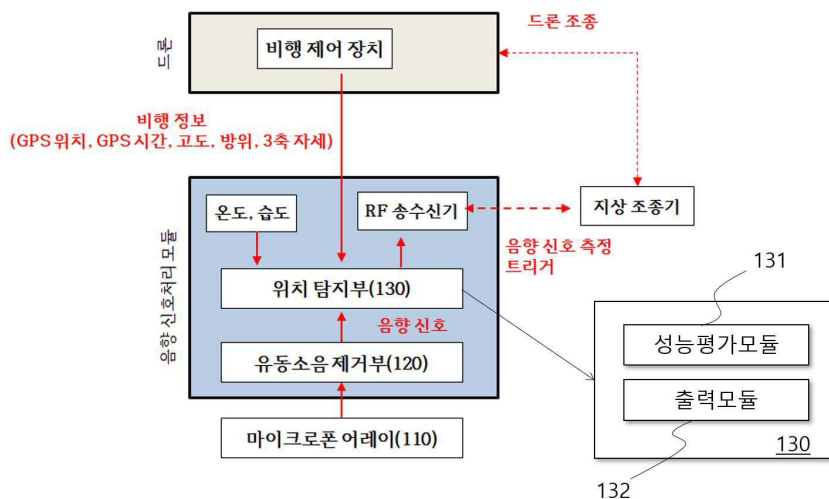


(43) 공개일자 2022년02월15일

- 이은철, 김재문

(54) 발명의 명칭 드론에 부착하는 마이크론폰 어레이 시스템 및 지상 소음원의 위치탐지 방법

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B64C 39/024 (2013.01)
B64D 47/00 (2013.01)
G01S 15/88 (2013.01)
G01S 19/23 (2013.01)
G01S 19/53 (2013.01)
G05D 1/101 (2021.01)
G10K 11/1781 (2021.08)
H04R 1/406 (2013.01)
B64C 2201/165 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415167803
과제번호	10080091
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	국민안전감시및대응무인항공기융합시스템구축및운영(R&D)(산업부)
연구과제명	재난치안용 멀티콥터 무인기 공통플랫폼 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)휴인스
연구기간	2017.06.01 ~ 2020.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

드론 비행체의 각 회전날개 하단에 배치되어 음향 신호를 취득하는 마이크로폰 어레이(110);

상기 마이크로폰 어레이에서 취득한 음향 신호 중, 상기 드론 비행체의 회전날개 유동 소음을 제거하는 유동 소음 제거부(120); 및

상기 드론 비행체의 자세와 GPS위치정보를 연동하여 유동 소음이 제거된 음향 신호로 지상 소음원의 위치를 탐지하는 위치 탐지부(130);를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마이크로폰 어레이(110)는 드론 비행체의 각 회전날개 하단에 배치되며, 상기 각 회전날개 하단부의 하측으로 개방되는 반구형 구조물(111)에 배열되는 것을 특징으로 하는 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 위치 탐지부(130)는 상기 드론 비행체의 자세와 소음원의 도래각 추정 데이터에 의한 소음원 위치를 추정하며,

상기 드론 비행체의 수평을 기준으로 기울어진 자세 각, 방위각, 지상 소음원의 도래각 및 고도로 지상 소음원의 위치를 도출하는 것을 특징으로 하는 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 위치 탐지부(130)는 지상 소음원의 방향에 따른 마이크로폰 어레이의 수평각과 수직각의 각 가우시안 확률 분포 오차범위로 지상 소음원 탐지 성능을 평가하는 성능 평가모듈(131);을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 위치 탐지부(130)는 상기 드론 비행체의 비행정보와 마이크로폰 어레이의 방향 탐지 결과를 융합하여 사용자 단말로 전달하는 정보를 산출하는 출력모듈(132);을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템.

