



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월11일
(11) 등록번호 10-2020746
(24) 등록일자 2019년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/42 (2010.01) G01S 5/02 (2010.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/42 (2013.01)
G01S 5/021 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0034306
(22) 출원일자 2019년03월26일
심사청구일자 2019년03월26일
(30) 우선권주장
1020180172184 2018년12월28일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP2015064245 A*
KR100976965 B1*
KR101438289 B1
KR1020070070714 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
박병운
서울특별시 강서구 우장산로 92, 104동 702호(화곡동, 우장산롯데아파트)
윤효중
서울특별시 중랑구 상봉로28길 58, 301호(망우동)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 변영석

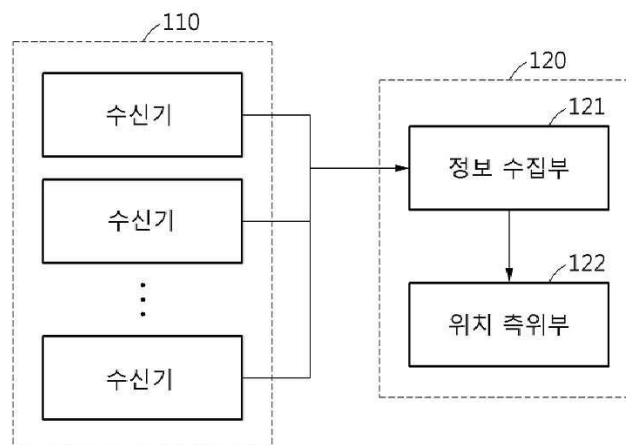
(54) 발명의 명칭 위성항법 수신기 네트워크를 이용한 비행체 탐지 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 위성항법 수신기 네트워크를 이용한 비행체 탐지 시스템 및 방법 에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 비행체 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 정보 수집부 및 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 수집된 방위각 정보와 고도각 정보에 대응되는 비행체의 위치 좌표를 산출하는 위치 측위부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1

100



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711075702
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율	1/1
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 비행체 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 정보 수집부 및

상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 수집된 상기 방위각 정보와 상기 고도각 정보에 대응되는 상기 비행체의 위치 좌표를 산출하는 위치 측위부

를 포함하고,

상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각은

복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호가 미수신되거나, 상기 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호의 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR)가 기설정된 임계값 이하로 저하되는 이상현상이 감지되면, 상기 각각의 수신기와 상기 이상현상이 감지된 위성 사이에 상기 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 상기 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 상기 이상현상이 감지된 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출하는 비행체 탐지 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 비행체의 위치 좌표는

상기 비행체의 위치를 상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에 대하여 East-North-Up(ENU) 방향의 상대좌표로 표현하는 좌표인 것을 특징으로 하는

비행체 탐지 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 위치 측위부는

상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기로부터 상기 비행체의 위치까지의 상대 거리를 산출하고, 상기 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보와 고도각 정보에 상기 산출된 상대 거리를 반영하여 상기 비행체의 위치 좌표를 산출하는

비행체 탐지 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 정보 수집부는

상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에서만 상기 의심 지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하면, 상기 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보에 기초하여 가용 방위각 검색

범위를 설정하고,

상기 가용 방위각 검색 범위에 기초하여 상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 다른 하나의 수신기에서의 검출 방위각 검색 범위를 설정하는

비행체 탐지 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 정보 수집부는

상기 어느 하나의 수신기에서 상기 의심지점의 판단을 위한 상기 이상현상의 감지 시간을 기준으로 기설정된 시간 범위에서 상기 검출 방위각 검색 범위 내에서 검출되는 상기 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는

비행체 탐지 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 정보 수집부는

상기 비행체 탐지를 위해 기설정된 상기 어느 하나의 수신기에서의 최소 반경값을 상기 가용 방위각 검색 범위에 반영하여 산출되는 좌표에 기초하여 상기 검출 방위각 검색 범위의 방위각 최소 한계치를 설정하고,

상기 가용 방위각 검색 범위의 방위각 최대 한계치와 평행한 방위각을 상기 검출 방위각 검색 범위의 방위각 최대 한계치로 설정하는

비행체 탐지 시스템.

청구항 9

적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서 비행체 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 산출하는 단계;

정보 수집부에서 상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 상기 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 단계 및

위치 측위부에서 상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 수집된 상기 방위각 정보와 상기 고도각 정보에 대응되는 상기 비행체의 위치 좌표를 산출하는 단계

를 포함하고,

상기 방위각 정보와 고도각 정보를 산출하는 단계는

상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서, 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호가 미수신되거나, 상기 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호의 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR)가 기설정된 임계값 이하로 저하되는 이상 현상이 감지되면, 상기 각각의 수신기와 상기 이상 현상이 감지된 위성 사이에 상기 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 상기 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 상기 이상 현상이 감지된 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출하는 비행체 탐지 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 비행체의 위치 좌표를 산출하는 단계는

상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기로부터 상기 비행체의 위치까지의 상대 거리를 산출하고, 상기 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보와 고도각 정보에 상기 산출된 상대 거리를 반영하여 상기 비행체의 위치 좌표를 산출하는

비행체 탐지 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 단계는

상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에서만 상기 의심 지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하면, 상기 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보에 기초하여 가용 방위각 검색 범위를 설정하고, 상기 가용 방위각 검색 범위에 기초하여 상기 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 다른 하나의 수신기에서의 검출 방위각 검색 범위를 설정하는

비행체 탐지 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 단계는

상기 어느 하나의 수신기에서 상기 의심지점의 판단을 위한 상기 이상현상의 감지 시간을 기준으로 기설정된 시간 범위에서 상기 검출 방위각 검색 범위 내에서 검출되는 상기 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는

비행체 탐지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비행체 탐지 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 위성항법 수신기 네트워크를 이용하여 비행체를 탐지하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 무인 비행체(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)의 위치 감시를 위하여 가장 보편적으로 사용하는 기술은 레이더로, 지상에 설치된 전파장치에서 강한 전자파를 발사하고 그것이 물체에 맞고 반사되어 되돌아 오는 전자파를 분석하여 대상물과의 거리를 측정한다.

[0003] 일반적으로 레이더에 파장이 긴 저주파를 사용하면 전파의 감쇄가 작고 먼 곳까지 탐지할 수가 있지만 정밀한 측정이 되지 않아 해상도는 나빠진다. 반대로 파장이 짧은 고주파는 공기중에 포함되는 수증기, 눈, 비 등에 흡수 또는 반사되기 쉽기 때문에 감쇄가 커서 먼 곳까지 탐지하지 못하지만 높은 해상도를 얻을 수가 있다.

