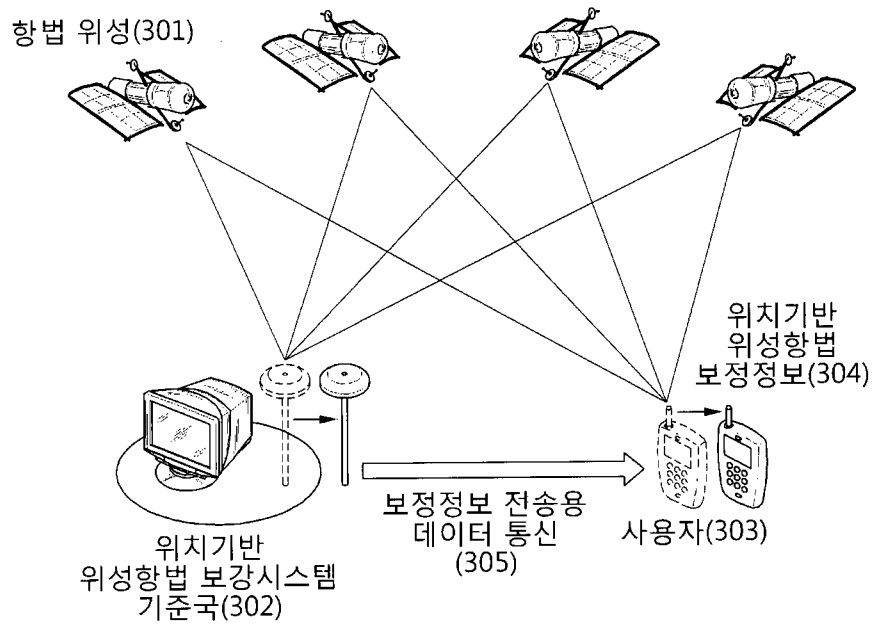
【도 1】



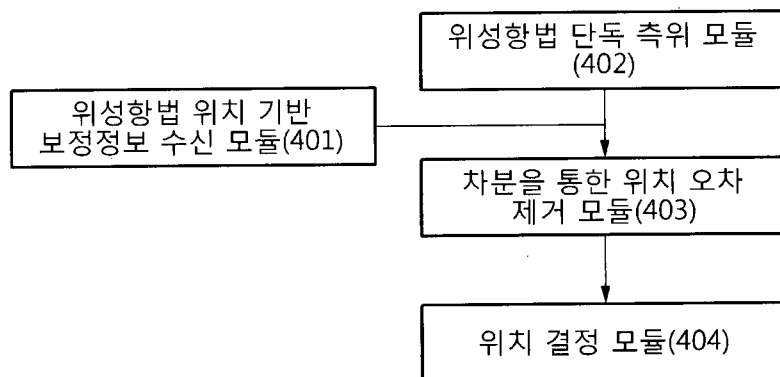
【도 2】



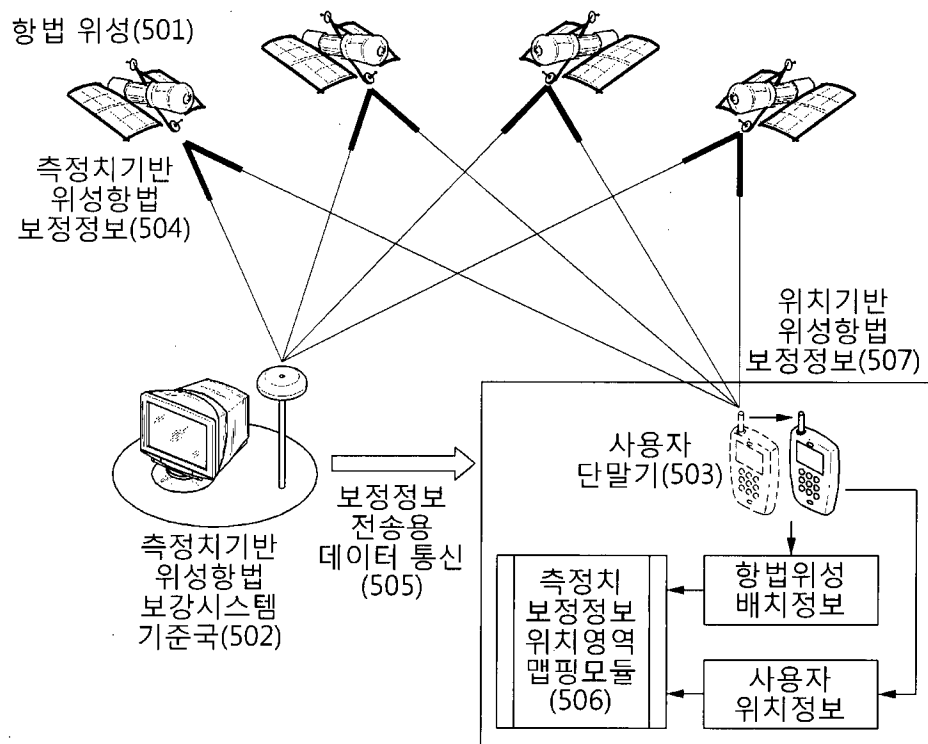
【도 3】



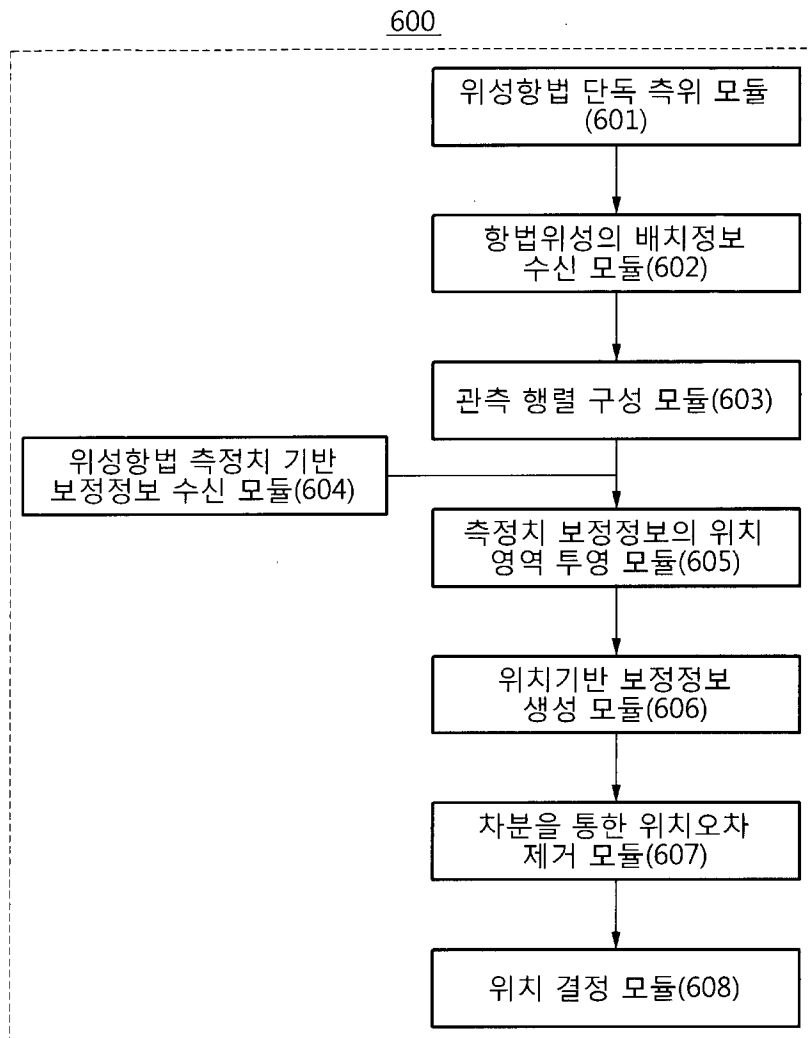
【도 4】



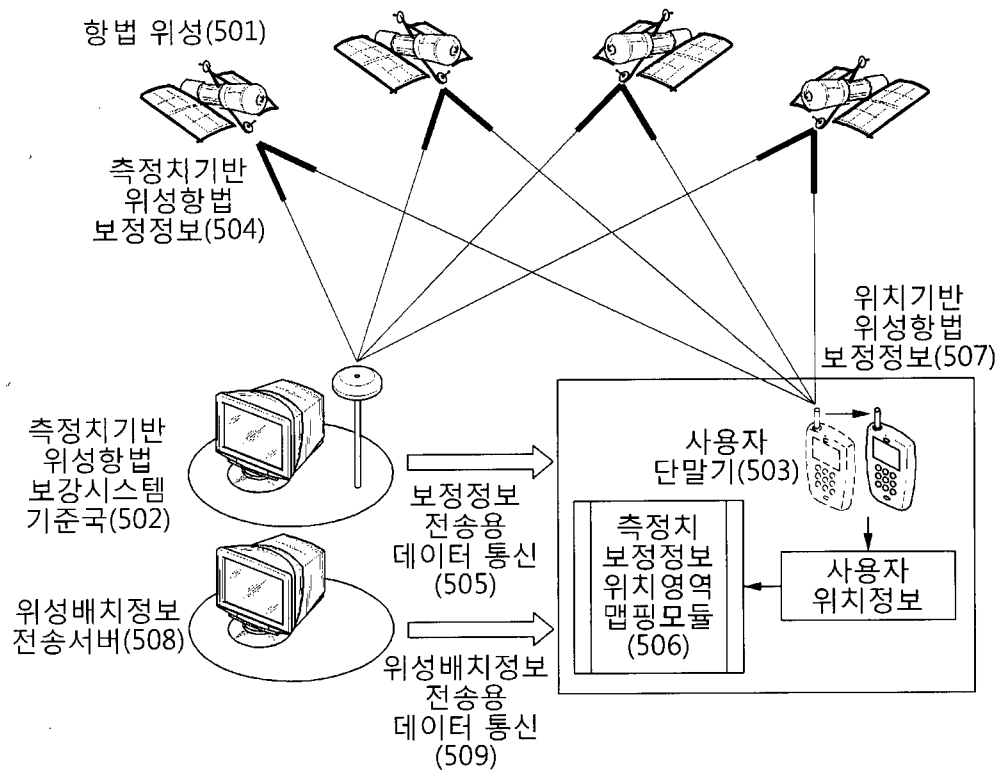
【도 5】



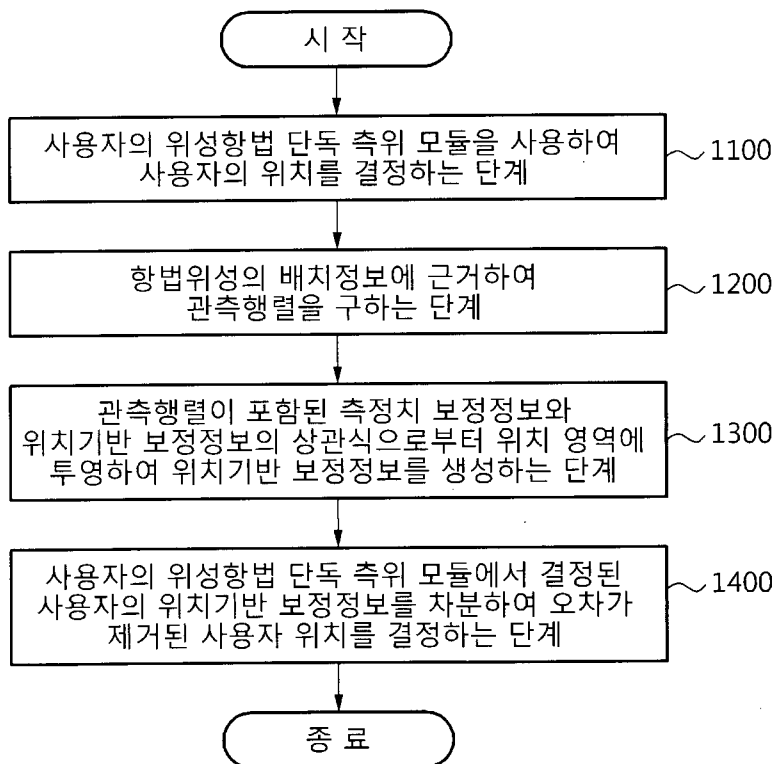
【도 6】



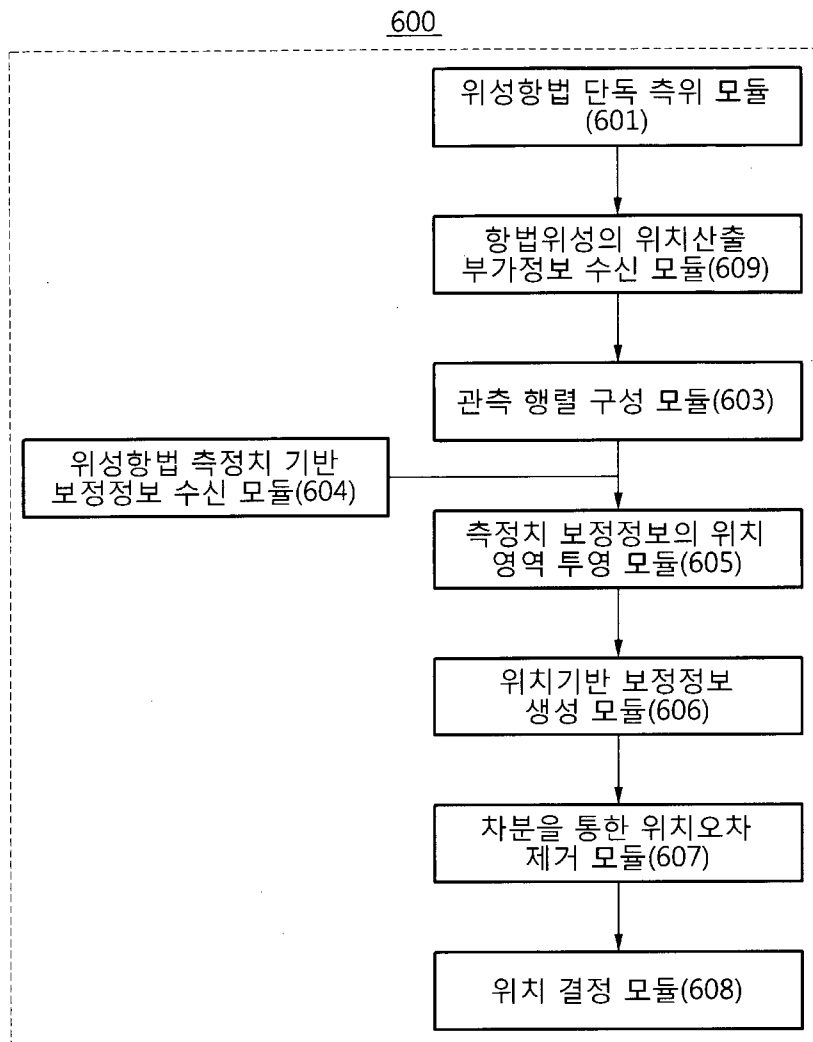
【도 7】



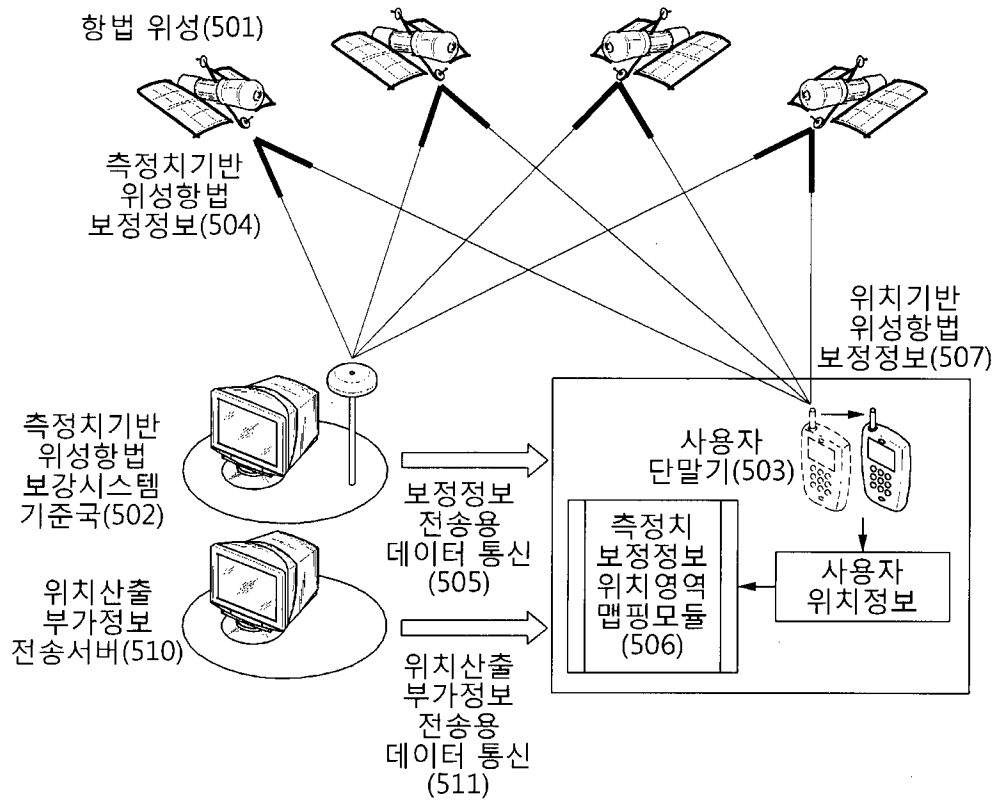
【도 8】



【도 9】



【도 10】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/000868**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01C 21/04(2006.01)i, G01S 19/03(2010.