청구항 6

마이크로폰 어레이, 유동 소음 제거부, 위치 탐지부를 포함하여 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템을 이용한 지상 소음원의 위치탐지 방법에 있어서,

상기 위치탐지부가 마이크로폰 어레이 절대 좌표계 기반의 방위각과 고도각을 도출하는 단계;

상기 위치탐지부가 드론의 지구 방위각 및 3축 자세각을 보정하는 단계;

상기 위치탐지부가 드론의 GPS 및 고도를 보정하는 단계; 및

상기 위치탐지부가 보정된 방위각, 고도각, 위도, 경도에 의한 방향 벡터와 지면 정보의 교차점 계산으로 지면 소음원 위치를 도출하여 지면 소음원 위치를 지면 위도, 경도, 고도를 출력하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로

로 하는 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템을 이용한 지상 소음원의 위치탐지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 마이크로폰 어레이 장치와 마이크로폰 어레이를 이용하여 취득한 신호를 이용하여 지상에 위치한 소음원의 위치를 탐지하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 드론은 임무 범위를 다양하게 넓혀가고 있는데, 소음을 이용하여 감시/정찰 임무를 수행하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 드론의 정찰은 카메라를 이용한 영상이나 사진을 이용한 식별 방법에 기반하고 있기 때문에 시야 식별이 어려운 야간, 복잡한 지형이나 지물이 존재하는 공간에서 목표물을 탐지하는데 어려움이 있었다.

[0003] 종래의 영상 또는 사진을 기반으로 하는 탐지 방법을 극복하기 위해서 드론에서 음향 신호를 측정하고 측정된 음향신호를 이용하여 목표물을 탐지하는 방법이 적용될 수 있다.

[0004] 그런데 드론에 마이크로폰을 부착하여 음향신호를 측정할 때 드론의 프로펠러가 회전하면서 발생하는 소음과 프로펠러의 후류에 의해서 음압 신호가 탐지하고자 하는 음압 신호를 교란하여 신호 대 잡음비를 크게 저하시키는 문제가 발생할 수 있다.

[0005] 신호 대 잡음비의 저하는 음압 신호의 위상차 계산을 통하여 소음원의 위치를 탐지하는 도래각 추정 알고리즘의 정확도를 낮추는 문제를 발생한다.

[0006] 소음원 위치 탐지를 위한 과정에서 무인 비행체 자체 소음의 배경소음으로 인해 음원 탐지에 어려움을 겪고 있다.

[0007] 종래, 한국공개특허 제10-2019-0019713호, "무인 항공기 음향 식별을 위한 서포트 벡터 머신에 기반한 음향 특징추출 및 분류 방법 그리고 시스템"에 의하면, 음향 신호에서 드론 등의 무인 항공기에 해당하는 음향 신호를 식별하는 기술로, 음향 특징을 추출하여 무인 항공기인 드론의 음향을 식별하는 기술을 개시한 바 있다. 이러한 종래기술에 의하면, 드론의 자체 음향을 식별할 수는 있겠으나, 배경소음을 자체적으로 제거하기에는 어려움이 있는 문제가 있다.

[0008] 하나의 마이크로폰으로는 탐지하는 음압 신호의 신호 대 잡음비를 향상시키는데 한계가 있고 도래각 추정이 불가능하기 때문에 다수개의 마이크로폰을 사용하는 어레이 시스템이 필요하다.

[0009] 또한 드론이 작동할 때 위치 및 자세가 지속적으로 변하기 때문에 마이크로폰 어레이에서 측정된 음원의 위치를 정확하게 추정하기 위한 보정 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 착안된 것으로서, 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 구조물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 그리고 상기 제시한 마이크로폰 어레이가 프로펠러의 후류 또는 비행 중 발생하는 유동에 의해서 발생하는 유동 소음을 최소화하는 마이크로폰 장치를 개발하는데 목적이 있다.

