



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월09일  
(11) 등록번호 10-2263294  
(24) 등록일자 2021년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G05D 1/06 (2006.01) B64C 39/02 (2006.01)  
B64D 45/00 (2006.01) G01S 5/02 (2010.01)  
G05D 3/12 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G05D 1/0676 (2013.01)  
B64C 39/024 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0168133  
(22) 출원일자 2020년12월04일  
심사청구일자 2020년12월04일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020150000053 A\*  
KR1020170056098 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
홍성경  
서울특별시 서초구 동광로33길 15, 101호(반포동, 반포 이안애 1차)  
이보혜  
서울특별시 광진구 광나루로15길 61, 107호(군자동)  
(74) 대리인  
유병욱, 한승범

전체 청구항 수 : 총 5 항

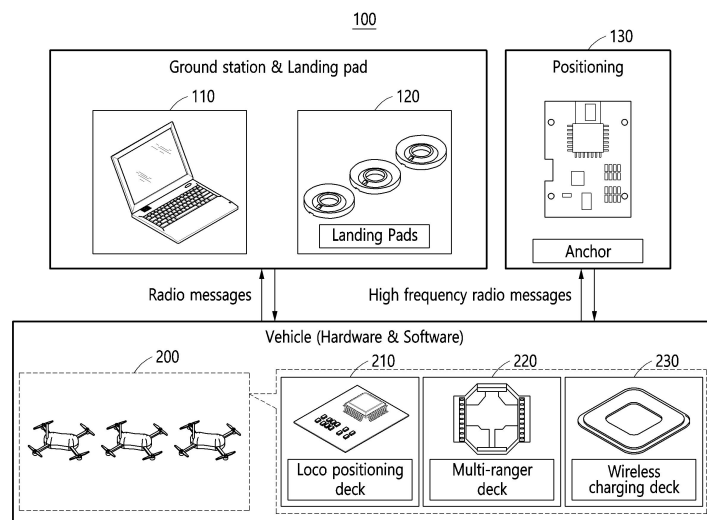
심사관 : 박지은

(54) 발명의 명칭 무인비행체 비행 제어 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템은, 무인비행체에 마련되어 착륙 지점에 대한 상기 무인비행체의 위치를 감지하는 위치 감지부; 및 상기 위치 감지부에서 획득한 상기 무인비행체의 위치 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 착륙 여부를 제어하는 비행 제어부;를 포함하며, 상기 위치 감지부는 상기 무인비행체의 절대 위치 정보 및 상기 착륙 지점에 대한 상기 무인비행체의 상대 위치 정보를 획득하고, 상기 비행 제어부는 상기 무인비행체의 절대 위치 정보에 따라 상기 무인비행체의 비행을 제어하고, 상기 무인비행체의 절대 위치 정보가 기준 절대 위치 정보와 일치하면 상기 무인비행체의 상대 위치 정보에 따라 상기 무인비행체의 착륙 여부를 제어할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

- B64D 45/00 (2013.01)
- G01S 5/0294 (2020.05)
- G05D 3/125 (2013.01)
- B64C 2201/141 (2013.01)
- B64C 2201/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116145
과제번호	2018-0-01423-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기여율	1/2
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345321135
과제번호	2020R1A6A1A03038540
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	자율지능무인비행체연구소
기여율	1/2
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.02.28

공지예외적용 : 있음

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

무인비행체에 마련되어 착륙 지점에 대한 상기 무인비행체의 위치를 감지하며, 상기 무인비행체의 절대 위치 정보를 획득하는 포지셔닝 센서 및 레이저를 이용하여 상기 착륙 지점에 대한 상기 무인비행체의 상대 위치 정보 또는 상기 착륙 지점과 상기 무인비행체의 거리를 획득하는 거리센서를 포함하는 위치 감지부;

상기 위치 감지부에서 획득한 상기 무인비행체의 위치 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 착륙 여부를 제어하는 비행 제어부; 및

상기 포지셔닝 센서로부터 상기 절대 위치 정보 또는 상기 거리센서로부터 상기 상대 위치 정보를 전송 받아 상기 비행 제어부로 전송하되, 절대좌표계 상에서의 위치정보로서 상기 무인비행체의 정밀 착륙을 고려해서 임의로 결정되는 기준 절대 위치 정보와 상기 절대 위치 정보의 일치 여부에 따라서 상기 절대 위치 정보 또는 상기 상대 위치 정보 중 어느 하나를 선택하여 상기 비행 제어부에 전송하는 위치데이터 전환부;를 포함하며,

상기 위치데이터 전환부는 상기 절대 위치 정보만 상기 비행 제어부에 전송하다가 상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치하는 시점이 되면 상기 무인비행체의 비행 제어 피드백에 사용되는 위치정보를 상기 절대 위치 정보에서부터 상기 상대 위치 정보로 전환하여 상기 상대 위치 정보만 상기 비행 제어부에 전송하고,

상기 비행 제어부는 상기 무인비행체의 상기 절대 위치 정보에 따라 상기 무인비행체의 비행을 제어하고, 상기 무인비행체의 상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치하면 상기 무인비행체의 상기 상대 위치 정보만 이용하여 상기 무인비행체가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 무인비행체 비행 제어 시스템.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 비행 제어부는 상기 착륙 지점과 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 기 설정된 기준 오차 보다 작은 경우에 상기 무인비행체가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어하고, 상기 오차가 상기 기준 오차 보다 큰 경우에는 상기 착륙 지점에 착륙하지 않고 비행을 계속하면서 상기 오차가 상기 기준 오차 보다 작게 되는 위치를 찾도록 제어하는 것을 특징으로 하는 무인비행체 비행 제어 시스템.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 비행 제어부는,

상기 절대 위치 정보 또는 상기 상대 위치 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 위치를 제어하는 비행위치 제어부 및 상기 상대 위치 정보로부터 상기 무인비행체의 속도 정보를 추정하고 상기 속도 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 속도를 제어하는 비행속도 제어부를 포함하고,

상기 무인비행체가 상기 기준 절대 위치에 도달하기 전에는 상기 위치데이터 전환부는 상기 포지셔닝 센서의 상기 절대 위치 정보를 전송 받아 상기 비행위치 제어부로 전송하며, 상기 무인비행체가 기준 절대 위치에 도달한 때부터는 상기 위치데이터 전환부는 상기 거리센서에서 상기 상대 위치 정보를 전송 받아 상기 비행위치 제어부로 전송하며,

상기 비행속도 제어부는 칼만 필터를 이용하여 상기 거리센서의 상기 상대 위치 정보로부터 상기 무인비행체의 속도 정보를 추정함으로써 별도의 속도 센서 없이도 상기 무인비행체의 속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 무인비행체 비행 제어 시스템.

### 청구항 8

제1항, 제6항 또는 제7항 중 어느 한 항에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템을 이용한 무인비행체 비행 제어 방법에 있어서,

포지셔닝 센서에 의해 무인비행체의 절대 위치 정보를 획득하거나 거리센서에 의해 착륙 지점에 대한 무인비행체의 상대 위치 정보를 획득하는 단계;

비행위치 제어부에 의해 상기 무인비행체의 절대 위치 정보가 기준 절대 위치 정보와 일치하는지 여부를 판단하는 단계;

상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치하면, 위치데이터 전환부에 의해 상기 상대 위치 정보를 상기 비행위치 제어부에 전달하는 단계;

상기 비행위치 제어부에 의해 상기 착륙 지점과 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 기 설정된 기준 오차 보다 작은지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 착륙 지점과 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 상기 기준 오차 보다 작으면, 상기 비행위치 제어부에 의해 상기 무인비행체가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 무인비행체 비행 제어 방법.

### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 무인비행체가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어하는 단계에서,

비행속도 제어부는 칼만 필터를 적용하여 상기 상대 위치 정보로부터 추정된 상기 무인비행체의 속도 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 비행속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 무인비행체 비행 제어 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 무인비행체 비행 제어 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무인비행체의 착륙시 정확도가 떨어지는 GPS가 아니라 정밀한 거리센서를 이용하여 정밀한 착륙이 가능하고 여러 대의 무인비행체를 사용하여 특정 임무를 지속적으로 수행할 수 있는 무인비행체 비행 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 최근 4차 산업 혁명의 한 부분으로 드론의 자율비행 및 자동화 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그에 따라 다양한 분야에서 드론을 포함하는 무인비행체의 활용이 고려되고 있다. 특히, 물류배송과 같은 상업

분야에서의 활용이 빠르게 확대되고 있으며, 미국의 아마존, UPS, 독일의 DHL, 중국의 알리바바 등 물류 업체에서 멀티콥터형 드론의 자율비행을 이용한 물류배송 서비스를 시범운영하고 있다.

