(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0097740
(43) 공개일자 2019년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64C 39/02 (2006.01) *G01N 15/02* (2006.01)
H04L 29/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B64C 39/024 (2013.01)
G01N 15/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0017548
(22) 출원일자 2018년02월13일
심사청구일자 2018년02월13일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김홍근
충청남도 천안시 서북구 불당23로 13, 507동 2901호
정재하
대전광역시 서구 도솔로519번길 11 정안빌라 1동 401호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 신우

전체 청구항 수 : 총 6 항

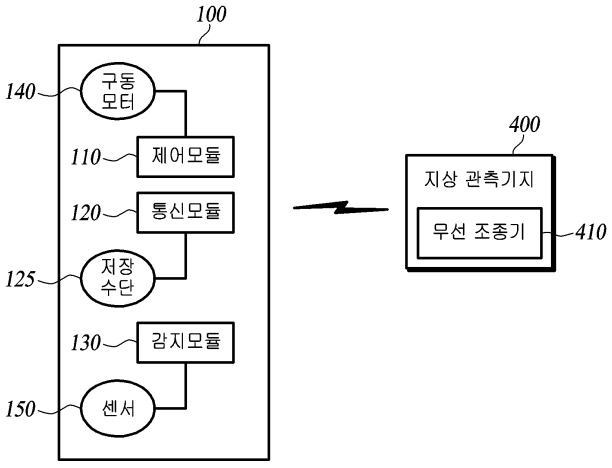
(54) 발명의 명칭 **미세먼지 측정을 위한 드론 및 이를 이용한 미세먼지 측정 방법**

(57) 요 약

본 발명은 미세먼지 측정을 위한 드론 및 이를 이용한 미세먼지 측정 방법 에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 드론을 이용하여 미세먼지의 상태를 측정하되 풍향과 풍속에 대한 정보를 센서를 통하지 않고 생성하도록 하여 드론을 최적화할 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명의 미세먼지 측정을 위한 드론은, 비행을 위한 구동모터 제어신호를 출력하는 제어모듈, 상기 드론에 구비된 적어도 하나 이상의 센서로부터 상기 드론 및 대기의 상태정보 신호를 수신하는 감지모듈, 상기 드론을 제어하는 신호를 수신하거나 상기 드론으로부터 측정정보를 송신하는 통신모듈을 포함하고, 상기 감지모듈은 상기 센서로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하되, 상기 제어모듈로부터 신호를 수신하여 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H04L 67/12 (2013.01)
B64C 2201/042 (2013.01)
B64C 2201/12 (2013.01)
(72) 발명자
인창규
충청남도 아산시 문화로 26-4 남산현대아파트 101동 1504호
김웅찬
서울특별시 노원구 노원로 564 주공아파트 1001동 613호
김휘겸
대전광역시 유성구 봉산로 39 송강마을2단지 205동 705호
이건모
대전광역시 유성구 문화원로 13 107동 704호
이병찬
충청남도 예산군 덕산면 가야산로 43 307호
강상묵
서울특별시 강동구 고덕로 240 신동아아파트 1동 202호

명 세 서

청구범위

청구항 1

대기 중의 미세먼지 측정을 위한 드론에 있어서,

비행을 위한 구동모터 제어신호를 출력하는 제어모듈;

상기 드론에 구비된 적어도 하나 이상의 센서로부터 상기 드론 및 대기의 상태정보 신호를 수신하는 감지모듈;

상기 드론을 제어하는 신호를 수신하거나 상기 드론으로부터 측정정보를 송신할 수 있는 통신모듈;을 포함하고,

상기 감지모듈은 상기 센서로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하되, 상기 제어모듈로부터 신호를 수신하여 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 것을 특징으로 하는,

미세먼지 측정을 위한 드론.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제어모듈은,

상기 구동모터에 구동신호를 출력하는 제어부;

상기 구동모터의 구동에 따른 출력신호를 출력하는 구동부;