[0004] 따라서 대공 레이더, 대지 레이더 등 원거리의 목표물을 빨리 발견할 필요성이 있는 경우에는 저주파의 전파를 사용하고 사격관제레이더 등 목표의 형태나 크기 등을 정밀하게 측정할 필요성이 있는 경우에는 고주파의 전파를 사용하는 것이 적합하다.

[0005] 그러나 항공기들 특히 군용기의 경우 이러한 피탐지를 회피하기 위하여 항공기의 표면을 빛을 전면적으로 반사하는 재질로 만든다거나, 빛을 흡수 또는 소멸시키는 스텔스(Stealth) 기능을 추가하기도 하여 레이더의 탐지 기능을 무력화하기도 하고, 레이더의 원리를 역으로 이용하여 잘못된 반사 신호를 인가하여 재밍을 유발하여 무력화시키기도 한다.

[0006] 이러한 기존 레이더의 한계를 극복하기 위하여 여러 차례 지표로 빔을 방사하고 반사되어 수신된 신호에서 감지

되는 도플러 주파수의 상대적 변화 특성을 이용하면, 극초단파 영역의 주파수 사용으로 기후 환경에 영향을 받지 않고 육상과 바다 등 지표의 형태와 무관하게 고분해능 정밀 이미지를 획득할 수 있는데, 이러한 방법을 SAR(Synthetic Aperture Radar)라고 한다. 그러나 고출력 SAR은 시스템이 커지고 비용이 크게 증가한다는 단점이 있다.

[0007] 따라서, 상술한 문제들을 해결하고 SAR의 크기와 무게, 비용을 절감하여 드론에 탑재할 수준으로 소형화시키고, 자신의 위치를 노출시키지 않으며, 은밀하게 표적이나 주변 지형을 이미지화하기 위하여 바이스태틱 합성 개구 레이더 탐지 방법이 개발되기도 하였다.

[0008] 이는 GNSS 위성의 송신 신호(신호1)와 송신 신호가 표적에 의해 반사된 반사 신호(신호2)를 수신하여 표적을 이미지로 형상화하고 추적할 수 있는 방법으로, 위성에서 직접 송출된 항법 신호와 임의의 대상물로부터 반사되어 송출된 항법신호를 자기상관함수로 비교함으로써 SAR 이미지를 생성하고 이를 통해 지형을 형상화하는 발명이다.

[0009] 그러나 상술한 발명의 적용 및 구현을 위해서는 반사된 신호2를 수신용 특수 안테나가 필요하고, 신호1과 신호2의 신호상관기가 필요하므로 발명을 위한 전용 수신기가 특수 제작되어야 한다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1438289호, "복합 항법 장치를 이용한 고도정보 획득 시스템"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 특수 제작된 수신기가 아닌, 일반 측위용 GNSS 수신기만으로도 효과적으로 임의의 대상체를 감지할 수 있으므로 현재 기 구축된 위성항법시스템 기준국과 수신기의 활용이 가능한 비행체 탐지 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.

[0012] 본 발명은 GNSS 위성으로부터 수신한 데이터만을 사용하므로 감시 시스템의 위치가 노출되지 않는 비행체 탐지 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.

[0013] 본 발명은 일반 측위용 GNSS 수신기를 사용하므로 드론에 탑재할 수 있는 수준으로 소형화가 가능할 뿐 아니라, 이동형 기준국과 네트워크를 구현할 수 있는 비행체 탐지 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 일 실시예에 따른 비행체 탐지 시스템은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 비행체 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 정보 수집부 및 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 수집된 방위각 정보와 고도각 정보에 대응되는 비행체의 위치 좌표를 산출하는 위치 측위부를 포함할 수 있다.

[0015] 일측에 따르면, 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각은 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호가 미수신되는 이상현상이 감지되면, 각각의 수신기와 미수신된 신호를 송신하는 위성 사이에 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 미수신된 신호를 송신하는 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.

[0016] 일측에 따르면, 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각은 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호의 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR)가 기설정된 임계값 이하로 저하되는 이상현상이 감지되면, 각각의 수신기와 저하된 신호를 송신하는 위성 사이에 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 저하된 신호를 송신하는 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.

[0017] 일측에 따르면, 비행체의 위치 좌표는 비행체의 위치를 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에 대하여 East-North-Up(ENU) 방향의 상대좌표로 표현하는 좌표일 수 있다.

- [0018] 일측에 따르면, 위치 측위부는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기로부터 비행체의 위치까지의 상대 거리를 산출하고, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보와 고도각 정보에 산출된 상대 거리를 반영하여 비행체의 위치 좌표를 산출할 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 정보 수집부는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에서만 의심 지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하면, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보에 기초하여 가용 방위각 검색 범위를 설정하고, 가용 방위각 검색 범위에 기초하여 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 다른 하나의 수신기에서의 검출 방위각 검색 범위를 설정할 수 있다.
- [0020] 일측에 따르면, 정보 수집부는 어느 하나의 수신기에서 의심지점의 판단을 위한 이상현상의 감지 시간을 기준으로 기설정된 시간 범위에서 검출 방위각 검색 범위 내에서 검출되는 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집할 수 있다.
- [0021] 일측에 따르면, 정보 수집부는 비행체 탐지를 위해 기설정된 어느 하나의 수신기에서의 최소 반경값을 가용 방위각 검색 범위에 반영하여 산출되는 좌표에 기초하여 검출 방위각 검색 범위의 방위각 최소 한계치를 설정하고, 가용 방위각 검색 범위의 방위각 최대 한계치와 평행한 방위각을 검출 방위각 검색 범위의 방위각 최대 한계치로 설정할 수 있다.
- [0022] 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서 비행체 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 산출하는 단계와, 정보 수집부에서 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 단계 및 위치 측위부에서 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 수집된 방위각 정보와 고도각 정보에 대응되는 비행체의 위치 좌표를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 일측에 따르면, 방위각 정보와 고도각 정보를 산출하는 단계는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호가 미수신되는 이상현상이 감지되면, 각각의 수신기와 미수신된 신호를 송신하는 위성 사이에 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 미수신된 신호를 송신하는 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.
- [0024] 일측에 따르면, 방위각 정보와 고도각 정보를 산출하는 단계는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호의 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR)가 기설정된 임계값 이하로 저하되는 이상현상이 감지되면, 각각의 수신기와 저하된 신호를 송신하는 위성 사이에 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 저하된 신호를 송신하는 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.
- [0025] 일측에 따르면, 비행체의 위치 좌표를 산출하는 단계는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기로부터 비행체의 위치까지의 상대 거리를 산출하고, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보와 고도각 정보에 산출된 상대 거리를 반영하여 비행체의 위치 좌표를 산출할 수 있다.
- [0026] 일측에 따르면, 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 단계는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에서만 의심 지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하면, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보에 기초하여 가용 방위각 검색 범위를 설정하고, 가용 방위각 검색 범위에 기초하여 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 다른 하나의 수신기에서의 검출 방위각 검색 범위를 설정할 수 있다.
- [0027] 일측에 따르면, 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하는 단계는 어느 하나의 수신기에서 의심지점의 판단을 위한 이상현상의 감지 시간을 기준으로 기설정된 시간 범위에서 검출 방위각 검색 범위 내에서 검출되는 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집할 수 있다.
- 발명의 효과**
- [0028] 일실시예에 따르면, 특수 제작된 수신기가 아닌, 일반 측위용 GNSS 수신기만으로도 효과적으로 임의의 대상체를 감지할 수 있으므로 현재 기 구축된 위성항법시스템 기준국과 수신기를 활용하여 비행체를 탐지할 수 있다.
- [0029] 일실시예에 따르면, GNSS 위성으로부터 수신한 데이터만을 사용하므로 감시 시스템의 위치가 노출되지 않고 비행체를 탐지할 수 있다.
- [0030] 일실시예에 따르면, 일반 측위용 GNSS 수신기를 사용하므로 드론에 탑재할 수 있는 수준으로 소형화가 가능할 뿐 아니라, 이동형 기준국과 네트워크 구현을 통해 비행체를 탐지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2a 내지 도 2c는 GNSS 수신기를 이용하여 비행체를 탐지하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3a 내지 도 3b는 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템에서 비행체의 위치 좌표를 산출하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4a 내지 도 4c는 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템에서 비행체의 위치 좌표를 산출하는 다른 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0033] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0034] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0035] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0036] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0037] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0039] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0041] 도 1은 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0042] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템(100)은 특수 제작된 수신기가 아닌, 일반 측위용 GNSS 수신기만으로도 효과적으로 임의의 대상체를 감지할 수 있으므로 현재 기 구축된 위성항법시스템 기준국과 수신기를 활용하여 비행체를 탐지할 수 있다.
- [0043] 또한, 비행체 탐지 시스템(100)은 GNSS 위성으로부터 수신한 데이터만을 사용하므로 감시 시스템의 위치가 노출