- [0003] 이처럼 자율비행은 드론을 포함하는 무인비행체의 핵심 기술 요소로 자리 잡고 있으며, 그 중 자동 착륙은 자율비행 중 높은 수준의 기술을 요구하고 있어 국내외로 관련 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0004] 드론 또는 멀티콥터의 경우 현재 배터리의 사용시간 제약으로 인해 장시간 임무 수행에 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 자동 충전 시스템을 도입하면 장시간 비행이 가능하지만, 자동 충전 스테이션은 일반적으로 매우 협소한 공간이다. 착륙 공간이 협소할 경우 착륙 시 바람이 불거나 외란이 발생하면 정밀한 착륙이 불가능하며 착륙 자체가 불가능하다는 문제점이 있다. 따라서, 드론 또는 멀티콥터가 매우 정밀하고 정확하게 착륙해야만 자동 충전이 가능하다는 단점이 있다.
- [0005] 정밀한 자동 착륙 문제를 해결하기 위해서 고성능의 RTK GPS(Real Time Kinematic Global Positioning System)를 사용하면 정밀한 착륙이 가능하지만 RTK GPS가 매우 비싸다는 단점이 있다. 뿐만 아니라 RTK GPS를 이용하는 경우에도 수 cm 정도의 오차가 발생한다.
- [0006] 또한, GPS 센서를 이용하는 방식은 측위 위성의 개수 및 건물, 날씨 등과 같은 환경적인 요인에 영향을 받아 위치 오차가 발생하기도 한다. GPS 센서를 활용한 자동 착륙 정확도 평가에 따르면 30회 자동 착륙 수행시 1.4m의 평균 오차를 나타내 정밀 착륙을 기대하기 어렵다는 한계가 있다.
- [0007] 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1827251호(2018.02.02.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 무인비행체의 정밀 착륙시 정확도가 떨어지는 GPS가 아니라 매우 정밀한 거리센서를 이용하여 정밀한 착륙을 구현할 수 있고 여러 대의 무인비행체를 사용하여 특정 임무를 지속적으로 수행할 수 있는 무인비행체 비행 제어 시스템 및 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템은, 무인비행체에 마련되어 착륙 지점에 대한 상기 무인비행체의 위치를 감지하는 위치 감지부; 및 상기 위치 감지부에서 획득한 상기 무인비행체의 위치 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 착륙 여부를 제어하는 비행 제어부;를 포함하며, 상기 위치 감지부는 상기 무인비행체의 절대 위치 정보 및 상기 착륙 지점에 대한 상기 무인비행체의 상대 위치 정보를 획득하고, 상기 비행 제어부는 상기 무인비행체의 절대 위치 정보에 따라 상기 무인비행체의 비행을 제어하고, 상기 무인비행체의 절대 위치 정보가 기준 절대 위치 정보와 일치하면 상기 무인비행체의 상대 위치 정보에 따라 상기 무인비행체의 착륙 여부를 제어할 수 있다.
- [0011] 상기 위치 감지부는, 상기 무인비행체의 절대 위치 정보를 획득하는 포지셔닝 센서 및 상기 착륙 지점에 대한 상기 무인비행체의 상대 위치 정보를 획득하는 거리센서를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 비행 제어부는 상기 포지셔닝 센서에서 획득한 상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치할 때까지 상기 절대 위치 정보에 따라서 상기 무인비행체의 비행을 제어할 수 있다.
- [0013] 상기 포지셔닝 센서로부터 상기 절대 위치 정보 또는 상기 거리센서로부터 상기 상대 위치 정보를 전송 받아 상기 비행 제어부로 전송하되, 상기 절대 위치 정보와 상기 기준 절대 위치 정보의 일치 여부에 따라서 상기 절대 위치 정보 또는 상기 상대 위치 정보 중 어느 하나를 선택하여 상기 비행 제어부에 전송하는 위치데이터 전환부를 포함할 수 있다.

- [0014] 상기 위치데이터 전환부는 상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치하면 상기 상대 위치 정보를 상기 비행 제어부에 전송하고, 상기 비행 제어부는 상기 상대 위치 정보를 이용하여 상기 무인비행체가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어할 수 있다.
- [0015] 상기 비행 제어부는 상기 착륙 지점과 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 기 설정된 기준 오차 보다 작은 경우에 상기 무인비행체가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어할 수 있다.
- [0016] 상기 비행 제어부는, 상기 절대 위치 정보 또는 상기 상대 위치 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 위치를 제어하는 비행위치 제어부 및 상기 상대 위치 정보로부터 상기 무인비행체의 속도 정보를 추정하고 상기 속도 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 속도를 제어하는 비행속도 제어부를 포함할 수 있다.
- [0017] 한편, 발명의 다른 분야에 의하면, 본 발명은, 포지셔닝 센서에 의해 무인비행체의 절대 위치 정보를 획득하거나 거리센서에 의해 착륙 지점에 대한 무인비행체의 상대 위치 정보를 획득하는 단계; 비행위치 제어부에 의해 상기 무인비행체의 절대 위치 정보가 기준 절대 위치 정보와 일치하는지 여부를 판단하는 단계; 상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치하면, 위치데이터 전환부에 의해 상기 상대 위치 정보를 상기 비행위치 제어부에 전달하는 단계; 상기 비행위치 제어부에 의해 상기 착륙 지점과 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 기 설정된 기준 오차 보다 작은지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 착륙 지점과 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 상기 기준 오차 보다 작으면, 상기 비행위치 제어부에 의해 상기 무인비행체가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어하는 단계;를 포함하는 무인비행체 비행 제어 방법을 제공할 수 있다.
- [0018] 상기 무인비행체가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어하는 단계에서, 비행속도 제어부는 칼만 필터를 적용하여 상기 상대 위치 정보로부터 추정된 상기 무인비행체의 속도 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 비행속도를 제어할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템 및 방법은 오차가 큰 GPS가 아니라 정밀한 거리센서를 이용하여 무인비행체가 착륙 지점에 착륙하도록 제어하므로 정밀한 착륙을 구현할 수 있다.
- [0020] 본 발명에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템 및 방법은 저가의 거리센서를 이용하더라도 무인비행체의 정밀 착륙을 가능하게 하므로 운용 비용 또는 유지 비용을 줄일 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템 및 방법은 거리센서에 의해 획득한 위치 정보 또는 거리 데이터를 이용하여 협소한 공간인 충전 스테이션에 무인비행체를 정확하게 착륙시킬 수 있기 때문에, 여러 대의 무인비행체를 이용하여 임무를 지속적으로 수행할 수 있는 자동 충전 스테이션을 구비한 비행 운용 플랫폼을 구현할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템의 개략적인 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 따른 시스템에 의한 무인비행체의 비행 제어 방식을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 도 2에 따른 무인비행체의 비행 제어에 사용되는 구성요소를 예시적으로 보여주는 도면이다.
- 도 4는 도 2에 따른 무인비행체의 비행 제어에 사용되는 속도 정보의 정확성을 보여주는 비교 데이터이다.
- 도 5는 도 2에 따른 무인비행체의 비행 제어에 사용되는 제어기를 예시적으로 보여주는 도면이다.
- 도 6은 도 1에 따른 시스템의 무선 충전 패드를 보여주는 도면이다.
- 도 7 및 도 8은 도 1에 따른 시스템에 의한 무인비행체 비행 제어 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 9는 도 1에 따른 시스템에 의한 정밀 착륙 정확성을 보여주는 비교 실험 데이터이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0023] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본