상기 구동부의 출력신호를 입력받아 외란관측값을 생성하여 상기 구동부의 입력단에 피드백하는 외란관측부;를 포함하고,

상기 감지모듈은 상기 외란관측부로부터 상기 외란관측값을 수신하여 상기 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 것을 특징으로 하는,

미세먼지 측정을 위한 드론.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 구동부는 상기 피드백신호를 입력받아 외란에 의한 영향이 제거된 출력신호를 출력하는 것을 특징으로 하는,

미세먼지 측정을 위한 드론.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 감지모듈은 상기 센서로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하여 미세먼지의 농도정보를 생성하고,

상기 통신모듈은 상기 감지모듈에서 생성된 미세먼지 농도정보와 풍향 및 풍속 추정정보를 관측기지로 송신하는 것을 특징으로 하는,

미세먼지 측정을 위한 드론.

청구항 5

제 2항에 있어서,

상기 통신모듈은 저장수단을 더 포함하고,

상기 감지모듈은 상기 센서로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하여 미세먼지의 농도정보를 생성하고,

상기 통신모듈은 상기 감지모듈에서 생성된 미세먼지 농도정보와 풍향 및 풍속 추정정보를 상기 저장수단에 저장하는 것을 특징으로 하는,

미세먼지 측정을 위한 드론.

청구항 6

감지모듈에서 드론에 구비된 센서로부터 미세먼지의 농도신호를 수신하여 미세먼지 농도정보를 생성하는 단계;

상기 드론의 비행을 위한 구동모터 제어모듈에서 외란 관측값을 생성하는 단계;

상기 감지모듈에서 상기 외란 관측값으로부터 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 단계;를 포함하는,

드론을 이용한 미세먼지 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 미세먼지 측정을 위한 드론 및 이를 이용한 미세먼지 측정 방법 에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 드론을 이용하여 미세먼지의 상태를 측정하되 풍향과 풍속에 대한 정보를 센서를 통하지 않고 생성하도록 하여 드론을 최적화할 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 산업이 발달할수록 생활 수준은 향상될 수 있지만, 산업 발달의 영향으로 환경오염이 발생할 수도 있다. 특히 미세먼지와 같은 것은 호흡기 질환이나 면역력 저하 등 인체에 나쁜 영향을 미칠 수 있다.

[0003] 이러한 건강에 악영향을 미치는 초미세먼지를 미리 정확하게 측정하고 대비하기 위해 과학기술이 적극 동원되고 있으며, 그 중 드론을 이용하여 미세먼지를 측정하는 시스템이 개발되고 있다.

[0004] 미세먼지를 측정하는 것은 단순히 대기의 특정위치에서의 농도를 측정하는 것에서부터 미세먼지의 확산속도와 방향을 측정하는 기술까지 다양하게 연구되고 있다. 이러한 측정을 위해 무인 비행체인 드론을 이용하고자 하는 시도는 여러가지로 개발되고 있다.

[0005] 이러한 드론을 사용한 대기 중 미세먼지 상태를 측정하는 것은 단순히 대응되는 개별적 센서들을 모두 구비하는 것에 의해 달성될 수 있다. 일례로 상공의 특정지점에서의 미세먼지 농도를 측정하는 센서와 그 지점에서의 풍향 및 풍속을 측정하는 센서 등이 있다. 이러한 센서들로부터의 측정값을 통해 드론은 미세먼지의 농도 및 확산 정보를 생성하여 지상 관측소에서 활용될 수 있도록 제공할 수 있다.

[0006] 하지만 드론에 구비되는 센서들을 대응되는 정보에 맞춰 모두 구비하는 것을 드론의 설계에 있어서 효율이 떨어진다. 또한 센서를 많이 구비할수록 드론에서 소비되는 전력이 증가하여 가동시간에 영향을 미치게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2017-0024300호(공개일자 2017년03월07일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 드론을 이용하여 미세먼지의 상태를 측정하되, 풍향과 풍속에 대한 정보를 별도의 센서를 구비하지 않고 추출하여 소비전력이 적게 들고 공간활용이 우수한 최적화된 드론을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은 다음과 같은 해결 수단을 제공한다.

