(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0151136
(43) 공개일자 2023년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64C 39/02 (2023.01) *B60L 53/12* (2019.01)
B64F 1/22 (2006.01) *G05D 1/06* (2006.01)
G05D 1/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B64C 39/024 (2023.01)
B60L 53/12 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2022-0050188
(22) 출원일자 2022년04월22일
심사청구일자 2022년04월22일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
이현빈
대전광역시 서구 둔산로 155, 109동 703호(둔산동, 크로바아파트)
윤정수
충청남도 공주시 무령로 599-40, 205동 605호(금흥동, 공주월송 흥화하브)
(74) 대리인
특허법인오암

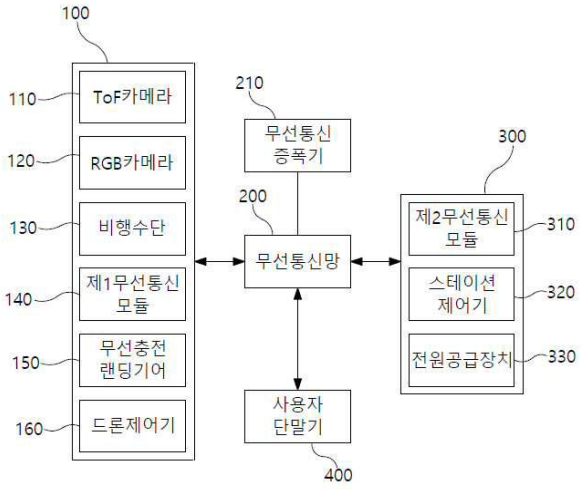
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 실내환경에서 기 설정된 비행경로에 따라 비행하는 드론; 및 상기 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 상기 비행경로를 설정하며, 상기 실내환경지도와 상기 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 상기 드론의 비행을 제어하고, 인공랜드마크를 구비하여 상기 드론의 착륙을 제어하는 드론스테이션;을 포함함으로써, 실내환경에서 실내작물 및 실내상황을 모니터링하는 드론이 비행경로를 따라 원활하게 비행할 수 있도록 제어할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B64F 1/222 (2013.01)
B64U 50/34 (2023.01)
B64U 70/00 (2023.01)
B64U 80/00 (2023.01)
G05D 1/0676 (2013.01)
G05D 1/101 (2021.01)
B60L 2200/10 (2013.01)
B64U 2101/30 (2023.01)
B64U 2201/10 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345341784
과제번호	2021RIS-004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학 협력기반 지역혁신사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
연구기간	2021.06.01 ~ 2022.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

실내환경에서 기 설정된 비행경로에 따라 비행하는 드론; 및

상기 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 상기 비행경로를 설정하며, 상기 실내환경지도와 상기 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 상기 드론의 비행을 제어하고, 인공랜드마크를 구비하여 상기 드론의 착륙을 제어하는 드론스테이션;

을 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 드론은,

상기 실내환경에서 상기 특징점 매칭을 위한 경로영상을 촬영하는 ToF카메라;

상기 실내환경 또는 작물상태에 대한 좌우영상을 촬영하는 RGB카메라;

상기 드론의 비행을 담당하는 비행수단;

상기 드론스테이션과의 무선통신을 담당하는 제 1 무선통신모듈;

상기 드론스테이션에 상기 드론이 착륙할 경우 무선 충전을 담당하는 무선 충전랜딩기어; 및

상기 드론의 각 구성부를 제어하는 드론제어기;

를 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 드론스테이션은,

상기 드론과의 무선통신을 담당하는 제 2 무선통신모듈;

상기 실내환경지도를 작성하여 상기 비행경로를 설정하며, 상기 특징점 매칭을 통해 상기 드론의 비행을 제어하고, 상기 인공랜드마크를 구비하여 상기 드론의 착륙을 제어하며, 상기 드론의 무선 충전을 제어하는 스테이션 제어기; 및

상기 스테이션제어기의 제어에 따라 무선으로 상기 드론에 전원을 공급하는 전원공급장치;

를 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 스테이션제어기는,

상기 드론으로부터 상기 경로영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 수신하는

실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 스테이션제어기는,

상기 포인트클라우드정보를 이용하여 초기실내환경지도의 초기특징점과 현재프레임의 특징점을 각각 추출한 후에, 이를 매칭하여 상기 실내환경지도를 작성하는

실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 스테이션제어기는,

상기 드론으로부터 상기 좌우영상을 수신하여 스티칭 방식으로 상기 드론의 하방을 향하는 가상의 카메라포즈를 생성하며, 상기 생성된 가상의 카메라포즈에 대응하는 하방영상을 통해 상기 드론의 착륙을 제어하는

실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.

청구항 7

청구항 7에 있어서,

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 드론 운용 시스템의 모니터링을 위한 모니터링어플리케이션이 설치되고, 상기 설치된 모니터링어플리케이션을 통해 상기 드론스테이션으로부터 제공되는 드론모니터링정보를 이용하여 상기 드론이 이동할 사전경로를 모니터링하고, 상기 드론의 실시간이동을 모니터링하는 사용자단말기;

를 더 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 드론 운용 시스템은,

상기 드론, 드론스테이션 및 사용자단말기 간의 상호 무선통신을 담당하는 무선통신망;을 더 포함하되,

상기 실내환경의 내부에 상기 드론스테이션의 무선신호범위을 벗어나는 위치에 적어도 하나의 무선통신증폭기를 포함하는

실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.

청구항 9

드론스테이션에서 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정하는 단계;

상기 설정된 비행경로에 따라 드론이 비행하는 단계;

상기 드론으로부터 상기 비행경로에 대해 촬영된 경로영상에 대한 포인트클라우드정보를 상기 드론제어기에서

수신하는 단계;

상기 실내환경지도와 상기 포인트클라우드정보에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 상기 드론의 비행을 제어하는 단계; 및

상기 비행경로에 따른 상기 드론의 비행이 완료되거나, 혹은 상기 드론의 전원값이 기 설정된 전원기준값보다 상대적으로 작을 경우 상기 드론스테이션에서 인공랜드마크를 이용하여 상기 드론의 착륙을 제어하는 단계;

를 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 드론의 착륙을 제어하는 단계 이후에,

상기 드론스테이션에서 상기 드론을 무선으로 충전시키는 단계;

를 더 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 비행경로를 설정하는 단계는,

상기 포인트클라우드정보를 이용하여 초기실내환경지도의 초기특징점과 현재프레임의 특징점을 각각 추출한 후에, 이를 매칭하여 상기 실내환경지도를 작성하는

실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 드론의 비행을 제어하는 단계는,

상기 실내환경지도에 대한 특징점정보와 비행 중 수신되는 상기 포인트클라우드정보에서 추출되는 특징점정보를 상호 매칭하여 상기 드론의 상대적인 위치를 추정하고, 상기 상대적인 위치와 상기 비행경로를 비교하여 상기 드론의 자율비행을 제어하는

실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 드론의 비행을 제어하는 단계는,

상기 드론 운용 시스템의 모니터링을 위한 모니터링어플리케이션이 설치된 사용자단말기에서 상기 모니터링어플리케이션을 통해 상기 드론스테이션으로부터 제공되는 드론모니터링정보를 이용하여 상기 드론이 이동할 사전경로를 모니터링하고, 상기 드론의 실시간이동을 모니터링하는

실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 드론의 착륙을 제어하는 단계는,

상기 드론으로부터 좌우영상을 수신하여 스티칭 방식으로 상기 드론의 하방을 향하는 가상의 카메라포즈를 생성하며, 상기 생성된 가상의 카메라포즈에 대응하는 하방영상을 통해 상기 드론의 착륙을 제어하는

실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 드론스테이션에서 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정하며, 실내환경지도와 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 드론의 비행을 제어하고, 드론스테이션에 인공랜드마크를 구비하여 드론의 착륙을 제어함으로써, 실내환경에서 실내작물 및 실내상황을 모니터링하는 드론이 비행경로를 따라 원활하게 비행할 수 있도록 제어할 수 있는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 2021년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다(2021RIS-004).

