



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월27일
(11) 등록번호 10-2258188
(24) 등록일자 2021년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/02 (2020.01) G01C 21/12 (2006.01)
G01C 21/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G05D 1/0259 (2013.01)
G01C 21/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0044414
(22) 출원일자 2021년04월06일
심사청구일자 2021년04월06일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170004556 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송진우
서울특별시 강남구 도곡로 320 래미안도곡카운티
105동 1702호
김용훈
서울특별시 광진구 능동로19길 7-10 정익제이타워
502호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김현승

전체 청구항 수 : 총 18 항

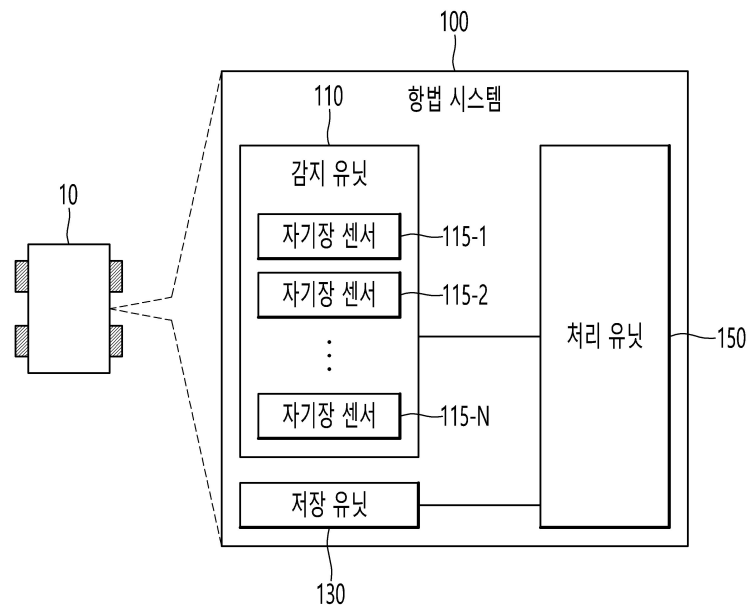
심사관 : 박지은

(54) 발명의 명칭 다중 자기장 센서 배열을 이용한 무인 이동체의 움직임의 추정

(57) 요약

무인 이동체(Unmanned Vehicle: UV)가 제공된다. 개시된 UV는, 전후 간격만큼 서로 이격되고 UV의 이동체 중심으로부터 균일하게 이격된 제1 쌍의 자기장 센서 및 전후 간격만큼 서로 이격되고 이동체 중심으로부터 균일하게 이격된 제2 쌍의 자기장 센서를 포함하는 복수의 자기장 센서(제1 쌍 및 제2 쌍은 UV의 직진 방향으로 평행하게
(뒷면에 계속)

대표도



배열됨)와, UV의 움직임을 추정하는 동작을 수행하는 처리 유닛을 포함하는데, 동작은, 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 선행 자기장 센서 및 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 선행 자기장 센서가 동일한 초기 시점에 각각 통과한 제1 지점 및 제2 지점을 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 후행 자기장 센서 및 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 후행 자기장 센서가 동일한 추후 시점에 각각 통과하는지 또는 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과하는지를 판정하는 것과, 제1 지점 및 제2 지점을 제1 후행 자기장 센서 및 제2 후행 자기장 센서가 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과한다고 판정된 경우에 UV의 회전을 추정하는 것을 포함한다.

(52) CPC특허분류

G01C 21/20 (2013.01)

G05D 1/0223 (2013.01)

(72) 발명자

강산희

서울특별시 강동구 고덕로 360 324동 1003호

권영서

서울특별시 노원구 중계로 230 501동 1307호

김응주

충청남도 천안시 서북구 천안대로 999-7 이안더센

트럴 103동 904호

김학주

경기도 부천시 석천로 350 101동 1304호

김승택

서울특별시 광진구 천호대로110길 111 104호

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170090630 A

KR1020160000642 A

김응주 외 3인, "다중 지자기 센서를 이용한 방위 각 결정 알고리즘", 대한전기학회 학술대회논문집, 2019.7, 1807-1808(2 pages)

한광일 외 2명, 자기장을 이용한 이동체의 속도 측정 방법, Journal of Institute of Control, Robotics and Systems 23(8), 2017.8, 692-698.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116145
과제번호	2018-0-01423-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율	50/100
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345321135
과제번호	2020R1A6A1A03038540
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	자율지능무인비행체연구소
기 여 율	50/100
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

무인 이동체의 항법 시스템으로서,

전후 간격만큼 서로 이격되고 상기 무인 이동체의 중심으로부터 균일하게 이격된 제1 쌍의 자기장 센서 및 상기 전후 간격만큼 서로 이격되고 상기 중심으로부터 균일하게 이격된 제2 쌍의 자기장 센서를 포함하는 복수의 자기장 센서 - 상기 제1 쌍 및 상기 제2 쌍은 상기 무인 이동체의 직진 방향으로 평행하게 배열됨 - 와,

상기 무인 이동체의 움직임을 추정하는 동작을 수행하는 처리 유닛을 포함하되, 상기 동작은,

상기 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 선행 자기장 센서 및 상기 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 선행 자기장 센서가 동일한 초기 시점에 각각 통과한 제1 지점 및 제2 지점을 상기 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 후행 자기장 센서 및 상기 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 후행 자기장 센서가 동일한 추후 시점에 각각 통과하는지 또는 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과하는지를 판정하는 것과,

상기 제1 지점 및 상기 제2 지점을 상기 제1 후행 자기장 센서 및 상기 제2 후행 자기장 센서가 상기 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과한다고 판정된 경우에 상기 무인 이동체의 회전을 추정하는 것을 포함하는,

항법 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 것은 상기 두 상이한 각자의 추후 시점 간의 차이에 기반하여 상기 회전의 각도를 추정하는 것을 포함하는,

항법 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 것은 상기 제1 쌍의 자기장 센서 각각 및 상기 제2 쌍의 자기장 센서 중 대응하는 것 사이의 동일한 좌우 간격에 기반하여 상기 회전의 각도를 추정하는 것을 포함하는,

항법 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 것은 상기 두 상이한 각자의 추후 시점 중 앞선 것 및 상기 초기 시점 간의 차이에 기반하여 상기 회전의 선속력(linear speed)을 추정하는 것을 포함하는,

항법 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 것은 상기 전후 간격에 기반하여 상기 회전의 선속력을 추정하는 것을 포함하는,

항법 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 것은 상기 두 상이한 각자의 추후 시점 중 앞선 것에서 상기 제1 지점을 상기 제1 후행 자기장 센서가 통과한다고 판정된 경우에 상기 무인 이동체의 회전의 방향을 상기 제1 후행 자기장 센서가 상기 제2 후행 자기장 센서보다 큰 회전 반경을 갖고서 상기 무인 이동체가 회전하는 방향으로 추정하는 것을 포함하는,

항법 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 무인 이동체는 무인 지상 이동체(Unmanned Ground Vehicle: UGV)인,

항법 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

대상 환경 내의 복수의 지점에서의 자기장의 사전측정을 나타내는 자기장 지도가 저장된 저장 유닛을 더 포함하되, 상기 판정은,

상기 제1 지점 및 상기 제2 지점 각각을 상기 복수의 지점 중 하나로서 추정하기 위해, 상기 초기 시점부터 시작하는 연이은 시점 각각에서의 상기 복수의 자기장 센서에 의한 상기 자기장의 측정을 나타내는 데이터 세트를 상기 자기장 지도와 매칭하는 것을 포함하는,

항법 시스템.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 기재된 항법 시스템을 포함하는 무인 이동체.

청구항 10

복수의 자기장 센서를 포함하는 무인 이동체의 움직임을 추정하는 방법으로서, 상기 복수의 자기장 센서는, 전후 간격만큼 서로 이격되고 상기 무인 이동체의 중심으로부터 균일하게 이격된 제1 쌍의 자기장 센서 및 상기 전후 간격만큼 서로 이격되고 상기 중심으로부터 균일하게 이격된 제2 쌍의 자기장 센서를 포함하고, 상기 제1 쌍 및 상기 제2 쌍은 상기 무인 이동체의 직진 방향으로 평행하게 배열되되, 상기 방법은,

상기 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 선행 자기장 센서 및 상기 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 선행 자기장 센서가 동일한 초기 시점에 각각 통과한 제1 지점 및 제2 지점을 상기 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 후행 자기장 센서 및 상기 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 후행 자기장 센서가 동일한 추후 시점에 각각 통과하는지 또는 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과하는지를 판정하는 단계와,

상기 제1 지점 및 상기 제2 지점을 상기 제1 후행 자기장 센서 및 상기 제2 후행 자기장 센서가 상기 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과한다고 판정된 경우에 상기 이동체의 회전을 추정하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 단계는 상기 두 상이한 각자의 추후 시점 간의 차이에 기반하여 상기 회전의 각도를 추정하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 단계는 상기 제1 쌍의 자기장 센서 각각 및 상기 제2 쌍의 자기장 센서 중 대응하는 것

사이의 동일한 좌우 간격에 기반하여 상기 회전의 각도를 추정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 단계는 상기 두 상이한 각자의 추후 시점 중 앞선 것 및 상기 초기 시점 간의 차이에 기반하여 상기 회전의 선속력을 추정하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 단계는 상기 전후 간격에 기반하여 상기 회전의 선속력을 추정하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 회전을 추정하는 단계는 상기 두 상이한 각자의 추후 시점 중 앞선 것에서 상기 제1 지점을 상기 제1 후행 자기장 센서가 통과한다고 판정된 경우에 상기 무인 이동체의 회전의 방향을 상기 제1 후행 자기장 센서가 상기 제2 후행 자기장 센서보다 큰 회전 반경을 갖고서 상기 무인 이동체가 회전하는 방향으로 추정하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 무인 이동체는 무인 지상 이동체(Unmanned Ground Vehicle: UGV)인,

방법.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 판정하는 단계는, 상기 제1 지점 및 상기 제2 지점 각각을 대상 환경 내의 복수의 지점 중 하나로서 추정하기 위해, 상기 초기 시점부터 시작하는 연이은 시점 각각에서의 상기 복수의 자기장 센서에 의한 자기장의 측정을 나타내는 데이터 세트를 자기장 지도와 매칭하는 단계를 포함하되, 상기 자기장 지도는 상기 복수의 지점에서의 상기 자기장의 사전측정을 나타내는,

방법.