[0012] 또한 드론의 자세 정보와 융합하여 지상 소음원의 위치를 탐지하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은 드론 비행체의 각 회전날개 하단에 배치되어 음향 신호를 취득하는 마이크로폰 어레이(110)와, 상기 마이크로폰 어레이에서 취득한 음향 신호 중, 상기 드론 비행체의 회전날개 유동 소음을 제거하는 유동 소음 제거부(120); 및 상기 드론 비행체의 자세와 GPS위치정보를 연동하여 유동 소음이 제거된 음향 신호로 지상 소음원의 위치를 탐지하는 위치 탐지부(130)를 포함하는 것을 일측면으로 한다.

[0014] 바람직하게 마이크로폰 어레이(110)는 드론 비행체의 각 회전날개 하단에 배치되며, 상기 각 회전날개 하단부의 하측으로 개방되는 반구형 구조물(111)에 배열되고, 위치 탐지부(130)는 상기 드론 비행체의 자세와 소음원의 도래각 추정 데이터에 의한 소음원 위치를 추정하며, 드론 비행체의 수평을 기준으로 기울어진 자세 각, 방위각, 지상 소음원의 도래각 및 고도로 지상 소음원의 위치를 도출한다.

[0015] 바람직하게 위치 탐지부(130)는 지상 소음원의 방향에 따른 마이크로폰 어레이의 수평각과 수직각의 각 가우시안 확률분포 오차범위로 지상 소음원 탐지 성능을 평가하는 성능 평가모듈(131);을 더 포함하고, 위치 탐지부(130)는 상기 드론 비행체의 비행정보와 마이크로폰 어레이의 방향 탐지 결과를 융합하여 사용자 단말로 전달하는 정보를 산출하는 출력모듈(132);을 더 포함한다.

[0016] 한편, 마이크로폰 어레이, 유동 소음 제거부, 위치 탐지부를 포함하여 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템을 이용한 지상 소음원의 위치탐지 방법에 있어서, 위치탐지부가 마이크로폰 어레이 절대 좌표계 기반의 방위각과 고도각을 도출하는 단계; 상기 위치탐지부가 드론의 지구 방위각 및 3축 자세각을 보정하는 단계; 상기 위치탐지부가 드론의 GPS 및 고도를 보정하는 단계; 및 상기 위치탐지부가 보정된 방위각, 고도각, 위도, 경도에 의한 방향 벡터와 지면 정보의 교차점 계산으로 지면 소음원 위치를 도출하여 지면 소음원 위치를 지면 위도, 경도, 고도를 출력하는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 구조물로 공기 중에 전파된 음파를 취득하여 목표 소음원의 위치를 탐지하는 효과가 있다.

[0018] 마이크로폰 어레이의 구조물 구성에 따라서 소음원의 도래각 추정 성능을 개선할 수 있으며 다양한 배경 소음 제거 알고리즘을 적용할 수 있는 시스템을 제공한다.

[0019] 배경 소음을 제거하여 폭발음의 분해능을 향상시키고, 목표 소음원의 위치 추적으로 음원의 방향을 탐지하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 장치의 구성을 나타낸 예시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로폰 어레이 구조물을 나타낸 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로폰 어레이 구조물을 나타낸 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로폰 어레이 구조물을 나타낸 예시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유동 소음 저감 장치의 구성을 나타낸 예시도 이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 알고리즘 개념을 나타낸 예시도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 추정된 도래각과 드론의 자세 정보를 기반으로 하는 지상 소음원의 위치 탐지 개념을 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 한 어느 곳에서든지 동일한 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0022] 또한 아래 설명하는 실시 예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시 예들은 실시 형태에 대한 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 실시 예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 실시 예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다"등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 한편, 본 발명에서 제1 및/또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소들과 구별하는

목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 제1구성요소는 제2구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게는 제2구성요소는 제1구성요소로도 명명될 수 있다.