배 경 기 술

[0003] 잘 알려진 바와 같이, 드론(drone, 무인비행체, UAV, unmanned aerial vehicle)의 개발이 가속화되고, 그 보급이 확대됨에 따라 그 활용분야도 더욱 확장되고 있다.

[0004] 이러한 드론은 초창기에는 주로 군사용으로 사용되었지만, 최근에는 시설물 관리, 해안 또는 환경 감시, 대형 건축물 감시, 산불 및 산림 감시, 야간 무인 순찰, 무인 택배 서비스, 농약살포기, 범죄 색출, 추적 및 작전 수행, 익스트림 스포츠 촬영, 지형 및 구조물 모델링 등과 같은 다양한 용도로 사용되고 있을 뿐만 아니라 드라마, 예능, 관광지 촬영 등에도 많이 사용되고 있다.

[0005] 한편, 비닐하우스, 유리온실, 축사 등에 IoT, 빅데이터, 인공지능, 로봇 등의 4차 산업혁명기술을 접목하여 작물과 가축의 생육환경을 원격, 자동으로 적정하게 유지, 관리할 수 있는 농장을 의미하는 스마트팜의 보급 및 기술개발이 급속도로 확산되고 있다.

[0006] 이러한 스마트팜에서는 비닐하우스 등을 이용한 작물 재배를 위해서 농작물의 발아상태, 병충해, 곰팡이, 진드기, 생장상태 등을 수시로 모니터링하여야 하고, 농작물의 균일한 생산성을 위해 토양의 수분 및 영양상태를 정확하게 파악해야만 한다.

[0007] 종래에 스마트팜을 운용하는 시스템에서는 실내환경에서 각종 정보들을 측정 및 감지하기 위한 복수의 센서, 카메라 등을 구비하게 되는데, 스마트팜 시스템이 적용되는 비닐하우스 등은 작물의 종류 및 비닐하우스 크기에 따라 각종 센서의 배치, 구조물의 설치 등이 맞춤별로 제공되어야만 하며, 이로 인해 초기 설치비용이 증가하는 문제점이 있다.

[0008] 아울러, 스마트팜이 적용되는 비닐하우스, 원예온실 등과 같은 실내환경에서 드론을 이용하여 내부공간 전체를 비행하면서 실내환경을 모니터링해야 하는데, 실내환경에서는 GPS 신호가 없거나, 혹은 너무 약하여 드론이 원활한 비행에 제약이 있는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제10-1984047호(2019.05.24.등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 드론스테이션에서 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정하며, 실내환경지도와 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 드론의 비행을 제어하고, 드론스테이션에 인공랜드마크를 구비하여 드론의 착륙을 제어함으로써, 실내환경에서 실내작물 및 실내상황을 모니터링하는 드론이 비행경로를 따라 원활하게 비행할 수 있도록 제어할 수 있는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 드론스테이션에 구비된 인공랜드마크를 통해 드론이 안정적으로 착륙한 상태에서 드론스테이션에서 무선으로 공급되는 전원을 이용하여 드론을 효과적으로 충전시킬 수 있는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0012] 본 발명의 실시예들의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일 측면에 따르면, 실내환경에서 기 설정된 비행경로에 따라 비행하는 드론; 및 상기 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 상기 비행경로를 설정하며, 상기 실내환경지도와 상기 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 상기 드론의 비행을 제어하고, 인공랜드마크를 구비하여 상기 드론의 착륙을 제어하는 드론스테이션;을 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템이 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 드론은, 상기 실내환경에서 상기 특징점 매칭을 위한 경로영상을 촬영하는 ToF카메라; 상기 실내환경 또는 작물상태에 대한 좌우영상을 촬영하는 RGB카메라; 상기 드론의 비행을 담당하는 비행수단; 상기 드론스테이션과의 무선통신을 담당하는 제 1 무선통신모듈; 상기 드론스테이션에 상기 드론이 착륙할 경우 무선 충전을 담당하는 무선 충전랜딩기어; 및 상기 드론의 각 구성부를 제어하는 드론제어기;를 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템이 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 드론스테이션은, 상기 드론과의 무선통신을 담당하는 제 2 무선통신모듈; 상기 실내환경지도를 작성하여 상기 비행경로를 설정하며, 상기 특징점 매칭을 통해 상기 드론의 비행을 제어하고, 상기 인공랜드마크를 구비하여 상기 드론의 착륙을 제어하며, 상기 드론의 무선 충전을 제어하는 스테이션제어기; 및 상기 스테이션제어기의 제어에 따라 무선으로 상기 드론에 전원을 공급하는 전원공급장치;를 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템.이 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 스테이션제어기는, 상기 드론으로부터 상기 경로영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 수신하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템이 제공될 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 스테이션제어기는, 상기 포인트클라우드정보를 이용하여 초기실내환경지도의 초기특징점과 현재프레임의 특징점을 각각 추출한 후에, 이를 매칭하여 상기 실내환경지도를 작성하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템이 제공될 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 스테이션제어기는, 상기 드론으로부터 상기 좌우영상을 수신하여 스티칭 방식으로 상기 드론의 하방을 향하는 가상의 카메라포즈를 생성하며, 상기 생성된 가상의 카메라포즈에 대응하는 하방영상을 통해 상기 드론의 착륙을 제어하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템이 제공될 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 드론 운용 시스템의 모니터링을 위한 모니터링어플리케이션이 설치되고, 상기 설치된 모니터링어플리케이션을 통해 상기 드론스테이션으로부터 제공되는 드론모니터링정보를 이용하여 상기 드론이 이동할 사전경로를 모니터링하고, 상기 드론의 실시간이동을 모니터링하는 사용자단말기;를 더 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템이 제공될 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 드론 운용 시스템은, 상기 드론, 드론스테이션 및 사용자단말기 간의 상호 무선통신을 담당하는 무선통신망;을 더 포함하되, 상기 실내환경의 내부에 상기 드론스테이션의 무선신호 범위을 벗어나는 위치에 적어도 하나의 무선통신증폭기를 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템이 제공될 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 드론스테이션에서 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설