발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

- [0024] 또한, 이하 실시되는 본 발명의 바람직한 실시예는 본 발명을 이루는 기술적 구성요소를 효율적으로 설명하기 위해 각각의 시스템 기능구성에 기 구비되어 있거나, 또는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적으로 구비되는 시스템 기능 구성은 가능한 생략하고, 본 발명을 위해 추가적으로 구비되어야 하는 기능 구성을 위주로 설명한다. 만약 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 하기에 도시하지 않고 생략된 기능 구성 중에서 종래에 기 사용되고 있는 구성요소의 기능을 용이하게 이해할 수 있을 것이며, 또한 상기와 같이 생략된 구성 요소와 본 발명을 위해 추가된 구성 요소 사이의 관계도 명백하게 이해할 수 있을 것이다.
- [0025] 또한, 이하의 설명에 있어서, 신호 또는 정보의 "전송", "통신", "송신", "수신" 기타 이와 유사한 의미의 용어는 일 구성요소에서 다른 구성요소로 신호 또는 정보가 직접 전달되는 것뿐만이 아니라 다른 구성요소를 거쳐 전달되는 것도 포함한다. 특히 신호 또는 정보를 일 구성요소로 "전송" 또는 "송신"한다는 것은 그 신호 또는 정보의 최종 목적지를 지시하는 것이고 직접적인 목적지를 의미하는 것이 아니다. 이는 신호 또는 정보의 "수신"에 있어서도 동일하다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템의 개략적인 구성을 설명하기 위한 도면, 도 2는 도 1에 따른 시스템에 의한 무인비행체의 비행 제어 방식을 설명하기 위한 도면, 도 3은 도 2에 따른 무인비행체의 비행 제어에 사용되는 구성요소를 예시적으로 보여주는 도면, 도 4는 도 2에 따른 무인비행체의 비행 제어에 사용되는 속도 정보의 정확성을 보여주는 비교 데이터, 도 5는 도 2에 따른 무인비행체의 비행 제어에 사용되는 제어기를 예시적으로 보여주는 도면, 도 6은 도 1에 따른 시스템의 무선 충전 패드를 보여주는 도면이다.
- [0028] 이하에서 설명하는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템(100)은 드론(drone), 쿼드콥터(quadcopter), 멀티콥터(multicopter) 등의 무인비행체(Unmanned aerial vehicle)에 적용되거나 무인비행체를 포함하는 시스템이다. 따라서, 이하에서 "무인비행체"는 드론 또는 멀티콥터 등을 포함하는 개념이다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템(100, 이하 "시스템"이라 약칭한다.)은 비행 관제부(110), 무선 충전 패드(120), 위치 관측부(130), 무인비행체(200)를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 비행 관제부(110)는 무인비행체(200)의 비행 전과정을 모니터링하고 명령을 전송하며 무인비행체(200)에서 전송 받은 각종 정보를 분석하고 저장하는 부분이다. 비행 관제부(110)는 무인비행체(200)와 무선통신에 의해서 정보 또는 명령 등을 전송 받을 수 있다(도 1의 Radio message 참조).
- [0031] 또한, 비행 관제부(110)를 통해서 사용자가 무인비행체(200)의 비행을 수동으로 조작할 수도 있다.
- [0032] 상기 무선 충전 패드(120)는 무인비행체(200)가 착륙하여 무선으로 충전을 하는 부분이다. 충전이 완료된 무인비행체(200)는 무선 충전 패드(120)에서 이륙하게 되고, 임무를 완료하거나 배터리 잔량이 기준치 이하인 무인비행체(200)는 복귀하여 무선 충전 패드(120)에 착륙하게 된다.
- [0033] 상기 무선 충전 패드(120)는 충전 스테이션(charge station)을 이루는 하나의 부분이다. 무선 충전 패드(120) 역시 비행 관제부(110)와 무선 통신이 가능하도록 마련되어 무인비행체(200)의 정확한 착륙 여부, 충전 진행 상황 등의 정보를 비행 관제부(110)에 전송할 수 있다.
- [0034] 상기 위치 관측부(130)는 무인비행체(200)로부터 무인비행체(200)의 위치 정보(속도 정보 또는 거리 정보 포함)를 전송 받고 이를 비행 관제부(110)에 전송할 수 있다. 위치 관측부(130)는 비행 관제부(110)와 별도로 마련될 수도 있고 비행 관제부(110)에 포함되어 일체로 마련될 수도 있다.
- [0035] 한편, 도시하지는 않았지만, 기본적으로 무인비행체(200)는 비행제어컴퓨터(FCC; Flight Control Computer), 프 로펠러 및 구동모터 등을 구비한다. 이외에, 무인비행체(200)는 포지셔닝 센서(210), 거리센서(220) 및 무선 충전부(230)를 포함할 수 있다. 무선 충전부(230)는 무인비행체(200)에 마련되어 무인비행체(200)가 무선 충전 패드(120)에 착륙한 상태에서 무인비행체(200)를 충전시키기 위한 부분이다.
- [0036] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템(100)은, 무인비행체(200)에 마련되어 착륙 지점에 대한 무인비행체(200)의 위치를 감지하는 위치 감지부(201); 및 위치 감지부(210)에서 획득한 무인비행체(200)의 위치 정보를 이용하여 무인비행체(200)의 착륙 여부를 제어하는 비행 제어부(270);를 포함할 수 있다.

- [0037] 여기서, 위치 감지부(201)는 무인비행체(200)의 절대 위치 정보 및 상기 착륙 지점에 대한 무인비행체(200)의 상대 위치 정보를 획득하고, 비행 제어부(270)는 무인비행체(200)의 절대 위치 정보에 따라 무인비행체(200)의 비행을 제어하고, 무인비행체(200)의 절대 위치 정보가 기준 절대 위치 정보와 일치하면 무인비행체(200)의 상대 위치 정보에 따라 무인비행체(200)의 착륙 여부를 제어할 수 있다.
- [0038] 여기서, 절대 위치 정보는 절대좌표계 상에서의 무인비행체(200)의 위치 좌표값을 의미한다, 반면, 상대 위치 정보는 상대좌표계 상에서의 무인비행체(200)의 위치 좌표값을 의미한다. 예를 들면, 상대 위치 정보는 착륙 지점을 원점으로 한 상대좌표계 상에서 무인비행체(200)의 위치 좌표값을 나타낼 수 있다. 즉, 상대 위치 정보는 착륙 지점을 기준으로 한 무인비행체(200)의 상대적인 위치를 의미한다. 상기 착륙 지점은 무선 충전 패드(120)를 포함할 수 있다.
- [0039] 상기 위치 감지부(201)는, 무인비행체(200)의 절대 위치 정보를 획득하는 포지셔닝 센서(210) 및 착륙 지점 또는 무선 충전 패드(120)에 대한 무인비행체(200)의 상대 위치 정보를 획득하는 거리센서(220)를 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 포지셔닝 센서(210)는 상기 비행제어컴퓨터에 포함될 수도 있고, GPS를 이용할 수도 있다. 포지셔닝 센서(210)는 무인비행체(200)의 절대 위치 정보를 센싱하여 획득할 수 있다.
- [0041] 상기 포지셔닝 센서(210)는 무인비행체(200)가 비행할 때 절대좌표계 상에서의 무인비행체(200)의 위치 즉, 절대 위치 정보를 감지하고 이를 위치 관측부(130) 또는 비행 관제부(110)에 전송할 수 있다.
- [0042] 상기 거리센서(220)는 무인비행체(200)의 상대 위치 정보를 센싱하여 획득할 수 있다.
- [0043] 상기 거리센서(220)는 무인비행체(200)의 상대 위치 정보를 감지하고 이를 위치 관측부(130) 또는 비행 관제부(110)에 전송할 수 있다. 거리센서(220)는 레이저를 이용하여 무인비행체(200)와 대상물의 거리를 감지할 수 있으며, 전후좌우 및 위쪽의 거리를 감지할 수 있다.
- [0044] 도 2에는 착륙 지점인 무선 충전 패드(120)에 착륙하기 위해 무인비행체(200)가 비행하는 과정, 이 과정 중에 무인비행체(200)의 위치 정보가 예시적으로 도시되어 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 무선 충전 패드(120)에 착륙하기 위해 무인비행체(200)는 A위치에서 B위치로 이동한 후 최종적으로 무선 충전 패드(120)에 착륙할 수 있다. 이때, 무인비행체(200)는 A위치에서 B위치까지는 포지셔닝 센서(210)에 의한 절대 위치 정보에 따라 비행하고, B위치에서 무선 충전 패드(120)까지는 거리센서(220)에 의한 상대 위치 정보에 따라 비행 및 착륙할 수 있다.
- [0045] 도 2에서,  $D_x$  및  $D_y$ 는 비행 중 거리센서(220)가 측정된 무인비행체(200)와 벽(101,102) 사이의 거리로서, 거리센서(220)에 의해서 획득한 무인비행체(200)의 상대 위치 정보 즉, 무선 충전 패드(120)를 기준으로 한 상대 위치 정보를 나타낸다.
- [0046]  $D_{dx}$  및  $D_{dy}$ 는 거리센서(220)가 측정된 비행 전 무인비행체(200)와 벽(101,102) 사이의 거리로서, 무인비행체(200)가 무선 충전 패드(120)에 착륙해 있는 상태에서 거리센서(220)가 측정된 무인비행체(200)의 상대 위치 정보를 나타낸다.  $D_{dx}$  및  $D_{dy}$ 는 상대좌표계의 원점 위치 또는 기준 위치를 의미하고,  $D_x$  및  $D_y$ 는 무인비행체(200)가 무선 충전 패드(120)에 접근하는 도중의 상대 위치 정보를 의미한다.
- [0047] 무인비행체(200)가 임무를 수행하거나 임무를 완료한 후 복귀하기 위해 무선 충전 패드(120)를 향해 비행할 때 (도 2에서 A위치에서 B위치로 비행할 때), 무인비행체(200)는 포지셔닝 센서(210)의 GPS 절대 좌표계의 위치데이터(절대 위치 정보)를 사용하고, 착륙 지점인 무선 충전 패드(120) 근처에 있을 때는 비행제어 피드백을 거리센서(220)가 측정된 벽(101,102)과의 거리로 전환하게 된다.
- [0048] 포지셔닝 센서(210)의 오차가 거리센서(220)의 오차 보다 크기 때문에 거리센서(220)를 사용하지 않고 포지셔닝 센서(210)만 사용해서 무선 충전 패드(120)에 착륙하는 경우에는 정확한 위치에 착륙하지 못할 가능성이 매우 크다. 이러한 문제를 방지하기 위해서, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100)에서는 무선 충전 패드(120)를 포함하는 착륙 지점을 기준으로 기준 절대 위치 정보에 해당할 때까지는 포지셔닝 센서(210)에 의해 획득한 절대 위치 정보를 이용하여 무인비행체(200)의 비행을 제어하고, 상기 기준 절대 위치 정보에 해당할 때부터 착륙 지점까지는 거리센서(220)에 의해 획득한 상대 위치 정보를 이용하여 무인비행체(200)가 착륙 지점에 정밀하게 착륙하도록 제어하게 된다. 이를 위해서, 상기 기준 절대 위치 정보를 기준으로 무인비행체(200)의 비행 제어를 위해 이용하는 위치 정보가 상기 절대 위치 정보에서부터 상기 상대 위치 정보로 전환되어야 한다. 여기서, 상기 기준 절대 위치 정보는 절대좌표계 상에서의 위치 정보로서 무인비행체(200)의 정밀 착륙을 고려해서 임의로