- [0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템을 이용한 지상 소음원의 위치탐지 장치의 구성을 나타낸 예시도이다.
- [0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 마이크로폰 어레이(110), 유동 소음 제거부(120), 위치 탐지부(130)를 포함한다.
- [0027] 마이크로폰 어레이(110)는 드론 비행체의 각 회전날개 하단에 배치되어 음향 신호를 취득하는 구성이다.
- [0028] 도 2에 도시된 바와 같이, 마이크로폰 어레이는 드론 비행체의 각 회전날개 하단에 배치되며, 예를 들어 4개의 회전날개인 4-마이크로폰 모듈형의 경우, 유동 소음 제거부와 위치 탐지부가 장착되는 음향 신호처리기관 장착부(20)의 프레임 상에 드론 장착부(10) 구성을 갖고, 각 회전날개 하단부에 마주하는 회전날개 하단부를 일직선상의 제1 프레임(1)으로 음향 신호처리기관 장착부(20) 하단 지지봉에 고정하고, 제1 프레임(1)과 크로스하도록 하여 나머지 회전날개 하단부를 일직선상의 제2 프레임(2)으로 고정하도록 하며, 각 제1 프레임과 제2 프레임의 각 끝단부에 회전날개 하측으로 개방되는 반구형 구조물(111)로 마이크로폰 어레이가 배열된다. 이때, 반구형 구조물의 특성으로 인해 상부에 위치하는 회전날개의 소음을 회피하고, 지상의 목표 소음원을 집중하여 취득할 수 있는 특징이 있다.
- [0029] 또한 도 3에 도시된 바와 같이, 2-마이크로폰 모듈형인 경우, 유동 소음 제거부와 위치 탐지부가 장착되는 음향 신호처리기관 장착부(20)의 프레임 상에 드론 장착부(10) 구성을 갖고, 음향 신호처리기관 장착부(20) 하단 지지봉에 제1 프레임(1)을 고정하고, 제1 프레임의 각 끝단부에 하측으로 개방되는 반구형 구조물(111)로 마이크로폰 어레이가 배열된다.
- [0030] 또한 도 4에 도시된 바와 같이, 1-마이크로폰 모듈형인 경우, 유동 소음 제거부와 위치 탐지부가 장착되는 음향 신호처리기관 장착부(20)의 프레임 상에 드론 장착부(10) 구성을 갖고, 음향 신호처리기관 장착부(20) 하단 지지봉의 끝단에 하측으로 개방되는 반구형 구조물(111)로 마이크로폰 어레이가 배열된다.
- [0031] 도 5에 도시된 바와 같이, 반구형 구조물(111)에는 마이크로폰 모듈기관(112)이 위치하고, 그 하단부에 윈드 쉴드(바람막이)(113)가 배치된다.
- [0032] 도 6에 도시된 바와 같이, 마이크로폰 어레이(110)를 통한 음향 신호를 수집하여 유동소음을 제거하고, 드론 내의 비행제어장치의 비행정보인 GPS 위치, GPS시간, 고도, 방위, 3축 자세 등의 정보와, 온도와 습도 정보 등을 수집하여 위치를 탐지하여 RF송수신기로 음향 신호 측정 트리거를 통해 지상 조종기로 전송하여 드론을 조종하게 된다.
- [0033] 도 6에 도시된 바와 같이, 위치 탐지부(130)는 드론의 자세와 GPS위치정보를 연동하여 지상에 있는 음원의 위치를 도출하는데, 도 6의 도래각 추정 알고리즘 개념을 통해 음원(S) 위치를 도출할 수 있다.
- [0034] 도 6의 도래각 추정 알고리즘 개념을 설명할 필요가 있습니다.
- [0035] 도래각 추정 알고리즘 개념을 설명하면, 도달지연시간을 이용한 도래각 추정은 공간상의 임의의 위치에서 발생한 소음의 어레이 중심O를 향하는 음파의 방향벡터를 방위각(θ)과 고도각(ϕ)을 이용하여 소음원의 위치를 도출할 수 있고, 이에 대한 자세한 설명은 도 7을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0036] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 추정된 도래각과 드론의 자세 정보를 기반으로 하는 지상 소음원의 위치탐지 개념을 나타낸 예시도이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 위치 탐지부(130)는 드론 자체 유동소음을 제거하여 드론의 자세와 도래각 추정데이터에 의한 지상 소음원 위치 추정 개념을 통해 지상 소음원의 위치를 도출할 수 있다. 지상 소음원의 위치 도출과정을 설명하면, 소음원 방향 추정알고리즘에 의한 마이크로폰 어레이 절대 좌표계 기반의 방위각(θ)과 고도각(ϕ)을 도출한다. 다음으로 드론의 지구 방위각 및 3축 자세각을 보정한다. 이때 자북을 기반으로 보정된 방위각(θ'), 고도각(ϕ')을 도출한다. 다음으로 드론의 GPS 및 고도 보정을 위도와 경도를 보정한다. 그리고 보정된 방위각, 고도각과 위도, 경도에 의한 방향 벡터와 지면 정보의 교차점 계산으로 지면 소음원 위치를 도출하여 지면 소음원의 위치를 지면 위도, 경도, 고도로 도출한다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템 및 지상 소음원의 위치탐지 방법에 의하면, 위치 탐지부(130)는 지상 소음원의 방향에 따른 마이크로폰 어레이의 수평각과 수직각의 각 가우시안 확

