



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0127199
(43) 공개일자 2017년11월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/51 (2010.01) B60W 30/08 (2006.01)
G01S 19/42 (2010.01) G08G 1/16 (2006.01)
G08G 3/02 (2006.01) G08G 5/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/51 (2013.01)
B60W 30/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0057521
(22) 출원일자 2016년05월11일
심사청구일자 2016년05월11일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
박병운
서울특별시 구로구 중앙로 121, 104동 803호(고척동, 고척파크푸르지오)
윤동환
경기도 수원시 권선구 효탑로 50, 102동 503호(탑동, 수원탑동우방파크타운)
임철순
경기도 부천시 오정구 고강로56번길 15, 101동 302호(원종동, 보강에버그린빌라)
(74) 대리인
김연권

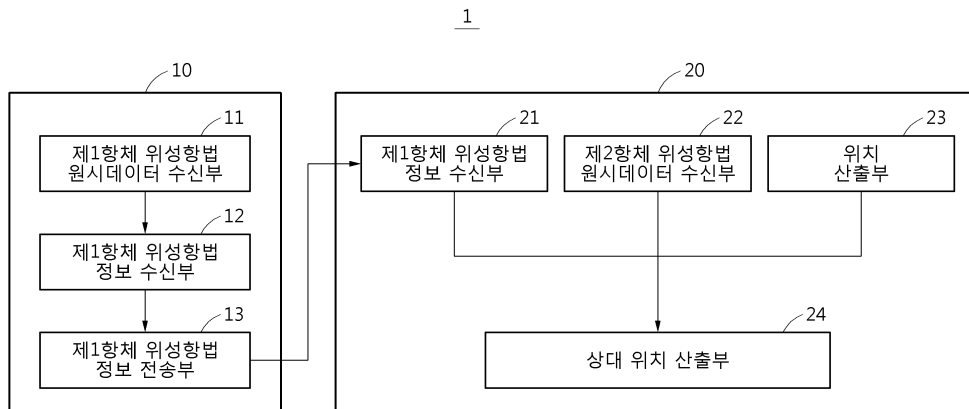
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 항체 사이의 상대 위치 결정시스템 및 이의 방법

(57) 요약

개시된 본 발명에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정시스템은, 이동하는 제1항체의 위성항법 정보를 제공하는 제1 결정모듈 및 제1항체로부터 수신한 제1항체의 위성항법 정보, 이동하는 제2항체가 획득한 위성항법 정보 및 제2항체의 위치 정보를 이용하여 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산하는 제2결정모듈을 포함한다. 이러한 구성에 의하면, 사용자인 제2항체의 위치를 기준으로 이동 기준국인 제1항체 사이의 상대 위치를 결정함으로써, 정확성을 향상시킬 수 있게 된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01S 19/423 (2013.01)

G08G 1/16 (2013.01)

G08G 3/02 (2013.01)

G08G 5/045 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1C1A1A02037779

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구자지원

연구과제명 항체간 충돌방지를 위한 이동기준국 기반 위성항법 상대측위 연구

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2015.07.01 ~ 2018.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

이동하는 제1항체의 위성항법 정보를 제공하는 제1결정모듈; 및

상기 제1항체로부터 수신한 위성항법 정보, 이동하는 제2항체가 획득한 위성항법 정보 및 상기 제2항체의 위치 정보를 이용하여 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산하는 제2결정모듈;

을 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1결정모듈은,

상기 제1항체의 위성항법 원시데이터를 수신하는 위성항법 원시데이터 수신부;

수신된 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터로부터 상기 제1항체의 위성항법 정보를 생성하는 제1항체 위성항법 정보 생성부; 및

생성된 상기 제1항체의 위성항법 정보를 상기 제2결정모듈로 전송하는 제1항체 위성항법 정보 전송부;

를 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1항체의 위성항법 정보는,

상기 제1항체가 항법 위성으로부터 수신한 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터와 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터를 이용하여 생성한 보정정보를 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제2결정모듈은,

상기 제1결정모듈로부터 상기 제1항체의 위성항법 정보를 수신하는 제1항체 위성항법 정보 수신부;

상기 제2항체의 위성항법 원시데이터를 수신하는 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부;

상기 제2항체의 위치 정보를 산출하는 위치 산출부; 및

상기 제1항체의 위성항법 정보, 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터 및 상기 제2항체의 위치 정보를 통해 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산하는 상대 위치 산출부;

를 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정시스템.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 및 제2결정모들은 상기 제1 및 제2항체들에 모두 마련되어 선택적으로 상기 이동 기준국 또는 사용자 가운데 적어도 하나의 모드로 설정 가능하며,

상기 제1 및 제2항체는 각각 복수개 마련되는 항체 사이의 상대 위치 결정시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1항체 및 상기 제2항체가 한 개씩 마련되는 방식(1:1)과, 상기 제1항체가 한 개 마련되고 상기 제2항체가 복수개 마련되는 방식(1:다수)과, 상기 제1항체가 복수개 마련되고 상기 제2항체가 한 개 마련되는 방식(다수:1)과, 상기 제1항체와 상기 제2항체가 복수개씩 마련되는 방식(다수:다수) 가운데 어느 하나를 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정시스템.