[0010] 본 발명의 미세먼지 측정을 위한 드론은, 비행을 위한 구동모터 제어신호를 출력하는 제어모듈, 상기 드론에 구비된 적어도 하나 이상의 센서로부터 상기 드론 및 대기의 상태정보 신호를 수신하는 감지모듈, 상기 드론을 제어하는 신호를 수신하거나 상기 드론으로부터 측정정보를 송신하는 통신모듈을 포함하고, 상기 감지모듈은 상기 센서로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하되, 상기 제어모듈로부터 신호를 수신하여 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 것을 특징으로 하여 구성된다.

[0011] 여기서 상기 제어모듈은, 상기 구동모터에 구동신호를 출력하는 제어부, 상기 구동모터의 구동에 따른 출력신호를 출력하는 구동부, 상기 구동부의 출력신호를 입력받아 외란 관측값을 생성하여 상기 구동부의 입력단에 피드백하는 외란관측부를 포함하고, 상기 감지모듈은 상기 외란관측부로부터 상기 외란 관측값을 수신하여 상기 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 상기 구동부는 상기 피드백신호를 입력받아 외란에 의한 영향이 제거된 출력신호를 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 감지모듈은 상기 센서로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하여 미세먼지의 농도정보를 생성하고, 상기 통신모듈은 상기 감지모듈에서 생성된 미세먼지 농도정보와 풍향 및 풍속 추정정보를 관측기지로 송신하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 한편 상기 통신모듈은 저장수단을 더 포함하고, 상기 감지모듈은 상기 센서로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하여 미세먼지의 농도정보를 생성하고, 상기 통신모듈은 상기 감지모듈에서 생성된 미세먼지 농도정보와 풍향 및 풍속 추정정보를 상기 저장수단에 저장하는 것을 특징으로 하여 구성될 수도 있다.

[0015] 상기와 같은 구성에 의해 본 발명의 미세먼지 측정을 위한 드론은 풍향 및 풍속을 측정하는 별도의 센서가 없다고 하여도 외란관측부에서 생성된 외란관측값을 이용하여 풍향 및 풍속을 추정할 수 있다. 이러한 구성에 의해 드론에서 구비해야 할 센서를 줄일 수 있으며, 전력소비를 줄이는 효율성을 가지게 된다.

[0016] 한편 본 발명의 드론을 이용한 미세먼지 측정 방법은, 드론에 구비된 감지모듈에서 드론에 구비된 센서로부터 미세먼지의 농도신호를 수신하여 미세먼지 농도정보를 생성하는 단계, 상기 드론의 비행을 위한 구동모터 제어모듈에서 외란 관측값을 생성하는 단계, 상기 감지모듈에서 상기 외란 관측값으로부터 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 단계를 포함하여 구성된다.

[0017] 상기와 같은 구성을 통해 필요로 하는 미세먼지 농도와 풍향 및 풍속 등의 미세먼지 정보를 별도의 센서가 없다고 하여도 용이하게 측정하여 소비전력이 적게 들고 공간활용이 우수한 최적화된 드론을 제공할 수 있게 한다. 아울러 이로부터 미세먼지 확산 패턴 모델 수립 또한 용이하게 할 수 있게 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명은 상기와 같은 구성에 의해 다음과 같은 효과를 가진다.

[0019] 본 발명은 별도의 센서가 없다고 하여도 풍향 및 풍속을 추정할 수 있어서 드론에 구비해야 할 센서를 줄일 수 있으며, 전력소비를 줄이는 효과를 가진다.

[0020] 또한, 본 발명은 별도의 센서가 없다고 하여도 용이하게 풍속 및 풍향을 측정하여 소비전력이 적게 들고 공간활용이 우수한 최적화된 드론에 대한 개념을 제공하는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 드론의 이동을 도시한 개요도이다.