되지 않고 비행체를 탐지할 수 있다.

- [0044] 또한, 비행체 탐지 시스템(100)은 일반 측위용 GNSS 수신기를 사용하므로 드론에 탑재할 수 있는 수준으로 소형화가 가능할 뿐 아니라, 이동형 기준국과 네트워크 구현을 통해 비행체를 탐지할 수 있다.
- [0045] 이를 위해, 비행체 탐지 시스템(100)은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 및 비행체 탐지 장치(120)를 포함할 수 있다.
- [0046] 또한, 비행체 탐지 장치(120)는 정보 수집부(121) 및 위치 측위부(122)를 포함할 수 있다.
- [0047] 구체적으로, 일실시예에 따른 정보 수집부(121)는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 각각으로부터 비행체의 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집할 수 있다.
- [0048] 예를 들면, 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110)는 기준국 및 이동형 기준국 중 적어도 하나 이상을 포함될 수 있으나, 이에 한정되지 않고 다양한 종류의 GNSS(Global Navigation Satellite System) 수신기를 포함될 수도 있다.
- [0049] 이하에서 설명하는 예시에서 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110)는 2개의 수신기(수신기A, 수신기B)만을 이용하여 설명하나, 수신기의 개수는 이에 한정되지 않고 N개(여기서, N은 1 이상의 자연수)의 수신기를 포함할 수 있다.
- [0050] 또한, 비행체는 드론과 같은 무인 비행체(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 다양한 종류의 비행체가 포함될 수도 있다.
- [0051] 일측에 따르면, 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 각각은 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호가 미수신되는 이상현상이 감지되면, 각각의 수신기와 미수신된 신호를 송신하는 위성 사이에 의심지점이 위치하는 것으로 판단할 수 있다.
- [0052] 또한, 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 각각은 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 미수신된 신호를 송신하는 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.
- [0053] 일측에 따르면, 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 각각은 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호의 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR)가 기설정된 임계값 이하로 저하되는 이상현상이 감지되면, 각각의 수신기와 저하된 신호를 송신하는 위성 사이에 의심지점이 위치하는 것으로 판단할 수 있다.
- [0054] 또한, 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 각각은 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 저하된 신호를 송신하는 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.
- [0055] 다시 말해, 일실시예에 따른 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 각각은 복수의 위성들과 연결될 수 있고, 복수의 위성들 중 어느 하나의 위성으로부터 이상현상이 감지되면, 이상현상이 감지된 위성고 수신기 사이의 위치에 비행체의 의심지점이 존재하는 것으로 판단할 수 있다.
- [0056] 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 각각에서 의심지점에 대한 정보를 산출하는 예시는 이후 실시예 도 3a 내지 도 3b를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0057] 일실시예에 따른 위치 측위부(122)는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 각각으로부터 수집된 방위각 정보와 고도각 정보에 대응되는 비행체의 위치 좌표를 산출할 수 있다.
- [0058] 예를 들면, 위치 측위부(122)는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110)로부터 동일한 이상현상 감지시간에 산출된 방위각 정보와 고도각 정보에 대응되는 비행체의 위치 좌표를 산출할 수 있다.
- [0059] 일측에 따르면, 비행체의 위치 좌표는 비행체의 위치를 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 중 어느 하나의 수신기에 대하여 East-North-Up(ENU) 방향의 상대좌표로 표현하는 좌표일 수 있다.
- [0060] 다시 말해, 비행체의 위치 좌표는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110)가 수신기A와 수신기B인 경우, 수신기A에 대한 상대좌표일 수 있다.
- [0061] 일측에 따르면, 위치 측위부(122)는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기(110) 중 어느 하나의 수신기로부터 비행체의 위치까지의 상대 거리를 산출하고, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보와 고도각 정보에 산출된 상대 거리를 반영하여 비행체의 위치 좌표를 산출할 수 있다.
- [0062] 위치 측위부(122)에서 비행체의 위치 좌표를 산출하는 예시는 이후 실시예 도 3a 내지 도 3b를 통해 보다 구체

적으로 설명하기로 한다.