결정될 수 있다.

- [0049] 상기한 바와 같이, 비행 제어부(270)는 포지셔닝 센서(210)에서 획득한 상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치할 때까지 상기 절대 위치 정보에 따라서 무인비행체(200)의 비행을 제어할 수 있다. 예를 들어, 도 2의 경우 A위치에서 무인비행체(200)의 절대 위치 정보를  $Pos_x$ ,  $Pos_y$ 라고 하고 B위치에서 무인비행체(200)의 절대 위치 정보를  $Pos_x$ ,  $Pos_y$ 라고 하며  $Pos_x$  및  $Pos_y$ 를 기준 절대 위치 정보라고 한다. 무인비행체(200)가 A위치에서 B위치까지 비행하는 동안에는 포지셔닝 센서(210)에 의해 획득한 절대 위치 정보( $Pos_x$ ,  $Pos_y$ )에 의해 비행하다가 B위치에 도달하게 되면 즉, 절대 위치 정보( $Pos_x$ ,  $Pos_y$ )가 기준 절대 위치 정보( $Pos_x$ ,  $Pos_y$ )와 일치하게 되면, 거리센서(220)에 의해 획득한 상대 위치 정보( $Dx$ ,  $Dy$ )를 이용하여 무인비행체(200)의 비행을 제어하게 된다.
- [0050] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100)은, 무인비행체(200)의 절대 위치 정보가 기준 절대 위치 정보에 해당하는 시점에 무인비행체(200)의 비행 제어 피드백에 사용되는 위치 정보를 절대 위치 정보에서부터 상대 위치 정보로 전환하는 위치데이터 전환부(240)를 포함할 수 있다.
- [0051] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100)은, 포지셔닝 센서(210)로부터 상기 절대 위치 정보 또는 거리센서(220)로부터 상기 상대 위치 정보를 전송 받아 비행 제어부(270)로 전송하되, 상기 절대 위치 정보와 상기 기준 절대 위치 정보의 일치 여부에 따라서 상기 절대 위치 정보 또는 상기 상대 위치 정보 중 어느 하나를 선택하여 비행 제어부(270)에 전송하는 위치데이터 전환부(240)를 포함할 수 있다.
- [0052] 상기 위치데이터 전환부(240)는 상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치하면 상기 상대 위치 정보를 비행 제어부(270)에 전송하고, 비행 제어부(270)는 상기 상대 위치 정보를 이용하여 무인비행체(200)가 상기 착륙 지점 또는 무선 충전 패드(120)에 착륙하도록 제어할 수 있다.
- [0053] 상기 위치데이터 전환부(240)는 무인비행체(200)의 절대 위치 정보가 기준 절대 위치 정보와 일치하면, 그 때부터는 비행 제어부(270)에 전송하는 위치 정보를 절대 위치 정보에서부터 상대 위치 정보로 전환한다. 즉, 무인비행체(200)는 비행하는 중에 기준 절대 위치에 도달하게 되면 거리센서(220)를 이용해서 보다 정밀하게 위치 제어를 하게 된다.
- [0054] 한편, 도 3에 도시된 바와 같이, 비행 제어부(270)는 비행위치 제어부(250)와 비행속도 제어부(260)를 포함할 수 있다. 비행위치 제어부(250)는 포지셔닝 센서(210) 및 거리센서(220)에서부터 위치 정보를 전송 받아 무인비행체(200)의 위치 또는 거리 등을 제어하며, 비행속도 제어부(260)는 무인비행체(200)의 비행 속도를 제어할 수 있다. 다만, 경우에 따라서는 비행위치 제어부(250)와 비행속도 제어부(260)가 구분되지 않고 비행 제어부(270)에서 비행위치와 비행속도를 모두 제어할 수도 있다.
- [0055] 무인비행체(200)가 기준 절대 위치에 도달하기 전에는 위치데이터 전환부(240)는 포지셔닝 센서(210)에서 절대 위치 정보를 전송 받아 비행위치 제어부(250)로 전송하며, 무인비행체(200)가 기준 절대 위치에 도달한 때부터는 위치데이터 전환부(240)는 거리센서(220)에서 상대 위치 정보를 전송 받아 비행위치 제어부(250)로 전송할 수 있다.
- [0056] 무인비행체(200)가 기준 절대 위치에 도달하게 되면 비행위치 제어부(250)는 거리센서(220)에서 획득한 무인비행체(200)의 상대 위치 정보를 이용해서 무인비행체(200)가 무선 충전 패드(120) 등 착륙 지점에 정확하게 착륙할 수 있도록 제어하게 된다.
- [0057] 비행위치 제어부(250)는 무선 충전 패드(120)를 포함한 착륙 지점과 거리센서(220)에서 획득한 무인비행체(200)의 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 기 설정된 기준 오차 보다 작은 경우에 무인비행체(200)가 무선 충전 패드(120) 또는 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어할 수 있다. 예를 들면, 도 2의 경우에, 무인비행체(200)가 B 위치에서부터 무선 충전 패드(120)를 향해 비행할 때, 거리센서(220)에서 획득한 상대 위치 정보( $Dx, Dy$ )과 무선 충전 패드(120)의 위치 정보( $Ddx, Ddy$ ) 사이의 오차(위치오차 또는 거리오차)가 미리 설정된 기준 오차 보다 작은 경우에는 무인비행체(200)가 무선 충전 패드(120)에 착륙하지만, 기준 오차 보다 큰 경우에는 무선 충전 패드(120)에 착륙하지 않고 비행을 계속하면서 기준 오차 보다 작게 되는 위치를 찾게 된다. 만약, 기준 오차 보다 큰 경우에 착륙하게 되면 무선 충전 패드(120) 또는 착륙 지점에 정확하게 착륙하지 못하게 된다.
- [0058] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100)의 경우에는 GPS 기반의 포지셔닝 센서(210)와 보다 정밀한 거리센서(220)를 이용하여 무인비행체(200)의 비행 위치를 제어하되 착륙 지점에 근접한 때부터는 거리센서(220)만 이용하여 비행 위치를 제어함으로써 무인비행체(200)의 정밀 착륙을 구현할 수 있다.

[0059] 상기한 바와 같이, 비행 제어부(270)는 비행위치 제어부(250) 및 비행속도 제어부(260)를 포함할 수 있는데, 비행위치 제어부(250)는 포지셔닝 센서(210)에서 획득한 무인비행체(200)의 절대 위치 정보 또는 거리센서(220)에서 획득한 무인비행체(200)의 상대 위치 정보를 이용하여 무인비행체(200)의 위치를 제어할 수 있다.

[0060] 한편, 비행속도 제어부(260)는 거리센서(220)에서 획득한 무인비행체(200)의 상대 위치 정보로부터 무인비행체(200)의 속도 정보를 추정하고 상기 속도 정보를 이용하여 상기 무인비행체의 속도를 제어할 수 있다.