도 2는 본 발명의 드론의 일 실시예를 도시한 구성도이다.

도 3은 본 발명의 드론의 제어모듈의 일 실시예를 도시한 구성도이다.

도 4는 본 발명의 드론을 이용한 미세먼지 측정 방법의 일 실시예를 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 통해 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 대해서 설명한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 드론의 이동을 도시한 개요도이고, 도 2는 본 발명의 드론의 일 실시예를 도시한 구성도이다.

[0025] 도 1 및 도 2를 참고하면, 본 발명의 미세먼지 측정을 위한 드론(100)은, 비행을 위한 구동모터(140) 제어신호를 출력하는 제어모듈(110), 상기 드론에 구비된 적어도 하나 이상의 센서(150)로부터 상기 드론 및 대기의 상태정보 신호를 수신하는 감지모듈(130), 상기 드론을 제어하는 신호를 수신하거나 상기 드론으로부터 측정정보를 송신하는 통신모듈(120)을 포함하고, 상기 감지모듈(130)은 상기 센서(150)로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하되, 상기 제어모듈로부터 신호를 수신하여 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 것을 특징으로 하여 구성된다.

[0026] 드론(100)은 무인으로, 기 설계된 궤적으로의 자율 추종 또는 무선신호의 유도에 의해 운용과 조종이 가능한 비행체를 말한다. 도 1을 참고하면, 상기 드론(100)은 정해진 경로(300)를 따라 이동하고자 사전 설정된 제어신호 또는 지상에서의 조종신호에 의해 비행을 하게 된다.

[0027] 여기서 상기 드론(100)은 경로(300)를 이동 중 바람 등 외력에 의해 영향을 받게 되며, 이러한 외력에 의한 영향을 외란(200)이라고 지칭할 수 있다. 이러한 외란에 의해 드론은 정해진 비행신호와 다르게 비행하게 된다. 상기 경로(300)은 도 1에서는 예시적으로 특정 발전소 지역의 상부에서 일정하게 왕복하며 대기 중의 미세먼지를 측정하게 된다.

[0028] 한편 상기 드론(100)은 단순히 경로만 따라가는 것이 아니라 안정적인 자세를 유지하고자 한다. 그에 따라 드론의 내부에는 안정적인 자세유지를 위한 제어장치 및 프로그램을 구비하게 된다.

[0029] 도 2를 참고하면, 상기 드론(100)은 일반적인 구성으로 드론의 몸체에 구비된 구동모터(140)와 구동모터에 연결된 프로펠러를 구비하고 있다. 상기 구동모터(140)는 프로펠러를 회전시켜 드론이 비행하고 자세를 유지할 수 있도록 하는 추력 및 양력을 발생시킨다. 이러한 구동모터와 프로펠러의 구성은 드론에 다수개 구비되어 여러 종류의 드론으로 구분되기도 한다.

[0030] 전술한 구성은 일반적인 드론에 구비되는 구성으로 공지된 구성에 해당한다. 그에 따라 본 발명에서는 드론의 일반적인 구성은 당업자에게 자명한 구성에 해당하여 보다 상세한 설명은 생략한다.

[0031] 도 2에서, 전술한 바와 같이 상기 드론(100)에는 드론의 비행 및 자세제어를 위한 제어모듈(110)을 구비하고 있다. 도 3에는 보다 상세한 제어모듈(110)을 보여준다.

[0032] 도 3을 참고하면, 상기 제어모듈(110)은, 상기 구동모터에 구동신호를 출력하는 제어부(111), 상기 구동모터의 구동에 따른 출력신호(115)를 출력하는 구동부(112), 상기 구동부의 출력신호를 입력받아 외란관측값(116)을 생성하여 상기 구동부의 입력단에 피드백하는 외란관측부(113)를 포함하고 있다.