- [0063] 한편, 정보 수집부(121)는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에서만 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하면, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보에 기초하여 가용 방위각 검색 범위를 설정할 수 있다.
- [0064] 또한, 정보 수집부(122)는 가용 방위각 검색 범위에 기초하여 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 다른 하나의 수신기에서의 검출 방위각 검색 범위를 설정할 수 있다.
- [0065] 예를 들면, 정보 수집부(121)는 수신기A에서 의심 지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보가 수집되고, 수신기B에서는 의심 지점에 대응되는 정보를 수집되지 않으면, 수신기A에 대한 가용 방위각 검색 범위를 설정하고, 설정된 가용 방위각 검색 범위와의 기하학적인 관계를 이용하여 수신기B에 대한 검출 방위각 검색 범위를 설정할 수 있다.
- [0066] 또한, 정보 수집부(121)는 어느 하나의 수신기에서 의심지점의 판단을 위한 이상현상의 감지시간을 기준으로 기 설정된 시간 범위에서 검출 방위각 검색 범위 내에서 검출되는 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집할 수 있다.
- [0067] 다시 말해, 정보 수집부(121)는 수신기A에서 의심 지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보가 수집되고, 수신기B에서는 의심 지점에 대응되는 정보를 수집되지 않으면, 수신기A에서의 이상현상의 감지시간을 전후로 기 설정된 시간 범위에서 검출 방위각 검색 범위를 통해 수신기B에서 감지되는 의심지점에 대한 정보를 수집할 수 있다.
- [0068] 가용 방위각 검색 범위와 검출 방위각 검색 범위를 설정하고, 설정된 검출 방위각 검색 범위를 통해 의심지점에 대한 정보를 수집하는 예시는 이후 실시예 도 4a 내지 4c를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0069] 일측에 따르면, 비행체 탐지 시스템(100)은 기존 레이더 또는 SAR(Synthetic Aperture Radar)과 같은 탐색수단과 연계하여 사용될 수도 있다.
- [0070] 예를 들면, 비행체 탐지 시스템(100)은 수신기A에서 이상현상이 검출된 방위각과 고도각 방향으로 레이더를 타겟팅함으로써 레이더의 검색 공간을 제한시켜 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0071] 또한, 비행체 탐지 시스템(100)은 적어도 둘 이상의 수신기가 이상현상을 동시에 발견하여 확인한 비행체의 위치 또는 서로 다른 비행체의 위치에서 발견한 현상을 연속적으로 연계하여 비행체의 위치를 기준으로 기존의 탐색 방법을 적용할 수도 있다.
- [0073] 도 2a 내지 도 2c는 GNSS 수신기를 이용하여 비행체를 탐지하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- [0074] 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 참조부호 210은 일반적인 GNSS 시스템을 나타내고, 참조부호 220은 수신기에서 복수의 위성으로부터 수신되는 신호를 추적하는 예시를 나타내며, 참조부호 230은 이상현상이 감지된 위성으로부터 송신되는 신호의 시간에 따른 세기 변화를 나타낸다.
- [0075] 일반적인 GNSS 시스템의 수신기는 LOS(Line-of-sight)가 확보된 위성으로부터 측정치를 수신한 후, 수신한 측정치의 시선벡터로부터 항법방정식을 산출하여 측위를 수행할 수 있다.
- [0076] 일반적으로 수신기는 주변의 지형 지물에 의하여 시선방향이 가려지지 않은 경우 기본적으로 모두 측정치 방정식에 활용되나, 저양각 위성의 경우 신호 품질이 양호하지 않으므로 일정 각도 이하의 측정치는 일반적으로 모두 마스킹(Masking) 처리할 수 있다.
- [0077] 이러한 저양각 위성으로부터 수신된 측정치의 경우 측정치의 유입과 누락이 반복되거나 신호대잡음비(Signal Noise Ratio; SNR)로 대표되는 신호품질의 저하가 대표적인 특징으로 나타날 수 있다.
- [0078] 한편, 참조부호 210에 도시된 것과 같이, 비행체가 위성의 시선 방향을 가리는 경우에는 고도각이 높더라도 LOS를 완벽하게 방해하여 신호가 유입되지 않거나, 비행체에 반사된 신호가 유입됨으로써 SNR 값이 급격히 저하되는 이상현상이 발생될 수 있다.
- [0079] 다시 말해, 참조부호 210에 도시된 것과 같이 수신기와 위성#2 사이에 비행체가 위치하여 위성의 시선 방향을 가리는 경우에, 수신기는 참조부호 220에 도시된 것과 같이 위성#2의 신호 추적이 일시적으로 중단되는 이상현상을 감지할 수 있다.
- [0080] 일측에 따르면, 수신기는 비행체가 위성#2의 시선방향을 직접 가리지 않는다고 하더라도, 비행체에 의해 멀티

패스(Multi-path)가 유발될 수 있으므로 참조부호 230에 도시된 것과 같이 신호 세기값이 갑자기 저하되는 이상 현상을 감지할 수도 있다.

[0081] 한편, 수신기는 이상현상이 감지된 시점에서 신호가 수신되지 않더라도 수신기에서 제공하는 NMEA(National Marine Electronics Association)의 GPGSV의 방위각, 고도각 정보를 그대로 활용함으로써 비행체에 의하여 가려지거나 품질이 열화 된 위성의 고도각과 방위각을 산출할 수 있다.

[0082] 또한, 수신기는 하기 수학식1을 통해 신호가 미수신된 시점의 위성의 위치를 산출할 수도 있다.

[0083] [수학식1]

$$\vec{R}^i(t) = \vec{R}^i(t_0) + \vec{V}^i(t_0) \cdot (t - t_0)$$

[0085] 여기서, t_0 는 위성으로부터 신호가 수신된 시간, t 는 현재 시간, $\vec{R}^i(t_0)$ 는 Navigation Message에 포함되어 있는 궤도 정보로 정확하게 산출한 위성의 위치, $\vec{V}^i(t_0)$ 는 위성의 속도 성분이다.

[0086] 또한, 수학식1을 통해 산출된 위성과 수신기 좌표 간의 관계를 통해 해당 위성의 방위각과 고도각을 산출하는데, 통상적으로 사용되는 방위각과 고도각 산출 관계식을 이용할 수 있다.

[0088] 도 3a 내지 도 3b는 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템에서 비행체의 위치 좌표를 산출하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.

[0089] 도 3a 내지 도 3b를 참조하면, 참조부호 310은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서 비행체 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 산출하는 예시를 나타내고, 참조부호 320은 위성항법 수신기 각각으로부터 수집된 방위각 정보와 고도각 정보에 대응되는 비행체의 위치 좌표를 산출하는 예시를 나타낸다.

[0090] 구체적으로, 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각은 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호에 따른 이상현상이 감지되면, 이상현상에 대응되는 하나 이상의 위성과 수신기 사이에 비행체 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 판단 결과에 대응하여 이상현상에 대응되는 하나 이상의 위성에 대한 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.

[0091] 예를 들면, 이상현상은 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호가 미수신되는 현상 또는 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호의 신호대잡음비가 기설정된 임계값 이하로 저하되는 현상일 수 있다.

[0092] 보다 구체적인 예를 들면, 참조부호 310에 도시된 것과 같이, 수신기A는 비행체가 전파 수신을 방해한 위성#2의 방위각 정보(Az_A)와 고도각 정보(El_A)를 산출하고, 수신기B는 비행체가 전파 수신을 방해한 위성#1의 방위각 정보(Az_B)와 고도각 정보(El_B)를 산출할 수 있다.