정하는 단계; 상기 설정된 비행경로에 따라 드론이 비행하는 단계; 상기 드론으로부터 상기 비행경로에 대해 촬영된 경로영상에 대한 포인트클라우드정보를 상기 드론제어기에서 수신하는 단계; 상기 실내환경지도와 상기 포인트클라우드정보에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 상기 드론의 비행을 제어하는 단계; 및 상기 비행경로에 따른 상기 드론의 비행이 완료되거나, 혹은 상기 드론의 전원값이 기 설정된 전원기준값보다 상대적으로 작을 경우 상기 드론스테이션에서 인공랜드마크를 이용하여 상기 드론의 착륙을 제어하는 단계;를 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법이 제공될 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 드론의 착륙을 제어하는 단계 이후에, 상기 드론스테이션에서 상기 드론을 무선으로 충전시키는 단계;를 더 포함하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법이 제공될 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 비행경로를 설정하는 단계는, 상기 포인트클라우드정보를 이용하여 초기실내환경지도의 초기특징점과 현재프레임의 특징점을 각각 추출한 후에, 이를 매칭하여 상기 실내환경지도를 작성하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법이 제공될 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 드론의 비행을 제어하는 단계는, 상기 실내환경지도에 대한 특징점정보와 비행 중 수신되는 상기 포인트클라우드정보에서 추출되는 특징점정보를 상호 매칭하여 상기 드론의 상대적인 위치를 추정하고, 상기 상대적인 위치와 상기 비행경로를 비교하여 상기 드론의 자율비행을 제어하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법이 제공될 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 드론의 비행을 제어하는 단계는, 상기 드론 운용 시스템의 모니터링을 위한 모니터링어플리케이션이 설치된 사용자단말기에서 상기 모니터링어플리케이션을 통해 상기 드론스테이션으로부터 제공되는 드론모니터링정보를 이용하여 상기 드론이 이동할 사전경로를 모니터링하고, 상기 드론의 실시간이동을 모니터링하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법이 제공될 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 드론의 착륙을 제어하는 단계는, 상기 드론으로부터 좌우영상을 수신하여 스티칭 방식으로 상기 드론의 하방을 향하는 가상의 카메라포즈를 생성하며, 상기 생성된 가상의 카메라포즈에 대응하는 하방영상을 통해 상기 드론의 착륙을 제어하는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명은 드론스테이션에서 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정하며, 실내환경지도와 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 드론의 비행을 제어하고, 드론스테이션에 인공랜드마크를 구비하여 드론의 착륙을 제어함으로써, 실내환경에서 실내작물 및 실내상황을 모니터링하는 드론이 비행경로를 따라 원활하게 비행할 수 있도록 제어할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 드론스테이션에 구비된 인공랜드마크를 통해 드론이 안정적으로 륙한 상태에서 드론스테이션에서 무선으로 공급되는 전원을 이용하여 드론을 효과적으로 충전시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템을 나타낸 블록구성도이고,

도 2 내지 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템을 상세히 설명하기 위한 도면이며,

도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따라 실내환경 모니터링을 위해 드론을 운용하는 과정을 나타낸 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 실시예들에 대한 이점 및 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 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 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.

[0031] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0032] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템을 나타낸 블록구성도이고, 도 2 내지 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템을 상세히 설명하기 위한 도면이다.

[0034] 도 1 내지 도 14를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템은 드론(100), 무선통신망(200), 드론스테이션(300), 사용자단말기(400) 등을 포함할 수 있으며, 도 2에 도시한 바와 같이 개략적으로 나타낼 수 있다.

[0035] 드론(100)은 실내환경에서 기 설정된 비행경로에 따라 비행하는 것으로, ToF(time of flight)카메라(110), RGB카메라(120), 비행수단(130), 제 1 무선통신모듈(140), 무선충전랜딩기어(150), 드론제어기(160) 등을 포함할 수 있으며, 도 3 및 도 4에 도시한 바와 같이 제공될 수 있다.

[0036] 여기에서, ToF카메라(110)는 실내환경에서 드론스테이션(200)을 통해 작성된 실내환경지도와 드론(100)의 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 위한 경로영상을 촬영하는 카메라로, 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM, simultaneous localization and mapping)을 수행하기 위해 구비되는 ToF카메라(110)는 카메라와 물체 사이의 거리정보를 포함하는 영상을 제공할 수 있고, 지도 형태의 3D 깊이정보를 출력하여 컬러 2D 영상에 일대일 형태로 정합시켜 사용할 수 있으며, 초당 30장 이상의 고속 작동이 가능하여 실시간 영상처리를 수행할 수 있다.

[0037] 이러한 ToF카메라(110)를 통해 촬영된 경로영상은 포인트클라우드정보(point cloud, 점군)로 하여 제공될 수 있는데, 포인트클라우드정보는 3차원 공간에 퍼져 있는 복수의 포인트 집합을 의미하는 것으로, ToF카메라(110)를 통해 촬영된 경로영상이 시간과 거리정보를 포함하는 영상데이터이고, 이들은 복수의 포인트로 표시할 수 있어 포인트클라우드정보로 인식할 수 있다.

[0038] 상술한 바와 같은 ToF카메라(110)는 드론(100)의 전방에 구비되되, 화각(FOV, field of view, angle of view)이 적어도 90도를 가지면서 드론(100)의 전면방향과 하부방향을 동시에 촬영할 수 있도록 구비될 수 있다.

[0039] 그리고, RGB카메라(120)는 실내환경 또는 작물상태에 대한 좌우영상을 촬영하는 카메라로, 드론(100)의 좌측에 구비되는 좌측카메라와 드론(100)의 우측에 구비되는 우측카메라를 포함하되, 좌측카메라와 우측카메라는 화각이 적어도 160도를 가지면서 실내환경(예를 들면, 비닐하우스 내부, 원예원실 내부 등)에서 생육 중인 실내작물의 상태를 촬영하거나, 혹은 드론(100)의 착륙을 위해 양측면방향과 하부방향을 촬영하여 그 좌우영상을 제공할 수 있다.

[0040] 또한, 비행수단(130)은 드론의 비행을 담당하는 것으로, 예를 들면, 프로펠러, 구동모터 등을 포함하여 드론(100)의 비행을 수행할 수 있는데, 드론제어기(160)의 제어에 따라 예를 들면, 쓰로틀(throttle), 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw) 등에 대응하는 자세제어와 함께 기 설정된 비행경로로의 비행을 담당할 수 있다.

[0041] 한편, 제 1 무선통신모듈(140)은 드론스테이션(300)과의 무선통신을 담당하는 것으로, 예를 들면, LTE, WiFi 등을 포함하는 무선통신모듈을 포함할 수 있으며, 실내환경에서 무선통신을 제공할 수 있는 다양한 무선통신방식을 적용할 수 있다.

[0042] 그리고, 무선충전랜딩기어(150)는 드론스테이션(300)에 드론이 착륙할 경우 무선 충전을 담당하는 것으로, 드론(100)의 하부에 돌출되면서 하부면이 평평한 형태로 구비되되, 드론스테이션(300)의 상부에 안착(착륙)할 경우 드론(100)의 무선충전을 위해 하부면 내부에 무선충전코일이 구비될 수 있다.

[0043] 여기에서, 무선충전랜딩기어(150)에 구비된 무선충전코일은 전력집전부의 역할을 수행하며, 드론스테이션(300)의 전원공급장치(330)는 에너지전력전송부의 역할을 수행함으로써, 기 설정된 주파수, 기 설정된 무선전력전송용량 등에 따라 드론(100)이 무선 충전될 수 있다.

[0044] 또한, 드론제어기(160)는 드론의 각 구성부를 제어하는 컨트롤러로서, ToF카메라(110)와 시리얼(serial)통신방식으로 통신하여 ToF카메라(110)로부터 전송되는 경로영상을 포인트클라우드정보로 제 1 무선통신모듈(140)을 통해 드론스테이션(300)으로 전송할 수 있다.

[0045] 그리고, 드론제어기(160)는 RGB카메라(120)와 플랫케이블(flat cable)방식으로 통신하여 RGB카메라(120)로부터 전송되는 좌우영상을 제 1 무선통신모듈(140)을 통해 드론스테이션(300)으로 전송할 수 있다.