[0061] 여기서, 비행속도 제어부(260)는 칼만 필터(Kalman Filter)를 이용하여 거리센서(220)의 상대 위치 정보로부터 무인비행체(200)의 속도 정보를 추정할 수 있다.

[0062] 거리센서(220)에서는 무인비행체(200)의 위치데이터(상대 위치 정보)만 얻을 수 있기 때문에, 무인비행체(200)의 속도 제어를 위한 속도 피드백 데이터는 칼만필터를 이용하여 속도 정보(속도값)를 추정할 수 있다. 다음은 칼만필터를 이용하여 상대 위치 정보에서부터 속도 정보를 추정하는데 사용되는 수학적식들이다.

**수학적식 1**

[0063] 
$$\mathbf{x} = [\mathbf{p} \ \mathbf{v}]^T$$

**수학적식 2**

[0064] 
$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{x}_k + \mathbf{w}_k$$

**수학적식 3**

[0065] 
$$\mathbf{z}_k = \mathbf{H}\mathbf{x}_k + \mathbf{v}_k$$

**수학적식 4**

[0066] 
$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & \Delta t \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

**수학적식 5**

[0067] 
$$\mathbf{H} = [1 \ 0]$$

**수학적식 6**

[0068] 
$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$$

수학식 7

$$R = 10$$

[0069]

[0070]

[0071]

[0072]

[0073]

[0074]

[0075]

[0076]

[0077]

[0078]

[0079]

칼만필터를 이용하여 속도 정보를 추정하는 모델이 적절한지 검증하기 위해, 옵티컬 플로우 센서(Optical Flow Sensor)에서 나오는 속도 데이터(속도 정보)와 거리센서(220)의 상대 위치 정보에 칼만필터를 적용해서 추정된 속도 정보를 비교해 보았다. 도 4는 이들을 비교한 결과를 보여준다.

도 4에서 "flow vel"은 옵티컬 플로우 센서에서 얻은 속도 데이터(속도 정보)를 나타내고 "kalman vel"은 거리센서(220)의 상대 위치 정보(거리정보)를 이용하여 칼만필터를 통해 추정한 속도 데이터(속도 정보)이다. 두 그래프의 경향이 비슷하므로 칼만필터를 통해 추정한 속도 정보는 적절한 값이라고 볼 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100)에 적용되는 무인비행체(200)는 별도의 속도 센서를 장착할 수 없을 정도로 소형이기 때문에 거리센서(220)에서 획득한 상대 위치 정보에 칼만필터를 적용하여 속도 정보를 추정하고 이를 속도 제어에 이용하게 된다. 따라서, 상기에서 언급한 옵티컬 플로우 센서가 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체(200)에 구비되어 있는 것은 아니며, 단지 추정 속도와 비교하기 위해서 옵티컬 플로우 센서를 언급한 것이다.

도 5에는 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100)에 있어서 무인비행체(200)의 위치 제어에 사용되는 PID 제어기가 도시되어 있다. 도 5에서 Posd 및 Posx,y는 포지셔닝 센서(210)에서 획득한 무인비행체(200)의 절대 위치

정보이며, Ddx,dy 및 Dx,y는 거리센서(220)에서 획득한 무인비행체(200)의 상대 위치 정보이고,  $\dot{D}_{x,y}$ 는 Dx,y에 칼만필터를 적용하여 추정한 무인비행체(200)의 속도 정보이다.

도시되어 있다. 도 6에 도시된 무선 충전 패드(120)의 형상은 예시적인 것일 뿐 무선 충전 패드(120)의 형상 또는 구조가 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 무인비행체(200)의 형태에 따라서 달라질 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100)에 있어서, 무선 충전 패드(120)는 무선 충전 스테이션(Wireless Charging Station)을 구성하며, 무선 충전 패드(120) 내지 무선 충전 스테이션은 무인비행체(200)의 개수에 맞게 마련되는 것이 바람직하다.

도 6에 도시된 무선 충전 패드(120)는 무인비행체(200)의 무선 충전부(230)와의 접촉에 의해서 무인비행체(200)를 충전시키는 무선 충전기를 구비할 수 있다. 상기 무선충전기는 전자기 유도방식에 의해서 무인비행체(200)를 무선으로 충전할 수 있다. 무인비행체(200)가 무선 충전 패드(120)에 착륙한 상태에서 상기 무선충전기에 무인비행체(200)가 정확히 위치해야만 충전이 될 수 있다. 이를 위해, 무인비행체(200)의 랜딩기어(미도시) 또는 다리 부분(미도시)이 상기 무선충전기와 정확하게 접촉하도록 상기 랜딩기어와 접촉하는 부분에 경사부(121,122)가 형성될 수 있다.

도 6을 참조하면, 무선 충전 패드(120)의 경사부(121,122)는 외측에 형성된 제1 경사부(121) 및 제1 경사부(121)의 내측에 형성된 제2 경사부(122)를 포함할 수 있다. 제1 경사부(121)는 무선 충전 패드(120)의 중심을 향해서 하향 경사지게 형성된 반면에 제2 경사부(122)는 무선 충전 패드(120)의 바깥쪽을 향해서 하향 경사지게 형성되어 있다. 따라서, 제1 경사부(121)와 제2 경사부(122)가 만나는 지점은 골을 이루게 된다. 이때, 상기 무선충전기는 제1 경사부(121)와 제2 경사부(122)가 만나는 지점의 아래에 마련되는 것이 바람직하다.

이와 같이 형성됨으로써, 무인비행체(200)의 상기 랜딩기어가 제1 경사부(121) 또는 제2 경사부(122)에 착륙하더라도 제1 및 제2 경사부(121,122)의 경사면을 타고 아래쪽으로 미끄러져 내려가기 때문에 상기 랜딩기어가 상기 무선충전기 상에 정확하게 위치할 수 있다.

이상에서 설명된 시스템은 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, 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 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.

[0080] 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.

[0082] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템 (100)에 의한 무인비행체 비행 제어 방법에 대해서 설명한다.

[0083] 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템 (100)은 거리센서 (220)를 이용해서 무선 충전 패드 (120)와 같은 충전 스테이션에 정확하게 착륙할 수 있기 때문에 여러 대의 무인비행체 (200)를 운용하여 임무를 지속적이고 연속적으로 수행하는 것이 가능하다. 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템 (100)은 비행 관제부 (110, Ground station)에서 여러 무인비행체 (200)들의 상태를 전송 받아 데이터 송수신에 문제가 없고 배터리 충전량이 가장 많은 무인비행체부터 비행하게 제어함으로써 임무를 지속적이고 연속적으로 수행할 수 있다. 이하에서는 이에 대해서 자세히 설명한다.

[0084] 도 7 및 도 8은 도 1에 따른 시스템에 의한 무인비행체 비행 제어 방법을 설명하기 위한 순서도, 도 9는 도 1에 따른 시스템에 의한 정밀 착륙 정확성을 보여주는 비교 실험 데이터이다.

[0085] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템 (100)에 의한 무인비행체 비행 제어 방법은, 무인비행체 (200)의 이륙 단계 (1100), 임무지점까지 무인비행체 (200)가 비행하는 단계 (1120), 무인비행체 (200)가 임무지점에 도달해서 임무를 수행하는 단계 (1140), 무인비행체 (200)에 탑재된 배터리의 충전 잔량이 기준을 초과하는지 여부를 판단하는 단계 (1180), 임무 수행 설정 시간의 경과 여부를 판단하는 단계 (1160), 다른 무인비행체 (200)와의 임무 교대를 대기하는 단계 (1200), 충전 스테이션으로 귀환하는 단계 (1220), 착륙 지점에 위치하는 단계 (1240), 착륙 조건을 만족하는지 판단하는 단계 (1260), 착륙해서 충전하는 단계 (1280), 충전이 완료되었는지 확인하는 단계 (1300) 및 이륙 대기 단계 (1310)를 포함할 수 있다.

[0086] 임무지점에 도달한 무인비행체 (200)는 설정된 임무 수행 시간만큼 호버링 (hovering)하거나 또는 배터리의 충전 잔량이 정해진 기준 이하일 때까지 호버링하면서 임무를 수행하게 된다 (단계 1140, 1160, 1180 참조).

