(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0073777
(43) 공개일자 2025년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 3/10 (2006.01) *G01S 5/02* (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 3/10 (2013.01)
G01S 5/0273 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0160122
(22) 출원일자 2023년11월20일
심사청구일자 2023년11월20일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김오종
서울특별시 동작구 만양로 19, 706동 1801호(노량진동, 상도신동아리버파크아파트)
노희권
경기도 수원시 영통구 덕영대로 1462-14, 101동 1003호(망포동, 힐스테이트 영통아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

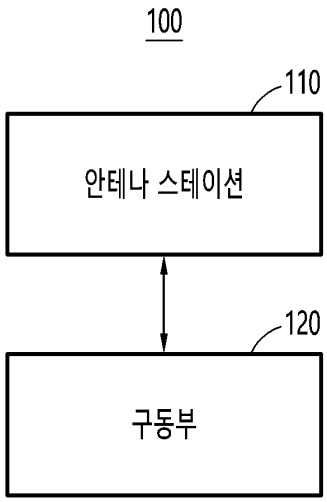
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **회전하는 안테나 배열을 이용한 항법 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 반송파 위상 측정치를 이용한 위치 결정을 수행하는, 다수의 안테나 배열로 구성된 단일 스테이션 (단일 송신모듈) 기반 항법 시스템에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 항법 시스템은 하나의 송신 장치로 연결된 적어도 둘 이상의 안테나가 서로 다른 위치에 배치되어 하나의 기하학적 구조를 형성하는 안테나 스테이션, 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 발생시키는 구동부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01S 2205/03 (2023.05)
(72) 발명자
정필교
경기도 안산시 상록구 반석로 44, 111동 1706호(본오동, 신안1차아파트)
권순환
서울특별시 성동구 자동차시장3길 93, 1305호 (용답동)
박혜원
서울특별시 광진구 능동로27가길 9, 303호 (군자동)
박아연
서울특별시 강남구 언주로67길 28, 401호(역삼동)
김민지
서울특별시 광진구 군자로 135, 3층(군자동)
김기현
서울특별시 강남구 언주로 3, 3동 406호(개포동, 우성6차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711160411
과제번호	2022M1A3C2074404
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	과학기술혁신인재양성
연구과제명	미래 우주항법 및 위성기술 연구센터
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2022.04.11 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

하나의 송신 장치로 연결된 적어도 둘 이상의 안테나가 서로 다른 위치에 배치되어 하나의 기하학적 구조를 형성하는 안테나 스테이션; 및

상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 발생시키는 구동부

를 포함하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 구동부는,

상기 안테나 스테이션으로 형성되는 기하학적 구조의 중심축을 중심으로, 상기 안테나 스테이션이 회전운동 하도록 구동하는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 구동부는,

상기 안테나 스테이션의 회전운동 시 속도를 제어하되, 수신측에서 트래킹 할 수 있는 범위 내에서의 속도로 속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 구동부는,

상기 안테나 스테이션이 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동하는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 구동부는,

상기 안테나 스테이션을 구성하는 적어도 하나 이상의 안테나가 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동하는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 안테나 스테이션은 4개 이상의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 다각뿔, 또는 다각기둥의 기하학적 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 안테나 스테이션은 5개의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 오각뿔의 기하학적 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 안테나 스테이션은 적어도 하나 이상의 안테나가 배치되어 임의의 형상을 갖는 기하학적 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 구동부는,

상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 위한 방위각, 고도각, 속도, 가속도, 각속도, 방향 중에서 적어도 하나를 변화시키는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 구동부는,

일정한 주기에 따라 진동하도록 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 제공하는 것을 특징으로 하는 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템.

청구항 11

하나의 송신 장치로 연결된 둘 이상의 안테나가 서로 다른 위치에 배치되어 하나의 기하학적 구조를 형성하고, 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 발생하는 송신 장치; 및

상기 단일 송신 장치로부터의 신호를 수집하고, 반송파 위상 측정치를 사용하기 위해, 상기 수집된 신호로부터 측정치 내의 미지정수를 결정하는 위치 결정 장치

을 포함하는 항법 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 송신 장치는,

상기 안테나 스테이션으로 형성되는 기하학적 구조의 중심축을 중심으로, 상기 안테나 스테이션이 회전운동 하도록 구동하는 것을 특징으로 하는 항법 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 송신 장치는,

상기 안테나 스테이션의 회전운동 시 속도를 제어하되, 상기 위치 결정 장치에서 트래킹 할 수 있는 범위 내에서의 속도로 속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 항법 시스템.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 송신 장치는,

상기 안테나 스테이션이 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동하는 것을 특징으로 하는 항법 시스템.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 안테나 스테이션은 4개 이상의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 다각뿔, 또는 다각기둥의 기하학적 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 항법 시스템.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 송신 장치는,

상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 위한 방위각, 고도각, 속도, 가속도, 각속도, 방향 중에서 적어도 하나를 변화시키거나, 일정한 주기에 따라 진동하도록 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 제공하는 것을 특징으로 하는 항법 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 반송파 위상 측정치를 이용한 위치 결정을 수행하는, 다수의 안테나 배열로 구성된 단일 스테이션(단일 송신모듈) 기반 항법 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 도심, 실내와 같은 위성 신호의 수신이 어려운 환경을 위한 항법 시스템들이 개발되고 있으며, 이를 위해 다수의 안테나를 결합한 형태의 단일 스테이션(송신모듈) 형태가 제안되었다.

[0003] 이 시스템의 종래와 가장 큰 차이점은 하나의 스테이션만을 이용해 위치정보를 제공할 수 있다는 것이다.

[0004] 위치결정은 각 안테나들로부터 방송된 신호를 사용자가 수신하여 계산할 수 있다.

[0005] 위치결정은 송신모듈의 각 안테나에서 방송하는 신호의 반송파 위상 측정치들을 이용해 수행된다. 반송파 위상을 이용한 위치 계산은 코드 신호를 이용한 위치 계산에 비해 정밀한 측위가 가능하다는 장점이 있다.