청구항 18

컴퓨터 프로세서에 의해 실행되는 경우 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금 제10항 내지 제17항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

본 개시는 다중 자기장 센서 배열을 이용한 무인 이동체(Unmanned Vehicle: UV)의 움직임의 추정에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 제조를 위한 공장 환경, 물류를 위한 창고 환경 등의 다양한 산업 환경에서 모바일 로봇(mobile robot)과 같은 무인 이동체(Unmanned Vehicle: UV)를 활용하여 작업 효율을 증진하려는 시도가 계속되고 있다.
- [0003] UV의 몇몇 항법 시스템은 주행기록계(odometry)로부터 출력된 속도 정보를 사용하여 UV의 위치를 추정하고, 좌측의 속도 및 우측의 속도 간의 차이를 사용하여 UV의 운동 방향을 추정한다. 주행기록계의 출력에는 노면 여건(road surface condition)과 같은 요인 때문에 미끄럼(slip) 오차가 포함될 수 있다.
- [0004] UV의 몇몇 항법 시스템은 관성 항법에 기반하는데, 이는 현재의 항법 정보(이는, 예컨대, UV의 위치, 속도 및 자세를 나타냄)를 자이로스코프(gyroscope)나 가속도계(accelerometer)와 같은 관성 센서로부터의 측정 정보 및 이전의 항법 정보에 기반하여 산출한다. 관성 항법에서는 적분이 거듭되므로 시간이 지남에 따라 항법 오차가 점점 더 누적되기 마련이다. 이러한 항법 오차는 외부 항법 시스템, 예컨대, 글로벌 항법 위성 시스템(Global Navigation Satellite System: GNSS)과 같은 위성 항법 시스템의 보조로써 완화 또는 제거될 수가 있다. 대안적으로, 위성 항법 시스템을 이용하기가 쉽지 않은 실내 환경에서 UV를 운행할 경우에, 비전(vision) 기술, 라이다(LiDAR: Light Detection And Ranging) 기술, 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network: WLAN) 기술 등이 더욱 정확한 측위를 위해 사용될 수 있다. 이들과 별개로 또는 함께, 자기장 지도 매칭(magnetic map matching)이 사용될 수 있는데, 이는 여러 위치에서 미리 측정된 자기장 수치를 기반으로 자기장 지도가 구성되면, 이후에 자기장 센서(이는 자력계로도 지칭됨)에 의해 제공되는 자기장 측정 데이터를 자기장 지도 데이터와 비교함으로써 위치를 추정하는 기법이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 다중 자기장 센서 배열을 이용한 무인 이동체(Unmanned Vehicle: UV)의 움직임의 추정이 본 문서에 개시된다.

과제의 해결 수단

- [0006] 예에서, 무인 이동체(Unmanned Vehicle: UV)는 다음을 포함한다: 전후 간격만큼 서로 이격되고 UV의 이동체 중심으로부터 균일하게 이격된 제1 쌍의 자기장 센서 및 전후 간격만큼 서로 이격되고 이동체 중심으로부터 균일하게 이격된 제2 쌍의 자기장 센서를 포함하는 복수의 자기장 센서(제1 쌍 및 제2 쌍은 UV의 직진 방향으로 평행하게 배열됨); UV의 움직임을 추정하는 동작을 수행하는 처리 유닛(동작은 다음을 포함함: 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 선행 자기장 센서 및 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 선행 자기장 센서가 동일한 초기 시점에 각각 통과한 제1 지점 및 제2 지점을 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 후행 자기장 센서 및 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 후행 자기장 센서가 동일한 추후 시점에 각각 통과하는지 또는 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과하는지를 판정하는 것; 및 제1 지점 및 제2 지점을 제1 후행 자기장 센서 및 제2 후행 자기장 센서가 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과한다고 판정된 경우에 UV의 회전을 추정하는 것).
- [0007] 전술된 개요는 상세한 설명에서 추가로 후술되는 몇몇 양상을 단순화된 형태로 소개하기 위해 제공된다. 이 개요는 청구된 주제(subject matter)의 중요 특징 또는 필수적 특징을 식별하도록 의도되지 않고, 청구된 주제의 범위를 정하는 데 사용되도록 의도되지도 않는다. 나아가, 청구된 주제는 본 명세서에서 논의되는 임의의 또는 모든 이점을 제공하는 구현에 한정되지 않는다.

발명의 효과

- [0008] 본 개시에 따르면, UV의 움직임을 추정하는 데에 유용하도록 UV에 다중 자기장 센서가 배열될 수 있다.
- [0009] 본 개시에 따른 다중 자기장 센서 배열은 자기장 센서로부터 자기장 측정 데이터 샘플을 획득하여 UV의 회전(가령, 회전의 방향, 회전의 선속력(linear speed), 회전의 각도 등)을 신속하고 효율적으로 추정할 수 있도록 한다.
- [0010] 본 개시에 따라 UV의 회전을 추정함으로써 UV의 항법을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 예시적인 무인 이동체(Unmanned Vehicle: UV)의 항법 시스템의 예를 보여주는 블록도이다.

도 2는 도 1의 UV를 위한 예시적인 다중 자기장 센서 배열을 보여준다.

도 3 및 도 4는 도 2의 다중 자기장 센서 배열의 상이한 예시적인 구현을 각각 보여준다.

도 5 및 도 6은 도 2의 다중 자기장 센서 배열을 이용하여 도 1의 UV의 움직임을 추정하는 예시적인 프로세스를 설명하기 위한 도면이다.

도 7 및 도 8은 각각 도 3 및 도 4의 다중 자기장 센서 배열을 갖고서 도 1의 UV가 회전하는 동안에 자기장 센서의 위치를 확인하는 시뮬레이션의 결과를 보여준다.

도 9는 도 7의 시뮬레이션 결과의 일부를 자기장 측정 데이터의 샘플링 시점별로 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 개시에서 사용되는 다양한 용어는 본 문서에서의 기능을 고려하여 상용 용어의 용어법으로부터 선택되는데, 이는 당업자의 의도, 준례, 또는 새로운 기술의 출현에 따라서 달리 인식될 수 있다. 특정한 사례에서, 몇몇 용어에는 상세한 설명에서 개진된 바와 같이 의미가 주어질 수 있다. 따라서, 본 문서에서 사용되는 용어는, 단순히 그 명칭에 의해서가 아니라, 본 개시의 맥락에서 그 용어가 갖는 의미와 일관되게 정의되어야 한다.
- [0013] 본 문서에서 용어 "포함하다", "가지다" 등은 이후에 열거된 요소, 예컨대, 어떤 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 정보 또는 이들의 조합의 존재를 명시하는 경우에 사용된다. 달리 표시되지 않는 한, 이런 용어 및 이의 변형은 다른 요소의 존재 또는 추가를 배제하도록 의도되지 않는다.
- [0014] 본 문서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "제1", "제2" 등은 몇 개의 서로 닮은 요소를 식별하도록 의도된다. 달리 기재되지 않는 한, 그러한 용어는 이들 요소의 또는 이들의 사용의 특정한 순서와 같은 한정을 부과하도록 의도된 것이 아니라, 단지 여러 요소를 따로따로 지칭하기 위해 사용된다. 예를 들면, 어떤 요소가 일례에서 용어 "제1"로써 참조될 수 있는 한편 동일한 요소가 다른 예에서 "제2" 또는 "제3"과 같은 상이한 서수로써 참조될 수 있다. 그러한 예에서, 이들 용어는 본 개시의 범위를 한정하지 않는 것이다. 또한, 여러 요소의 리스트에서 용어 "및/또는"을 사용하는 것은 열거된 항목 중 임의의 하나 또는 복수 개를 비롯하여 이들 항목의 모든 가능한 조합을 포함한다. 나아가, 단수 형태의 표현은 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 복수 형태의 의미를 포함한다.
- [0015] 첨부된 도면을 참조하여 본 개시의 소정의 예가 이제 상세히 기술될 것이다. 다만, 본 개시는 많은 상이한 형태로 체현될 수 있으며, 본 문서에 개진된 예에 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 오히려, 이들 예는 본 개시의 범위의 더 나은 이해를 제공하기 위해서 주어지는 것이다.
- [0016] 도 1은 예시적인 UV(10)의 항법 시스템(100)의 예를 보여주는 블록도이다. UV(10)의 예는 바퀴 달린(wheeled) 모바일 로봇(가령, 좌측 및 우측에 각각 2개의 바퀴를 가진 4륜 모바일 로봇) 또는 다른 타입의 UV를 포함한다.
- [0017] 도 1의 예시적인 항법 시스템(100)은 UV(10)의 동적 모델을 사용하여 데드 레커닝(Dead Reckoning: DR) 방식으로 항법 정보를 산출한다. 몇몇 예에서, 예컨대, UV(10)가 실내 환경에서의 지상 주행을 위한 무인 지상 이동체(Unmanned Ground Vehicle: UGV)인 예에서, 항법 시스템(100)은 외부의 항법 시스템(가령, 글로벌 포지셔닝 시스템(Global Positioning System: GPS)과 같은 GNSS)으로부터 보조 정보를 수신하고 이를 사용하는 메커니즘을 갖지 않을 수 있다.
- [0018] 도 1의 예에서, 항법 시스템(100)은 감지 유닛(110), 저장 유닛(storage unit)(130) 및 처리 유닛(processing unit)(150)을 포함한다. 항법 시스템(100)의 다른 예시적인 구현이 또한 고려된다. 예를 들어, 항법 시스템(100)은 도시되지 않은 추가적인 컴포넌트를 또한 포함할 수 있고/거나, 도 1에 도시된 컴포넌트 중 일부를 포함하나 전부를 포함하지는 않을 수 있다.
- [0019] 도시된 예에서, 감지 유닛(110)은 복수의 자기장 센서(115-1, 115-2, ..., 115-N)를 포함한다. 각각의 자기장 센서(115-1, 115-2, ..., 115-N)는 자기장 측정 데이터를 제공한다. 그러면, 처리 유닛(150)은 여러 시점(가령, 주기적인 샘플링 시점)에서의 각각의 자기장 센서(115-1, 115-2, ..., 115-N)의 측정을 나타내는 데이터 세트를 획득할 수 있다. 예를 들어, 복수의 자기장 센서(115-1, 115-2, ..., 115-N) 각각은 3축 자력계일 수 있다.
- [0020] 몇몇 예시적인 구현에서, 몇몇 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)는 UV(10)의 중심(이하에서 이동체 중심(Vehicle Center: VC)으로도 표기될 수 있음)(가령, 정지 시의 무게 중심)으로부터 다음과 같은 대칭성을 갖도록 UV(10)에 배열될 수 있는데, 그러한 다중 자기장 센서 배열은 이하에서 "대칭적 배열"로도 약칭될 수