청구항 7

이동하는 제1항체의 위성항법 원시데이터로부터 상기 제1항체의 위성항법 정보를 생성하여 이동하는 제2항체에 전송하는 단계; 및

상기 제2항체의 위치를 기준으로 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 결정하는 단계;

를 포함하며,

상기 상대 위치 결정단계는,

상기 제1항체의 위성항법 정보, 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터 및 상기 제2항체의 위치 정보로부터 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산하는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 상대 위치 결정단계는,

상기 제1항체 및 제2항체에서 각각 수신한 상기 제1항체 위성항법 원시데이터 및 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터의 차분을 통하여 상기 제1 및 제2항체와 항법 위성 사이의 거리, 제1항체 위성항법 정보 수신부 및 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부의 시계오차와 잡음을 제외한 나머지 오차를 제거하는 단계를 포함하고,

상기 상대 위치 계산단계는 하기 수학식으로 상기 제1 및 제2항체 사이의 차분($B\Delta A$)을 계산하며,

$$B\Delta A \rho^i = \rho_B^i - \rho_A^i \approx B\Delta A d^i + B\Delta A B + B\Delta A \epsilon$$

여기서, d는 상기 항법 위성에 대한 상기 제1 및 제2항체 각각의 거리, B는 수신 시간오차, ϵ 는 잔차 및 ρ 는 코드기반의 의사거리 또는 미지정수가 결정된 반송파 측정치를 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1항체의 위성항법 정보 전송단계는,

항법 위성으로부터 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터를 수신하는 단계;

수신된 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터로부터 상기 제1항체의 위성항법 정보를 생성하는 단계; 및

상기 제1항체의 위성항법 정보를 상기 상대 위치 결정단계로 전송하는 단계;
를 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1항체의 위성항법 정보 생성단계는 보정정보 생성단계를 포함하고,

DGNSS(Differential GNSS), RTK(Real Time Kinematics), PPP(Precise Point Positioning) 또는 Stand-alone positioning을 포함하는 상기 제1항체에 가용한 위치 결정 방식에 근거하여 상기 제1항체의 위성항법 정보를 생성하는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 상대 위치 결정단계는,

상기 제1항체의 위성항법 정보 생성단계를 통해 생성된 상기 제1항체의 위성항법 정보를 수신받는 단계;

상기 항법 위성으로부터 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터를 수신하는 단계;

상기 제2항체의 위치 정보를 계산하는 단계; 및

상기 제1항체의 위성항법 정보, 제2항체의 위성항법 원시데이터 및 제2항체의 위치 정보로부터 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산하는 단계;

를 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 제1 및 제2항체 사이의 차분으로부터 도출된 관측행렬(H)은,

$$H = \begin{pmatrix} \vec{e}^1 - 1 \\ \vdots \\ \vec{e}^n - 1 \end{pmatrix} \text{에 의해 계산되며,}$$

여기서, $\vec{e}$ 는 시선(LOS, Line-of-Sight) 벡터를 나타내는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 관측행렬(H)의 $\vec{e}$ 는 상기 제2항체의 위치를 기준으로 산출한 각 위성의 시선벡터를 나타내고, 상기 제2항체의 위치는 DGNSS(Differential GNSS), RTK(Real Time Kinematics), PPP(Precise Point Positioning) 또는 Stand-alone positioning 가운데 적어도 하나의 방법에 의하여 결정되는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제2항체의 위치를 이용한 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대위치 벡터는,

$$\vec{x}_{AB} = {}_B\Delta_A \vec{x} = (H_B^T R^{-1} H_B)^{-1} H_B^T R^{-1} {}_B\Delta_A Z \quad \text{또는}$$

$$\vec{x}_{AB} = {}_B\Delta_A \vec{x} = (H^T H)^{-1} H^T {}_B\Delta_A Z \quad \text{에 의해 계산되고,}$$

R은 측정치 공분산 벡터를 나타내고, Z는 상기 제1 및 제2항체의 위성항법 원시데이터를 이용하여 산출한 측정식을 나타내는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

$$Z_A = \begin{pmatrix} \hat{d}_A^1 - \rho_A^1 \\ \vdots \\ \hat{d}_A^n - \rho_A^n \end{pmatrix}$$

상기 제1항체의 위성항법 원시데이터를 이용하여 이용하여 상기 제1항의 측정식

$$Z_B = \begin{pmatrix} \hat{d}_B^1 - \rho_B^1 \\ \vdots \\ \hat{d}_B^n - \rho_B^n \end{pmatrix}$$

상기 제2항의 위성항법 원시데이터를 이용하여 상기 제2항체의 측정식의 상대 위치 결정방법.

청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 제2항체의 위치를 이용한 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대속도 벡터는,

$$\dot{\vec{x}}_{AB} = {}_B\Delta_A \dot{\vec{x}} = (H_B^T R^{-1} H_B)^{-1} H_B^T R^{-1} {}_B\Delta_A \dot{Z} \quad \text{에 의해 계산되며,}$$

여기서, 상기 $\dot{Z}$ 은 의사거리 변화율 또는 시간 차분, 반송파 측정치 변화율 또는 시간 차분 그리고, 도플러 측정치에 의해 산출된 값을 포함하는 항체 사이의 상대 위치 결정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 항체 사이의 상대 위치 결정시스템 및 이의 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 이동기준국의 위치와 무관하게 사용자 항체의 위치를 기준으로 두 항체 사이의 상대 위치를 결정하여 오차를 저감시켜 정확성을 향상시킬 수 있는 항체 사이의 상대 위치 결정시스템 및 이의 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

항체(Vehicle) 간 충돌은 재산 손실뿐만 아니라 인명에 치명적인 영향을 미침으로써, 항체 간의 충돌을 감지 및 방지하는 안전을 중시하는 미래 교통 분야의 핵심 기술이다. 이에 따라, 차량의 V2V(Vehicle to Vehicle), 선박의 AIS(Automatic Identification System), 항공기의 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance - Broadcast)

등과 같은 미래 육/해/공 각 교통 분야에서 충돌 방지에 활용되는 측위 기술들이 제시된다.