[0093] 한편, 도 1의 위치 측위부는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기로부터 비행체의 위치까지의 상대 거리를 산출하고, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보와 고도각 정보에 산출된 상대 거리를 반영하여 비행체의 위치 좌표를 산출할 수 있다.

[0094] 예를 들면, 비행체의 위치 좌표는 비행체의 위치를 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에 대하여 East-North-Up(ENU) 방향의 상대좌표로 표현하는 좌표일 수 있다.

[0095] 보다 구체적인 예를 들면, 참조부호 320에 도시된 것과 같이 위치 측위부는 수신기A와 수신기B 각각으로부터 비행체의 위치까지의 상대 거리(R_A , R_B)를 각각 산출하고, 수신기A와 수신기B 각각으로부터 수집한 방위각 정보(Az_A , Az_B)와 고도각 정보(El_A , El_B)에 산출된 상대 거리(R_A , R_B)를 각각 반영하여 비행체의 위치 좌표(E^U, N^U, U^U)를 산출할 수 있다.

[0096] 예를 들면, 수신기A에 대하여 East-North-Up (ENU) 방향의 상대좌표로 표현된 비행체의 위치 좌표(E^U, N^U, U^U)는 하기 수학식2를 통해 도출될 수 있다.

[0097] [수학식2]

$$\begin{pmatrix} E^U \\ N^U \\ U^U \end{pmatrix} = R_A \begin{pmatrix} \sin Az_A \cos El_A \\ \cos Az_A \cos El_A \\ \sin El_A \end{pmatrix}$$

[0098]

$$\begin{pmatrix} E^U \\ N^U \\ U^U \end{pmatrix} = R_B \cdot {}^B C^A \begin{pmatrix} \sin Az_B \cos El_B \\ \cos Az_B \cos El_B \\ \sin El_B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E_B \\ N_B \\ U_B \end{pmatrix}$$

[0099]

[0100] 여기서, (E^U, N^U, U^U) 는 수신기A에 대하여 수신기 A의 좌표 기준의 ENU 방향의 상대좌표로 표현된 비행체의 위치 좌표, (E_B, N_B, U_B) 는 수신기A에 대하여 수신기A의 좌표 기준의 ENU 방향의 상대좌표로 표현된 수신기B의 위치 좌표, R_A 는 수신기A에서 비행체의 위치까지의 상대 거리, R_B 는 수신기B에서 비행체의 위치까지의 상대 거리, Az_A 는 수신기A로부터 수집한 방위각 정보, Az_B 는 수신기B로부터 수집한 방위각 정보, El_A 는 수신기A로부터 수집한 고도각 정보, El_B 는 수신기B로부터 수집한 고도각 정보이다. ${}^B C^A$ 는 수신기 B 위치 기준의 ENU 방향의 좌표계를 수신기 A 위치 기준의 ENU 방향 좌표계로 변환하는 회전변환행렬을 의미한다.

[0101] 수학식2를 동시에 만족하는 R_A 와 R_B 는 하기 수학식3에 대입하여 산출할 수 있으며, 수학식3을 통해 산출된 R_A 와 R_B 를 다시 수학식2에 대입하여 최종적인 비행체의 위치 좌표 (E^U, N^U, U^U) 를 산출할 수 있다.

[0102] [수학식3]

$$R_A \begin{pmatrix} \sin Az_A \cos El_A \\ \cos Az_A \cos El_A \\ \sin El_A \end{pmatrix} = R_B \cdot {}^B C^A \begin{pmatrix} \sin Az_B \cos El_B \\ \cos Az_B \cos El_B \\ \sin El_B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E_B \\ N_B \\ U_B \end{pmatrix}$$

[0103]

[0104] 한편, A, B의 기준국 좌표를 이용하여 (E_B, N_B, U_B) 와 ${}^B C^A$ 계산이 가능하므로, R_A 와 R_B 는 하기 수학식4와 같은 형태의 선형 방정식을 통해 산출될 수도 있다.

[0105] [수학식4]

$$\begin{pmatrix} \sin Az_A \cos El_A \\ \cos Az_A \cos El_A \\ \sin El_A \end{pmatrix} \cdot {}^B C^A \begin{pmatrix} \sin Az_B \cos El_B \\ \cos Az_B \cos El_B \\ \sin El_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_A \\ R_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_B \\ N_B \\ U_B \end{pmatrix}$$

[0106]

[0107] 수학식4는 수신기의 개수가 2개인 경우를 산정한 수학식으로, 수신기가 3개 이상인 경우에도 수신기의 개수만큼 차수를 늘려 적용될 수 있다.

[0109] 도 4a 내지 도 4c는 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템에서 비행체의 위치 좌표를 산출하는 다른 예시를 설명하기 위한 도면이다.

[0110] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 참조부호 410은 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템에서 가용 방위각 검색 범위를 설정하는 예시를 나타내고, 참조부호 420은 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템에서 검출 방위각 검색 범위를 설정하는 예시를 나타내며, 참조부호 430은 검출 방위각 검색 범위를 이용하여 비행체의 위치를 산출하는 예시를 나타낸다.

[0111] 구체적으로, 도 1의 정보 수집부는 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에서만 비행체 의 심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하면, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보에 기초하여 가용 방위각 검색 범위를 설정할 수 있다.

[0112] 또한, 정보 수집부는 어느 하나의 수신기에서 의심지점의 판단을 위한 이상현상의 감지 시간을 기준으로 기설정된 시간 범위를 설정할 수 있다.

[0113] 다시 말해, 정보 수집부는 특정 시간(t)에 수신기A와 수신기B 중 수신기A에서만 비행체 의심지점에 대한 이상현상이 감지되고, 수신기B에서는 이상현상이 감지되지 않으면, 참조부호 410에 도시된 것과 같이 수신기A에서의 가용 방위각 검색 범위를 설정하고, 특정 시간(t) 전/후의 측정치 이상현상을 검색함으로써, 탐색 대상인 비행

체의 이동 경로를 추정할 수 있다.

[0114] 보다 구체적으로, 참조부호 410에서 $Az_z(t) - \delta Az_z$ 와 $Az_z(t) + \delta Az_z$ 는 특정 시간(t)에 이상현상에 대응되는 비행체가 이동할 수 있는 수신기A의 가용 방위각 검색 범위의 최소 한계치와 최대 한계치일 수 있다.

[0115] 한편, 비행체가 최소 반경 내에서 수평방향으로 이동했다고 가정 했을 때, 기설정된 시간 변화(Δt) 이후 가용 방위각 검색 범위의 최대 한계치 $\delta Az_z(t + \Delta t)$ 는 하기 수학식5를 통해 도출될 수 있다.