[0046] 또한, 드론제어기(130)는 드론스테이션(300)으로부터 제공되는 각종 드론비행제어신호에 따라 해당 비행제어신호를 생성하여 비행수단(130)으로 제공할 수 있으며, 드론(100)이 드론스테이션(300)에 착륙할 경우 드론스테이션(300)으로부터 무선으로 공급되는 전원을 무선충전랜딩기어(150)를 통해 드론배터리(도시 생략됨)에 충전시킬 수 있다.

[0047] 무선통신망(200)은 드론(100), 드론스테이션(300) 및 사용자단말기(400) 간의 상호 무선통신을 담당하는 것으로, 예를 들면, LTE, WiFi 등을 포함하는 무선통신모듈을 포함할 수 있으며, 실내환경에서 무선통신을 제공할 수 있는 다양한 무선통신방식을 적용할 수 있다. 일 예로서, WiFi 방식은 드론(100)과 드론스테이션(300) 간의 상호 무선통신을 담당하도록 설정할 수 있고, 드론스테이션(300)과 사용자단말기(400)는 LTE 방식으로 상호 무선통신하도록 설정될 수 있다.

[0048] 특히, 무선통신망(200)에 LTE네트워크망을 활용함으로써, OFDM(orthogonal frequency division multiplexing), MIMO(multiple-input and multiple-output) 등을 이용한 무선고속데이터패킷 전송을 통해 종래의 HSDPA 방식보다 12배 이상 빠른 속도로 드론(100)과 드론스테이션(300) 간의 상호 통신환경을 제공할 수 있다.

[0049] 이러한 무선통신망(200)에는 도 5에 도시한 바와 같이 실내환경의 내부에 드론스테이션(300)의 무선신호범위을 벗어나는 위치에 적어도 하나의 무선통신증폭기(310)를 포함하여 구성될 수 있으며, 이를 통해 실내환경에서 드론(100)과 드론스테이션(300) 간의 원활한 무선 데이터통신환경을 제공할 수 있다.

[0050] 드론스테이션(300)은 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정하며, 실내환경지도와 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 드론(100)의 비행을 제어하고, 인공랜드마크를 구비하여 드론의 착륙을 제어하는 것으로, 제 2 무선통신모듈(310), 스테이션제어기(320), 전원공급장치(330) 등을 포함할 수 있다.

[0051] 여기에서, 제 2 무선통신모듈(310)은 드론(100), 사용자단말기(400) 등과의 무선통신을 담당하는 것으로, 예를 들면, LTE, WiFi 등을 포함하는 무선통신모듈을 포함할 수 있으며, 실내환경에서 무선통신을 제공할 수 있는 다양한 무선통신방식을 적용할 수 있다.

[0052] 그리고, 스테이션제어기(320)는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정하며, 특징점 매칭을 통해 드론(100)의 비행을 제어하고, 인공랜드마크를 구비하여 드론(100)의 착륙을 제어하며, 드론(100)의 무선 충전을 제어할 수 있다.

[0053] 이러한 스테이션제어기(320)는 드론(100)으로부터 경로영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 수신할 수 있는데, 이 포인트클라우드정보를 이용하여 초기실내환경지도의 초기특징점과 현재프레임의 특징점을 각각 추출한 후에, 이를 매칭하여 실내환경지도를 작성할 수 있다.

[0054] 예를 들면, 스테이션제어기(320)는 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM) 방식을 이용하여 실내환경지도를 작성할 수 있는데, 이는 LiDAR, RGB-D카메라 등을 이용하여 연속적으로 촬영한 영상프레임으로부터 예를 들면, SIFT(scale-invariant feature transform) 등의 방식으로 특징점을 추출하고, 번들조정(bundle adjustment)을 통해 3D 좌표를 정합하여 도 6에 도시한 바와 같은 실내환경지도를 작성할 수 있다.

[0055] 이러한 실내환경 지도의 작성 과정을 더 상세하게 설명하면, 초기 실내환경지도를 작성할 경우 각 영상프레임별로 특징점을 검출하고, 기존의 지도정보의 특징점과 매칭을 수행하여 실내환경지도를 작성할 수 있는데, 영상프레임이 입력될 경우 입력된 영상프레임의 특징점을 검출하고, 기존 지도의 특징점과 상호 매칭시키며, 신규 영상프레임일 경우 신규특징점을 삽입하여 번들조정을 수행한 후에, 루프폐쇄검출(loop closing), 지도스케일 인지 및 지도정보 수정을 통해 지도 작성이 완료될 경우 복셀그리드(Voxel Grid) 기반의 지도로 변환하여 저장할 수 있다.

[0056] 이후에, 스테이션제어기(320)는 작성된 실내환경지도를 기반으로 드론스테이션(300)의 위치와 전체실내환경의 작물위치를 고려하여 드론(100)이 이동하는 비행경로를 설정할 수 있도록 관련정보를 드론스테이션(300)에 구비된 별도의 입력장치(예를 들면, 터치스크린 등) 또는 사용자단말기(400)에 제공할 수 있다. 여기에서, 도 7에 도시한 바와 같이 비행경로에는 각 포인트(즉, 방향전환이 필요한 위치에 지정된 특정포인트)에 도착할 경우 드론(100)의 방향과 고도를 다시 재설정할 수 있고, 이 설정정보(예를 들면, 현재포인트명, 고도, 속도, 방향, 다음포인트명 등)를 저장매체(예를 들면, 데이터베이스, 메모리 등)에 저장한 후 이후 드론(100)의 모니터링 비행

시 추출하여 제공할 수 있다.

[0057] 그리고, 스테이션제어기(320)는 드론(100)의 ToF카메라(110)를 통해 촬영한 경로영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 수신하고, 작성된 실내환경지도에 대한 특징점정보와 수신된 포인트클라우드정보에서 추출되는 특징점정보를 상호 매칭하여 드론(100)의 상대적인 위치를 추정할 수 있으며, 추정된 드론(100)의 상대적인 위치와 비행경로를 비교하여 드론(100)의 자율비행을 수행하도록 각종드론비행제어신호를 전송할 수 있다.

[0058] 예를 들면, 스테이션제어기(320)는 작성된 실내환경지도를 이용하여 드론(100)의 비행경로를 설정한 후, 설정된 비행경로에 따라 비행할 수 있는데, 비닐하우스의 실내작물을 모니터링하는 경우 기 설정된 비닐하우스 경로를 따라 드론(100)이 비행하도로 제어할 수 있고, 드론(100)의 비행 중에 전송되는 경로영상을 이용하여 고랑과 이랑의 특징점을 인식한 후, 실내환경지도의 특징점과 비교하여 특징점 매칭을 통해 현재위치를 추정하며, 추정된 현재위치와 비행경로를 고려하여 드론(100)의 비행을 제어할 수 있다.

[0059] 이 때, 스테이션제어기(320)는 드론(100)의 RGB카메라(120)로부터 전송되는 좌우영상을 통해 비닐하우스 내부에 생육되고 있는 실내작물의 모니터링을 수행할 수 있으며, 이러한 드론(100)의 사전경로 모니터링, 실시간이동 모니터링 등을 포함하는 드론모니터링정보는 무선통신망(200)을 통해 사용자단말기(400)로 전송될 수 있다.