[0003] 이러한 충돌방지에 활용되는 측위 기술들은 일반적으로 위성항법 시스템(GNSS, Global Navigation Satellite System)으로부터 각기 취득한 PVT(Position, Navigation, Time) 정보를 인근 항체에 제공하고, 수신한 인근 항체 위치와의 차분을 통해 상대 위치를 획득한다. 여기서, 일반적인 위성항법의 정확도를 향상시키기 위해 사용되는 DGNS(Differential GNSS), RTK(Real Time Kinematics) 등의 위성항법 보정시스템은 사전에 정확한 위치를 구한 정지 기준국의 위치를 기준으로 사용자의 상대 위치를 도출한다.

[0004] 최근에는 이동하는 두 항체 간의 상대 위치를 결정하기 위해, 두 항체 중 1기를 정지된 기준국이 아닌 이동하는 기준국으로 설정하고 다른 1기의 항체에 이동기준국의 위치를 실시간으로 적용하여 상대 위치를 구하는 이동 기준국 방식의 알고리즘이 제시되고 있다. 그런데, 이러한 방식의 경우 이동 기준국의 위치를 실시간 고속으로 전송해야 하므로 이동 기준국의 빠른 이동 속도, 비선형 고기동, 낮은 출력 등의 이유로 인해, 이동 기준국과 사용자 사이의 위치 결정 정확도가 저하된다. 이에 따라, 근래에는 이동하는 복수의 항체 사이의 정확한 상대 위치를 도출하기 위한 다양한 연구가 지속적으로 이루어지고 있는 추세이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1326889호
(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1160957호
(특허문헌 0003) 일본공개특허 제2004-170268호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로서, 이동 기준국의 위치정보와 무관하게 이동하는 복수의 항체 사이의 정확한 상대 위치를 도출할 수 있는 항체 사이의 상대 위치 결정 시스템 및 이의 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정시스템은, 이동하는 제1항체의 위성항법 정보를 제공하는 제1결정모듈 및 상기 제1항체로부터 수신한 위성항법 정보, 이동하는 제2항체가 획득한 위성항법 정보 및 상기 제2항체의 위치 정보를 이용하여 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산하는 제2결정모듈을 포함한다.

[0008] 일측에 의하면, 상기 제1결정모듈은, 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터를 수신하는 제1위성항법 원시데이터 수신부, 수신된 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터로부터 상기 제1항체의 위성항법 정보를 생성하는 제1항체 위성항법 정보 생성부 및 생성된 상기 제1항체의 위성항법 정보를 상기 제2결정모듈로 전송하는 제1항체 위성항법 정보 전송부를 포함한다.

[0009] 일측에 의하면, 상기 제1항체의 위성항법 정보는, 상기 제1항체가 항법 위성으로부터 수신한 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터와 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터를 이용하여 생성한 보정정보를 포함한다.

[0010] 일측에 의하면, 상기 제2결정모듈은, 상기 제1결정모듈로부터 상기 제1항체의 위성항법 정보를 수신하는 제1항체 위성항법 정보 수신부, 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터를 수신하는 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부, 상기 제2항체의 위치 정보를 산출하는 위치 산출부 및 상기 제1항체의 위성항법 정보, 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터 및 상기 제2항체의 위치 정보를 통해 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산하는 상대 위치 산출부를 포함한다.

[0011] 일측에 의하면, 상기 제1 및 제2결정모듈은 상기 제1 및 제2항체들에 모두 마련되어 선택적으로 상기 이동 기준국 또는 사용자 가운데 적어도 하나의 모드로 설정 가능하며, 상기 제1 및 제2항체는 각각 복수개 마련된다.

[0012] 일측에 의하면, 상기 제1항체 및 상기 제2항체가 한 개씩 마련되는 방식(1:1)과, 상기 제1항체가 한 개 마련되고 상기 제2항체가 복수개 마련되는 방식(1:다수)과, 상기 제1항체가 복수개 마련되고 상기 제2항체가 한 개 마련되는 방식(다수:1)과, 상기 제1항체와 상기 제2항체가 복수개씩 마련되는 방식(다수:다수) 가운데 어느 하나를 포함한다.

[0013] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정방법은, 이동하는 제1항체의 위성항법 원시데이터로부터 상기 제1항체의 위성항법 정보를 생성하여 이동하는 제2항체에 전송하는 단계 및 상기 제2항체의 위치를 기준으로 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 결정하는 단계를 포함하며, 상기 상대 위치 결정단계는, 상기 제1항체의 위성항법 정보, 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터 및 상기 제2항체의 위치 정보로부터 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산한다.

[0014] 일측에 의하면, 상기 상대 위치 결정단계는, 상기 제1항체 및 제2항체에서 각각 수신한 상기 제1항체 위성항법 원시데이터 및 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터의 차분을 통하여 상기 제1 및 제2항체와 항법 위성 사이의 거리, 제1항체 위성항법 정보 수신부 및 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부의 시계오차와 잡음을 제외한 나머지 오차를 제거하는 단계를 포함하고, 상기 상대 위치 계산단계는 $B\Delta_A \rho^i = \rho_B^i - \rho_A^i \approx B\Delta_A d^i + B\Delta_A B + B\Delta_A \epsilon$ 으로 상기 제1 및 제2항체 사이의 차분($B\Delta_A$)을 계산하며, 여기서, d는 상기 항법 위성에 대한 상기 제1 및 제2항체 각각의 거리, B는 수신 시간오차, ϵ 는 잔차 및 ρ 는 코드기반의 의사거리 또는 미지정수가 결정된 반송파 측정치를 포함한다.

[0015] 일측에 의하면, 상기 제1항체의 위성항법 정보 생성단계는, 항법 위성으로부터 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터를 수신하는 단계, 수신된 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터로부터 상기 제1항체의 위성항법 정보를 생성하는 단계 및 상기 제1항체의 위성항법 정보를 상기 상대 위치 결정단계로 전송하는 단계를 포함한다.