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01C 21/04; G01S 5/14; G01S 19/07; G01S 19/03; G01C 21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: position, projection, compensation, observation, matrix, navigation, satellite

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2012-0039250 A (KOREA CADASTRAL SURVEY CORP) 25 April 2012 See abstract; paragraphs [0020]-[0047]; figures 1-6.	1-12
A	JP 08-201505 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 09 August 1996 See abstract; paragraphs [0002]-[0046]; figures 1-4.	1-12
A	KR 10-2003-0038449 A (KEE, Chang Don) 16 May 2003 See abstract; page 7, line 22-page 15, line 17; figures 1-10.	1-12
A	JP 10-160816 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 19 June 1998 See abstract; paragraphs [0021]-[0089]; figures 1-9.	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 MARCH 2014 (06.03.2014)

Date of mailing of the international search report

18 MARCH 2014 (18.03.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/000868

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0039250 A	25/04/2012	KR 10-1184043 B1	18/09/2012
JP 08-201505 A	09/08/1996	NONE	
KR 10-2003-0038449 A	16/05/2003	KR 10-0501949 B1	18/07/2005
		US 2005-0015198 A1	20/01/2005
		US 2009-0002230 A1	01/01/2009
		WO 03-040752 A1	15/05/2003
JP 10-160816 A	19/06/1998	JP 3731097 B2	05/01/2006