[0006] 반송파는 신호의 한 주기 내에서의 위상을 측정할 수 있어 작은 오차를 갖지만, 항법 신호가 방송된 후 수신되기까지 몇 주기를 거쳤는지 알 수 없는 미지정수 문제가 존재한다. 따라서 반송파 위상 신호로부터 위치에 관한 정보를 얻기 위해서는 반송파 위상 신호 중의 미지정수가 반드시 결정되어야 한다.

[0007] 따라서 반송파 위상 측정치를 활용한 정밀한 위치결정을 위해 미지정수 결정 성능을 향상시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0008] 단일 스테이션 기반 위치결정시스템의 경우, 미지정수의 범위를 기하학적으로 제한시켜서 후보군의 수를 줄일 수 있으므로, 빠른 미지정수 결정이 가능하다는 장점을 지니고 있다. 그렇지만 안테나 배열과 사용자 사이의 기하학적 배치가 변하지 않는 정지 상황 등에서는 미지정수 결정이 제대로 수행되지 않는 음영지역이 존재한다는 한계점을 지닌다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1494304호 "복수의 안테나가 구비된 위치 결정 시스템 및 방법"

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1356856호 "복수의 안테나를 포함한 무선 통신 장치 기반 위치 확인 시스템 및 방법"

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-1750514호 "다중안테나를 적용한 센서노드의 자세 보정 및 측위 장치"

(특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-2513379호 "통신 장치 및 이를 구비하는 전자기기"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 다수의 안테나 배열로 구성된 단일 스테이션 (단일 송신모듈) 기반 항법 시스템에 적용하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 본 발명은 미지정수 결정 과정이 선행되는 반송파 위상 측정치를 이용한 위치 결정을 수행하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 본 발명은 다수의 안테나로 이루어진 단일 스테이션 기반 항법 시스템에서 스테이션의 회전을 이용해 미지정수 결정 시간을 단축시키는 것을 목적으로 한다.

[0013] 본 발명은 미지정수의 결정이 어려운 환경(사용자의 정지, 작은 위치 변화 등)에서의 성능 향상을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 일실시예에 따른 항법 시스템은 하나의 송신 장치로 연결된 적어도 둘 이상의 안테나가 서로 다른 위치에 배치되어 하나의 기하학적 구조를 형성하는 안테나 스테이션, 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 발생시키는 구동부를 포함할 수 있다.

[0015] 일실시예에 따른 상기 구동부는, 상기 안테나 스테이션으로 형성되는 기하학적 구조의 중심축을 중심으로, 상기 안테나 스테이션이 회전운동 하도록 구동하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 일실시예에 따른 상기 구동부는, 상기 안테나 스테이션의 회전운동 시 속도를 제어하되, 수신측에서 트래킹 할 수 있는 범위 내에서의 속도로 속도를 제어할 수 있다.

[0017] 일실시예에 따른 상기 구동부는, 상기 안테나 스테이션이 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동할 수 있다.

[0018] 일실시예에 따른 상기 구동부는, 상기 안테나 스테이션을 구성하는 적어도 하나 이상의 안테나가 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동할 수 있다.

[0019] 일실시예에 따른 상기 안테나 스테이션은 4개 이상의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 다각뿔, 또는 다각기둥의 기하학적 구조로 형성될 수 있다.

[0020] 일실시예에 따른 상기 안테나 스테이션은 5개의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 오각뿔의 기하학적 구조로 형성될 수 있다.

[0021] 일실시예에 따른 안테나 스테이션은 적어도 하나 이상의 안테나가 배치되어 임의의 형상을 갖는 기하학적 구조로 형성될 수 있다.

[0022] 일실시예에 따른 상기 구동부는, 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 위한 방위각, 고도각, 속도, 가속도, 각속도, 방향 중에서 적어도 하나를 변화시킬 수 있다.

[0023] 일실시예에 따른 상기 구동부는, 일정한 주기에 따라 진동하도록 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 제공할 수 있다.

[0024] 일실시예에 따른 항법 시스템은 하나의 송신 장치로 연결된 둘 이상의 안테나가 서로 다른 위치에 배치되어 하나의 기하학적 구조를 형성하고, 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 발생하는 송신 장치, 상기 단일 송신 장치로부터의 신호를 수집하고, 반송파 위상 측정치를 사용하기 위해, 상기 수집된 신호로부터 측정치 내의 미지정수를 결정하는 위치 결정 장치를 포함할 수 있다.

[0025] 일실시예에 따른 상기 송신 장치는, 상기 안테나 스테이션으로 형성되는 기하학적 구조의 중심축을 중심으로, 상기 안테나 스테이션이 회전운동 하도록 구동할 수 있다.

[0026] 일실시예에 따른 상기 송신 장치는, 상기 안테나 스테이션의 회전운동 시 속도를 제어하되, 상기 위치 결정 장치에서 트래킹 할 수 있는 범위 내에서의 속도로 속도를 제어할 수 있다.

[0027] 일실시예에 따른 상기 송신 장치는, 상기 안테나 스테이션이 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동할 수 있다.

[0028] 일실시예에 따른 상기 안테나 스테이션은 4개 이상의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 다각뿔, 또는 다각기둥의 기하학적 구조로 형성될 수 있다.

[0029] 일실시예에 따른 상기 송신 장치는, 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 위한 방위각, 고도각, 속도, 가속도, 각속도, 방향 중에서 적어도 하나를 변화시키거나, 일정한 주기에 따라 진동하도록 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 일실시예에 따르면, 다수의 안테나 배열로 구성된 단일 스테이션 (단일 송신모듈) 기반 항법 시스템에 적용할 수 있다.

[0031] 일실시예에 따르면, 미지정수 결정 과정이 선행되는 반송파 위상 측정치를 이용한 위치 결정을 수행할 수 있다.

[0032] 일실시예에 따르면, 다수의 안테나로 이루어진 단일 스테이션 기반 항법 시스템에서 스테이션의 회전을 이용해 미지정수 결정 시간을 단축시킬 수 있다.

[0033] 일실시예에 따르면, 미지정수의 결정이 어려운 환경(사용자의 정지, 작은 위치 변화 등)에서의 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 일실시예에 따른 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템을 설명하는 도면이다.