[0016] 일측에 의하면, 상기 제1항체의 위성항법 정보 생성단계는 보정정보 생성단계를 포함하고, DGNS(Differential GNSS), RTK(Real Time Kinematics), PPP(Precise Point Positioning) 또는 Stand-alone positioning을 포함하는 상기 제1항체에 가용한 위치 결정 방식에 근거하여 상기 제1항체의 위성항법 정보를 생성한다.

[0017] 일측에 의하면, 상기 상대 위치 결정단계는, 상기 제1항체의 위성항법 정보 생성단계를 통해 생성된 상기 제1항체의 위성항법 정보를 수신받는 단계, 상기 항법 위성으로부터 상기 제2항체의 위성항법 원시데이터를 수신하는 단계, 상기 제2항체의 위치 정보를 계산하는 단계 및 상기 제1항체의 위성항법 정보, 제2항체의 위성항법 원시데이터 및 제2항체의 위치 정보로부터 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대 위치를 계산하는 단계를 포함한다.

$$H = \begin{pmatrix} \vec{e}^1 - 1 \\ \vdots \\ \vec{e}^n - 1 \end{pmatrix}$$

[0018] 일측에 의하면, 상기 제1 및 제2항체 사이의 차분으로부터 도출된 관측행렬(H)은, H 에 의해 계산되며, 여기서, $\vec{e}$ 는 시선(LOS, Line-of-Sight) 벡터를 나타낸다.

[0019] 일측에 의하면, 상기 관측행렬(H)의 $\vec{e}$ 는 상기 제2항체의 위치를 기준으로 산출한 각 위성의 시선벡터를 나타내고, 상기 제2항체의 위치는 DGNS(Differential GNSS), RTK(Real Time Kinematics), PPP(Precise Point Positioning) 또는 Stand-alone positioning 가운데 적어도 하나의 방법에 의하여 결정된다.

[0020] 일측에 의하면, 상기 제2항체의 위치를 이용한 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대위치 벡터는, $\vec{x}_{AB} = B\Delta_A \vec{x} = (H_B^T R^{-1} H_B)^{-1} H_B^T R^{-1} B\Delta_A Z$ 또는 $\vec{x}_{AB} = B\Delta_A \vec{x} = (H^T H)^{-1} H^T B\Delta_A Z$ 에 의해 계산되고, R은 측정치 공분산 벡터를 나타내고, Z는 상기 제1 및 제2항체의 위성항법 원시데이터를 이용하여 산출한 측정식을 나타낸다.

[0021] 일측에 의하면, 상기 제1항체의 위성항법 원시데이터를 이용하여 생성한 보정정보 또는 원시데이터를 이용하여

$$Z_A = \begin{pmatrix} \hat{d}_A^1 - \rho_A^1 \\ \vdots \\ \hat{d}_A^n - \rho_A^n \end{pmatrix}$$

상기 제1항체의 측정식

$$Z_B = \begin{pmatrix} \hat{d}_B^1 - \rho_B^1 \\ \vdots \\ \hat{d}_B^n - \rho_B^n \end{pmatrix}$$

항체의 측정식 을 산출한다.

[0022] 일측에 의하면, 상기 제2항체의 위치를 이용한 상기 제1 및 제2항체 사이의 상대속도 벡터는,

$\dot{x}_{AB} = {}_B\Delta_A \dot{x} = (H_B^T R^{-1} H_B)^{-1} H_B^T R^{-1} {}_B\Delta_A \dot{Z}$ 에 의해 계산되며, 여기서, 상기 $\dot{Z}$ 은 의사거리 변화율 또는 시간 차분, 반송파 측정치 변화율 또는 시간 차분 그리고, 도플러 측정치에 의해 산출된 값을 포함한다.

발명의 효과

[0023] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 첫째, 이동 기준국이 아닌 사용자의 위치를 기준으로 이동 기준국과 사용자 사이의 상대 위치를 결정함으로써, 이동기준국의 위치 정보를 수신하지 않더라도 상대 위치 결정 정확도를 향상시킬 수 있게 된다.

[0024] 둘째, 이동하는 항체들 사이의 정확한 상대 위치를 결정함으로써, 항체들 사이의 충돌 방지에 따른 안전성 향상에 기여할 수 있게 된다.

[0025] 셋째, 이동 기준국에서 사용자로 전송되는 정보의 양이 감소됨으로써, 낮은 전송속도, 좌표 정보 누락 또는 이동 기준국의 고기동으로 인한 상대 위치 성능 저하를 방지할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정시스템을 개략적으로 도시한 알고리즘 개념도,
 도 2는 도 1에 도시된 본 발명에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정시스템이 적용된 항법 위성과 제1 및 제2항체 사이의 관계를 설명하기 위해 개략적으로 도시한 개념도,
 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정방법을 개략적으로 도시한 순서도,
 도 4는 도 3에 도시된 제1항체 위성항법 정보 전송단계를 설명하기 위해 개략적으로 도시한 순서도, 그리고,
 도 5는 도 3에 도시된 상대 위치 결정단계를 설명하기 위해 개략적으로 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 설명한다.

[0028] 도 1을 참고하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정시스템(1)은 제1결정모듈(10) 및 제2결정모듈(20)을 포함한다.

[0029] 참고로, 본 발명에서 설명하는 항체 사이의 상대 위치 결정시스템(1)은 이동하는 복수의 항체들 중에서 어느 하나를 이동 기준국으로 설정하고, 복수의 항체들 중에서 다른 하나는 사용자로 설정하여, 두 항체 사이의 상대 위치를 계산한다. 본 실시예에서는 복수의 항체들 중에서 이동 기준국을 제1항체(A)로 지칭하고, 사용자를 제2항체(B)로 지칭하여 설명한다.

[0030] 또한, 본 실시예에서는 도 2의 도시와 같이, 복수의 항체(A)(B)들을 항해하는 복수의 선박으로 예시하여 설명한다. 그러나, 꼭 이에 한정되지 않으며, 상기 복수의 항체(A)(B)들이 항공기, 인공위성, 자동차 등과 같은 다양

한 이동 가능한 수단들을 포함할 수 있음은 당연하다.