[0060] 한편, 스테이션제어기(320)는 비행경로에 따른 드론(100)의 비행이 완료되거나, 혹은 드론(100)의 전원값이 기 설정된 전원기준값보다 상대적으로 작을 경우 드론(100)을 드론스테이션(300)으로 이동 비행하도록 제어할 수 있는데, 드론스테이션(300)의 측면 외부에는 적어도 하나의 측면인공랜드마크가 구비될 수 있고, 측면인공랜드마크가 포함된 경로영상 또는 하방영상이 전달될 경우 이를 이용하여 드론(100)의 이동방향과 자세를 추정한 후에, 드론스테이션(300)으로 이동하도록 드론(100)의 비행방향 및 비행자세를 제어할 수 있다.

[0061] 예를 들면, 상술한 바와 같은 드론스테이션(300)의 외부에는 복수의 인공랜드마크가 구비될 수 있는데, 이 복수의 인공랜드마크는 기준마커(fiducial marker) 기능을 수행하는 것으로, 드론스테이션(300)의 위치를 검출하여 드론(100)이 정밀한 착륙을 수행할 수 있도록 도와준다.

[0062] 그 중에서 드론(100)이 드론스테이션(300)의 위치로 복귀하도록 드론스테이션(300)의 측면에 도 8에 도시한 바와 같이 적어도 하나의 측면인공랜드마크(A)가 구비될 수 있는데, 드론(100)의 ToF카메라(110)를 통해 촬영되는 경로영상을 통해 드론(100)과 측면인공랜드마크의 거리가 0이 될 때까지 이동할 수 있다. 이 과정에서 드론(100)과 드론스테이션(300) 간에 비행을 위한 무선제어통신은 지속적으로 이루어질 수 있다.

[0063] 또한, 스테이션제어기(320)는 드론(100)으로부터 좌우영상을 수신하여 스티칭 방식으로 드론(100)의 하방을 향하는 가상의 카메라포즈를 생성하며, 생성된 가상의 카메라포즈에 대응하는 하방영상을 통해 드론(100)의 착륙을 제어할 수 있다.

[0064] 이를 위해서, 상술한 바와 같은 드론스테이션(300)의 외부에 구비되는 복수의 인공랜드마크 중에서 드론스테이션(300)의 상부에는 드론(100)의 안정적인 착륙을 위해 도 9에 도시한 바와 같이 5개의 상부인공랜드마크가 구비될 수 있다. 여기에서, 인공랜드마크(즉, 측면인공랜드마크, 상부인공랜드마크 등)는 도 10에 도시한 바와 같이 예를 들면, CCC(concentric contrasting circle), CCTAG, ARToolKit, ARToolKitPlus, BinaryID 등의 방식으로 제공될 수 있다.

[0065] 예를 들면, 5개의 상부인공랜드마크는 드론스테이션(300)의 상부 중앙부에 1개, 상부 모서리부분에 4개가 각각 구비될 수 있고, 드론(100)이 드론스테이션(300)의 상부로 이동한 상태에서 5개의 상부인공랜드마크가 촬영된 하방영상이 전송될 경우 이를 기반으로 드론(100)의 비행자세를 제어하면서 착륙할 수 있도록 드론비행제어신호 및 자세제어신호를 드론(100)으로 전송할 수 있다.

[0066] 여기에서, 도 11 및 도 12를 참조하여 드론(100)의 좌우영상을 이용한 이미지스티칭에 대해 간략하게 설명하면, 드론스테이션(300)에 좌측영상과 우측영상을 포함하는 좌우영상이 수신될 경우 좌측영상과 우측영상별로 5개의 상부인공랜드마크를 기반으로 하는 특징점을 검출하고, 검출된 특징점을 기준으로 특징점 매칭을 통해 영상을 정합한 후에, 블랜딩 방식으로 색상을 보정하고, 최종적으로 스티칭 방식으로 변환된 하방영상을 출력할 수 있다.

[0067] 이어서, 드론스테이션(300)의 스테이션제어기(320)에서는 출력된 하방영상을 통해 드론스테이션(300) 상부에 안착하도록 드론(100)의 착륙을 제어하는 착륙제어신호를 드론(100)으로 전송하고, 이에 따라 드론(100)은 비행수단(130)을 구동하여 안정적으로 착륙할 수 있다.

[0068] 이 때, 드론(100)이 착륙하는 과정에서 상부인공랜드마크 중 중앙마커(B)를 중심점으로 맞추어 착륙을 수행할

수 있고, 착륙 오차를 최소화하기 위해 중앙마커(B)와 모서리마커(C, D, E, F)의 상호거리를 지속적으로 계산하여 드론(100)의 위치보정을 수행할 수 있으며, 중앙마커(B)와 드론(100)의 RGB카메라(120)의 사이거리가 정지고도로 인식될 경우 드론스테이션(300)의 제어에 따라 드론(100)의 비행수단(130)을 정지하여 비행을 종료할 수 있다.

[0069] 상술한 바와 같은 드론(100)의 비행이 종료될 경우 드론스테이션(300)의 스테이션제어기(320)는 드론(100)의 ToF카메라(110)와 RGB카메라(120)를 통한 영상녹화를 종료할 수 있으며, ToF카메라(110)를 통해 촬영된 경로영상과 RGB카메라(120)를 통해 촬영된 좌우영상은 비행고유번호, 비행시간 등과 함께 저장매체(예를 들면, 데이터베이스, 메모리 등)에 저장된 후, 필요에 따라 추출되어 도 13에 도시한 바와 같이 사용자단말기(400) 등에 제공될 수 있다.

[0070] 한편, 스테이션제어기(320)는 무선통신망(200)을 통해 접속된 사용자단말기(400)로 실내환경 모니터링을 위한 드론모니터링정보를 제공할 수 있는데, 예를 들면, 실내환경지도, 비행경로(예를 들면, 드론이동경로, 드론복귀경로 등을 포함함), 드론위치, 드론스테이션위치, 실시간비행화면, 실시간모니터링화면 등을 선택적으로 포함하는 드론모니터링정보를 사용자단말기(400)로 전송할 수 있다.

[0071] 또한, 전원공급장치(330)는 스테이션제어기(320)의 제어에 따라 무선으로 드론(100)에 전원을 공급하는 장치로서, 예를 들면, 리튬이온배터리 등을 포함하여 전력을 저장할 수 있으며, 스테이션제어기(320)의 제어에 따라 방전되어 드론스테이션(300)의 상부면으로 전원이 공급되고, 공급된 전원은 드론(100)의 착륙에 따라 무선 접촉된 무선충전랜딩기어(150)로 기 설정된 주파수, 기 설정된 무선전력전송용량 등에 따라 전송될 수 있다.

[0072] 사용자단말기(400)는 본 발명의 일 실시예에 따른 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템의 모니터링을 위한 모니터링어플리케이션이 설치되고, 설치된 모니터링어플리케이션을 통해 드론스테이션(300)으로부터 제공되는 드론모니터링정보를 이용하여 드론(100)이 이동할 사전경로를 모니터링하고, 드론(100)의 실시간이동을 모니터링할 수 있다.

[0073] 이러한 사용자단말기(400)에서 수행되는 사전경로 모니터링과 실시간이동 모니터링에 대해 설명하면, 사전경로 모니터링을 위한 정보는 예를 들면, 실내환경지도, 비행경로(예를 들면, 드론이동경로, 드론복귀경로 등을 포함함), 드론위치, 드론스테이션위치 등을 포함할 수 있고, 실시간이동 모니터링을 위한 정보는 예를 들면, 실내환경지도, 비행경로(예를 들면, 드론이동경로, 드론복귀경로 등을 포함함), 드론위치, 드론스테이션위치, 실시간비행화면, 실시간모니터링화면 등을 포함할 수 있는데, 드론스테이션(300)으로부터 무선통신망(200)을 통해 수신되어 모니터링어플리케이션을 통해 시각적으로 제공될 수 있다.