있다. 구체적으로, UV(10)의 몸체 프레임(body frame)에 대해 UV(10)의 직진 방향이 정의될 수 있는데, UV(10)은 그 방향(예컨대, 비홀로노믹(nonholonomic) 구속 조건을 갖는 UV(10)의 제한된 이동 방향, 가령, UV(10)의 전방 방향 또는 후방 방향)으로 운동하는 것이 구속되지 않고 가능하다. 그러면, 특정한 예에서, UV(10)은 UV(10)의 직진 방향으로 배열된 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 및 그러한 직진 방향으로 배열된 제2 쌍의 대응하는 자기장 센서(115-3, 115-4)를 포함한다. 다시 말해, 이들 두 쌍은 UV(10)의 직진 방향으로 평행하게 배열된다. 이 예에서, 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2)는 전후 간격만큼 서로 이격되고, 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4)도 그 간격만큼 서로 이격된다. 또한, 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2)는 UV(10)의 VC로부터 균일하게 이격되고(즉, UV(10)의 VC로부터 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 중 하나까지의 거리는 UV(10)의 VC로부터 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 중 다른 하나까지의 거리와 같음), 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4)도 UV(10)의 VC로부터 균일하게 이격된다(즉, UV(10)의 VC로부터 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4) 중 하나까지의 거리는 UV(10)의 VC로부터 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4) 중 다른 하나까지의 거리와 같음).

[0021] 몇몇 예시적인 구현에서, 감지 유닛(110)은 UV(10)의 항법을 위한 추가적인 센서(가령, 자이로스코프)를 더 포함할 수 있고, 그러한 추가적인 센서는 다른 측정 데이터(가령, 각속도 측정 데이터)를 제공할 수 있다. 그러면, 처리 유닛(150)은 UV(10)의 위치, 속도 및/또는 자세를 계산하는 데에 그러한 측정 데이터를 사용할 수 있다.

[0022] 도 1의 예에서, 저장 유닛(130)은 다양한 정보를 저장한다. 예를 들어, 저장 유닛(130)은 비일시적(non-transitory) 형태로 데이터를 저장하는 컴퓨터 판독가능 저장 매체(computer readable storage medium)를 포함할 수 있다. 그러므로, 저장 유닛(130)은 내부에 다양한 정보, 예컨대, 처리 유닛(150)에 의해 실행될 명령어의 세트 및/또는 다른 정보가 저장될 수 있다.

[0023] 몇몇 예시적인 구현에서, 저장 유닛(130)은 자기장 지도를 저장할 수 있는데, 이는 주어진 대상 환경(가령, 실내 환경) 내의 복수의 지점에 대해 정의될 수 있다. 다시 말해, 자기장 지도는 그러한 지점 각각에서의 자기장의 사전측정을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 자기장 지도는 이들 사전측정된 자기장 값의 데이터베이스로서 구성될 수 있다. 그러면, 처리 유닛(150)은 저장된 자기장 지도를 사용하여 자기장 지도 매칭(magnetic map matching)을 수행할 수 있는데, 이는 자기장 센서(가령, 각각의 자기장 센서(115-1, 115-2, ..., 115-N))에 의해 제공되는 자기장 측정 데이터를 자기장 지도 데이터와 비교함으로써 위치를 대상 환경 내의 어떤 지점으로서 추정하는 기법이다. 특히, 실내 자기장 지도 매칭은 건물 내에서 지구 자기장을 측정하는 경우에 해당 건물의 철골 구조와 같은 건축 구조물로 인해 다양한 왜곡이 발생할 수 있고, 이 구조물은 변하지 않는다고 취급될 수 있는바, 건물의 여러 구역에서의 자기장 측정은 각 구역에서의 왜곡 특성에 따라 고유한 정보를 제공한다는 점을 활용하는 것이다. 따라서, 그러한 정보를 기반으로 자기장 지도가 구성되면, 이후의 측정에 기반한 데이터를 자기장 지도 데이터와 비교함으로써 실내의 위치를 추정하는 것이 가능하게 된다.

[0024] 도 1의 예에서, 처리 유닛(150)은 항법 시스템(100)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 처리 유닛(150)은 본 문서에 기술된 동작을 수행하기 위해 프로세서(processor) 또는 다른 처리 회로(processing circuitry)로써 구현될 수 있다.

[0025] 몇몇 예시적인 구현에서, 처리 유닛(150)은 UV(10)의 움직임을 추정할 수 있다. 그러한 움직임 추정은, UV(10)에 몇몇 자기장 센서가 대칭적 배열로 배치됨(가령, 도 2에 도시된 바와 같이 한 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 및 한 쌍의 각자의 대응하는 자기장 센서(115-3, 115-4)가 UV(10)에 배열됨)을 전제로, 다음과 같은 동작을 수반할 수 있다: 각각의 자기장 센서(115-1, 115-2, ..., 115-N)로부터 출력된 자기장 측정 데이터에 기반하여 해당 자기장 센서(115-1, 115-2, ..., 115-N)의 위치를 (예컨대, 자기장 지도 매칭을 통해) 추정하는 것; 및 그러한 센서 위치 추정에 기반하여 UV(10)의 움직임(가령, 직선 운동 또는 회전 운동)을 추정하는 것.

[0026] 구체적으로, 도 2는 UV(10)에서 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 및 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4)가 배열된 예를 보여준다. 이들 두 쌍은 UV(10)의 직진 방향으로 평행하게 배열된다. 참조를 위해, 도 2에서 UV(10)의 직진 방향 및 이에 수직인 횡 방향이 표기된다.

[0027] 도시된 예에서, 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2)는 전후 간격 r_s 만큼 이격되고, 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4)도 전후 간격 r_s 만큼 이격된다. 또한, 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 양자 모두가 UV(10)의 VC(205)으로부터 제1 거리에 대칭적으로 배열되고, 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4) 양자 모두가 VC(205)로부터 제2 거리(이는 제1 거리와 동일할 수 있거나 제1 거리와 상이할 수 있음)에 대칭적으로 배열된다. 그러면,

형 방향으로, 자기장 센서(115-1) 및 자기장 센서(115-3)는 좌우 간격 r_L 의 거리를 갖고서, 그리고 자기장 센서(115-2) 및 자기장 센서(115-4) 역시 좌우 간격 r_L 의 거리를 갖고서 배열된다.

[0028] 그러한 다중 자기장 센서 배열은 다양한 방식으로 구현될 수 있다.

[0029] 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 양자 모두는 VC(205)로부터 d_1 의 거리를 가질 수 있고, 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4) 양자 모두는 VC(205)로부터 상이한 거리 d_3 를 가질 수 있다. 옵션으로, 이 예에서, UV(10)의 직진 방향으로 배열된 추가적인 쌍의 자기장 센서(115-5, 115-6)가 있을 수 있는데, 이들 자기장 센서(115-5, 115-6)는 전후 간격 r_s 만큼 이격되고, 모두 VC(205)로부터 또 다른 상이한 거리 d_2 를 갖는다.

[0030] 다른 예에서, 도 4에 도시된 바와 같이, 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)는 VC(205)로부터 동일한 거리 d 를 가질 수 있다. 옵션으로, 이 예에서, 각각 VC(205)로부터 동일한 거리 d 를 갖는 추가적인 쌍의 자기장 센서(115-5, 115-6)가 있을 수 있는데, 이들 자기장 센서(115-5, 115-6)는 UV(10)의 직진 방향으로 배열되나, 전후 간격 r_s 와는 상이한 전후 간격(가령, 전후 간격 r_s 보다 큰 전후 간격)만큼 이격된다.

[0031] 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)의 대칭적 배열의 다른 예시적인 구현이 또한 고려된다. 예를 들어, 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 양자 모두는 VC(205)로부터 d_1 의 거리를 가질 수 있고, 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4) 양자 모두도 VC(205)로부터 d_1 의 거리를 가질 수 있는데, UV(10)의 직진 방향으로 배열된 추가적인 쌍의 자기장 센서(115-5, 115-6)는 전후 간격 r_s 만큼 이격되고, 모두 VC(205)로부터 d_2 의 거리를 가질 수 있다.

[0032] 이와 같이 배열된 자기장 센서 쌍의 대칭성이 UV(10)의 움직임(가령, 회전)으로 상실되지 않는다고 볼 때, 그러한 움직임 동안에 각각의 쌍의 자기장 센서 중 하나가 먼저 통과한 지점을 해당 쌍의 자기장 센서 중 다른 하나가 통과할 것이다. 이 배열의 타당성은 도 7 및 도 8로부터 체크될 수 있는데, 이들 도면은 각각 도 3 및 도 4의 다중 자기장 센서 배열을 갖고서 UV(10)가 반시계 방향으로 18도만큼 회전하는 동안에 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4, 115-5, 115-6)의 위치를 확인하는 시뮬레이션의 결과를 보여준다.

[0033] 이제, 도 5 및 도 6을 참조하여, 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)의 전술된 대칭적 배열로써 UV(10)의 움직임을 추정하는 예시적인 프로세스가 설명된다.

[0034] 몇몇 예시적인 구현에서, 처리 유닛(150)은 어떤 시점(예를 들어, 시점 $t=0$, 시점 $t=\tau_1$ 및 시점 $t=\tau_2$, 여기서 $0 < \tau_1 < \tau_2$)에서 각각의 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)로부터 자기장 측정 데이터를 수신하고, 수신된 자기장 측정 데이터에 기반하여 그 시점에서의 해당 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)의 위치를 추정할 수 있다. 예를 들어, 처리 유닛(150)은 특정한 샘플링 시점에서의 각각의 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)의 측정을 나타내는 데이터 세트를 저장 유닛(130)에 저장된 자기장 지도와 매칭함으로써, 그 샘플링 시점에서의 해당 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)의 위치를 추정할 수 있다. 이리하여, 처리 유닛(150)은 UV(10)의 어떤 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-1))가 먼저 지나간 지점에 UV(10)의 다른 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-2))가 이후에 도달하는 시점을 판정할 수 있다.