[0087] 무인비행체 (200)의 임무 설정 시간이 경과했거나 배터리의 충전 잔량이 기준을 초과하지 않을 경우에는 다른 무인비행체와 임무 교대를 해야 한다. 이를 위해, 임무 설정 시간이 경과했거나 배터리의 충전 잔량이 기준 이하인 무인비행체 (200)는 공간을 만들기 위해 임무지점 또는 호버링 위치에서부터 약간의 위치 이동을 한 후 다음 무인비행체를 기다린다 (단계 1200 참조). 임무 교대를 위해 오는 다음 무인비행체 (200)는 임무 지점을 목적지로 설정한 상태로 오게 되는데 교대를 대기하는 무인비행체 (200)가 여전히 임무 지점에 있게 되면 다음 무인비행체 (200)와 충돌할 우려가 있다. 이러한 충돌을 방지하기 위해, 단계 1200에서 임무 교대 대기 중인 무인비행체 (200)가 약간의 위치 이동을 하는 것이다.

[0088] 임무 교대를 위해서 충전 스테이션에 남아있는 여러 대의 무인비행체 (200) 중 처음의 조건 (데이터 송수신에 문제가 없고 배터리 충전량이 가장 많은 무인비행체)을 만족하는 무인비행체가 이륙한다. 두 번째 무인비행체가 임무수행 지점까지 오면, 첫 번째 무인비행체는 이륙했던 위치로 되돌아간다 (단계 1220 참조).

[0089] 첫 번째 무인비행체 (200)는 충전 스테이션의 무선 충전 패드 (120)에 정확하게 착륙해야 하는데, 이를 위해 먼저 착륙 지점인 무선 충전 패드 (120) 상에 위치하게 된다 (단계 1240 참조). 이 상태에서 착륙 조건을 만족하면 착륙하고 만족하지 않으면 착륙 조건을 만족할 때까지 비행하게 된다 (단계 1260 참조).

[0090] 무선 충전 패드 (120) 위에 무인비행체 (200)가 정확하게 착륙하면 충전이 진행된다 (단계 1280 참조). 무인비행체 (200)가 무선 충전 패드 (120)에 착륙한 상태에서 충전이 되는지 확인하고 충전이 안 되고 있으면 다시 이륙하여

착륙한다(단계 1300 참조). 충전이 완료된 무인비행체(200)는 임무 수행을 위해 이륙을 대기하게 된다(단계 1310 참조).

[0091] 한편, 무인비행체(200)가 임무 지점에서 충전 스테이션 또는 무선 충전 패드(120) 근처에 올 때까지는 포지셔닝 센서(210)에 의해 획득한 절대 위치 정보에 따라 비행하고, 무선 충전 패드(120)의 근처 또는 무선 충전 패드(120) 위에 있을 때부터는 거리센서(220)에 의해 획득한 상대 위치 정보에 따라 무선 충전 패드(120)에 정밀 착륙할 수 있다.

[0092] 단계 1240 및 1260은 도 8에 도시된 바와 같이 구체화될 수 있다.

[0093] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 방법은, 포지셔닝 센서(210)에 의해 무인비행체(200)의 절대 위치 정보를 획득하거나 거리센서(220)에 의해 착륙 지점에 대한 무인비행체(200)의 상대 위치 정보를 획득하는 단계(2100); 비행위치 제어부(250)에 의해 무인비행체(200)의 절대 위치 정보가 기준 절대 위치 정보와 일치하는지 여부를 판단하는 단계(2200); 상기 절대 위치 정보가 상기 기준 절대 위치 정보와 일치하면, 위치데이터 전환부(240)에 의해 상기 상대 위치 정보를 비행위치 제어부(250)에 전달하는 단계(2300); 비행위치 제어부(250)에 의해 상기 착륙 지점과 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 기 설정된 기준 오차 보다 작은지 여부를 판단하는 단계(2400); 및 상기 착륙 지점과 상기 상대 위치 정보 사이의 오차가 상기 기준 오차 보다 작으면, 비행위치 제어부(250)에 의해 무인비행체(200)가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어하는 단계(2500);를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 착륙 지점은 상기 충전 스테이션 또는 무선 충전 패드(120)를 포함할 수 있다.

[0094] 상기 무인비행체(200)가 상기 착륙 지점에 착륙하도록 제어하는 단계(2500)에서, 비행속도 제어부(260)는 상기 상대 위치 정보를 이용하여 무인비행체의 비행속도를 제어할 수 있다.

[0095] 상기 비행속도 제어부(260)는 칼만 필터를 이용하여 상기 상대 위치 정보로부터 무인비행체(200)의 속도 정보를 추정하고, 이러한 속도 정보를 이용하여 무인비행체(200)의 비행속도를 제어할 수 있다.

[0096] 한편, 본 출원의 발명자들은, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100) 및 방법의 검증을 위해 비행 시험을 진행하였다. 거리센서를 사용하지 않고 포지셔닝 센서만 사용한 경우와 착륙 시 거리센서로 전환하여 착륙한 경우를 비교하였다. 도 7의 방법과 같은 비행 시나리오로 비행 시험을 진행하였다.

[0097] 도 9에서, (a)는 거리센서를 사용하지 않고 포지셔닝 센서만을 사용한 자동정밀 착륙 시험 결과이고, (b)는 거리센서를 사용한 자동정밀 착륙 시험 결과이다.

[0098] 도 9를 참조하면, 각각 10회 이륙 및 착륙을 반복한 결과, 거리센서를 사용하지 않은 경우는 무선 충전 패드에 착륙하지 못해 3회 이상 비행하지 못하였다. 반면에, 본 발명과 같이 거리센서를 사용한 경우에는 10회 모두 이륙 및 착륙하였으며 착륙 오차의 평균은 1.26cm로 상당히 높은 착륙 정확도를 보여 주었다.

[0099] 상기에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 무인비행체 비행 제어 시스템(100)은 위에서 설명한 무인비행체 비행 제어 방법을 반복적으로 수행함으로써 사람의 개입 없이 무인비행체(200)가 지속적으로 임무를 수행할 수 있다.

[0101] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

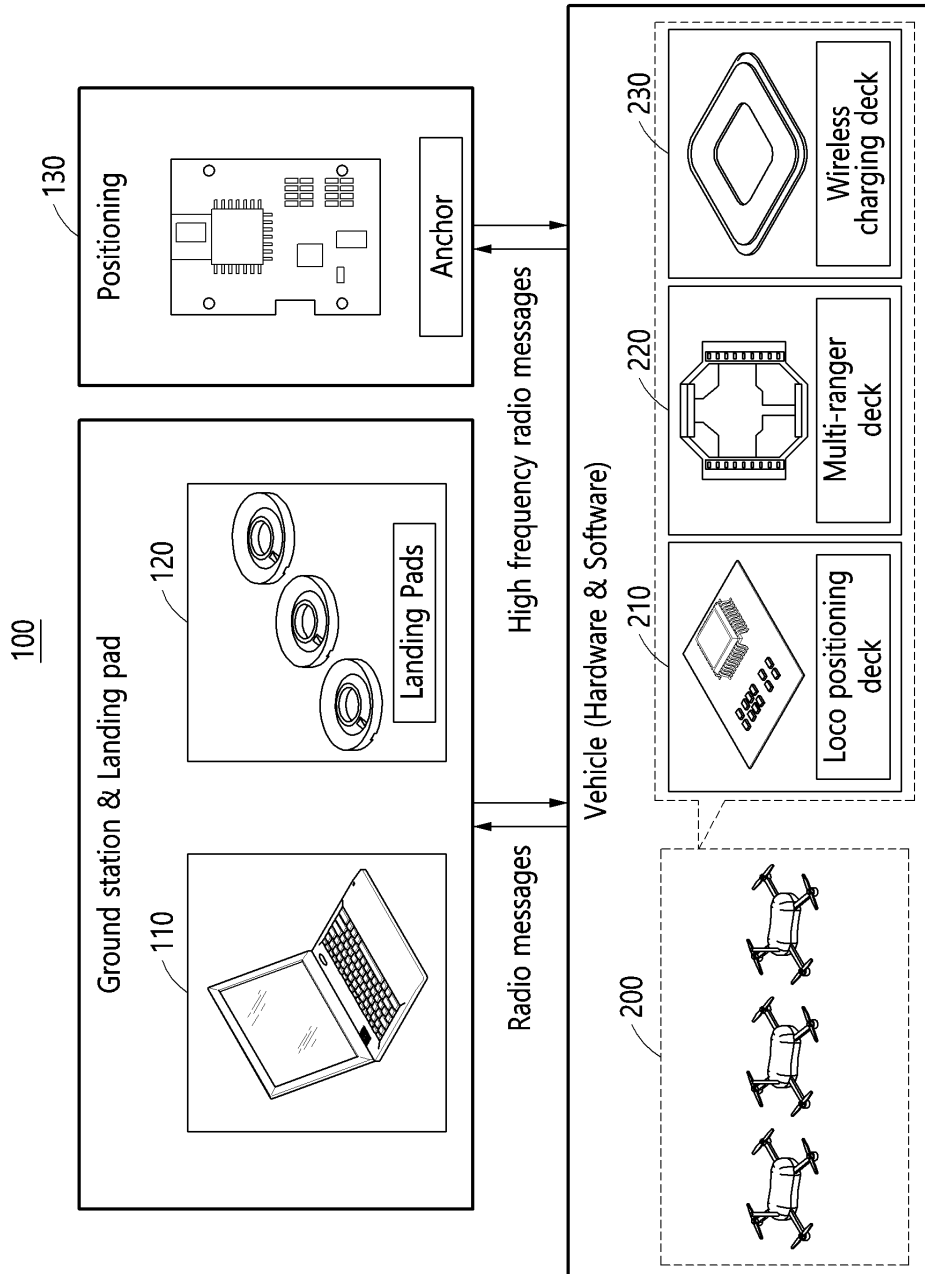
**부호의 설명**

- [0102] 100: 무인비행체 비행 제어 시스템
- 110: 비행 관제부
- 120: 무선 충전 패드
- 130: 위치 관측부
- 200: 무인비행체
- 201: 위치 감지부
- 210: 포지셔닝 센서