[0033] 상기 제어부(111)는 드론의 구동모터의 회전구동을 위한 제어를 하기 위한 구성이다. 제어부(111)는 구동모터의 회전속도나 토크 등에 대한 구동제어를 위한 구동신호(114)를 출력하여 구동모터에 해당하는 구동부(112)에 전달하게 된다.

[0034] 상기 구동부(112)는 상기 구동모터의 구동에 따른 출력신호(115)를 출력하는 구성이다. 즉, 전술한 구동신호를 구동모터가 입력받아 실제 구동모터에서 발생한 출력을 신호로 나타내는 것이다.

[0035] 상기 외란관측부(113)는 상기 구동부의 출력신호(115)를 입력 받아 외란 관측값(116)을 생성하여 상기 구동부의 입력단에 피드백하는 구성이다. 이러한 구성은 일반적으로 외란 관측기라고 지칭되는 내부 루프 제어기를 의미한다.

[0036] 상기와 같은 외란 관측기를 구비한 제어모듈의 구성은 드론에 내재한 모델 불확실성과 바람 등과 같은 드론에 미치는 외란(200)의 영향을 감쇄시키는 역할을 한다.

[0037] 도 3을 참고하면, 드론의 자세 및 비행제어를 위한 구동신호(114)에 대해 바람 등에 의한 외란(200) 신호가 입력되면, 이러한 신호에 의해 구동부(112)는 외란의 영향을 받은 출력신호(115)를 발생한다. 여기서 상기 외란관측부(113)는 내부적으로 공칭모델의 역산을 통해 외란(200)이 가미된 입력신호(117)의 추정치(118)를 생성하고, 여기에서 외란 인가 전 신호(119)를 빼주어 외란관측값(116)을 생성하게 된다. 도출된 상기 외란관측값(116)은 다시 상기 구동부(112)로 피드백되어 외란의 영향이 없는 정상적인 구동신호(114)가 전달되게 된다. 이에 따라 상기 구동부(112)는 외란에 의한 영향이 상쇄된 출력신호를 최종적으로 출력하게 된다. 즉, 순수하게

입력된 신호에 따라 출력이 발생하는 외란이 없는 공칭 모델과 같이 동작하도록 작용하는 것이다. 이러한 내부 루프 제어기로서의 외란 관측기는 일반적인 제어회로에 사용되는 기술에 해당하여 외란 관측기 자체에 대한 보다 상세한 설명은 생략한다. 다만, 여기서 상기 외란관측값(116)은 외란에 대한 추정 값에 해당하며, 이는 외란 관측기의 고유한 특성에 의해 도출되는 값으로, 풍속 및 풍향 등에 대한 추정값을 제공하게 된다.

[0038] 도 2를 참고하면, 상기 감지모듈(130)은 상기 센서(150)로부터 미세먼지의 농도정보 신호를 수신하여 미세먼지의 농도정보를 생성한다. 또한 상기 감지모듈(130)은 상기 외란관측부(113)로부터 상기 외란관측값(116)을 수신하여 상기 풍향 및 풍속 추정정보 또한 생성한다. 즉, 미세먼지 측정을 위한 드론은 미세먼지 농도는 별론으로 하고, 풍향 및 풍속을 측정하는 별도의 센서가 없다고 하여도 외란관측부에서 생성된 외란관측값을 이용하여 풍향 및 풍속을 추정할 수 있는 것이다. 이러한 구성에 의해 드론에 구비해야 할 센서를 줄일 수 있으며, 전력소비를 줄이는 효율성을 가지게 된다.

[0039] 한편 상기 통신모듈(120)은 상기 감지모듈에서 생성된 미세먼지 농도정보와 풍향 및 풍속 추정정보를 관측기지(400)로 송신하게 된다. 상기 관측기지(400)는 지상에 구비될 수 있으며, 무선조종기(410) 등을 통해 드론을 조종할 수 있다. 또한 상기 드론에서 송신한 미세먼지에 대한 정보를 수신하여 이용될 수 있도록 한다.