[0035] 나아가, 두 시점에 걸쳐 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)의 추정된 위치가 바뀌는 것은 결국 UV(10)의 움직임을 나타내는바, 처리 유닛(150)은 그러한 움직임을 추정할 수 있다. 이 추정은, 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 중의 선행 자기장 센서(이하에서 제1 선행 자기장 센서로도 지칭됨)(가령, 자기장 센서(115-1)) 및 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4) 중의 선행 자기장 센서(이하에서 제2 선행 자기장 센서로도 지칭됨)(가령, 자기장 센서(115-3))가 초기 시점(가령, $t=0$)에 각각 통과한 두 지점을 제1 쌍의 자기장 센서(115-1, 115-2) 중의 후행 자기장 센서(이하에서 제1 후행 자기장 센서로도 지칭됨)(가령, 자기장 센서(115-2)) 및 제2 쌍의 자기장 센서(115-3, 115-4) 중의 후행 자기장 센서(이하에서 제2 후행 자기장 센서로도 지칭됨)(가령, 자기장 센서(115-4))가 동일한 후후 시점(가령, $t=\tau_1$)에 각각 통과하는지 또는 두 상이한 각자의 후후 시점(가령, $t=\tau_1$ 및 $t=\tau_2$)에 각각 통과하는지를 판정하는 것과, 그러한 판정에 따라 UV(10)의 움직임을 직선 운동 또는 회전 운동(즉, 관성 프레임에 대해서 UV(10)의 몸체 프레임에서의 직진 방향이 유지되는지 또는 변화하는지)으로 추정하는 것을 포함할 수 있다.

- [0036] 구체적으로, 전술된 바와 같이 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)의 대칭적 배열이 UV(10)에 포함된 경우, 초기 시점 및 추후 시점 사이의 시간 구간에서 UV(10)가 일직선으로 운동하는 것은 다음을 의미한다: 초기 시점(가령, $t=0$)에 제1 선행 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-1))가 통과한 제1 지점을 추후 시점(가령, $t=\tau_1$)에 제1 후행 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-2))가 통과하고, 초기 시점(가령, $t=0$)에 제2 선행 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-3))가 통과한 제2 지점을 추후 시점(가령, $t=\tau_1$)에 제2 후행 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-4))가 통과한다.
- [0037] 그런데, 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4)의 동일한 대칭적 배열을 갖고서 UV(10)가 회전하는 경우, 상이한 회전 반경을 갖도록 위치된 자기장 센서는 상이한 선속력(linear speed)으로 회전한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 초기 시점(가령, $t=0$) 및 추후 시점(가령, $t=\tau_1$) 사이의 시간 구간에서 UV(10)가 시계 방향으로 θ 의 각도로 회전하는 예에서, 초기 시점에 제1 선행 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-1))가 통과한 제1 지점을 추후 시점에 제1 후행 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-2))가 통과하나, 초기 시점에 제2 선행 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-3))가 통과한 제2 지점에는 추후 시점이 되더라도 제2 후행 자기장 센서(가령, 자기장 센서(115-4))가 미처 도달하지 못하며, 더 추후의 시점(가령, $t=\tau_2$)에 도달한다. 도 9는 도 7의 시뮬레이션 결과의 일부를 자기장 측정 데이터의 샘플링 시점별로 보여주는 도면이다. 도 9에서 볼 수 있듯이, 도 3과 같이 자기장 센서(115-1, 115-2, 115-3, 115-4, 115-5, 115-6)가 배열된 경우, 자기장 센서(115-3)가 먼저 통과한 지점에 이후에 자기장 센서(115-4)가 도달하는 데에는 11개의 샘플에 해당하는 시간 차이가 있고, 자기장 센서(115-5)가 먼저 통과한 지점에 이후에 자기장 센서(115-6)가 도달하는 데에는 12개의 샘플에 해당하는 시간 차이가 있고, 자기장 센서(115-1)가 먼저 통과한 지점에 이후에 자기장 센서(115-2)가 도달하는 데에는 13개의 샘플에 해당하는 시간 차이가 있다.
- [0038] 따라서, 처리 유닛(150)은, 어떤 두 시점 중의 앞선 시점에서의 선행 자기장 센서(115-1, 115-3) 각각의 추정된 위치 및 그 두 시점 중의 나중의 시점에서 각자의 후행 자기장 센서(115-2, 115-4)의 추정된 위치가 동일하다는 판정에 기반하여, UV(10)의 직선 운동을 추정할 수 있다. 앞선 시점에 선행 자기장 센서(115-1, 115-3)가 각각 통과한 제1 지점 및 제2 지점을 후행 자기장 센서(115-2, 115-4)가 동일한 나중의 시점에 각각 통과하지 않는다고 판정된 경우, 처리 유닛(150)은 UV(10)의 회전 운동을 추정할 수 있다. 특히, 제1 지점에 제1 후행 자기장 센서(115-2)가 도달하는 시점 및 제2 지점에 제2 후행 자기장 센서(115-4)가 도달하는 시점 중 어느 것이 앞서는지를 판정함으로써, 처리 유닛(150)은 UV(10)의 회전의 방향(예를 들어, 시계 방향 회전인지 또는 반시계 방향 회전인지)을 추정할 수 있다. 예를 들어, 제1 지점에 제1 후행 자기장 센서(115-2)가 도달하는 시점이 제2 지점에 제2 후행 자기장 센서(115-4)가 도달하는 시점보다 앞서는 경우에 UV(10)의 회전의 방향은 제1 후행 자기장 센서(115-2)가 제2 후행 자기장 센서(115-4)보다 큰 회전 반경을 갖고서 UV(10)가 회전하는 방향으로 추정할 수 있고, 제2 지점에 제2 후행 자기장 센서(115-4)가 도달하는 시점이 제1 지점에 제1 후행 자기장 센서(115-2)가 도달하는 시점보다 앞서는 경우에 UV(10)의 회전의 방향은 제2 후행 자기장 센서(115-4)가 제1 후행 자기장 센서(115-2)보다 큰 회전 반경을 갖고서 UV(10)가 회전하는 방향으로 추정할 수 있다.
- [0039] 나아가, 처리 유닛(150)은 제1 지점에 제1 후행 자기장 센서(115-2)가 도달하는 시점 및 제2 지점에 제2 후행 자기장 센서(115-4)가 도달하는 시점 간의 차이에 기반하여 UV(10)의 회전의 각도를 추정할 수 있다. 예를 들어, 도 6에 도시된 바와 같이, UV(10)가 초기 시점 $t=0$ 및 추후 시점 $t=\tau_1$ 사이의 시간 구간에서 시계 방향으로 θ 의 각도로 회전하고(도 5에도 예시됨) 이후에 다른 추후 시점 $t=\tau_2$ 까지 같은 방향으로 조금 더 회전하는 데, 초기 시점 $t=0$ 에 제1 선행 자기장 센서(115-1)가 통과한 지점은 추후 시점 $t=\tau_1$ 에 제1 후행 자기장 센서(115-2)가 통과하는 반면 초기 시점 $t=0$ 에 제2 선행 자기장 센서(115-3)가 통과한 다른 지점은 다른 추후 시점 $t=\tau_2$ 에 제2 후행 자기장 센서(115-4)가 통과한다고 가정하자. 그러한 경우에, 제2 후행 자기장 센서(115-4)가 두 추후 시점(가령, $t=\tau_1$ 및 $t=\tau_2$) 사이에서 이동하는 거리를 l 이라고 하면, 이는 회전 각도 θ 및 알려진 좌우 간격 r_l 으로써 다음 식과 같이 근사적으로 표현될 수 있다:

수학식 1

$$l = r_L \theta$$

[0040]

[0041] 그런데, (예컨대, 회전 각도 θ 가 미소하다고 본다면) 제1 선행 자기장 센서(115-1)가 초기 시점 $t=0$ 에 통과한 지점을 제1 후행 자기장 센서(115-2)가 추후 시점 $t=\tau_1$ 에 통과할 때까지 UV(10)가 이동한 거리는 알려진 전후 간격 r_s 로 두어도 무방하다. 이에 비추어 볼 때, 처리 유닛(150)은 UV(10)의 그러한 회전의 선속력 V 를 다음 식에 따라 추정할 수 있다:

수학식 2

$$V = \frac{r_s}{\tau_1 - 0}$$

[0042]

[0043] 그러면, 처리 유닛(150)은 제2 후행 자기장 센서(115-4)가 두 추후 시점(가령, $t=\tau_1$ 및 $t=\tau_2$) 사이에서 이동하는 거리 l 을 다음 식에 따라 추정할 수 있다:

수학식 3

$$l = V \cdot (\tau_2 - \tau_1)$$

[0044]

[0045] 결국, 처리 유닛(150)은 이와 같이 추정된 거리 l 및 수학식 1로부터 회전 각도 θ 를 추정할 수 있다. 전술된 바와 같이, 회전 각도 θ 는 초기 시점 $t=0$ 및 추후 시점 $t=\tau_1$ 사이의 시간 구간에서 UV(10)가 어느 정도 회전하였는지를 나타내는바, 처리 유닛(150)은 추정된 회전 각도 θ 로부터 초기 시점 $t=0$ 및 추후 시점 $t=\tau_2$ 사이의 시간 구간에서의 UV(10)의 회전의 각도 θ' 를 추정할 수 있다. 예를 들어, 처리 유닛(150)은 추정된 회전 각도 θ 를 초기 시점 $t=0$ 및 추후 시점 $t=\tau_1$ 간의 시간 차이로 나눈 값으로서 회전 각도의 평균 변화율을 계산할 수 있고, 이 변화율에 초기 시점 $t=0$ 및 추후 시점 $t=\tau_2$ 간의 시간 차이를 곱하여 회전 각도 θ' 를 추정할 수 있다.

[0046] 다음은 다중 자기장 센서 배열을 이용한 무인 이동체의 움직임의 추정에 관련된 다양한 예이다.