[0074] 예를 들면, 도 14에 도시한 바와 같이 사용자단말기(400)는 모니터링어플리케이션을 활성화시켜 구동시킨 상태에서 드론스테이션(300)과 접속하여 드론(100)을 이용한 실내환경 모니터링을 수행할 경우 드론스테이션(300)으로부터 제공되는 드론모니터링정보(예를 들면, 사전경로 모니터링, 실시간이동 모니터링 등)를 참조하여 목표지점선택 등의 항목을 이용하여 각종 모니터링제어신호를 생성 및 전송할 수 있다.

[0075] 또한, 사용자단말기(400)는 드론(100)이 비행경로에 따라 비행할 경우 모니터링어플리케이션을 통해 실시간이동 모니터링을 위한 확인입력신호가 입력되면, 기 저장된 실내환경지도를 이용하여 시각화하여 디스플레이할 수 있고, 시각화된 실내환경지도의 특정포인트를 선택하는 선택입력신호가 입력될 경우 해당 선택위치에서 드론(100)의 목표고도 및 이동방향이 표시될 수 있으며, 이를 통해 비행경로를 변경하는 등의 선택입력신호가 입력될 경우 해당 선택위치로 이동하도록 드론(100)의 이동 비행을 위한 이동드론비행제어신호를 드론스테이션(300)으로 전송할 수 있다.

[0076] 상술한 바와 같은 드론(100)이 드론스테이션(300)과의 무선통신을 통해 비행경로에 따라 비행하는 과정에 대해 부연 설명하면, 드론(100)이 드론스테이션(300)의 제어에 따라 기 설정된 비행경로로 비행하는 중에 ToF카메라(110)를 통해 촬영된 경로영상은 포인트클라우드정보로 제공되고, 이는 드론제어기(160)에서 무선전송을 위해 메시지타입이 변환되어 WiFi 등의 무선통신방식으로 드론스테이션(300)에 전송될 수 있다.

[0077] 그리고, 드론스테이션(300)에서는 드론제어기(160)로부터 포인트클라우드 메시지를 수신하고, 이를 원래의 포인트클라우드정보로 변환할 수 있으며, 변환된 포인트클라우드정보에서 SIFT 등의 방식으로 특징점을 추출하여 실내환경지도의 특징점과의 특징점 매칭을 수행하고, 이러한 특징점 매칭을 통해 드론(100)의 위치를 추정 및 계산할 수 있다.

[0078] 다음에, 드론스테이션(300)의 스테이션제어기(320)에서는 드론(100)의 비행경로를 이동 비행하기 위한 최단거리를 계산하고, 이에 대응하는 드론비행제어신호를 생성하며, 생성된 드론비행제어신호를 전송하기 위한 드론비행

제어신호 메시지를 생성한 후에, WiFi 등의 무선통신방식으로 드론(100)으로 전송할 수 있다.

[0079] 이어서, 드론(100)의 드론제어기(160)에서는 드론비행제어신호 메시지를 수신하여 이 드론비행제어신호에 따라 비행수단(130)을 제어하기 위한 드론비행제어신호를 출력함으로써, 비행경로에 따른 드론(100)의 비행을 제어할 수 있다.

[0080] 이 후, 비행경로에 따른 드론(100)의 비행 중에 좌우측에 각각 구비되는 RGB카메라(120)를 통해 실내환경 및 실내작물을 촬영한 좌우영상을 WiFi 등의 무선통신방식으로 드론스테이션(300)에 전송할 수 있고, 드론스테이션(300)의 스테이션제어기(320)에서는 이러한 좌우영상을 내부 저장매체에 저장하면서 좌우영상, 현재드론위치 등을 포함하는 드론모니터링정보를 LET 등의 무선통신방식으로 사용자단말기(400)로 전송할 수 있다.

[0081] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 드론스테이션에서 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정하며, 실내환경지도와 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 드론의 비행을 제어하고, 드론스테이션에 인공랜드마크를 구비하여 드론의 착륙을 제어함으로써, 실내환경에서 실내작물 및 실내상황을 모니터링하는 드론이 비행경로를 따라 원활하게 비행할 수 있도록 제어할 수 있다.

[0082] 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 드론스테이션에 구비된 인공랜드마크를 통해 드론이 안정적으로 착륙한 상태에서 드론스테이션에서 무선으로 공급되는 전원을 이용하여 드론을 효과적으로 충전시킬 수 있다.

[0083] 다음에, 상술한 바와 같은 구성을 갖는 실내환경 모니터링을 위한 드론 운용 시스템에서 실내환경지도에 대응하는 비행경로에 따라 드론이 비행하는 중에, 비행경로에 대해 촬영된 경로영상에 대한 포인트클라우드정보를 이용하여 특징점 매칭을 수행하고, 이를 통해 드론의 비행을 제어하며, 드론스테이션에서 인공랜드마크를 이용하여 드론의 착륙을 제어하는 과정에 대해 상세하게 설명한다.

[0084] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따라 실내환경 모니터링을 위해 드론을 운용하는 과정을 나타낸 플로우차트이다.

[0085] 도 15를 참조하면, 드론스테이션(300)에서 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정할 수 있다(단계1510).

[0086] 상기 비행경로를 설정하는 단계(1510)에서는, 드론스테이션(300)에서 포인트클라우드정보를 이용하여 초기실내환경지도의 초기특징점과 현재프레임의 특징점을 각각 추출한 후에, 이를 매칭하여 실내환경지도를 작성할 수 있다.

[0087] 예를 들면, 스테이션제어기(320)에서는 동시적 위치추정 및 지도작성(SLAM) 방식을 이용하여 실내환경지도를 작성할 수 있는데, 이는 LiDAR, RGB-D카메라 등을 이용하여 연속적으로 촬영한 영상프레임으로부터 예를 들면, SIFT 등의 방식으로 특징점을 추출하고, 번들조정을 통해 3D 좌표를 정합하여 실내환경지도를 작성할 수 있다.

[0088] 부연 설명하면, 초기 실내환경지도를 작성할 경우 각 영상프레임별로 특징점을 검출하고, 기존의 지도정보의 특징점과 매칭을 수행하여 실내환경지도를 작성할 수 있는데, 영상프레임이 입력될 경우 입력된 영상프레임의 특징점을 검출하고, 기존 지도의 특징점과 상호 매칭시키며, 신규 영상프레임일 경우 신규특징점을 삽입하여 번들조정을 수행한 후에, 루프폐쇄검출, 지도스케일 인지 및 지도정보 수정을 통해 지도 작성이 완료될 경우 복셀그리드 기반의 지도로 변환하여 저장할 수 있다.

[0089] 다음에, 드론스테이션(300)의 제어에 따라 상기 단계(1510)에서 설정된 비행경로에 따라 드론(100)이 비행할 수 있다(단계1520).

[0090] 예를 들면, 드론제어기(160)에서는 드론스테이션(300)으로부터 제공되는 각종 드론비행제어신호에 따라 해당 비행제어신호를 생성하여 비행수단(130)으로 제공할 수 있으며, 비행수단(130)에서 쓰로틀, 롤, 피치, 요 등에 대응하는 자세제어와 함께 기 설정된 비행경로로의 비행을 수행할 수 있다.

[0091] 그리고, 드론(100)으로부터 비행경로에 대해 촬영된 경로영상에 대한 포인트클라우드정보를 드론스테이션(300)에서 수신할 수 있다(단계1530).