도 2a 및 2b는 일실시예에 따른 항법 시스템을 구체적으로 설명하는 도면이다.

도 3은 일실시예에 따른 항법 시스템이 적용되는 항법 시스템을 설명하는 도면이다.

도 4는 도 2a 및 2b의 실시예에 따른 항법 시스템에 대한 시뮬레이션 세팅을 설명하는 도면이다.

도 5a 내지 5d는 항법 시스템에 대한 시뮬레이션 결과를 설명하는 도면이다.

도 6은 항법 시스템에 대한 시뮬레이션 결과를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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 설시된 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.

[0040] 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.

[0042] 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.

[0043] 도 1은 일실시예에 따른 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템(100)을 설명하는 도면이다.

[0044] 본 발명에 따르면, 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템은 다수의 안테나 배열로 구성된 단일 스테이션을 구현할 수 있다.

[0045] 이를 통해, 미지정수 결정 과정이 선행되는 반송파 위상 측정치를 이용한 위치 결정을 수행할 수 있고, 다수의 안테나로 이루어진 단일 스테이션 기반 항법 시스템에서 스테이션의 회전을 이용해 미지정수 결정 시간을 단축시킬 수 있다.

[0046] 뿐만 아니라, 미지정수의 결정이 어려운 환경(사용자의 정지, 작은 위치 변화 등)에서의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0047] 이를 위해, 일실시예에 따른 단일 송신 장치 기반의 항법 시스템(100)은 안테나 스테이션(110)과 구동부(120)를 포함할 수 있다.

[0048] 일실시예에 따른 안테나 스테이션(110)은 하나의 송신 장치로 연결된 적어도 둘 이상의 안테나가 서로 다른 위치에 배치되어 하나의 기하학적 구조를 형성할 수 있다.

[0049] 안테나 스테이션(110)은 4개 이상의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 다각뿔, 또는 다각기둥의 기하학적 구조로 형성될 수 있고, 일례로는 5개의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 오각뿔의 기하학적 구조로 형성될 수 있다.

[0050] 한편, 일실시예에 따른 구동부(120)는 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 발생시킬 수 있다.

[0051] 구동부(120)는 안테나 스테이션으로 형성되는 기하학적 구조의 중심축을 중심으로, 안테나 스테이션(110)이 회전운동 하도록 구동할 수 있다.

[0052] 또한, 일실시예에 따른 구동부(120)는 안테나 스테이션의 회전운동 시 속도를 제어하되, 수신측에서 트래킹 할 수 있는 범위 내에서의 속도로 속도를 제어할 수 있다.

[0053] 한편, 일실시예에 따른 구동부(120)는 안테나 스테이션이 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동할 수 있다.

[0054] 다른 일례로, 일실시예에 따른 구동부(120)는 안테나 스테이션을 구성하는 적어도 하나 이상의 안테나가 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동할 수 있다.

[0055] 즉, 안테나 구조물 전체가 움직이는 것뿐만 아니라, 안테나 1개 또는 일부 복수의 안테나들만 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동을 할 수 있다.

[0056] 본 명세서상에서는 안테나 스테이션 또는 적어도 하나 이상의 안테나가 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동을 하는 것으로 설명하나, 이는 일실시예로서 다양한 형태의 물리적 운동을 수행할 수 있다.

[0057] 일실시예에 따른 구동부(120)는 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 위한 방위각, 고도각, 속도, 가속도, 각속도, 방향 중에서 적어도 하나를 변화시킬 수 있고, 일정한 주기에 따라 진동하도록 안테나 스테이션(110)에 기하학적인 동적 변화를 제공할 수도 있다.

[0058] 미지정수는 반송파 위상 측정치 내에 포함되어 있으며, 미지정수 결정 과정은 반송파 위상 측정치를 이용하여 위치결정을 하기 위해 필요한 과정이다.

[0059] 본 발명에 따르면, 항법 시스템(100)은 단일 송신모듈인 안테나 스테이션(110)의 각 안테나에서 송신되는 신호가 사용자에게 전달될 수도 있고, 반대로 단일 송신모듈인 안테나 스테이션(110)이 사용자가 송신한 신호를 수신할 수도 있다.

[0060] 즉, 안테나 스테이션(110)이 사용자에게 신호를 송신하는 형태로 항법 시스템(100)을 구현할 수 있고, 반대로, 안테나 스테이션(110)이 사용자로부터 신호를 수신하는 형태로 항법 시스템(100)을 구현할 수 있다.

[0061] 이하에서 설명하는 도 2a는 안테나 스테이션(110)이 사용자(항공기)에게 신호를 송신하는 형태로 구현된 시스템의 예시이다. 또한, 도 2b는 도 2a와는 반대로 사용자(항공기)가 안테나 스테이션(110)으로 신호를 송신하는 형태로 구현된 시스템의 예시이다.

[0062] 본 발명에서 제안한 항법 시스템(100)에 DME(Distance Measuring Equipment)와 같은 거리측정치를 얻을 수 있는 시스템을 결합할 수 있다. 이 경우, 항법 시스템(100)은 DME의 왕복 신호를 사용할 수 있다.

[0063] 구체적으로, 항공기가 송신한 신호를 안테나 스테이션(110)의 DME 안테나가 수신하고, 일정 시간 딜레이 이후 항공기에게 송신할 수 있다. 항공기는 신호의 송신시간과 수신시간, 그리고 일정 딜레이 시간을 이용하여 스테이션과 사용자 사이의 거리를 측정할 수 있다.

[0064] 안테나 스테이션은 하나의 송신 모듈로 연결된 적어도 둘 이상의 안테나가 서로 다른 위치에 배치되어 하나의 기하학적 구조를 형성한다.

[0065] 하나의 송신 모듈에 연결된 복수의 안테나는 각각 독립된 신호를 방송할 수 있다.

[0066] 즉, 하나의 송신 모듈은 다중 채널로 이루어져, 안테나 개수만큼의 채널을 가지고 있고, 각 채널에서 신호를 생성하여 각 안테나에서 방송할 수 있다.