[0047] 예 1에서, 무인 이동체의 항법 시스템은, 전후 간격만큼 서로 이격되고 위 무인 이동체의 중심으로부터 균일하게 이격된 제1 쌍의 자기장 센서 및 위 전후 간격만큼 서로 이격되고 위 중심으로부터 균일하게 이격된 제2 쌍의 자기장 센서를 포함하는 복수의 자기장 센서(위 제1 쌍 및 위 제2 쌍은 위 무인 이동체의 직진 방향으로 평행하게 배열됨)와, 위 무인 이동체의 움직임을 추정하는 동작을 수행하는 처리 유닛을 포함하되, 위 동작은, 위 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 선행 자기장 센서 및 위 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 선행 자기장 센서가 동일한 초기 시점에 각각 통과한 제1 지점 및 제2 지점을 위 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 후행 자기장 센서 및 위 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 후행 자기장 센서가 동일한 추후 시점에 각각 통과하는지 또는 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과하는지를 판정하는 것과, 위 제1 지점 및 위 제2 지점을 위 제1 후행 자기장 센서 및 위 제2 후행 자기장 센서가 위 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과한다고 판정된 경우에 위 무인 이동체의 회전을 추정하는 것을 포함한다.

[0048] 예 2는 예 1의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 것은 위 두 상이한 각자의 추후 시점 간의 차이에 기반

하여 위 회전의 각도를 추정하는 것을 포함한다.

- [0049] 예 3은 예 1 또는 예 2의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 것은 위 제1 쌍의 자기장 센서 각각 및 위 제2 쌍의 자기장 센서 중 대응하는 것 사이의 동일한 좌우 간격에 기반하여 위 회전의 각도를 추정하는 것을 포함한다.
- [0050] 예 4는 예 1 내지 예 3 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 것은 위 두 상이한 각자의 추후 시점 중 앞선 것 및 위 초기 시점 간의 차이에 기반하여 위 회전의 선속력(linear speed)을 추정하는 것을 포함한다.
- [0051] 예 5는 예 1 내지 예 4 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 것은 위 전후 간격에 기반하여 위 회전의 선속력을 추정하는 것을 포함한다.
- [0052] 예 6은 예 1 내지 예 5 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 것은 위 두 상이한 각자의 추후 시점 간의 차이, 위 제1 쌍의 자기장 센서 각각 및 위 제2 쌍의 자기장 센서 중 대응하는 것 사이의 동일한 좌우 간격 및 위 회전의 선속력에 기반하여 위 초기 시점 및 위 두 상이한 각자의 추후 시점 중 나중의 것 사이의 시간 구간에서의 위 회전의 각도를 추정하는 것을 포함한다.
- [0053] 예 7은 예 1 내지 예 6 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 것은 위 두 상이한 각자의 추후 시점 중 앞선 것에서 위 제1 지점을 위 제1 후행 자기장 센서가 통과한다고 판정된 경우에 위 무인 이동체의 회전의 방향을 위 제1 후행 자기장 센서가 위 제2 후행 자기장 센서보다 큰 회전 반경을 갖고서 위 무인 이동체가 회전하는 방향으로 추정하는 것을 포함한다.
- [0054] 예 8은 예 1 내지 예 7 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 무인 이동체는 무인 지상 이동체(Unmanned Ground Vehicle: UGV)이다.
- [0055] 예 9는 예 1 내지 예 8 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 무인 이동체는 바퀴 달린(wheeled) 모바일 로봇이다.
- [0056] 예 10은 예 1 내지 예 9 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 방법 시스템은 대상 환경 내의 복수의 지점에서의 자기장의 사전측정을 나타내는 자기장 지도가 저장된 저장 유닛을 더 포함하되, 위 판정은, 위 제1 지점 및 위 제2 지점 각각을 위 복수의 지점 중 하나로서 추정하기 위해, 위 초기 시점부터 시작하는 연이은 시점 각각에서의 위 복수의 자기장 센서에 의한 위 자기장의 측정을 나타내는 데이터 세트를 위 자기장 지도와 매칭하는 것을 포함한다.
- [0057] 예 11에서, 복수의 자기장 센서를 포함하는 무인 이동체의 움직임을 추정하는 방법(위 복수의 자기장 센서는, 전후 간격만큼 서로 이격되고 위 무인 이동체의 중심으로부터 균일하게 이격된 제1 쌍의 자기장 센서 및 위 전후 간격만큼 서로 이격되고 위 중심으로부터 균일하게 이격된 제2 쌍의 자기장 센서를 포함하고, 위 제1 쌍 및 위 제2 쌍은 위 무인 이동체의 직진 방향으로 평행하게 배열됨)은, 위 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 선행 자기장 센서 및 위 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 선행 자기장 센서가 동일한 초기 시점에 각각 통과한 제1 지점 및 제2 지점을 위 제1 쌍의 자기장 센서 중의 제1 후행 자기장 센서 및 위 제2 쌍의 자기장 센서 중의 제2 후행 자기장 센서가 동일한 추후 시점에 각각 통과하는지 또는 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과하는지를 판정하는 단계와, 위 제1 지점 및 위 제2 지점을 위 제1 후행 자기장 센서 및 위 제2 후행 자기장 센서가 위 두 상이한 각자의 추후 시점에 각각 통과한다고 판정된 경우에 위 이동체의 회전을 추정하는 단계를 포함한다.
- [0058] 예 12는 예 11의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 단계는 위 두 상이한 각자의 추후 시점 간의 차이에 기반하여 위 회전의 각도를 추정하는 단계를 포함한다.
- [0059] 예 13은 예 11 또는 예 12의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 단계는 위 제1 쌍의 자기장 센서 각각 및 위 제2 쌍의 자기장 센서 중 대응하는 것 사이의 동일한 좌우 간격에 기반하여 위 회전의 각도를 추정하는 단계를 포함한다.
- [0060] 예 14는 예 11 내지 예 13 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 단계는 위 두 상이한 각자의 추후 시점 중 앞선 것 및 위 초기 시점 간의 차이에 기반하여 위 회전의 선속력을 추정하는 단계를 포함한다.
- [0061] 예 15는 예 11 내지 예 14 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 단계는 위 전후 간격에 기반하여 위 회전의 선속력을 추정하는 단계를 포함한다.
- [0062] 예 16은 예 11 내지 예 15 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 단계는 위 두 상이한 각자의

추후 시점 간의 차이, 위 제1 쌍의 자기장 센서 각각 및 위 제2 쌍의 자기장 센서 중 대응하는 것 사이의 동일한 좌우 간격 및 위 회전의 선속력에 기반하여 위 초기 시점 및 위 두 상이한 각자의 추후 시점 중 나중의 것 사이의 시간 구간에서의 위 회전의 각도를 추정하는 단계를 포함한다.

[0063] 예 17은 예 11 내지 예 16 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 회전을 추정하는 단계는 위 두 상이한 각자의 추후 시점 중 앞선 것에서 위 제1 지점을 위 제1 후행 자기장 센서가 통과한다고 판정된 경우에 위 무인 이동체의 회전의 방향을 위 제1 후행 자기장 센서가 위 제2 후행 자기장 센서보다 큰 회전 반경을 갖고서 위 무인 이동체가 회전하는 방향으로 추정하는 단계를 포함한다.

[0064] 예 18은 예 11 내지 예 17 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 무인 이동체는 무인 지상 이동체(Unmanned Ground Vehicle: UGV)이다.

[0065] 예 19는 예 11 내지 예 18 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 무인 이동체는 바퀴 달린 모바일 로봇이다.

[0066] 예 20은 예 11 내지 예 19 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 판정하는 단계는, 위 제1 지점 및 위 제2 지점 각각을 대상 환경 내의 복수의 지점 중 하나로서 추정하기 위해, 위 초기 시점부터 시작하는 연이은 시점 각각에서의 위 복수의 자기장 센서에 의한 자기장의 측정을 나타내는 데이터 세트를 자기장 지도와 매칭하는 단계를 포함하되, 위 자기장 지도는 위 복수의 지점에서의 위 자기장의 사전측정을 나타낸다.

[0067] 예 21에서, 예 1 내지 예 10 중 임의의 것에 기재된 방법 시스템을 포함하는 무인 이동체가 제공된다.

[0068] 예 22에서, 컴퓨터 프로세서에 의해 실행되는 경우 위 컴퓨터 프로세서로 하여금 예 11 내지 예 20 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체가 제공된다.

[0069] 특정한 예에서, 본 문서에서 언급된 장치, 디바이스, 시스템, 머신 등은 임의의 적합한 유형은 컴퓨팅 장치이거나, 이를 포함하거나, 이에 구현될 수 있다. 컴퓨팅 장치는 프로세서 및 프로세서에 의해 판독가능한 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함할 수 있다. 프로세서는 컴퓨터 판독가능 저장 매체 내에 저장된 하나 이상의 명령어를 실행할 수 있다. 프로세서는 또한 컴퓨터 판독가능 저장 매체 내에 저장된 다른 정보를 판독할 수 있다. 추가로, 프로세서는 컴퓨터 판독가능 저장 매체 내에 새로운 정보를 저장할 수 있고 컴퓨터 판독가능 저장 매체 내에 저장된 어떤 정보를 갱신할 수 있다. 프로세서는, 예컨대, 중앙 처리 유닛(Central Processing Unit: CPU), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor: DSP), 그래픽 처리 유닛(Graphics Processing Unit: GPU), 프로세서 코어(processor core), 마이크로프로세서(microprocessor), 마이크로제어기(microcontroller), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(Field-Programmable Gate Array: FPGA), 애플리케이션 특정 집적 회로(Application Specific Integrated Circuit: ASIC), 다른 하드웨어 및 로직 회로, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 다양한 정보, 예컨대, 프로세서에 의해 수행될 수 있는 프로세서 실행가능(processor executable) 명령어의 세트 및/또는 다른 정보로써 인코딩된다. 예를 들어, 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 프로세서에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(가령, 프로세서)로 하여금 본 문서에 개시된 몇몇 동작을 수행하게 하는 컴퓨터 프로그램 명령어 및/또는 그러한 동작에서 사용되는 정보, 데이터, 변수, 상수, 데이터 구조, 기타 등등이 내부에 저장될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는, 예컨대, 판독 전용 메모리(Read-Only Memory: ROM), 랜덤 액세스 메모리(Random-Access Memory: RAM), 휘발성(volatile) 메모리, 비휘발성(non-volatile) 메모리, 착탈가능(removable) 메모리, 비착탈가능(non-removable) 메모리, 플래시(flash) 메모리, 솔리드 스테이트(solid-state) 메모리, 다른 타입의 메모리 디바이스, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 다른 타입의 저장 디바이스 및 저장 매체, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다.