- [0031] 상기 제1결정모듈(10)은 이동하는 제1항체(A) 즉, 이동 기준국의 위성항법 정보를 제공한다. 이를 위해, 상기 제1결정모듈(10)은 제1항체 위성항법 원시데이터 수신부(11), 제1항체 위성항법 정보 생성부(12) 및 제1항체 위성항법 정보 전송부(13)를 포함한다.
- [0032] 상기 제1항체 위성항법 원시데이터 수신부(11)는 도 2에 도시된 복수의 항법 위성(i)들 중에서 적어도 어느 하나로부터 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터를 수신한다.
- [0033] 상기 제1항체 위성항법 정보 생성부(12)는 제1항체 위성항법 원시데이터 수신부(11)에서 수신된 제1항체 위성항법 원시데이터를 이용하여 제1항체(A)에 대한 위성항법 정보를 생성한다. 상기 제1항체 위성항법 정보는 제1항체(A)가 항법 위성(i)으로부터 수신한 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터와 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터를 이용하여 생성한 보정정보를 포함한다.
- [0034] 참고로, 상기 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터를 이용하여 생성하는 보정정보는 항법 위성(i)으로부터 수신한 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터를 전송에 유리한 형태로 가공한 데이터로 정의한다. 이러한 보정정보는 단순 차분, 성분별 모델링 및 함수를 모두 포함한다.
- [0035] 이러한 제1항체 위성항법 정보 생성부(12)는 제1항체(A) 위성항법 원시데이터를 취합하여 벡터 형태의 보정치로 생성함으로써, 제1항체(A)의 위치를 계산한다. 이를 위해, 상기 제1항체 위성항법 정보 생성부(12)는 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터로부터 DGNSS(Differential GNSS), RTK(Real Time Kinematics), PPP(Precise Point Positioning) 또는 Stand-alone positioning을 포함하는 제1항체(A)에 가용한 위치 결정 방식에 근거하여 제1항체(A)의 위성항법 정보를 생성한다.
- [0036] 상기 제1항체 위성항법 정보 전송부(13)는 생성된 제1항체(A)의 위성항법 정보를 후술할 제2결정모듈(20)로 전송한다. 이러한 제1항체 위성항법 정보 전송부(13)는 자세히 도시되지 않았으나, 안테나와 같은 무선 통신수단을 포함한다.
- [0037] 상기 제2결정모듈(20)은 제1항체(A)로부터 수신한 제1항체(A)의 위성항법 정보, 이동하는 제2항체(B)가 획득한 위성항법 정보 및 제2항체(B)의 위치 정보를 이용하여 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 거리를 계산한다. 즉, 상기 제2결정모듈(20)은 이동 기준국인 제1항체(A)와 무관하게 제2항체(B)의 위치를 기준으로 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 위치를 결정한다. 이러한 제2결정모듈(20)은 제1항체 위성항법 정보 수신부(21), 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부(22), 위치 산출부(23) 및 상대 위치 산출부(24)를 포함한다.
- [0038] 상기 제1항체 위성항법 정보 수신부(21)는 제1결정모듈(10)로부터 제1항체(A)의 위성항법 정보를 수신한다. 이때, 상기 제1항체 위성항법 정보 수신부(21)는 제1결정모듈(10)의 위성항법 정보 전송부(13)와 연결되어 제1항체(A)의 위성항법 정보를 수신한다.
- [0039] 상기 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부(22)는 복수의 항법 위성(i)들 중 어느 하나로부터 제2항체(B)의 제2 위성항법 원시데이터를 수신한다. 보다 바람직하게는, 상기 제1항체 위성항법 원시데이터 수신부(11)와 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부(22)는 모두 동일한 항법 위성(i)으로부터 제1 및 제2항체(A)(B) 각각의 위성항법 원시데이터를 수신받는 것이 좋다.
- [0040] 상기 위치 산출부(23)는 제2항체(B)의 위치 정보를 산출한다. 상기 위치 산출부(23)는 제2항체(B)의 실시간 현재 위치를 산출하며, 장착된 위치 측정 수신수단을 통해 위치를 산출하거나 별도의 위치 산출수단을 통해 제2항체(B)의 위치를 산출한다.
- [0041] 상기 상대 위치 산출부(24)는 제1항체(A)의 위성항법 정보, 제2위성항법 원시데이터 및 제2항체(B)의 위치 정보로부터 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 위치를 계산한다. 이때, 상기 상대 위치 산출부(24)는 상술한 제1항체 위성항법 정보 수신부(21), 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부(22) 및 위치 산출부(23)와 동시에 연결되어 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 위치를 결정한다. 이러한 상대 위치 산출부(24)는 이동 기준국인 제1항체(A)와 무관하게 사용자 항체인 제2항체(B)의 위치를 기준으로 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 위치를 결정한다.
- [0042] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정방법(100)을 도 3 내지 도 5를 참고하여

설명한다.