[0067] 송신 모듈은 각 채널에서 다른 PRN으로 신호를 방송하여 사용자 단에서 신호를 구분해서 위치결정을 수행할 수 있다.

[0068] 참고로, 다중채널 단일 송신모듈의 경우에는 각 채널에서 방송하는 신호를 쉽게 동기화 할 수 있다

[0069] 본 발명에 따른 항법 시스템은 수신된 신호들의 위상 차이를 측정할 수 있다. 이는 각 안테나가 수신한 신호의 시작점이 다르다는 것을 나타내며, 이러한 위상 측정치는 위치 결정에 중요한 정보로 활용될 수 있다.

[0070] 본 발명에서는 수신된 위상 측정치를 활용하여 미지정수 문제를 해결할 수 있다.

[0071] 본 발명에서는 위상 측정치를 이용하여 미지정수를 고려한 위치 추정 알고리즘을 적용할 수 있고, 이 알고리즘은 반송파의 특성과 환경에 대한 정보를 활용하여 정확한 위치를 결정할 수 있다.

[0072] 미지정수를 고려한 결과를 바탕으로, 항법 시스템은 목표물의 정확한 위치를 결정할 수 있다.

[0073] 도 2a 및 2b는 일실시예에 따른 항법 시스템을 구체적으로 설명하는 도면이다.

[0074] 일실시예에 따른 항법 시스템은 안테나 스테이션을 포함할 수 있다.

[0075] 일실시예에 따른 안테나 스테이션은 4개 이상의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 다각뿔, 또는 다각기둥의 기하학적 구조로 형성될 수 있고, 본 발명에서는 5개의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 오각뿔의 기하학적 구조로 형성될 수 있다. 본 발명에서는 오각뿔의 기하학적 구조로 안테나 스테이션을 설명한다.

[0076] 일례로, 일실시예에 따른 안테나 스테이션은 적어도 하나 이상의 안테나가 배치되어 임의의 형상을 갖는 기하학적 구조로 형성될 수 있다. 즉, 안테나 스테이션에 의한 기하학적 구조는 본 명세서에서 설명하는 구조로 한정되지 않고, 다양하게 설계 변경될 수 있다.

[0077] 도 2a는 복수 안테나(스테이션)의 신호 송신, 1개 안테나(사용자)에서의 신호 수신하는 경우이고, 도 2b는 1개 안테나(사용자)의 신호 송신, 복수 안테나(스테이션)의 신호 수신하는 경우에 해당한다.

[0078] 반송파 위상 측정치를 이용한 위치 결정은 높은 정확도를 갖지만 미지정수 결정 과정이 선행되어야 하지만, 본 발명은 다수의 안테나로 이루어진 단일 스테이션 기반 항법 시스템에서 스테이션의 회전을 이용해 미지정수 결정 시간을 단축시킬 수 있다.

[0079] 특히 미지정수의 결정이 어려운 환경(사용자의 정지, 작은 위치 변화 등)에서의 성능 향상을 기대할 수 있다.

[0080] 단일 송신 모듈 기반의 항법 시스템은 위성항법 시스템을 사용할 수 없는 환경에서의 대체항법과 같은 백업 시

스템 또는 실내항법과 같은 독립적인 항법 시스템을 목적으로 한다. Mosaic/DME (Distance Measuring Equipment) 시스템은 항공운항을 위한 대체항법 시스템으로서, 도 2a처럼 기존의 DME에 다수의 의사위성과 같은 신호원을 추가하여 하나의 스테이션 만으로 위치결정 수행이 가능하도록 한다. 항법 시스템에서는 위치결정을 위해 반송파 위상 측정치를 사용하므로 측정치 내의 미지정수를 결정할 필요가 있으며, 미지정수 결정능력은 안테나의 배치에 따라 다르게 나타날 수 있다.

[0081] 그렇지만 안테나를 적절하게 배치하더라도 사용자가 호버링과 같이 정지해 있거나 기하학적으로 대칭인 지점에서는 미지정수 결정에 어려움이 존재한다. 본 발명에서는 이러한 단일 스테이션 기반 위치결정시스템의 안테나 배치 형상에 기하학적인 변화를 주었을 때, 예를 들어 일정한 각속도로 회전시켰을 때 미지정수 결정능력이 어떻게 향상되는지 분석을 수행하였다.

[0082] 도 3은 일실시예에 따른 항법 시스템이 적용되는 항법 시스템(300)을 설명하는 도면이다.

[0083] 일실시예에 따른 항법 시스템(300)을 살펴보면, 하나의 송신 장치(310)로 연결된 둘 이상의 안테나가 서로 다른 위치에 배치되어 하나의 기하학적 구조를 형성하고, 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 발생할 수 있다.

[0084] 또한, 위치 결정 장치(320) 단일 송신 장치로부터의 신호를 수집하고, 반송파 위상 측정치를 사용하기 위해, 수집된 신호로부터 측정치 내의 미지정수를 결정할 수 있다.

[0085] 송신 장치(310)는, 안테나 스테이션으로 형성되는 기하학적 구조의 중심축을 중심으로, 안테나 스테이션이 회전운동 하도록 구동할 수 있다.

[0086] 송신 장치(310)는 안테나 스테이션의 회전운동 시 속도를 제어하되, 위치 결정 장치에서 트래킹 할 수 있는 범위 내에서의 속도로 속도를 제어할 수 있다.

[0087] 송신 장치는(310) 안테나 스테이션이 상하운동, 좌우운동, 왕복운동, 또는 회전운동 중에서 적어도 하나의 물리운동을 하도록 구동할 수 있다.

[0088] 또한, 안테나 스테이션은 4개 이상의 안테나가 배치되어 중심축을 갖는 다각뿔, 또는 다각기둥의 기하학적 구조로 형성될 수 있다.

[0089] 한편, 송신 장치(310)는 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 위한 방위각, 고도각, 속도, 가속도, 각속도, 방향 중에서 적어도 하나를 변화시키거나, 일정한 주기에 따라 진동하도록 상기 안테나 스테이션에 기하학적인 동적 변화를 제공할 수 있다.