[0070] 특정한 예에서, 본 문서에 기술된 동작, 기법, 프로세스, 또는 이의 어떤 양상이나 부분은 컴퓨터 프로그램 제품 내에 구체화될 수 있다. 그러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 어떤 유형의 (가령, 컴파일형(compiled) 또는 해석형(interpreted)) 프로그래밍 언어, 예컨대, 어셈블리(assembly), 기계어(machine language), 프로시저형(procedural) 언어, 객체지향(object-oriented) 언어 등등으로 구현될 수 있고, 하드웨어 구현과 조합될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 형태로 배포될 수 있거나 온라인으로 배포될 수 있다. 온라인 배포를 위해, 컴퓨터 프로그램 제품의 일부 또는 전부가 서버(가령, 서버의 컴퓨터 판독가능 저장 매체) 내에 일시적으로 저장되거나 일시적으로 생성될 수 있다.

[0071] 이상의 설명은 상세하게 몇몇 예를 예시하고 기술하기 위해 제시되었다. 본 개시의 범주에서 벗어나지 않고서 위의 교시에 비추어 많은 수정 및 변형이 가능함을 당업자는 응당 이해할 것이다. 다양한 예에서, 전술된 기법이 상이한 순서로 수행되고/거나, 전술된 시스템, 아키텍처, 디바이스, 회로 및 유사한 것의 컴포넌트 중 일부

가 상이한 방식으로 결합 또는 조합되거나, 다른 컴포넌트 또는 이의 균등물에 의해 대치 또는 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

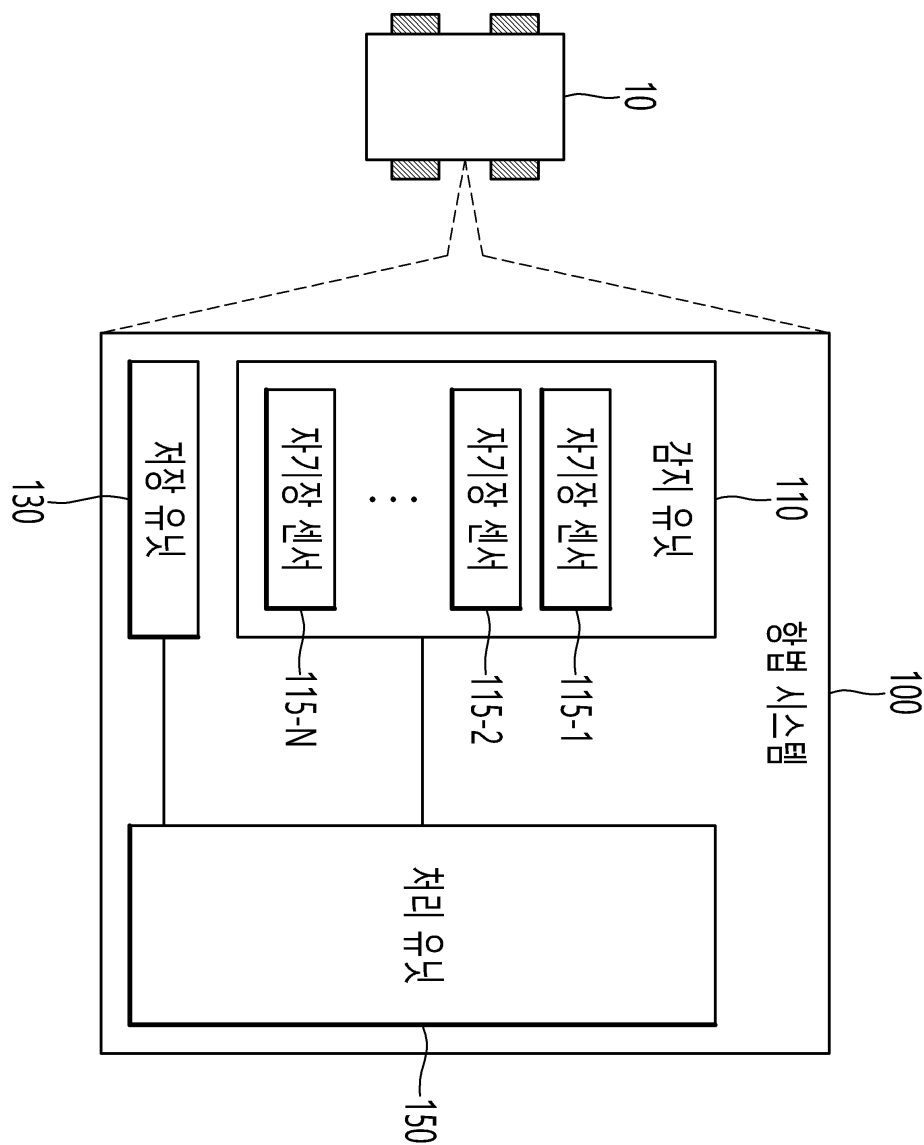
[0072] 그러므로, 본 개시의 범주는 개시된 그 형태에 한정되어서는 안 되며, 후술하는 청구항 및 이의 균등물에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

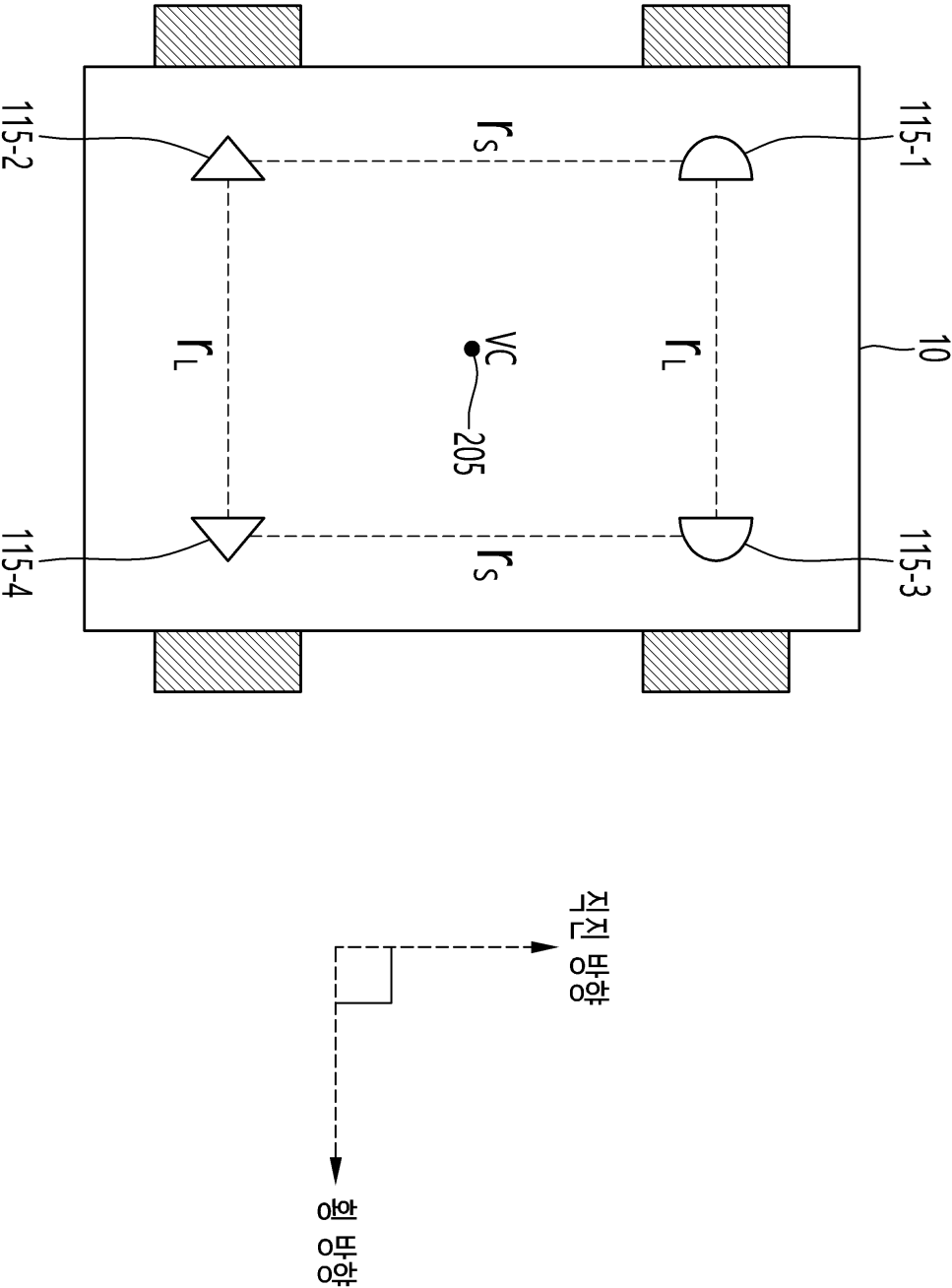
- [0073]
- 10: 무인 이동체
 - 100: 항법 시스템
 - 110: 감지 유닛
 - 115-1, 115-2, ..., 115-N: 자기장 센서
 - 130: 저장 유닛
 - 150: 처리 유닛