[0092] 여기에서, 드론제어기(160)에서는 ToF카메라(110)와 시리얼(serial)통신방식으로 통신하여 ToF카메라(110)로부터 전송되는 경로영상을 포인트클라우드정보로 제 1 무선통신모듈(140)을 통해 드론스테이션(300)으로 전송할 수 있다.

[0093] 또한, 드론스테이션(300)에서 실내환경지도와 포인트클라우드정보에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 드론(10

0)의 비행을 제어할 수 있다(단계1540).

[0094] 상기 드론의 비행을 제어하는 단계(1540)에서는, 드론(100)의 ToF카메라(110)를 통해 촬영한 경로영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 드론스테이션(300)에서 수신하고, 드론스테이션(300)에서 실내환경지도에 대한 특징점정보와 비행 중 수신되는 포인트클라우드정보에서 추출되는 특징점정보를 상호 매칭하여 드론(100)의 상대적인 위치를 추정하고, 상대적인 위치와 비행경로를 비교하여 드론(100)의 자율비행을 제어할 수 있다.

[0095] 예를 들면, 스테이션제어기(320)에서는 작성된 실내환경지도를 이용하여 드론(100)의 비행경로를 설정한 후, 설정된 비행경로에 따라 비행할 수 있는데, 비닐하우스의 실내작물을 모니터링하는 경우 기 설정된 비닐하우스 경로를 따라 드론(100)이 비행하도로 제어할 수 있고, 드론(100)의 비행 중에 전송되는 경로영상을 이용하여 고랑과 이랑의 특징점을 인식한 후, 실내환경지도의 특징점과 비교하여 특징점 매칭을 통해 현재위치를 추정하며, 추정된 현재위치와 비행경로를 고려하여 드론(100)의 비행을 제어할 수 있다.

[0096] 한편, 상기 드론의 비행을 제어하는 단계(1540)에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 운용 시스템의 모니터링을 위한 모니터링어플리케이션이 설치된 사용자단말기(400)에서 모니터링어플리케이션을 통해 드론스테이션(300)으로부터 제공되는 드론모니터링정보를 이용하여 드론(100)이 이동할 사전경로를 모니터링하고, 드론(100)의 실시간이동을 모니터링할 수 있다.

[0097] 예를 들면, 사용자단말기(400)에서는 모니터링어플리케이션을 활성화시켜 구동시킨 상태에서 드론스테이션(300)과 접속하여 드론(100)을 이용한 실내환경 모니터링을 수행할 경우 드론스테이션(300)으로부터 제공되는 드론모니터링정보(예를 들면, 사전경로 모니터링, 실시간이동 모니터링 등)를 참조하여 목표지점선택 등의 항목을 이용하여 각종 모니터링제어신호를 생성 및 전송할 수 있다.

[0098] 또한, 사용자단말기(400)에서는 드론(100)이 비행경로에 따라 비행할 경우 모니터링어플리케이션을 통해 실시간 이동 모니터링을 위한 확인입력신호가 입력되면, 기 저장된 실내환경지도를 이용하여 시각화하여 디스플레이할 수 있고, 시각화된 실내환경지도의 특정포인트를 선택하는 선택입력신호가 입력될 경우 해당 선택위치에서 드론(100)의 목표고도 및 이동방향이 표시될 수 있으며, 이를 통해 비행경로를 변경하는 등의 선택입력신호가 입력될 경우 해당 선택위치로 이동하도록 드론(100)의 이동 비행을 위한 이동드론비행제어신호를 드론스테이션(300)으로 전송할 수 있다.

[0099] 다음에, 비행경로에 따른 드론의 비행(100)이 완료되거나, 혹은 드론(100)의 전원값이 기 설정된 전원기준값보다 상대적으로 작을 경우 드론스테이션(300)에서 인공랜드마크를 이용하여 드론(100)의 착륙을 제어할 수 있다(단계1550).

[0100] 상기 드론의 착륙을 제어하는 단계(1550)에서는, 드론(100)으로부터 좌우영상을 수신하여 스티칭 방식으로 드론(100)의 하방을 향하는 가상의 카메라포즈를 생성하며, 생성된 가상의 카메라포즈에 대응하는 하방영상을 통해 드론(100)의 착륙을 제어할 수 있다.

[0101] 예를 들면, 드론스테이션(300)의 상부에 구비되는 5개의 상부인공랜드마크는 드론스테이션(300)의 상부 중앙부에 1개, 상부 모서리부분에 4개가 각각 구비될 수 있고, 드론(100)이 드론스테이션(300)의 상부로 이동한 상태에서 5개의 상부인공랜드마크가 촬영된 하방영상이 전송될 경우 이를 기반으로 드론(100)의 비행자세를 제어하면서 착륙할 수 있도록 드론비행제어신호 및 자세제어신호를 드론(100)으로 전송할 수 있다.

[0102] 여기에서, 드론(100)의 좌우영상을 이용한 이미지스티칭의 경우, 드론스테이션(300)에 좌측영상과 우측영상을 포함하는 좌우영상이 수신될 경우 좌측영상과 우측영상별로 5개의 상부인공랜드마크를 기반으로 하는 특징점을 검출하고, 검출된 특징점을 기준으로 특징점 매칭을 통해 영상을 정합한 후에, 블랜딩 방식으로 색상을 보정하고, 최종적으로 스티칭 방식으로 변환된 하방영상을 출력하는 방식으로 수행될 수 있다.

[0103] 이어서, 드론스테이션(300)의 스테이션제어기(320)에서는 출력된 하방영상을 통해 드론스테이션(300) 상부에 안착하도록 드론(100)의 착륙을 제어하는 착륙제어신호를 드론(100)으로 전송하고, 이에 따라 드론(100)은 비행수단(130)을 구동하여 안정적으로 착륙할 수 있다.

[0104] 다음에, 드론스테이션(300)에서 드론(100)을 무선으로 충전시킬 수 있다(단계1560).

[0105] 예를 들면, 드론(100)의 무선충전랜딩기어(150)가 드론스테이션(300)의 상부면에 접촉 안착(즉, 착륙)할 경우 하부면 내부에 구비된 무선충전코일은 전력집전부의 역할을 수행하며, 드론스테이션(300)의 전원공급장치(330)는 에너지전력전송부의 역할을 수행함으로써, 기 설정된 주파수, 기 설정된 무선전력전송용량 등에 따라 드론

(100)이 무선 충전될 수 있다.

[0106] 따라서, 본 발명의 다른 실시예에서는 드론스테이션에서 실내환경에 대응하는 실내환경지도를 작성하여 비행경로를 설정하며, 실내환경지도와 비행경로 상에서 검출된 각 특징점 매칭을 통해 드론의 비행을 제어하고, 드론스테이션에 인공랜드마크를 구비하여 드론의 착륙을 제어함으로써, 실내환경에서 실내작물 및 실내상황을 모니터링하는 드론이 비행경로를 따라 원활하게 비행할 수 있도록 제어할 수 있다.

[0107] 또한, 본 발명의 다른 실시예에서는 드론스테이션에 구비된 인공랜드마크를 통해 드론이 안정적으로 착륙한 상태에서 드론스테이션에서 무선으로 공급되는 전원을 이용하여 드론을 효과적으로 충전시킬 수 있다.