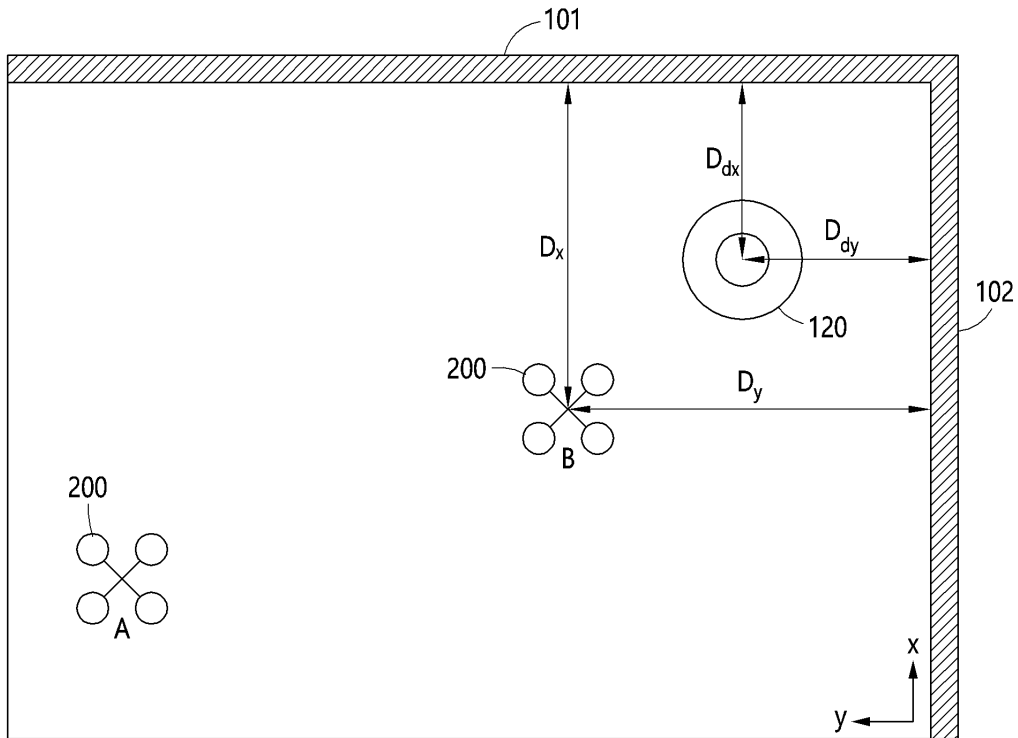
- 220: 거리센서
- 240: 위치데이터 전환부
- 250: 비행위치 제어부
- 260: 비행속도 제어부
- 270: 비행 제어부