[0116] [수학식5]

$$\delta Az_z(t + \Delta t) = \frac{V_{\max}}{R_{\min}} \Delta t$$

[0117]

[0118] 여기서, V_{\max} 는 이상현상에 대응되는 비행체의 최대속도, R_{\min} 는 감시체계에서 비행체 탐지를 위한 최소 반경값을 나타낸다.

[0119] 즉, $t + \Delta t$ 시간에 수신기A에서 탐지하지 못한 비행체의 위치 좌표 ($E^U(t + \Delta t), N^U(t + \Delta t), U^U(t + \Delta t)$)는 하기 수학식6을 통해 도출되는 $t + \Delta t$ 시간에 대응되는 수신기A에서의 가용 방위각 검색 범위 내에 위치할 수 있다.

[0120] [수학식6]

$$Az_z(t) - \delta Az_z(t + \Delta t) \leq Az_z(t + \Delta t) \leq Az_z(t) + \delta Az_z(t + \Delta t)$$

[0121]

[0122] 일측에 따르면, 도 1의 정보 수집부는 가용 방위각 검색 범위에 기초하여 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 이상현상을 감지하지 못한 다른 하나의 수신기에서의 검출 방위각 검색 범위를 설정할 수 있다.

[0123] 구체적으로, 정보 수집부는 수신기A에서 이상현상을 감지한 특정 시간(t)을 기준으로 기설정된 시간 변화(Δt) 이전 및/또는 이후에 수신기B에서 감지되는 이상 현상에 대응되는 정보를 수집할 수 있다.

[0124] 즉, $t + \Delta t$ 시간에서 수신기B는 검출 방위각 검색 범위 내에서 비행체로 인한 GNSS 측정치의 이상 현상을 감지할 수 있다.

[0125] 보다 구체적으로, 정보 수집부는 참조부호 420에 도시된 것과 같이 수학식6을 통해 도출된 가용 방위각 검색 범위와의 기하학적인 관계를 이용하여 수신기B에서 검색해야하는 검출 방위각 검색 범위의 방위각 최소 한계치 ($Az_{\min}(t + \Delta t)$)와 방위각 최대 한계치($Az_{\max}(t + \Delta t)$)를 설정하고, 설정된 검출 방위각 검색 범위 내에서 이상현상이 있었는지 여부를 파악할 수 있다.

[0126] 일측에 따르면, 정보 수집부는 비행체 탐지를 위해 기설정된 어느 하나의 수신기에서의 최소 반경값(R_{\min})을 가용 방위각 검색 범위에 반영하여 산출되는 좌표(α , β , γ)에 기초하여 검출 방위각 검색 범위의 방위각 최소 한계치($Az_{\min}(t + \Delta t)$)를 설정할 수 있다.

[0127] 예를 들면, 정보 수집부는 최소 반경값(R_{\min})이 반영된 가용 방위각 검색 범위의 방위각 최대 한계치 ($Az_z(t) + \delta Az_z(t + \Delta t)$)에 대응되는 좌표(γ)로부터 수신기B의 좌표를 연결하는 직선에 대응하여 방위각 최소 한계치($Az_{\min}(t + \Delta t)$)를 설정할 수 있다.

[0128] 일측에 따르면, 정보 수집부는 가용 방위각 검색 범위의 방위각 최대 한계치($Az_z(t) + \delta Az_z(t + \Delta t)$)와 평행한 방위각을 검출 방위각 검색 범위의 방위각 최대 한계치($Az_{\max}(t + \Delta t)$)로 설정할 수 있다.

[0129] 한편, 도 1의 위치 측위부는 참조부호 430에 도시된 것과 같이 설정된 검출 방위각 검색 범위 내에서 이상현상이 검출된 경우(참조부호 431), 수신기A에서의 가용 방위각 검색 범위와 참조부호 431의 직선의 교선 범위(참조부호 432)를 비행체의 위치로 산출할 수 있다.

- [0131] 도 5는 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0132] 다시 말해, 도 5는 도 1 내지 도 4c를 통해 설명한 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템을 이용한 탐지 방법을 설명하기 위한 도면으로, 이후 도 5를 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 비행체 탐지 시스템을 통해 설명한 내용과 중복되는 설명을 생략하기로 한다.
- [0133] 구체적으로, 510단계에서 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서 비행체 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.
- [0134] 다음으로, 520단계에서 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 정보 수집부에서 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집할 수 있다.
- [0135] 일측에 따르면, 520단계에서 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호가 미수신되는 이상현상이 감지되면, 각각의 수신기와 미수신된 신호를 송신하는 위성 사이에 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 미수신된 신호를 송신하는 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.
- [0136] 일측에 따르면, 520단계에서 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각에서 복수의 위성 중 적어도 하나 이상의 위성에서 송신하는 신호의 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR)가 기 설정된 임계값 이하로 저하되는 이상현상이 감지되면, 각각의 수신기와 저하된 신호를 송신하는 위성 사이에 의심지점이 위치하는 것으로 판단하고, 의심지점의 위치에 대한 판단 결과에 대응하여 저하된 신호를 송신하는 위성의 방위각 정보와 고도각 정보를 산출할 수 있다.
- [0137] 일측에 따르면, 520단계에서 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기에서만 의심 지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집하면, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보에 기초하여 가용 방위각 검색 범위를 설정하고, 가용 방위각 검색 범위에 기초하여 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 다른 하나의 수신기에서의 검출 방위각 검색 범위를 설정할 수 있다.
- [0138] 일측에 따르면, 520단계에서 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 어느 하나의 수신기에서 의심지점의 판단을 위한 이상현상의 감지 시간을 기준으로 기설정된 시간 범위에서 검출 방위각 검색 범위 내에서 검출되는 의심지점에 대응되는 방위각 정보와 고도각 정보를 수집할 수 있다.
- [0139] 다음으로, 530단계에서 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 위치 측위부에서 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 각각으로부터 수집된 방위각 정보와 고도각 정보에 대응되는 비행체의 위치 좌표를 산출할 수 있다.
- [0140] 일측에 따르면, 530단계에서 일실시예에 따른 비행체 탐지 방법은 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기 중 어느 하나의 수신기로부터 비행체의 위치까지의 상대 거리를 산출하고, 어느 하나의 수신기로부터 수집한 방위각 정보와 고도각 정보에 산출된 상대 거리를 반영하여 비행체의 위치 좌표를 산출할 수 있다.
- [0142] 결국, 본 발명을 이용하면, 특수 제작된 수신기가 아닌, 일반 측위용 GNSS 수신기만으로도 효과적으로 임의의 대상체를 감지할 수 있으므로 현재 기 구축된 위성항법시스템 기준국과 수신기를 활용하여 비행체를 탐지할 수 있다.
- [0143] 또한, 본 발명은 GNSS 위성으로부터 수신한 데이터만을 사용하므로 감시 시스템의 위치가 노출되지 않고 비행체를 탐지할 수 있다.
- [0144] 또한, 본 발명은 일반 측위용 GNSS 수신기를 사용하므로 드론에 탑재할 수 있는 수준으로 소형화가 가능할 뿐 아니라, 이동형 기준국과 네트워크 구현을 통해 비행체를 탐지할 수 있다.
- [0146] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing

element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0147] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