[0090] 도 4는 도 2a 또는 2b의 실시예에 따른 항법 시스템에 대한 시뮬레이션 세팅을 설명하는 도면이다.

[0091] 단일 송신 모듈 기반 항법 시스템은 위성항법 시스템을 사용할 수 없는 환경에서의 대체항법과 같은 백업시스템 또는 실내항법과 같은 독립적인 항법 시스템을 목적으로 한다.

[0092] 단일 송신 모듈 기반 항법 시스템은 하나의 송신 모듈에 연결된 안테나 배열에서 송신된 신호를 기반으로 측위를 수행하며, Dilution of Precision (DOP) 특성이 좋지 않아 정밀한 반송파 위상 측정치로 측위를 수행할 필요가 있다.

[0093] 반송파 위상 측정치만 활용하여 위치결정을 수행하기 위해서는 미지정수 결정이 필수적이다. 위 시스템의 중요한 특징으로는 미지정수 결정에 필요한 후보군 수가 기하학적으로 제한된다는 점이지만, 호버링과 같이 사용자가 정지되어 있는 경우 또는 3차원 공간 상에서 사용자의 위치가 기하학적으로 대칭이 발생되는 경우에 미지정수 결정에 있어서 어려움이 존재한다.

[0094] 본 발명에서는 이러한 미지정수 결정 성능 향상을 위해 안테나 배열의 회전과 같은 기하학적인 동적 변화를 주었을 때의 미지정수 결정 성능에 대해 시뮬레이션 기반으로 분석을 수행하였다.

[0095] 단일 송신 모듈의 회전 속도 변화에 따른 3차원 공간에서 사용자의 미지정수 결정 능력을 비교하였으며, 즉각적인 미지정수 결정이 가능한지 여부를 확인하였다.

[0096] 구체적으로, 실시예에 따른 항법 시스템(400)은 거리, 방위각, 고도, 각속도, 반복 여부를 이용하여 시뮬레이션 세팅을 수행할 수 있다.

[0097] 도 4에서는 안테나 배열의 회전 모식도를 나타낸 것으로서, 안테나 개수는 총 6개, 배열의 배치는 오각뿔의 형

태로 설정하였다.

[0098] 도 4의 실시예에서 거리는 10,000m, 방위각은 0~330° (per 30°), 고도는 5~85° (per 20°), 각속도는 0, 15, 30, 60(deg/sec)의 구조로 10회반복하는 것으로 시뮬레이션 세팅을 수행할 수 있다.

[0099] 시뮬레이션 환경으로는 1개의 DME 안테나와 항법 신호를 방송하는 5개의 안테나 배열로 구성된 단일 스테이션 항법 시스템을 가정한다.

[0100] 또한, DME 안테나는 양방향 왕복 신호를 방송하며, 그 외의 안테나들은 항법신호를 방송하여 사용자는 반송파 위상 측정치를 수신하여 위치를 계산할 수 있다.

[0101] 시뮬레이션 조건은 전체 시간 1000-epoch (10 Hz 측정치 생성)로 설정하고 사용자의 위치는 도 4의 [표 1]와 같이 단일 송신 모듈로부터 10,000 m 거리를 가정하며 정지해 있는 상태임을 가정한다.

[0103] [표 1]

시뮬레이션 세팅

[0104]

Distance	Azimuth	Elevation	Omega	Iteration
10,000 m	0° ~ 330° (per 30°)	5° ~ 85° (per 20°)	0, 15, 30, 60 (deg/sec)	10 times

[0106] 또한, 일정한 간격의 방위각과 고도에 따라 사용자 위치에 대한 grid를 생성하여, 각 위치에서 10번씩 미지정수 결정 반복 시뮬레이션을 수행하였다.

[0107] 미지정수 결정방법은 측정치의 잔차를 기반으로 threshold test와 ratio test를 통해 진행된다. Threshold test는 Chi-square distribution을 통해 확률적으로 절대적인 특정한 값보다 큰 미지정수 후보군의 경우를 소거할 수 있다.

[0108] Threshold test에서 걸러진 미지정수 후보군들은 ratio test를 진행한다. Ratio test는 미지정수 후보군의 전체 square sum 중에서 가장 작은 값을 지정한 후, 다른 후보군들 과의 비율을 비교하여 F-distribution을 따르는 확률이 고려된 일정한 값보다 클 경우 비교된 미지정수 후보군을 제외하는 메커니즘이다.

[0109] 단일 송신 모듈의 회전 각속도(Omega)가 0 deg/sec인 경우, 즉 회전하지 않고 정지되어 있을 때 미지정수 결정이 완료되지 않고 시뮬레이션이 종료되는 경우가 존재한다.

[0110] 해당 case는 전체 시뮬레이션 시간인 1000-epoch 동안에 미지정수를 결정하지 못하여 미지정수 결정에 실패한 것으로 간주하였다. 그 결과 아래 [표 2]에서와 같이 안테나 배열이 정지되어 있는 경우 미지정수 결정 성공률은 28.7%임을 보여준다.

[0112] [표 2]

[0113]

Epoch (0.1 sec)	Omega (deg/sec)			
Iteration	0	15	30	60
1	184	12	7	4
2	237	12	7	5
3	290	12	7	5
		⋮		
8	210	12	7	4
9	229	11	7	5
10	208	12	7	5
Total avg	226	12	7	5
Success rate	28.7%	100%	100%	100%

[0115] [표 2]은 도 4의 시뮬레이션 세팅으로 개시된 [표 1]에서 가정한 모든 경우에 따라 시뮬레이션을 진행한 결과의 평균 epoch를 나타낸다.

[0116] 도 5a 내지 5d는 항법 시스템에 대한 시뮬레이션 결과를 설명하는 도면이다.

[0117] 도 a는 회전 각속도 (0 deg/s), 도 b는 회전 각속도 (15 deg/s), 도 c는 회전 각속도 (30 deg/s), 도 d는 회전 각속도 (60 deg/s)에서의 미지정수 결정 소요 에포크에 대한 히스토그램를 나타낸다.