물분포 오차범위로 지상 소음원 탐지 성능을 평가하는 성능 평가모듈(131)와, 드론 비행체의 비행정보와 마이크로폰 어레이의 방향 탐지 결과를 융합하여 사용자 단말로 전달하는 정보를 산출하는 출력모듈(132)을 포함한다. 위치 탐지부(130)의 성능 평가모듈(131)은 음원 탐지 성능의 성능 평가시, 실제 소음원 방향에 따른 수평각, 수직각의 오차 범위로 음원 탐지 성능을 평가할 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템 및 지상 소음원의 위치탐지 방법에 의하면, GPS 시간을 이용한 드론의 위치정보와 음향 신호의 동기화 개념을 적용하여, 위치 탐지부(130)는 GPS 시간 동기화를 통해 N채널 음압신호, GPS 위도, GPS 경도, 고도, 자북 기준 드론 롤각, 자북 기준 드론 피치각, 자북 기준 드론 요각을 동기화한다.

[0039] 한편, 마이크로폰 어레이, 유동 소음 제거부, 위치 탐지부를 포함하여 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 시스템을 이용한 지상 소음원의 위치탐지 방법에 있어서, 위치탐지부가 마이크로폰 어레이 절대 좌표계 기반의 방위각과 고도각을 도출한다(a). 여기서, 도달지연시간을 이용한 도래각 추정은 공간상의 임의의 위치에서 발생한

소음의 어레이 중심0를 향하는 음파의 방향벡터를 방위각(θ)과 고도각(ϕ)를 이용하여 소음원의 위치를 도출할 수 있다.

[0040] 다음으로 위치탐지부가 드론의 지구 방위각 및 3축 자세각을 보정하는 단계(b);를 포함한다. 여기서, (b)단계는 위치탐지부가 드론의 지구 방위각 및 3축 자세각을 보정하는데, 자북을 기반으로 한 보정된 방위각과 고도각을 도출한다.

[0041] 다음으로 위치탐지부가 드론의 GPS 및 고도를 보정하여 위도, 경도를 출력한다(c).

[0042] 다음으로 위치탐지부가 보정된 방위각, 고도각, 위도, 경도에 의한 방향 벡터와 지면 정보의 교차점 계산으로 지면 소음원 위치를 도출하여 지면 소음원 위치를 지면 위도, 경도, 고도를 출력하는 단계(d)를 포함한다.