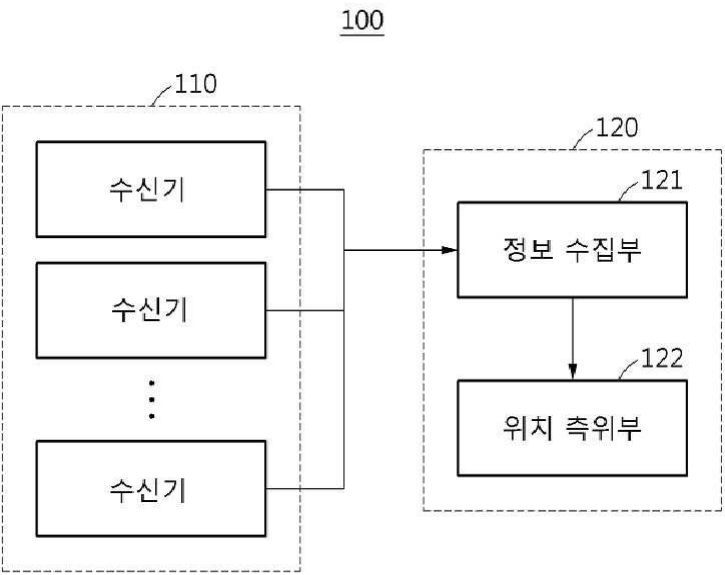
[0148] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

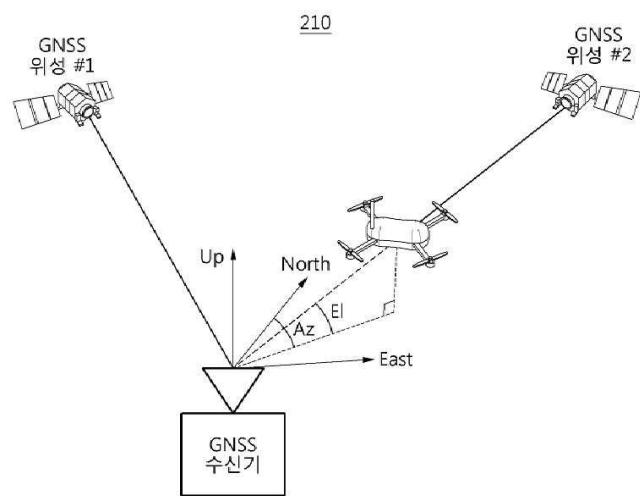
- [0149] 100: 비행체 탐지 시스템 110: 적어도 둘 이상의 위성항법 수신기
120: 비행체 탐지 장치 121: 정보 수집부
122: 위치 측위부