도면

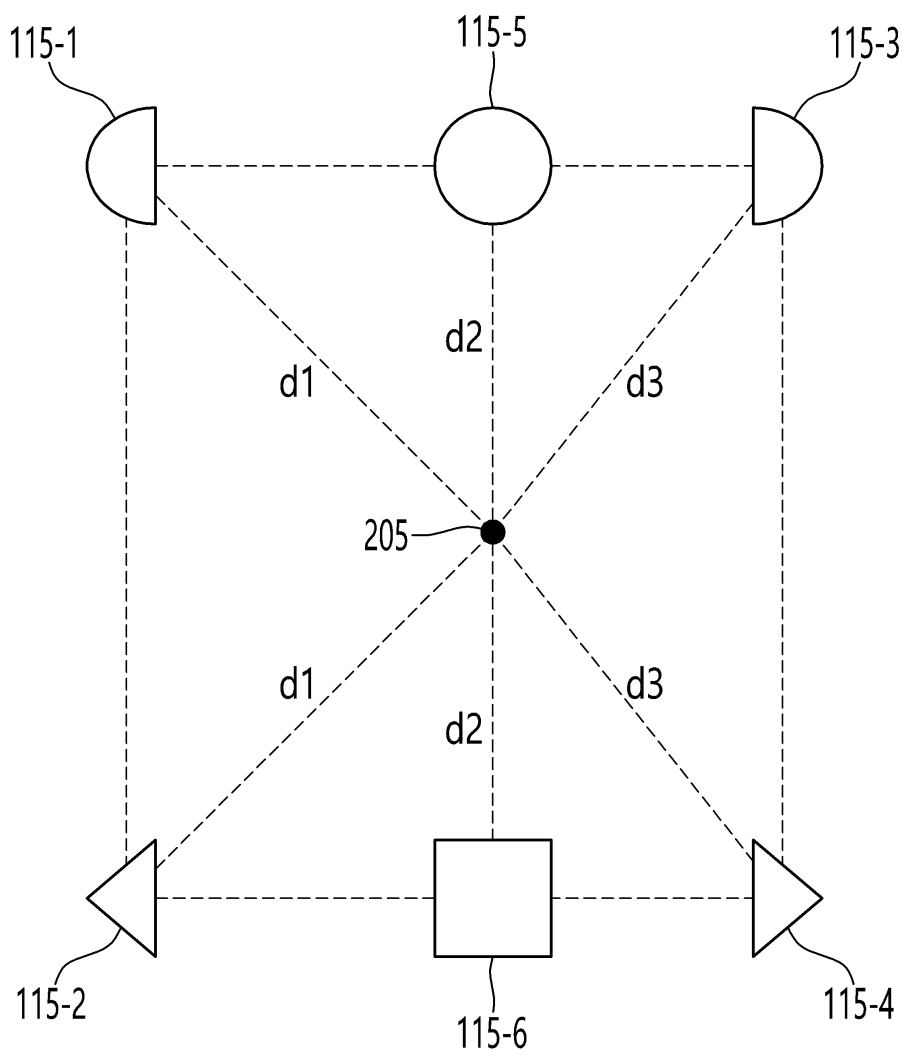
도면1



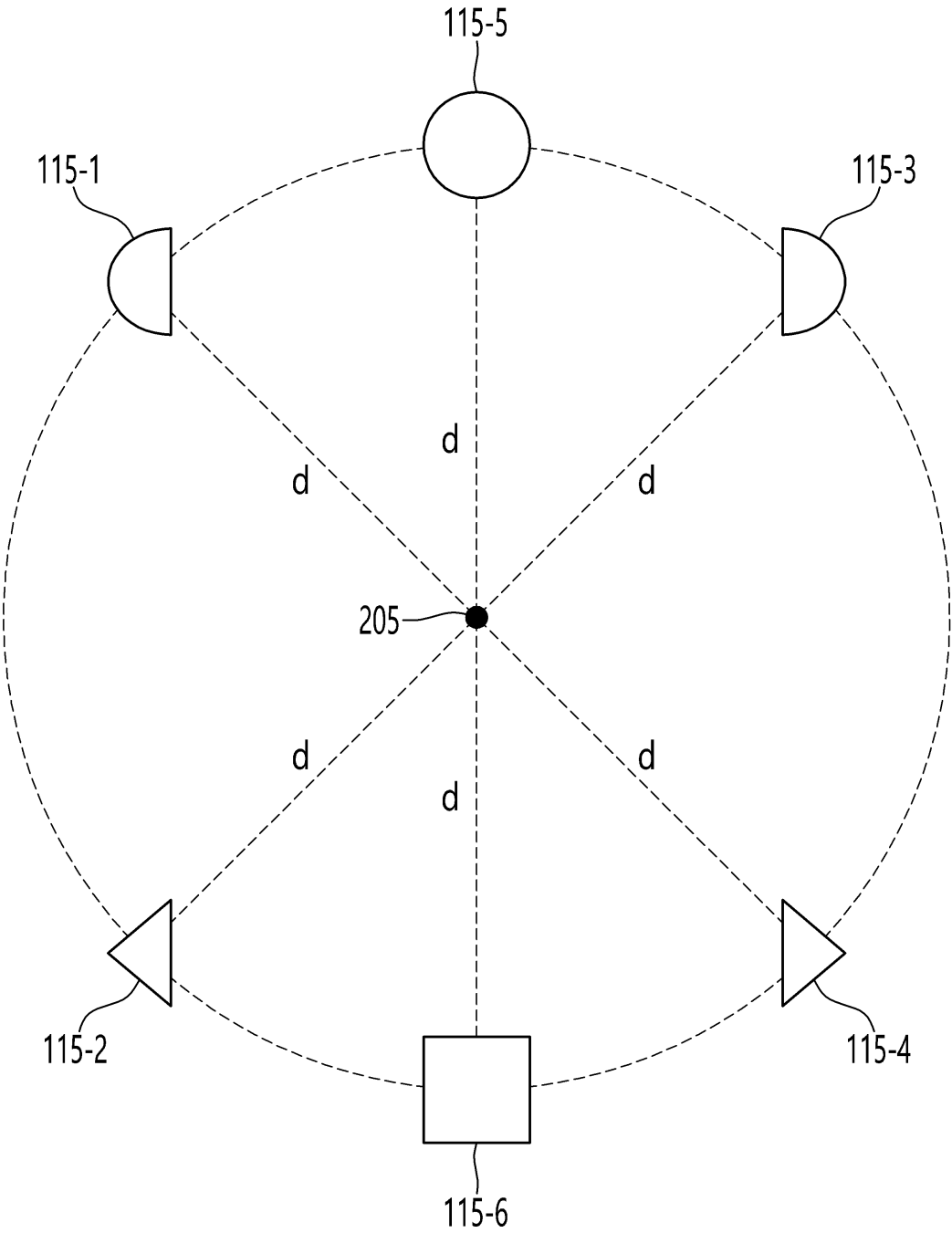
도면2



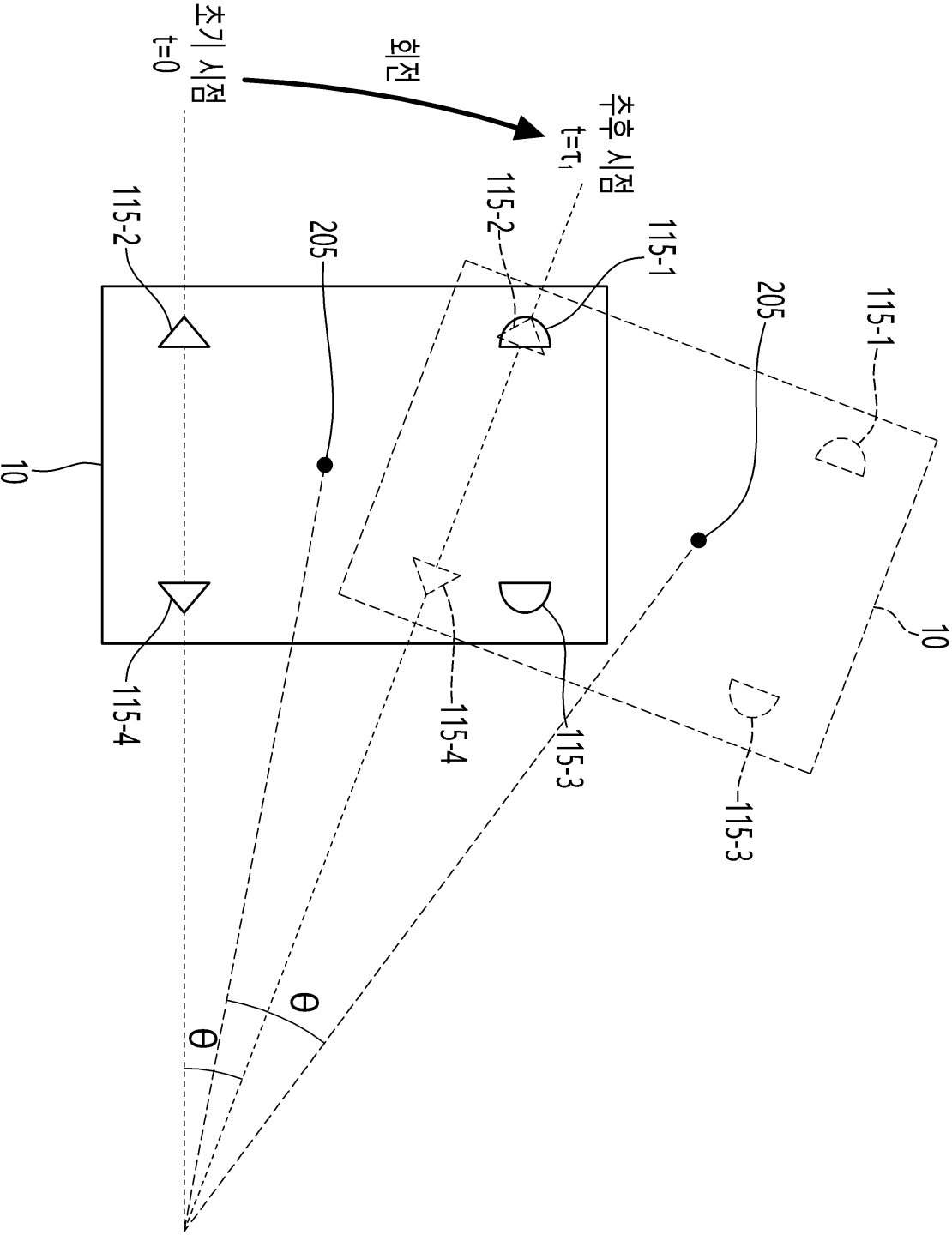
도면3