[0043] 본 발명에 따르면, 드론에 부착하는 마이크로폰 어레이 구조물로 공기 중에 전파된 음파를 취득하여 목표 소음원의 위치를 탐지하는 효과가 있다. 마이크로폰 어레이의 구조물 구성에 따라서 소음원의 도래각 추정 성능을 개선할 수 있으며 다양한 배경 소음 제거 알고리즘을 적용할 수 있는 시스템을 제공한다. 배경 소음을 제거하여 폭발음의 분해능을 향상시키고, 목표 소음원의 위치 추적으로 음원의 방향을 탐지하는 효과가 있다.

[0044] 본 발명은 상술한 내용에서 본 발명의 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 통상의 기술자에게 명백할 것이다.

부호의 설명

[0045] 110 : 마이크로폰 어레이

111 : 반구형 구조물

120 : 유동 소음 제거부

121 : 프레이밍과 윈도잉 처리모듈

122 : 단시간 푸리에 변환모듈

123 : STFT 복합 스펙트럼 모듈

124 : 진폭 보정모듈

125 : 소음 신호 제거모듈

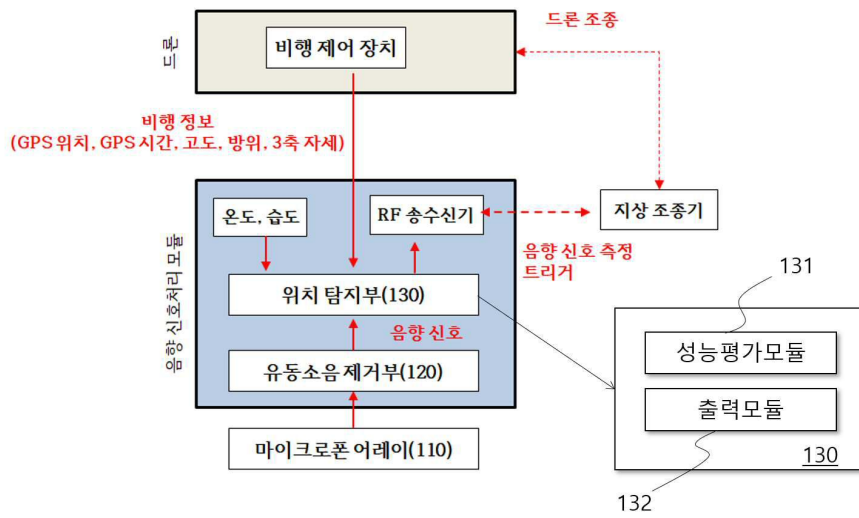
130 : 위치 탐지부

131 : 성능 평가모듈

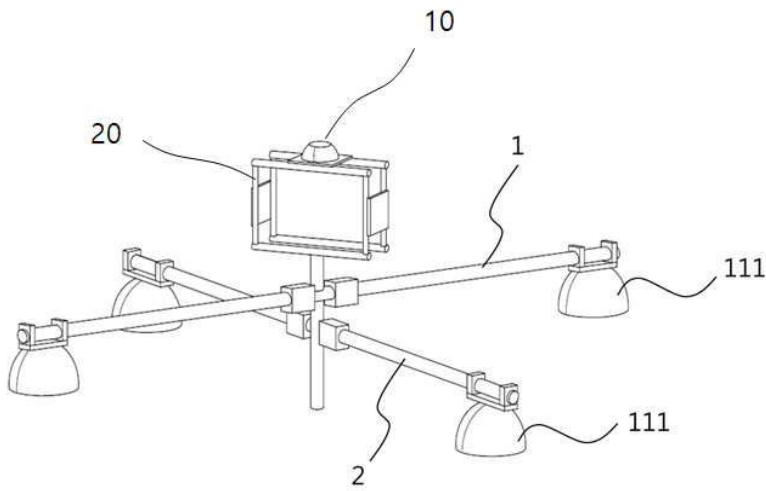
132 : 출력모듈

도면

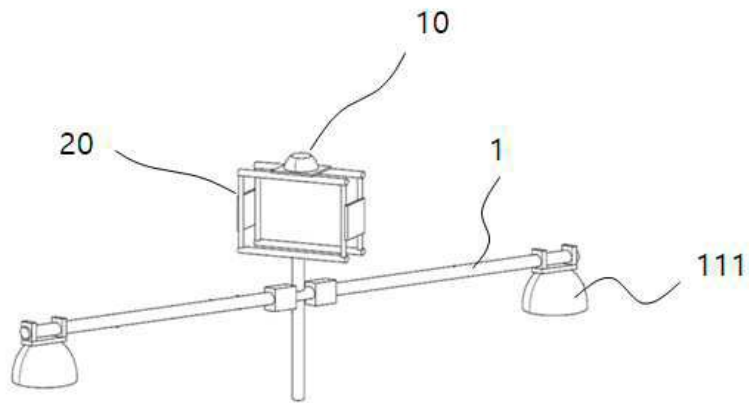
도면1



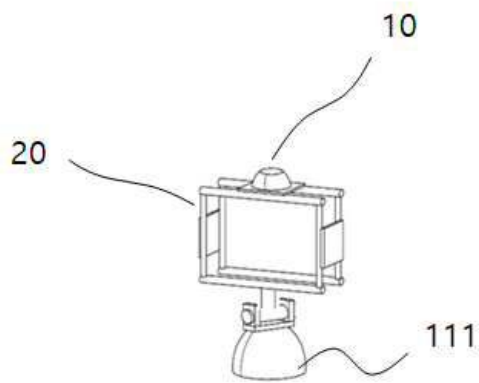
도면2



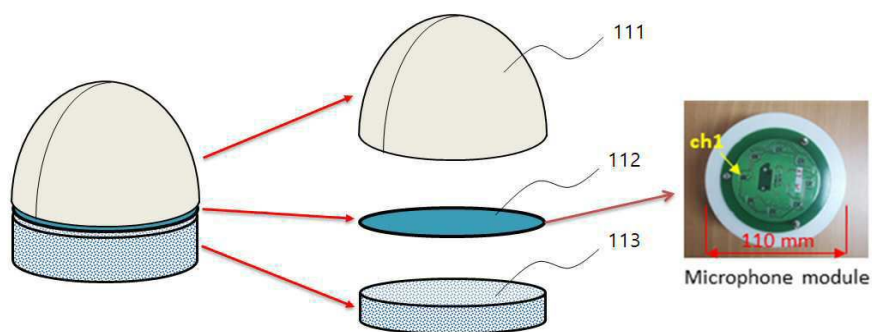
도면3



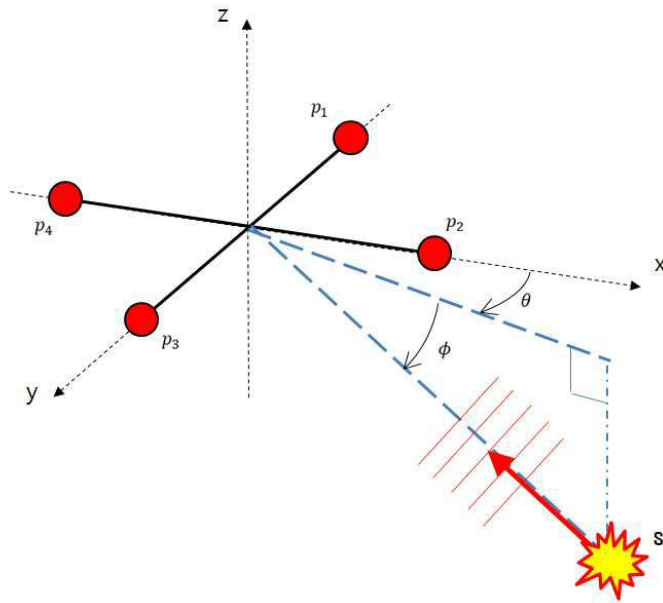
도면4



도면5



도면6



도면7