[0040] 한편 본 발명의 다른 실시예로 상기 통신모듈(120)은 저장수단(125)을 더 포함하여 구성될 수 있다. 이러한 경우 상기 통신모듈은 상기 감지모듈에서 생성된 미세먼지 농도정보와 풍향 및 풍속 추정정보를 외부로 송신하지 않고 상기 저장수단에 저장하게 된다. 이는 특정 장소의 보안 등의 사유로 오프라인 상으로 정보를 회수할 수 있도록 하기 위함이다. 즉, 보안이 필요한 장소에서는 미세먼지 농도정보와 풍향 및 풍속 추정정보를 드론의 저장수단(125)에 저장하여 드론을 직접 회수하여 정보를 활용할 수 있다.

[0041] 한편 본 발명의 드론을 이용한 미세먼지 측정 방법은, 드론에 구비된 감지모듈에서 드론에 구비된 센서로부터 미세먼지의 농도신호를 수신하여 미세먼지 농도정보를 생성하는 단계(S100), 상기 드론의 비행을 위한 구동모터 제어모듈에서 외란 관측값을 생성하는 단계(S200), 상기 감지모듈에서 상기 외란 관측값으로부터 풍향 및 풍속 추정정보를 생성하는 단계(S300)를 포함하여 구성된다.

[0042] 도 4는 본 발명의 드론을 이용한 미세먼지 측정방법의 일 실시예가 도시되어 있다. 도 4를 참고하면, 드론에 구비된 감지모듈은 몸체에 구비된 센서로부터 미세먼지의 농도신호를 수신하게 된다. 상기 감지모듈은 수신한 미세먼지 농도신호로 지상 관측기지로 송신할 미세먼지 농도정보를 생성(S100)하게 된다.

[0043] 한편 상기 드론은 비행 및 자세제어를 위한 구동모터 제어모듈에서 외란관측기 내부 루프 제어기를 통해 외란 추정값에 해당하는 외란관측값을 생성(S200)하게 된다.

[0044] 여기서 상기 감지모듈은 상기 외란관측값을 이용하여 풍향 및 풍속 추정정보를 생성(S300)하게 된다. 여기서 외란 관측값은 외란에 해당하는 풍향 및 풍속에 대한 추정값을 생성하는 외란 관측기의 고유 특성에 기해 나오는 정보에 해당하여 이를 토대로 풍향 및 풍속이 추정되는 것이다.

[0045] 상기 드론은 상기와 같이 생성한 풍향 및 풍속 추정정보를 지상의 관측기지로 송신(S400)하게 된다.

[0046] 상기와 같은 구성을 통해 필요로 하는 미세먼지 농도와 풍향 및 풍속 등의 미세먼지 정보를 별도의 센서가 없다고 하여도 용이하게 측정하여 소비전력이 적게 들고 공간활용이 우수한 최적화된 드론을 제공할 수 있게 한다.

[0048] 이상 첨부도면을 참조하여 본 발명의 양호한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명의 권리범위는 그러한 실시예 및/또는 도면에 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 되고, 후술하는 특허청구범위에 기재된 사항에 의하여 결정된다. 그리고, 특허청구범위에 기재되어 있는 발명의 당업자에게 자명한 개량, 변경 수정 등도 본 발명의 권리범위에 포함된다는 점이 명백하게 이해되어야 한다.