- [0043] 도 3을 참고하면, 본 발명에 의한 항체 사이의 상대 위치 결정방법(100)은 위성항법 정보 전송단계(110) 및 상대 위치 결정단계(120)를 포함한다.
- [0044] 상기 제1항체(A)의 위성항법 정보 전송단계(110)는 이동 기준국인 제1항체(A)의 제1위성항법 원시데이터로부터 제2항체(B)로 전송하는 제1항체(A)의 위성항법 정보를 생성한다.
- [0045] 이를 위해, 상기 위성항법 정보 전송단계(110)는 도 4의 도시와 같이, 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터 수신단계(111), 제1항체(A)의 위성항법 정보 생성단계(112) 및 제1항체(A)의 위성항법 정보를 상대 위치 결정단계(120)로 전송하는 단계(113)를 포함한다. 여기서, 상기 제1위성항법 원시데이터 수신단계(111)는 도 2와 같은 항법 위성(i)과 연결된 제1항체 위성항법 원시데이터 수신부(11)가 수신하며, 수신된 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터는 제1항체 위성항법 원시데이터 수신부(11)와 연결된 제1항체 위성항법 정보 생성부(12)로 전달되어 제1항체(A)의 위성항법 정보가 생성된다(112). 또한, 상기 생성된 위성항법 정보는 위성항법 정보 전송부(13)로 전달되어 제2결정모듈(20)로 전송된다.
- [0046] 여기서, 상기 제1항체(A)의 위성항법 정보 생성단계(112)는 보정정보 생성단계를 포함하며, DGNSS(Differential GNSS), RTK(Real Time Kinematics), PPP(Precise Point Positioning) 또는 Stand-alone positioning을 포함하는 제1항체(A)에 가용 가능한 위치 결정 방식에 근거하여 제1항체(A)의 위성항법 정보를 생성한다.
- [0047] 상기 상대 위치 결정단계(120)는 이동하는 제2항체(B)를 기준으로 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 위치를 결정한다. 보다 구체적으로, 상기 상대 위치 결정단계(120)는 제1항체(A)의 위성항법 정보, 제2항체(B)의 위성항법 원시데이터 및 제2항체(B)의 위치 정보로부터 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 위치를 계산한다.
- [0048] 이를 위해, 상기 상대 위치 결정단계(120)는 도 5의 도시와 같이, 제1항체(A) 위성항법 정보 수신단계(121), 제2항체(B)의 위성항법 원시데이터 수신단계(122), 제2항체(B)의 위치 정보 계산단계(123) 및 제1 및 제2항체(A)(B)의 상대 위치 계산단계(124)를 포함한다.
- [0049] 상기 위성항법 정보 수신단계(121)는 제1항체(A) 위성항법 정보 전송단계(110)를 통해 생성되어 제1항체 위성항법 정보 전송부(13)를 통해 전송된 제1항체(A)의 위성항법 정보를 제2결정모듈(20)의 제1항체 위성항법 정보 수신부(21)가 수신한다.
- [0050] 상기 제2항체(B)의 위성항법 원시데이터 수신단계(122)는 도 2와 같은 복수의 항법 위성(i)들과 연결된 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부(22)에 의해 제2항체(B)의 제2위성항법 원시데이터가 수신된다. 이때, 상기 제2항체(B)의 위성항법 원시데이터를 제공하는 항법 위성(i)은 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터를 제공하는 항법 위성(i)과 같다.
- [0051] 상기 제2항체(B)의 위치 정보 계산단계(123)는 위치 산출부(23)가 제2항체(B)의 실시간 현재 위치를 계산한다. 이러한 제1항체(A)의 위성항법 정보 수신단계(121), 제2항체(B)의 위성항법 원시데이터 수신단계(122) 및 제2항체(B)의 위치 정보 계산단계(123)는 동시에 이루어짐이 바람직하다.
- [0052] 상기 위성항법 정보 수신단계(121), 제2위성항법 원시데이터 수신단계(122) 및 제2항체(B)의 위치 정보 계산단계(123)를 통해 수집된 제1항체(A)의 위성항법 정보, 제2항체(B)의 제2위성항법 원시데이터 및 제2항체(B)의 위치 정보는 상대 위치 산출부(24)로 전달되어, 제1 및 제2항체(A)(B)의 상대 위치가 계산된다(124). 상기 제1 및 제2항체(A)(B) 상대 위치 계산단계(124)는 다음의 수학적식들을 이용해 최종적으로 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 위치를 계산한다.
- [0053] 우선, 상기 제1 및 제2항체(A)(B) 상대 위치 결정단계(124)는 제1 및 제2항체(A)(B) 각각의 위성항법 원시데이터를 차분하여 제1 및 제2항체(A)(B)와 항법 위성(i) 사이의 거리(d), 제1항체 위성항법 정보 수신부(21) 및 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부(22)의 시간오차(δ)와 잡음을 제외한 나머지 오차를 제거하는 단계를 포함한다. 즉, 하기 수학적식 1을 이용하여 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 차분($\delta\Delta$)을 계산한다.

수학식 1

[0054]

$${}^B\Delta_A \rho^i = \rho_B^i - \rho_A^i = {}^B\Delta_A d^i + {}^B\Delta_A B - {}^B\Delta_A b^i + {}^B\Delta_A \delta \rho^i + {}^B\Delta_A \epsilon^i$$

[0055]

여기서, 상기 ρ 는 코드기반의 의사거리 또는 미지정수가 결정된 반송파 측정치를 모두 포함한다.

[0056]

이러한 수학식 1을 정리하면, 거리(d)와 제1항체 위성항법 원시데이터 수신부(11)의 수신 시간오차(B) 외에 잔차(ϵ)만이 두 측정치 차분식에 남게되어, 하기 수학식 2로 정리된다.

수학식 2

[0057]

$${}^B\Delta_A \rho^i = \rho_B^i - \rho_A^i \approx {}^B\Delta_A d^i + {}^B\Delta_A B + {}^B\Delta_A \epsilon^i$$

[0058]

상기 수학식 2에 의한 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 차분으로부터 도출된 관측 행렬(H)은 하기 수학식 3과 같다.

수학식 3

[0059]

$$H = \begin{pmatrix} \vec{e}^1 - 1 \\ \vdots \\ \vec{e}^n - 1 \end{pmatrix}$$

[0060]

여기서, $\vec{e}$ 는 시선(LOS, Line-of-Sight) 벡터를 나타낸다.