[0118] 도 5a 내지 5d의 결과에서, 안테나 배열이 회전할 경우 미지정수 결정능력이 급격하게 개선되는 것을 확인할 수 있으며, 회전 각속도가 증가함에 따라 미지정수 결정 epoch는 줄어드는 경향을 확인할 수 있다.

[0119] 특히, 도 5a 내지 5d는 미지정수 결정 소요 epoch에 대한 히스토그램으로서, [표 2]과 도 5a 내지 5d 모두, 도 4에 개시된 [표 1]에서 설정한 사용자의 전체 위치에서 전체 iteration을 수행한 결과를 포함한다.

[0120] 도 6은 항법 시스템에 대한 시뮬레이션 결과를 설명하는 도면이다.

[0121] 사용자는 스테이션으로부터 일정한 거리의 정지상태를 가정하며, 스테이션의 위치를 중심으로 다양한 방위각과 고도각을 갖는 여러 위치를 고려한다. 스테이션은 일정한 속도로 회전하는 경우와 정지하는 경우를 고려한다. 이 시뮬레이션에서 사용자 위치의 방위각은 0 deg 부터 30 deg 단위로 330 deg 까지, 고도각은 5, 25, 45, 65, 85 deg를 고려하여 분포한다고 가정하고, 스테이션의 회전 각속도는 15 deg/s, 30 deg/s, 60 deg/s를 가정한다. 또한 다양한 사용자의 위치와 안테나의 회전 상태의 각 시뮬레이션 환경마다 10번의 위치 결정을 수행함으로써 신뢰도를 향상시킨다. 이러한 환경에서 미지정수 결정을 시뮬레이션을 수행하여, 각 상황에서 미지정수 결정 여부와 결정까지 걸리는 시간에 대해 비교한다. 미지정수 결정 여부는 사용자가 항법 신호를 수신한 후 100초 이내에 해결되지 않을 경우, 결정 실패로 간주한다.

[0122] 시뮬레이션 결과로는 사용자의 위치와 관계없이 회전하는 스테이션 조건에서는 모두 빠르게 미지정수가 결정되는 것을 확인할 수 있다. 반면, 정지된 스테이션 조건에서는 미지정수 결정 성공률은 약 28.7% 밖에 되지 않으며, 평균적으로도 미지정수 결정이 오래 소요되는 것으로 나타난다. 또한 두 조건 모두에서 미지정수의 결정이 성공된 상황에서도 회전하는 스테이션 조건이 정지된 스테이션에 비해 빠른 시간 내에 결정이 이루어진 것을 확인할 수 있다.

[0123] 위 시뮬레이션은 안테나 배열이 한 방향으로 계속 회전하는 것을 가정하였으나, 일정한 주기를 가지고 진동하는 경우도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[0124] 발명의 예시로 항공사용자를 고려한 실외 항법 시스템을 고려하였지만, 실내에서의 보행자, 자동로봇, 지하주차장의 차량 등 실내항법을 포함한 다양한 환경의 항법 시스템으로도 활용 가능하다.

[0125] 단일 송신 모듈 기반 항법 시스템에서, 사용자의 위치가 정지된 상황 또는 3차원적으로 사용자의 위치가 기하학적으로 대칭인 지점이 발생하는 경우 미지정수 결정에 있어서 어려움이 존재하였다.

[0126] 본 발명에서는 이러한 문제점을 해당 시스템에 특정한 각속도로 회전시킴으로써 사용자의 위치 결정 문제를 해결하고자 하였으며, 그 결과 단일 송신 모듈 시스템이 회전함에 따라 사용자의 위치 결정을 위한 미지정수 결정 능력이 향상되었음을 확인하였다.

[0127] 결국, 본 발명을 이용하면, 다수의 안테나 배열로 구성된 단일 스테이션 (단일 송신모듈) 기반 항법 시스템에 적용할 수 있고, 미지정수 결정 과정이 선행되는 반송파 위상 측정치를 이용한 위치 결정을 수행할 수 있다.

[0128] 뿐만 아니라, 다수의 안테나로 이루어진 단일 스테이션 기반 항법 시스템에서 스테이션의 회전을 이용해 미지정수 결정 시간을 단축시킬 수 있고,

[0129] 미지정수의 결정이 어려운 환경(사용자의 정지, 작은 위치 변화 등)에서의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0131] 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, FPA(field programmable 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 상기 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 설

명된 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 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

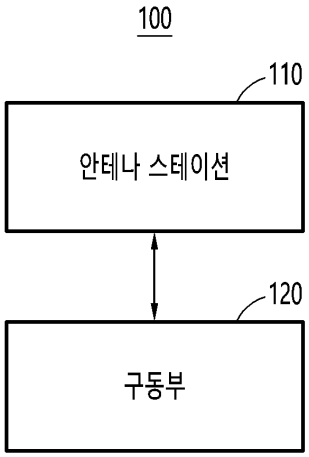
[0132] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0133] 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.

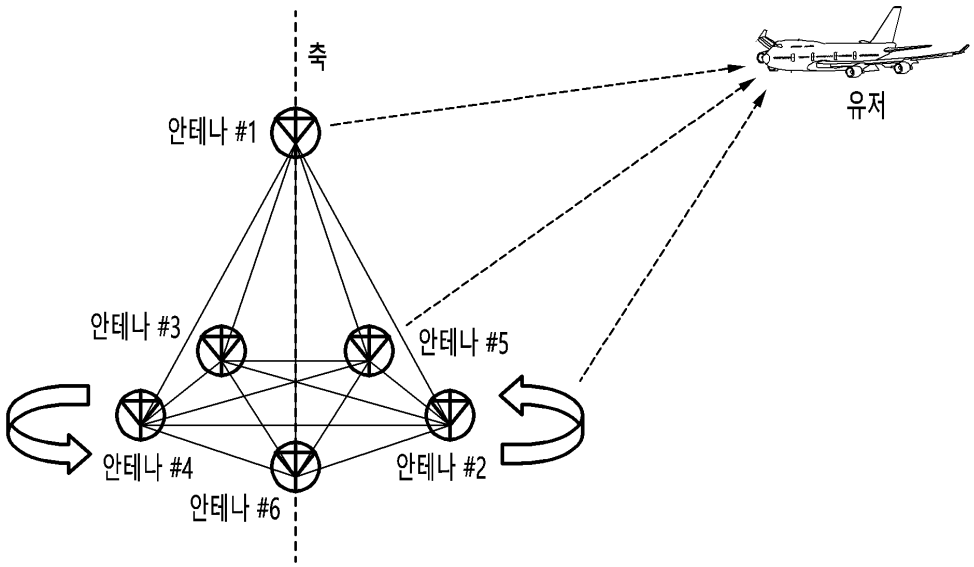
[0134] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