부호의 설명

[0049] 100 : 드론 110 : 제어모듈

111 : 제어부 112 : 구동부

113 : 외란관측부 114 : 구동신호

115 : 출력신호 116 : 외란관측값

117 : 입력신호 118 : 입력신호 추정치

119 : 외란 인가 전 신호 120 : 통신모듈

125 : 저장수단 130 : 감지모듈

140 : 구동모터 150 : 센서

200 : 외란 300 : 경로

400 : 지상 관측기지 410 : 무선 조종기

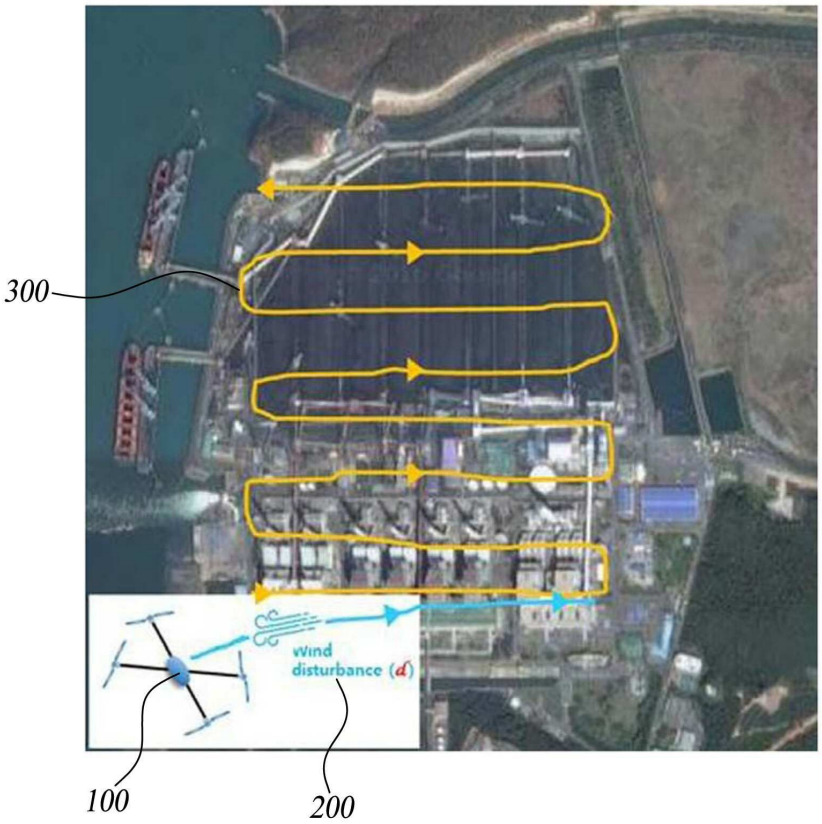
S100 : 미세먼지 농도정보 생성단계 S200 : 외란 관측값 생성단계