[0061]

이러한 관측행렬(H)의 $\vec{e}$ 는 제2항체(B)의 위치를 기준으로 산출한 각 위성의 시선벡터를 나타내고, 제2항체(B)의 위치는 DGNSS(Differential GNSS), RTK(Real Time Kinematics), PPP(Precise Point Positioning) 또는 Stand-alone positioning 가운데 적어도 하나의 방법에 의하여 결정된다.

[0062]

한편, 근거리에 있는 제1 및 제2항체(A)(B)에서 산출된 항법 위성(i)의 시선 벡터는 거의 유사하므로, 제1 및 제2항체(A)(B)의 관측 행렬 또한 동일하다고 가정하면($H_A \approx H_B$), 제2항체(B) 자신의 위치를 이용한 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대위치 벡터는 하기 수학식 4에 의해 계산된다.

수학식 4

[0063]

$$\vec{x}_{AB} = {}^B\Delta_A \vec{x} = (H_B^T R^{-1} H_B)^{-1} H_B^T R^{-1} {}^B\Delta_A Z$$

[0064]

$$\vec{x}_{AB} = {}^B\Delta_A \vec{x} = (H^T H)^{-1} H^T {}^B\Delta_A Z$$

[0065]

여기서, R은 측정치 공분산 벡터를 나타내고, Z는 제1 및 제2항체(A)(B)의 위성항법 원시데이터를 이용하여 산

출한 측정식을 나타낸다.

[0066]

또한, 상기 제1항체(A)의 위성항법 원시데이터를 이용하여 제1항체(A)의 측정식

$$Z_A = \begin{pmatrix} \hat{d}_A^1 - \rho_A^1 \\ \vdots \\ \hat{d}_A^n - \rho_A^n \end{pmatrix}$$

을 산출하고, 제

2항체(B)의 위성항법 원시데이터를 이용하여 상기 제2항체(B)의 측정식

$$Z_B = \begin{pmatrix} \hat{d}_B^1 - \rho_B^1 \\ \vdots \\ \hat{d}_B^n - \rho_B^n \end{pmatrix}$$

을 산출한다.

[0067]

이로 인해, 상기 제2항체(B)의 위치를 이용한 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대속도 벡터는 하기 수학식 5로 계산된다.

수학식 5

[0068]

$$\dot{\vec{x}}_{AB} = {}_B\Delta_A \dot{\vec{x}} = (H_B^T R^{-1} H_B)^{-1} H_B^T R^{-1} {}_B\Delta_A \dot{\vec{Z}}$$

[0069]

여기서, $\dot{\vec{Z}}$ 은 의사거리 변화율 또는 시간 차분, 반송파 측정치 변화율 또는 시간 차분, 도플러 측정치에 의해 산출된 값을 모두 포함한다.

[0070]

상기와 같이, 이동 가능한 제1 및 제2항체(A)(B) 사이의 상대 위치를 사용자인 제2항체(B)의 위치를 이용하여 계산한다(124).

[0071]

[0072]

참고로, 상기 제1 및 제2결정모듈(10)(20)은 제1 및 제2항체(A)(B)에 모두 마련되어, 선택적으로 이동 기준국 또는 사용자 가운데 적어도 하나의 모드로 설정 가능하다. 뿐만 아니라, 상기 제1 및 제2항체(A)(B)는 도시된 2개의 예로 한정되지 않으며 복수개 마련될 수 있음에 따라, 복수의 항체들이 동시에 이동 기준국과 사용자 모드로 설정될 수도 있다. 즉, 복수의 항체들 중 어느 한 쌍은 서로 이동 기준국과 사용자로 지정되어 상대 위치를 결정함과 동시에, 운항하는 다른 한 쌍의 항체도 서로 이동 기준국과 사용자로 지정될 수 있다. 또한, 어느 한 항체가 다른 사용자로 설정된 다른 항체의 이동 기준국으로 설정됨과 아울러, 이동 기준국으로 설정된 또 다른 항체의 사용자로 설정될 수도 있다.

[0073]

뿐만 아니라, 상기 제1항체(A) 및 제2항체(B)가 한 개씩 마련되는 방식(1:1)과, 제1항체(A)가 한 개 마련되고 제2항체(B)가 복수개 마련되는 방식(1:다수)과, 제1항체(A)가 복수개 마련되고 제2항체(B)가 한 개 마련되는 방식(다수:1)과, 제1항체(A)와 제2항체(B)가 복수개씩 마련되는 방식(다수:다수) 가운데 어느 하나를 포함하는 다양한 변형예가 가능하다.

[0074]

상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0075]