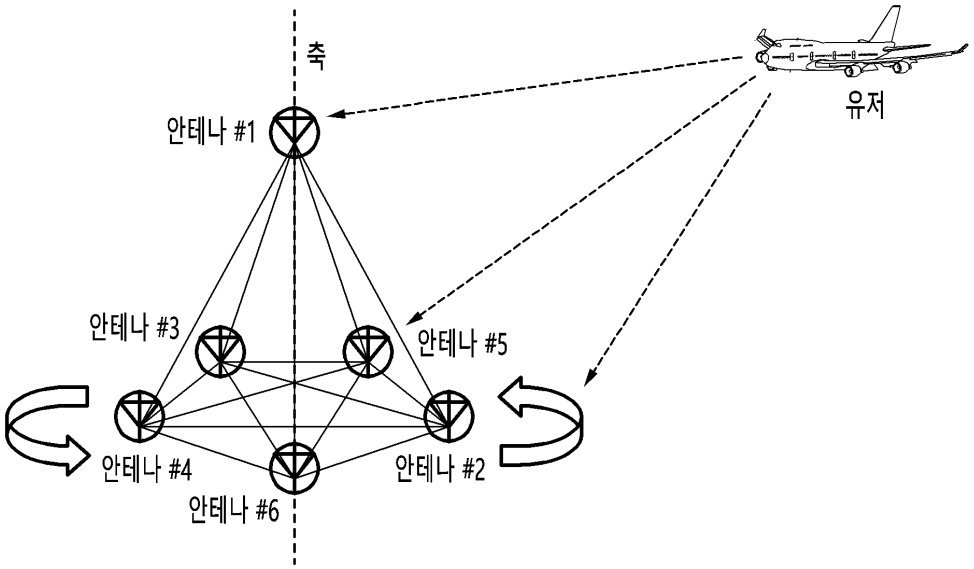
도면1



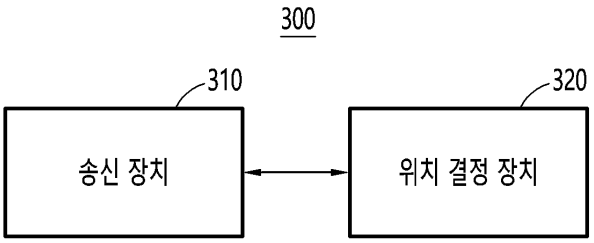
도면2a



도면2b



도면3

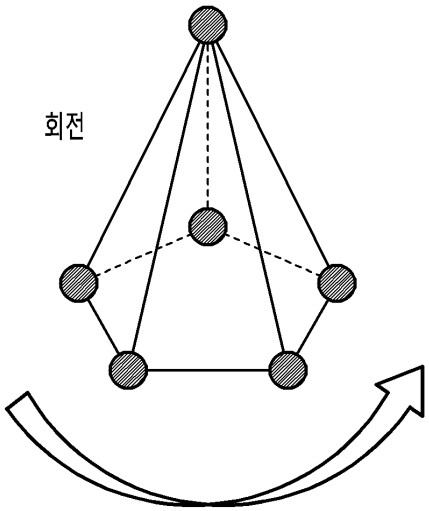


도면4

400

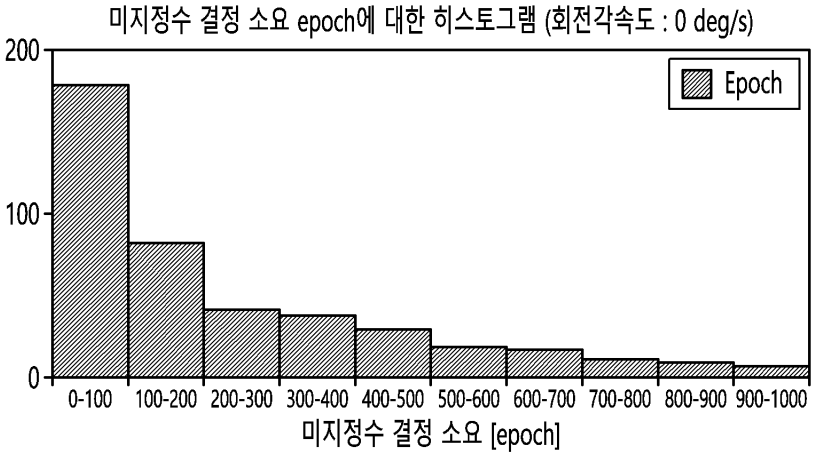
시뮬레이션 세팅

거리	방위각	고도	각속도	반복
10,000m	0° ~ 330° (per 30°)	5° ~ 85° (per 20°)	0, 15, 30, 60 (deg/sec)	10 times