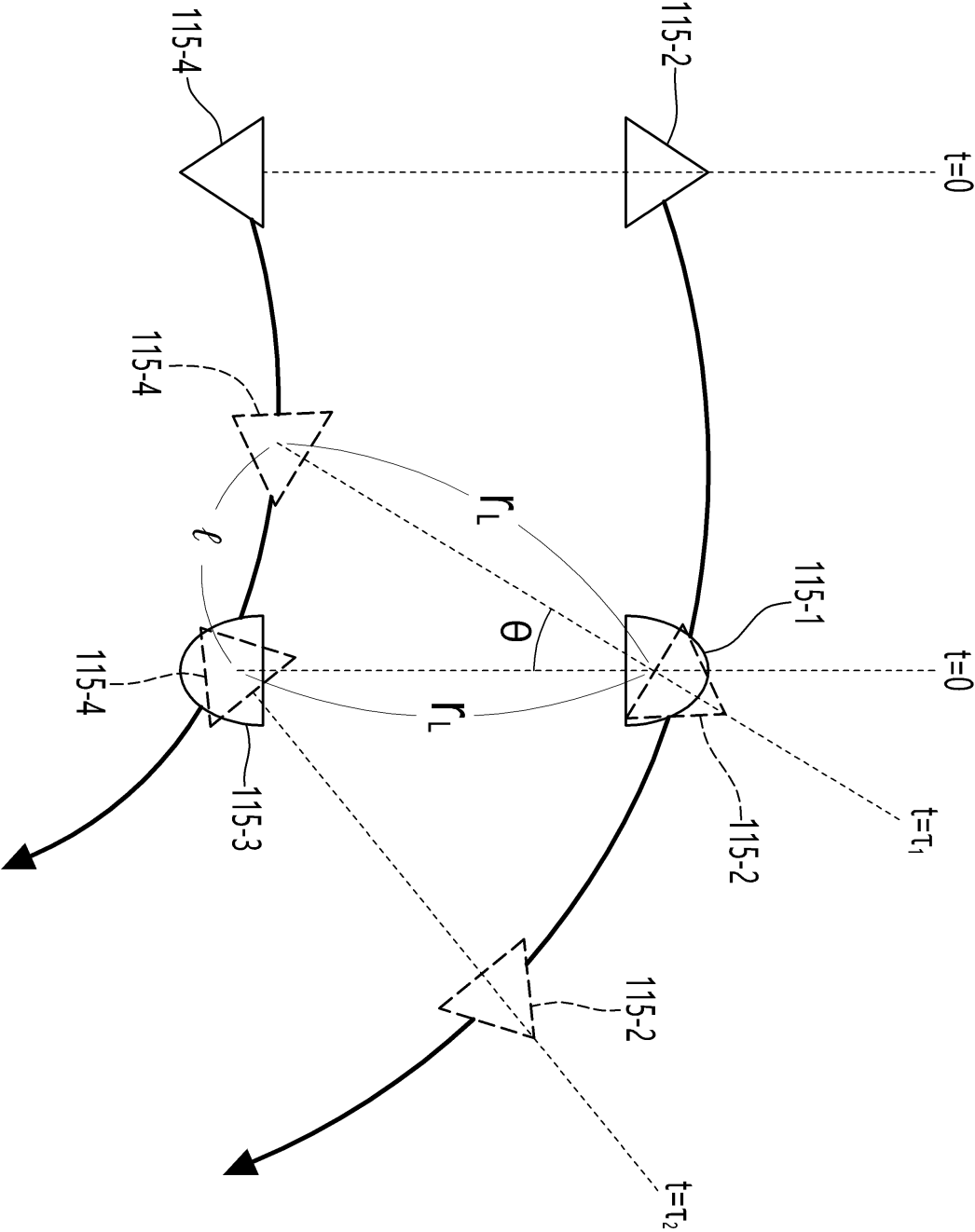
도면4



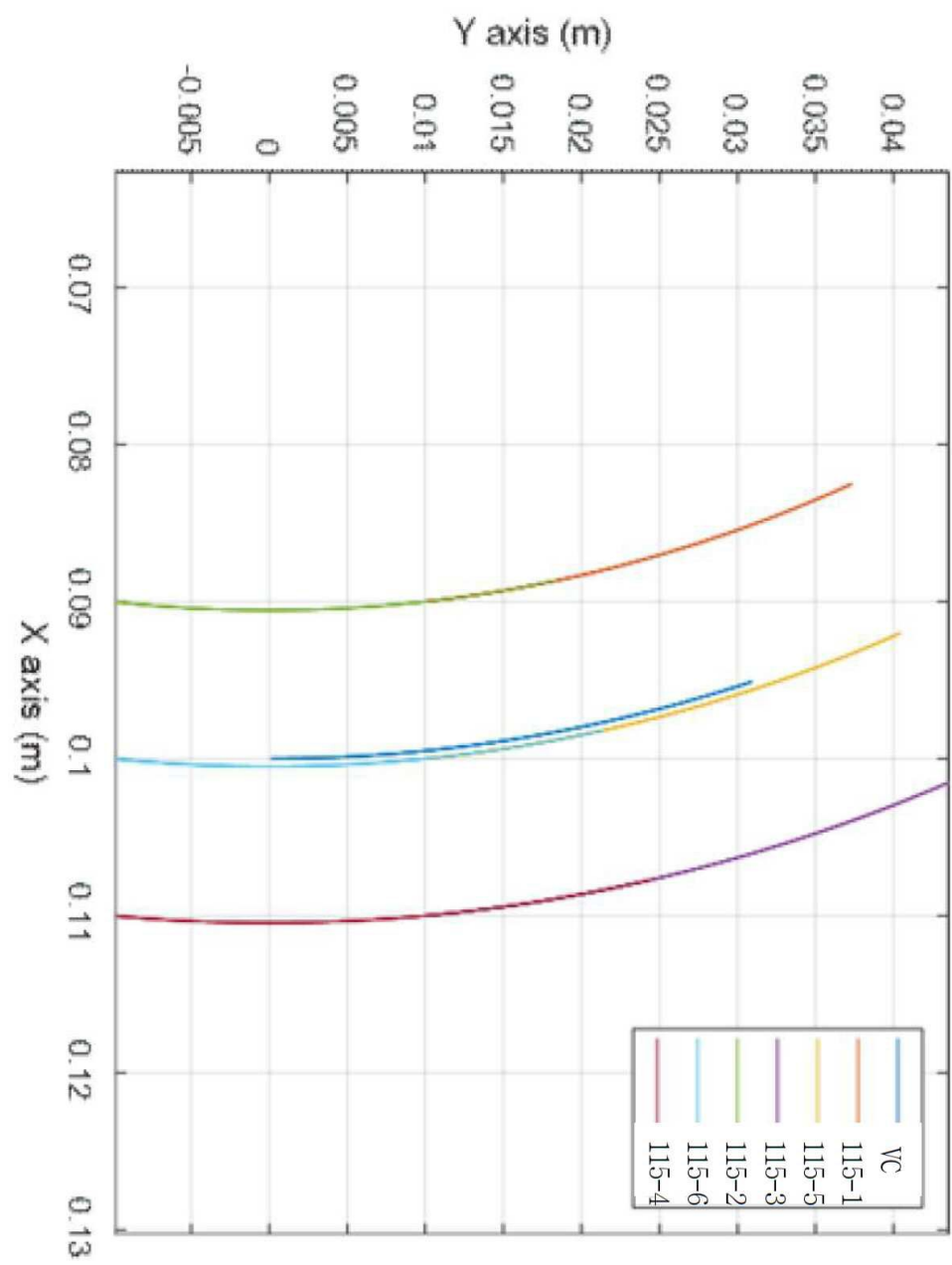
도면5



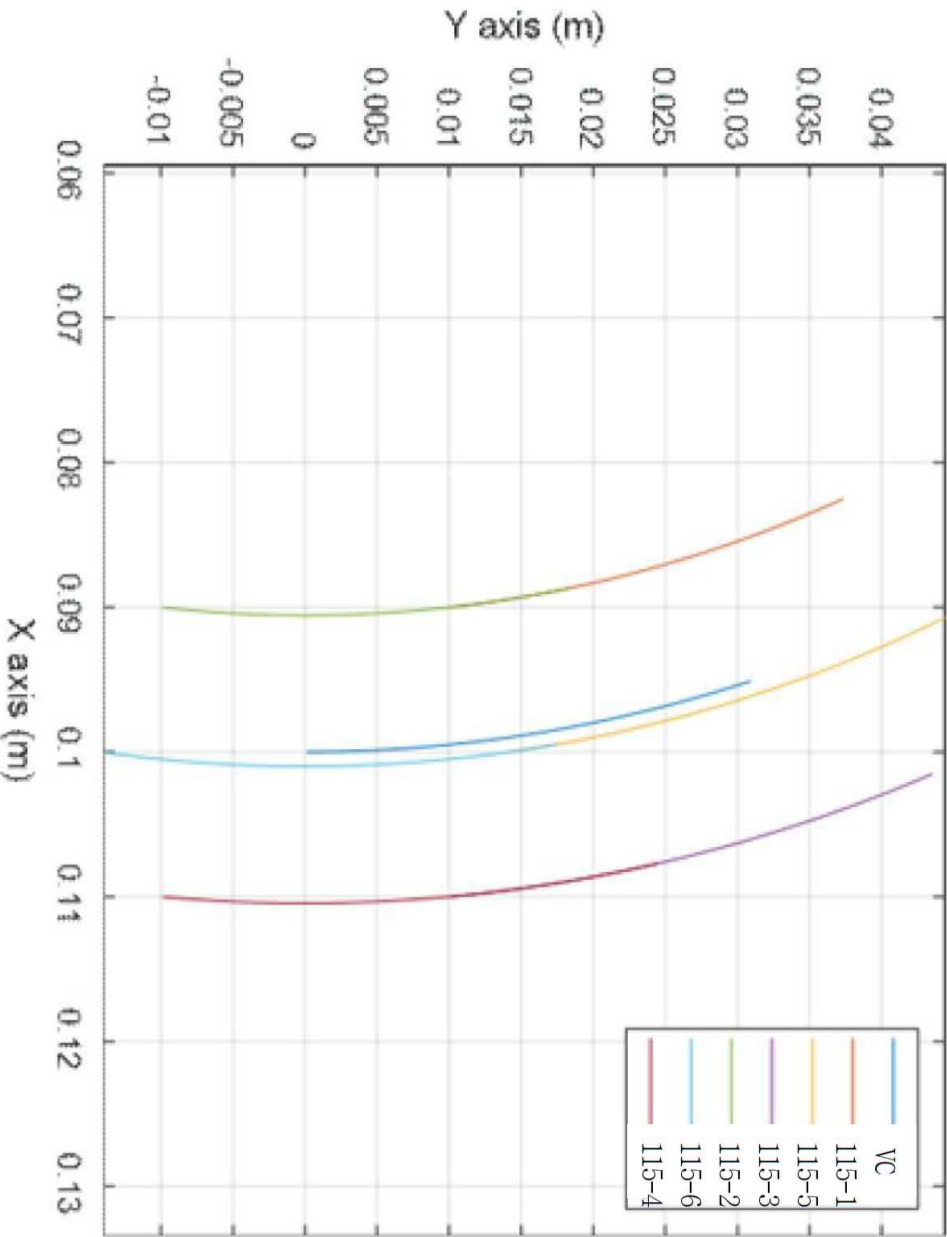
도면6



도면7



도면8



도면9