도면

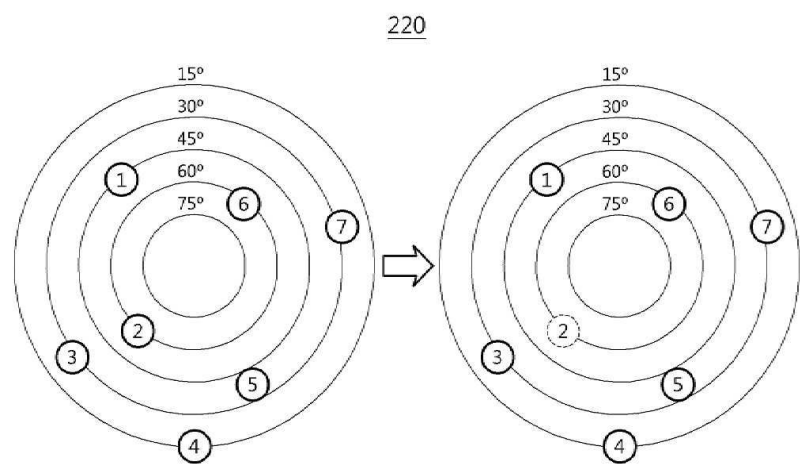
도면1



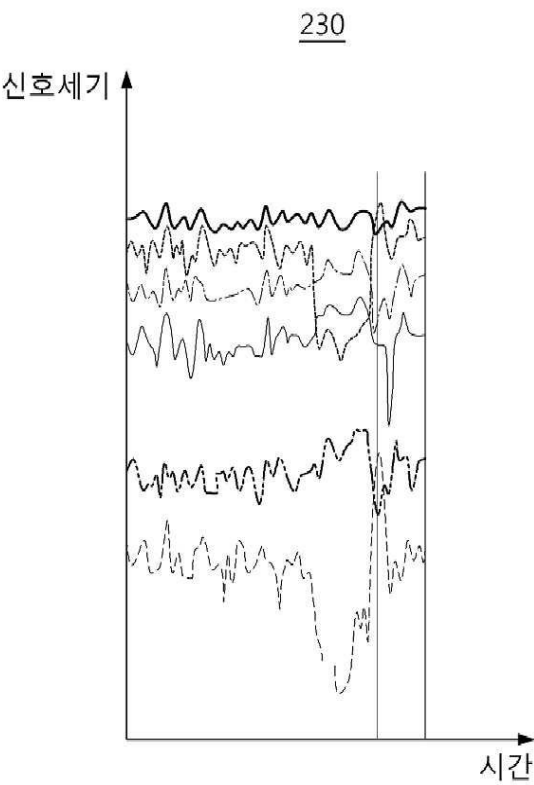
도면2a



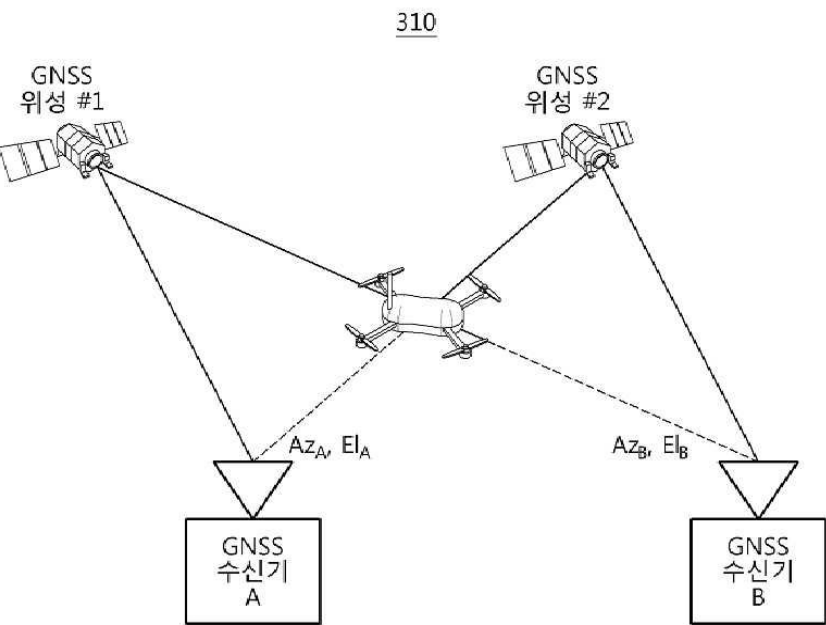
도면2b



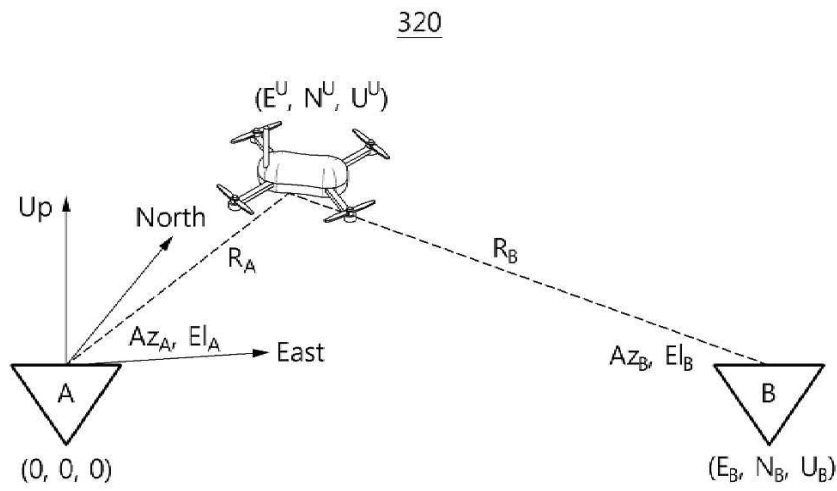
도면2c



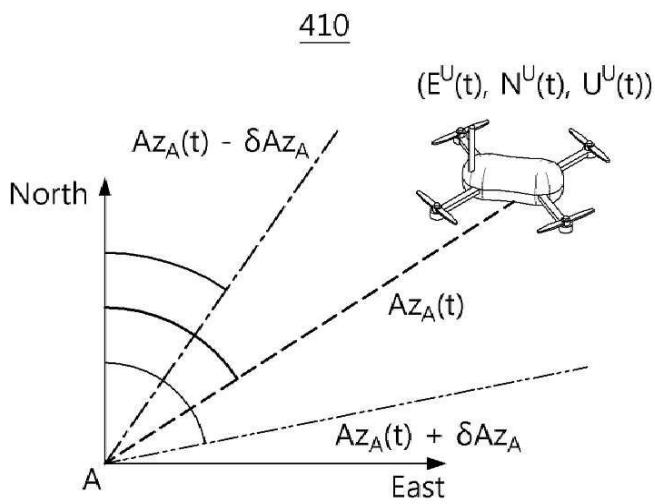
도면3a



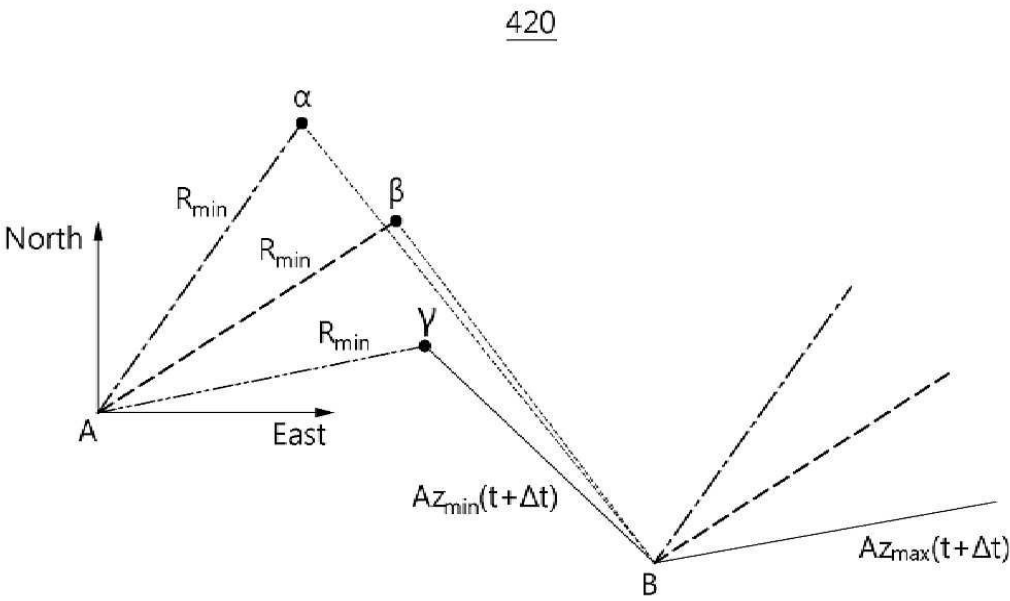
도면3b



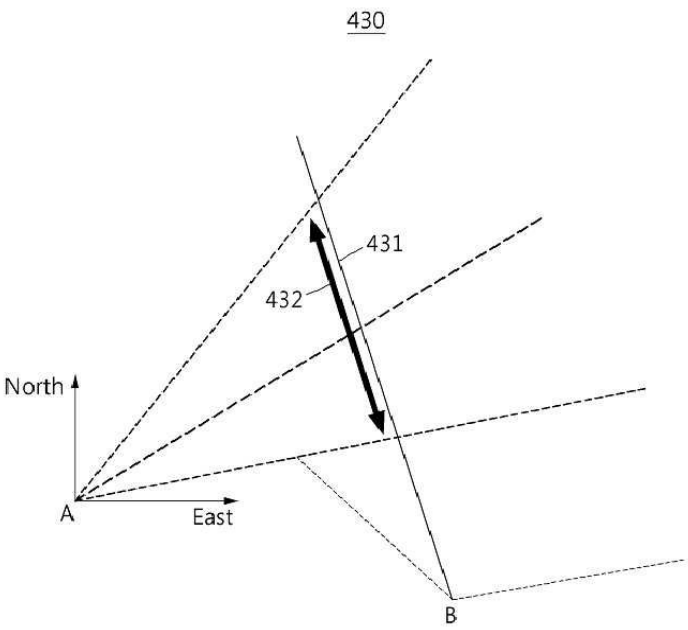
도면4a



도면4b



도면4c



도면5