S300 : 풍향 및 풍속 추정정보 생성단계

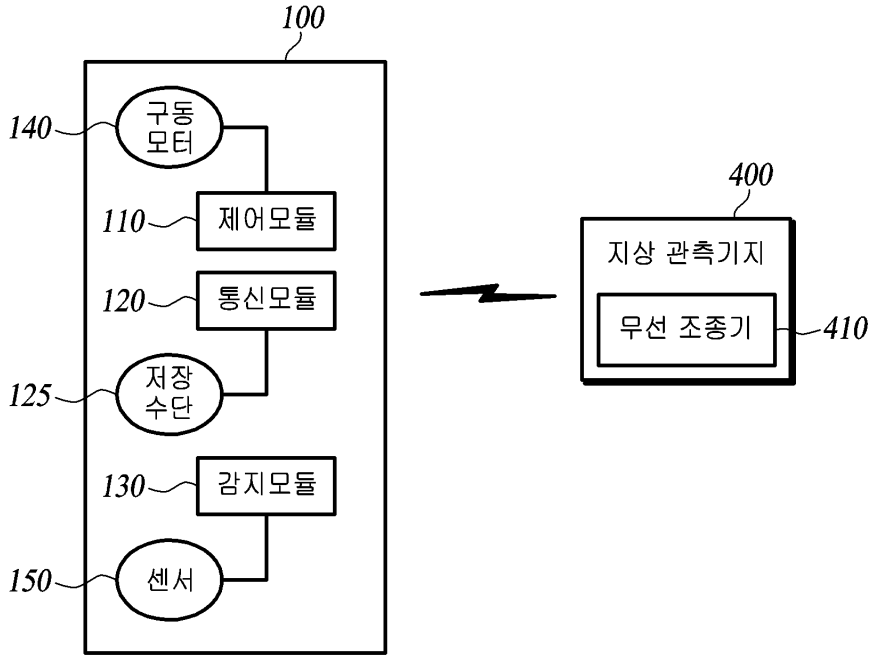
S400 : 관측정보 송신단계

도면

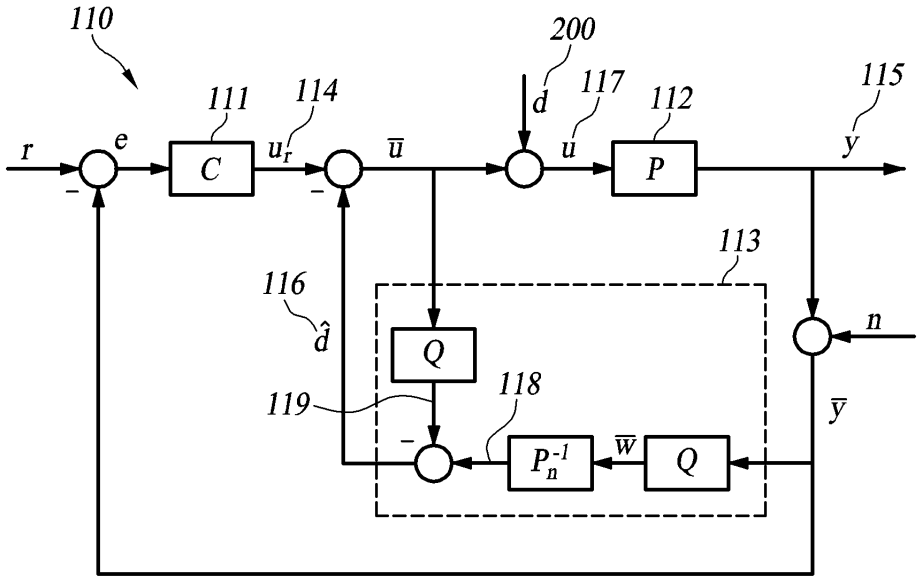
도면1



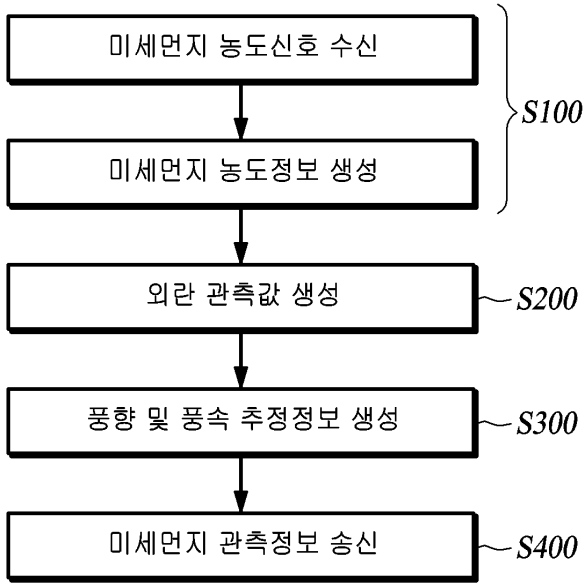
도면2


100
140
구동 모터
110
제어모듈
120
통신모듈
125
저장 수단
130
감지모듈
150
센서
400
지상 관측기지
무선 조종기
410

도면3


110
200
111
114
117
112
115
r
e
C
u_r
$\bar{u}$
d
u
P
y
113
116
$\hat{d}$
Q
n
118
119
$\bar{y}$
P_n^{-1}
$\bar{w}$
Q

도면4


미세먼지 농도신호 수신
미세먼지 농도정보 생성
S100
외란 관측값 생성
S200
풍향 및 풍속 추정정보 생성
S300
미세먼지 관측정보 송신
S400