도면

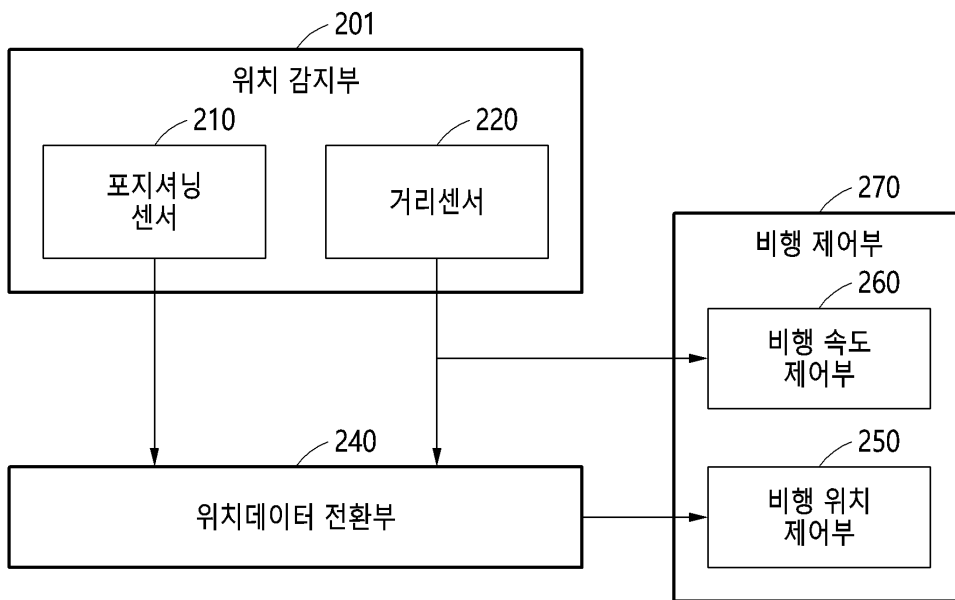
도면1



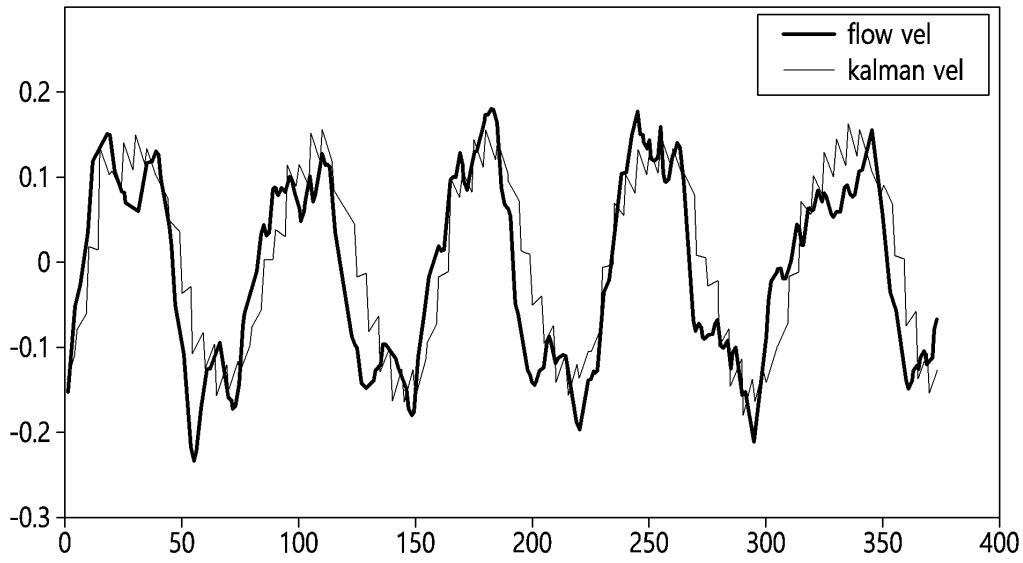
도면2



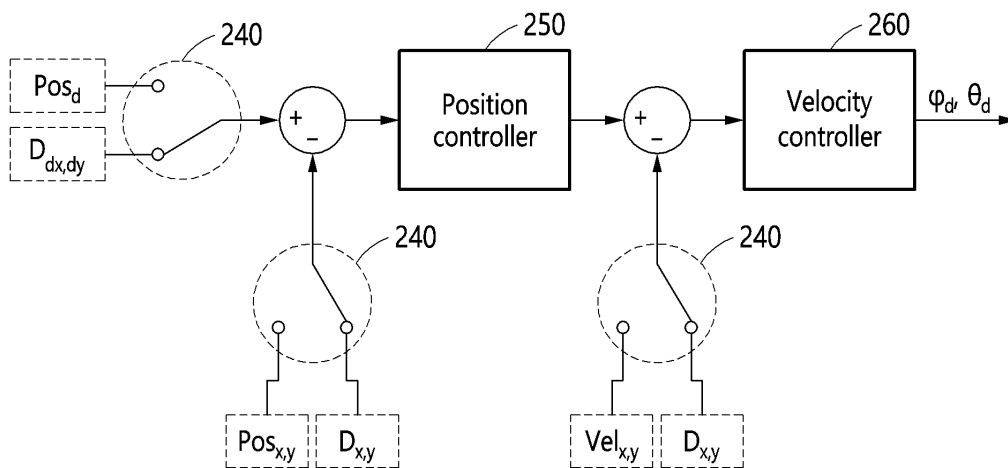
도면3



도면4

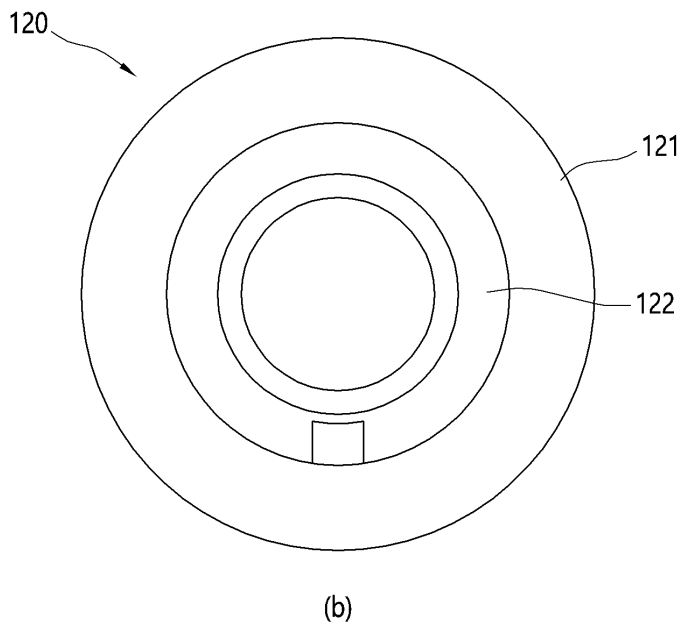
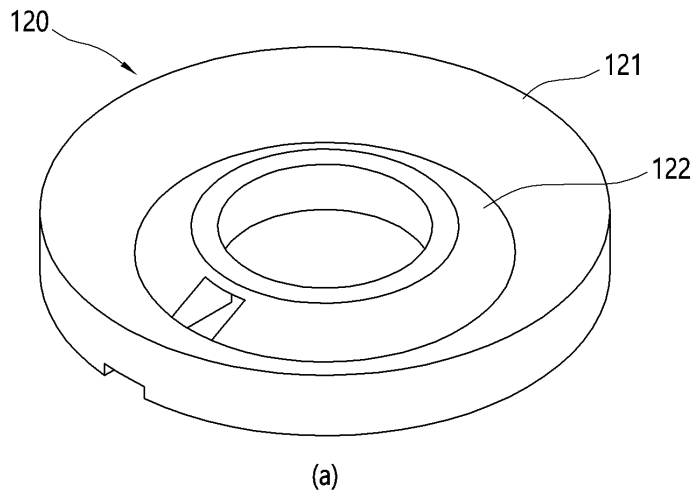


도면5

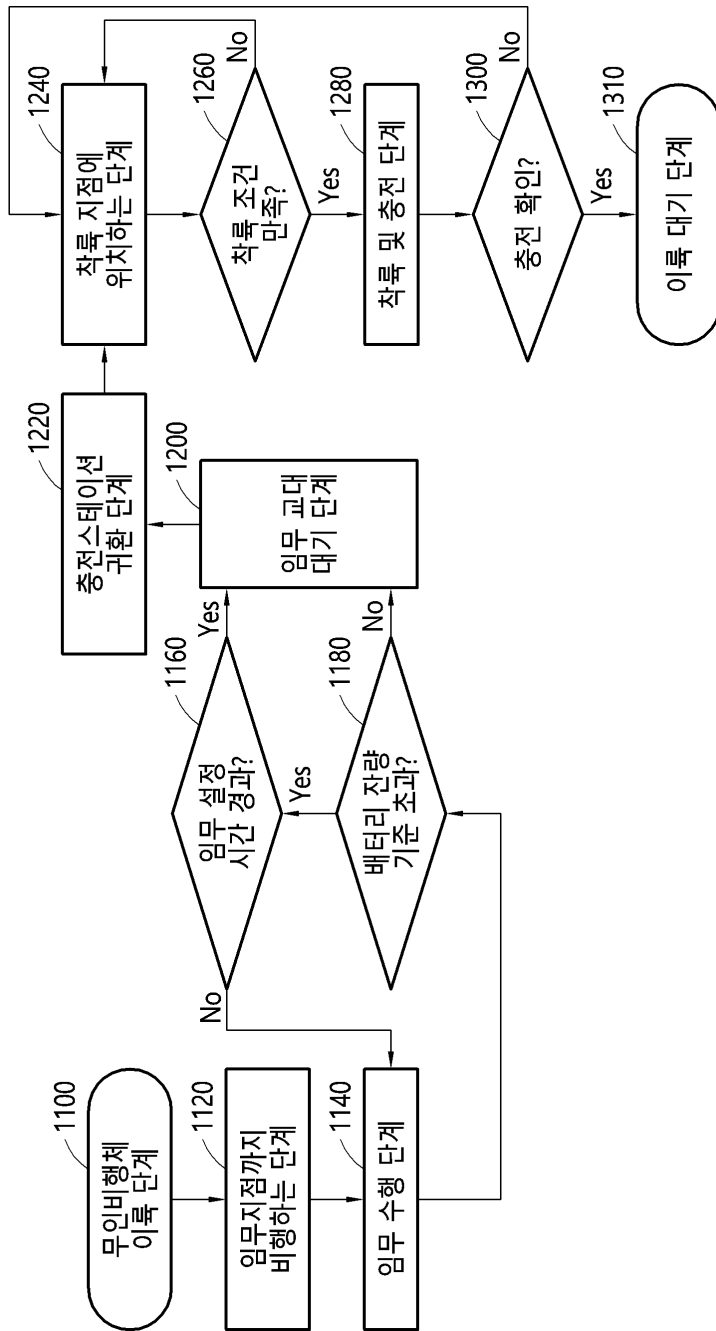




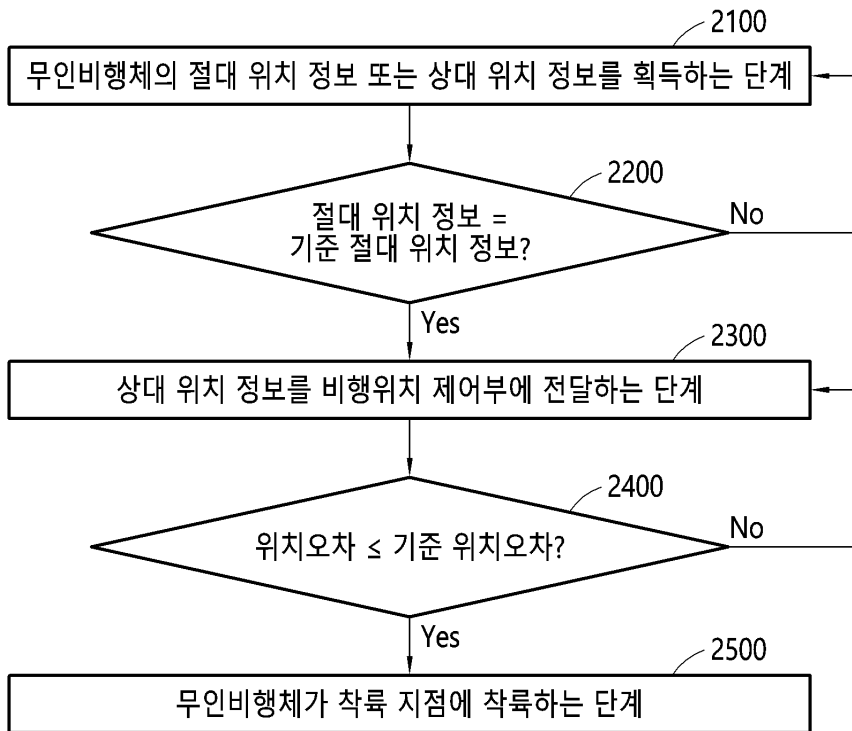
도면6



도면7



도면8



도면9

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg
착륙여부	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
착륙오차(cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(a)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg
착륙여부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
착륙오차(cm)	1.28	1.28	1.26	1.25	1.25	1.25	1.26	1.26	1.27	1.26	1.26

(b)