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01C 21/04(2006.01)i, G01S 19/03(2010.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01C 21/04; G01S 5/14; G01S 19/07; G01S 19/03; G01C 21/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 위치, 투영, 보정, 관측, 행렬, 항법, 위성

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2012-0039250 A (대한지적공사) 2012.04.25 요약; 단락 [0020]-[0047]; 도면 1-6 참조.	1-12
A	JP 08-201505 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 1996.08.09 요약; 단락 [0002]-[0046]; 도면 1-4 참조.	1-12
A	KR 10-2003-0038449 A (기창돈) 2003.05.16 요약; 페이지 7, 라인 22-페이지 15, 라인 17; 도면 1-10 참조.	1-12
A	JP 10-160816 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1998.06.19 요약; 단락 [0021]-[0089]; 도면 1-9 참조.	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 03월 06일 (06.03.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 03월 18일 (18.03.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

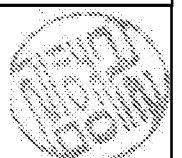
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

김형근

전화번호 +82-42-481-8245



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0039250 A	2012/04/25	KR 10-1184043 B1	2012/09/18
JP 08-201505 A	1996/08/09	없음	
KR 10-2003-0038449 A	2003/05/16	KR 10-0501949 B1	2005/07/18
		US 2005-0015198 A1	2005/01/20
		US 2009-0002230 A1	2009/01/01
		WO 03-040752 A1	2003/05/15
JP 10-160816 A	1998/06/19	JP 3731097 B2	2006/01/05