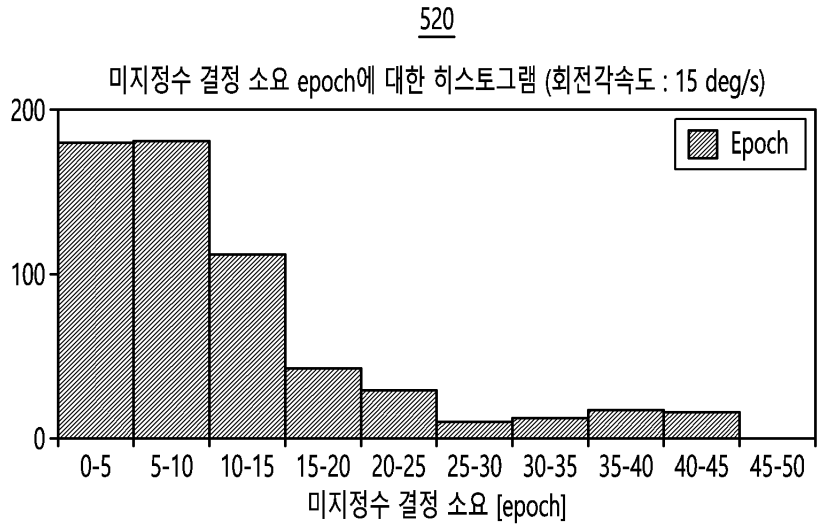


도면5a

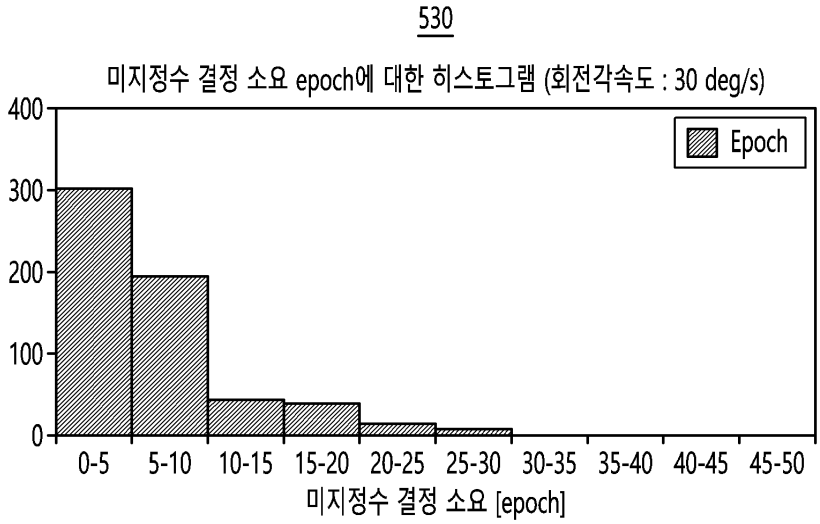
510



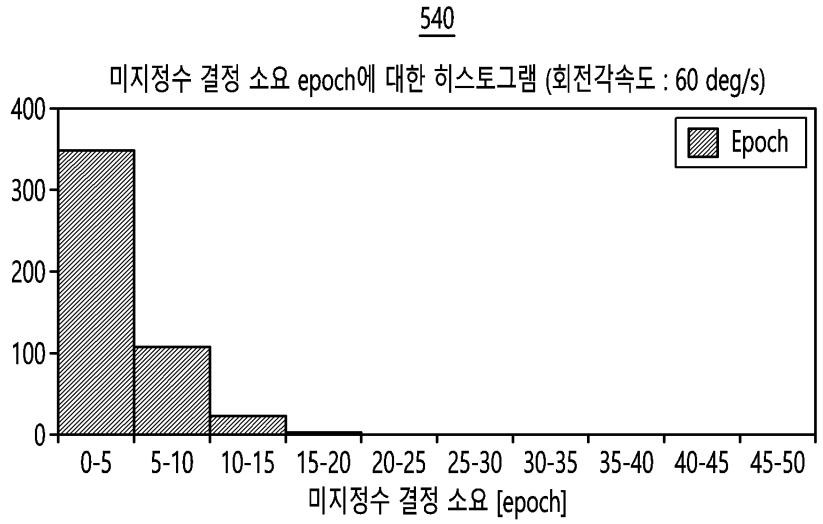
도면5b


520
미지정수 결정 소요 epoch에 대한 히스토그램 (회전각속도 : 15 deg/s)
Epoch
200
100
0
0-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
30-35
35-40
40-45
45-50
미지정수 결정 소요 [epoch]

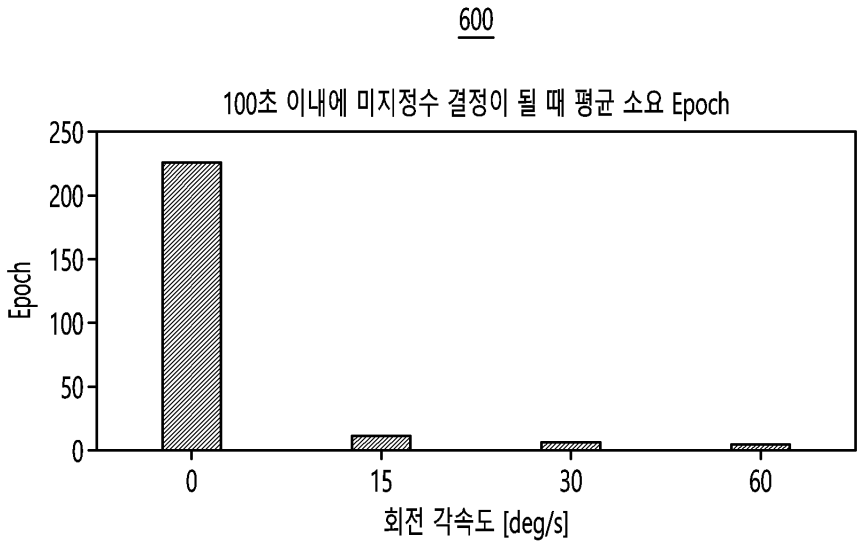
도면5c


530
미지정수 결정 소요 epoch에 대한 히스토그램 (회전각속도 : 30 deg/s)
Epoch
400
300
200
100
0
0-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
30-35
35-40
40-45
45-50
미지정수 결정 소요 [epoch]

도면5d


540
미지정수 결정 소요 epoch에 대한 히스토그램 (회전각속도 : 60 deg/s)
Epoch
400
300
200
100
0
0-5
5-10
10-15
15-20
20-25
25-30
30-35
35-40
40-45
45-50
미지정수 결정 소요 [epoch]

도면6


600
100초 이내에 미지정수 결정이 될 때 평균 소요 Epoch
Epoch
250
200
150
100
50
0
0
15
30
60
회전 각속도 [deg/s]