1: 상대 위치 결정시스템

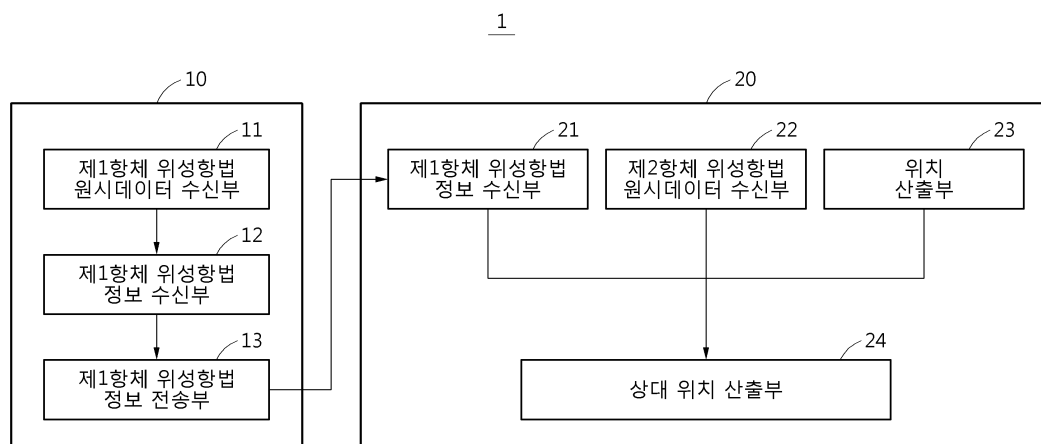
10: 제1결정모듈

11: 제1항체 위성항법 원시데이터 수신부

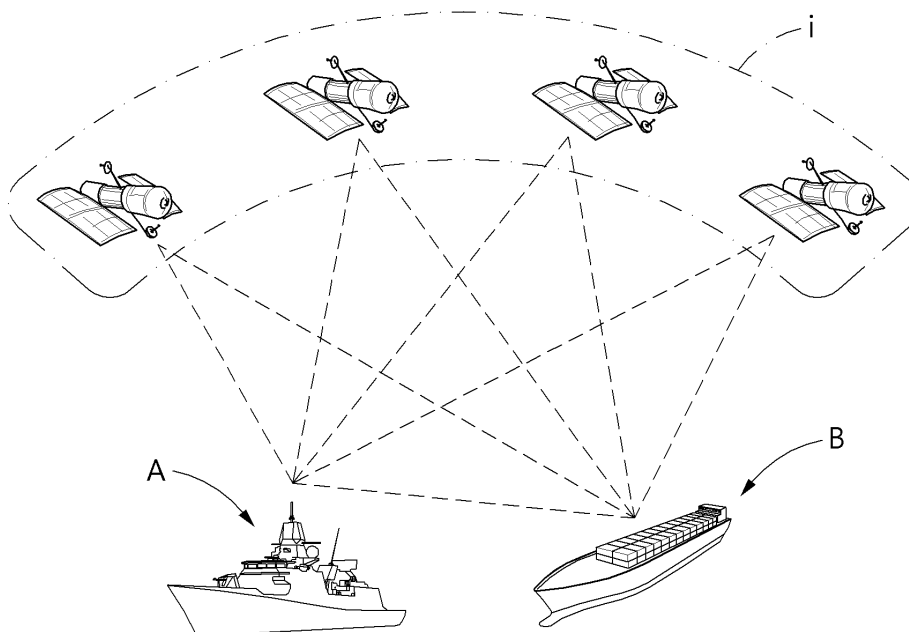
- 12: 제1항체 위성항법 정보 생성부
- 13: 제1항체 위성항법 정보 전송부
- 20: 제2결정모듈
- 21: 제1항체 위성항법 정보 수신부
- 22: 제2항체 위성항법 원시데이터 수신부
- 23: 위치 산출부
- 24: 상대 위치 산출부

도면

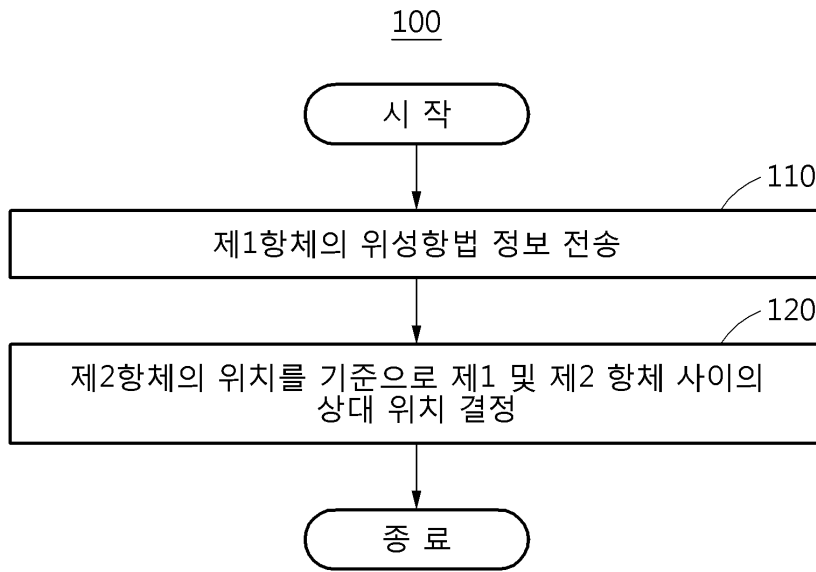
도면1



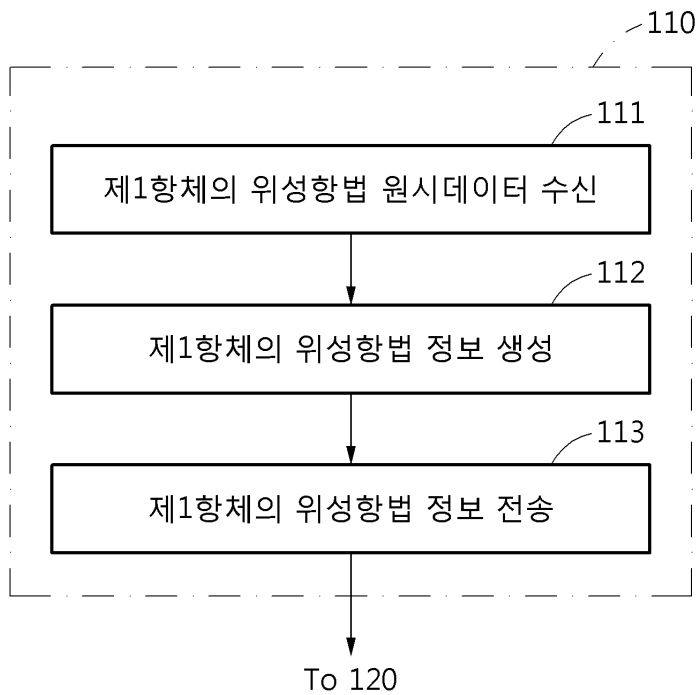
도면2



도면3



도면4



도면5