[0108] 이상의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시예들을 제시하여 설명하였으나 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0109] 100 : 드론

110 : ToF카메라

120 : RGB카메라

130 : 비행수단

140 : 제 1 무선통신모듈

150 : 무선충전랜딩기어

160 : 드론제어기

200 : 무선통신망

210 : 무선통신증폭기

300 : 드론스테이션

310 : 제 2 무선통신모듈

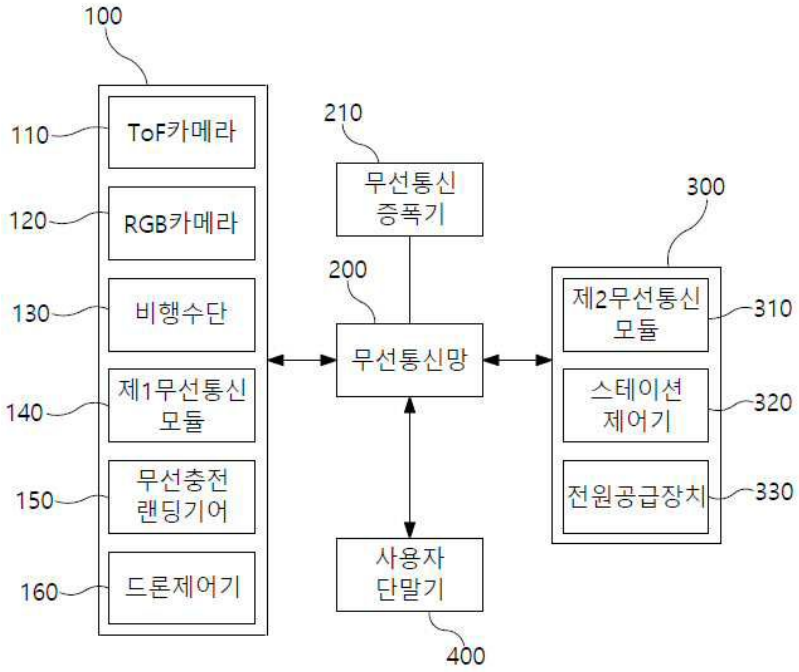
320 : 스테이션제어기

330 : 전원공급장치

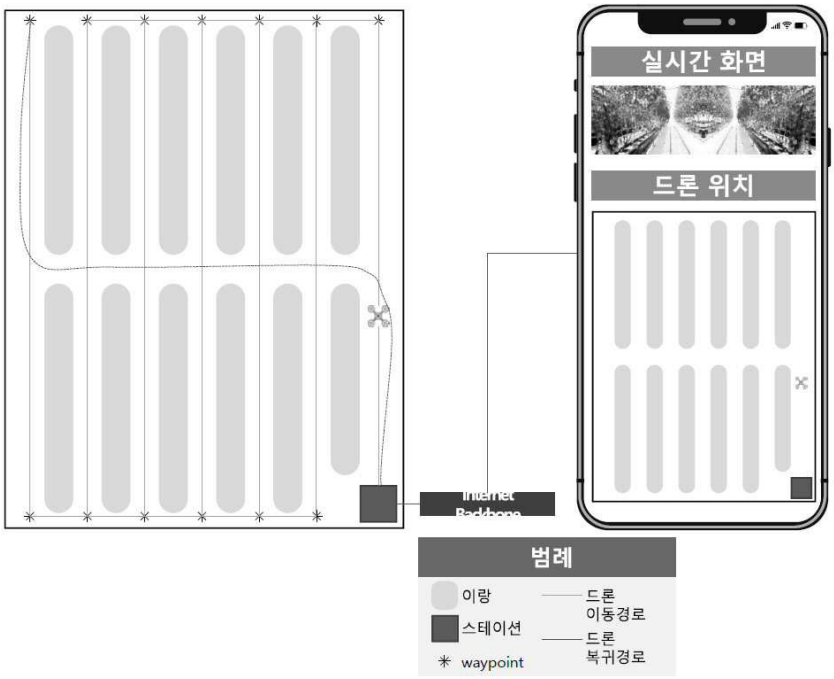
400 : 사용자단말기

도면

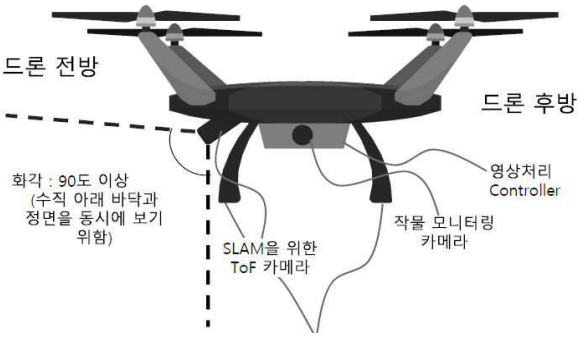
도면1


100
110
ToF카메라
120
RGB카메라
130
비행수단
140
제1무선통신 모듈
150
무선충전 랜딩기어
160
드론제어기
210
무선통신 증폭기
200
무선통신망
사용자 단말기
400
300
제2무선통신 모듈
310
스테이션 제어기
320
전원공급장치
330

도면2


실시간 화면
드론 위치
범례
이랑
스테이션
waypoint
드론 이동경로
드론 복귀경로

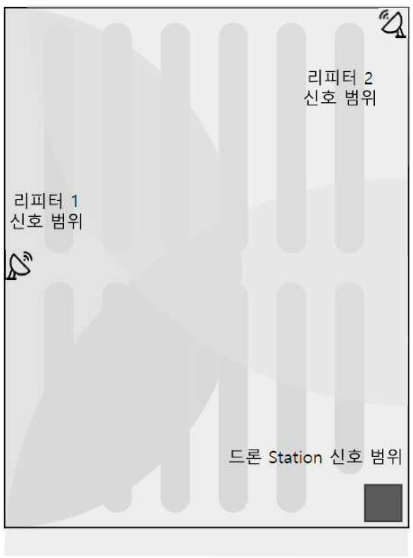
도면3


드론 전방
드론 후방
화각 : 90도 이상
(수직 아래 바닥과
정면을 동시에 보기
위함)
SLAM을 위한
ToF 카메라
작물 모니터링
카메라
영상처리
Controller

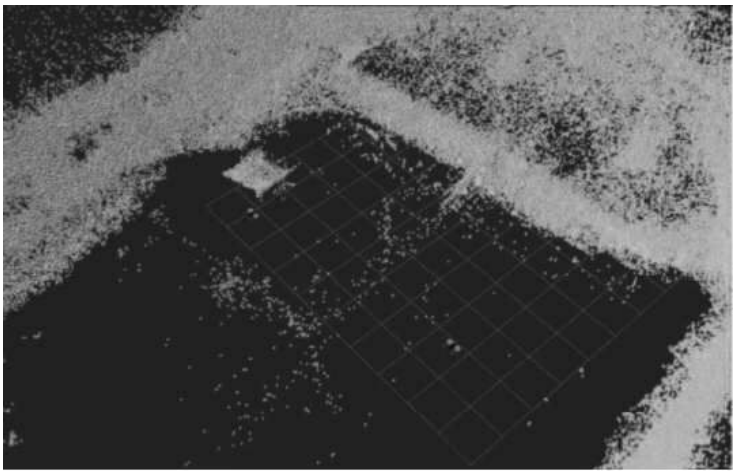
도면4

드론 전방
SLAM을 위한 ToF 카메라
화각 : 90도 이상 (수직
아래 바닥과
정면을동시에 보기 위함)
작물 모니터링, 정밀착륙 보정 카메라
화각 : 160도 이상 (작물 사이를
통과할 경우에도 한번에 확인하고, 두
영상을 스티칭하여 정밀착륙 시 활용)

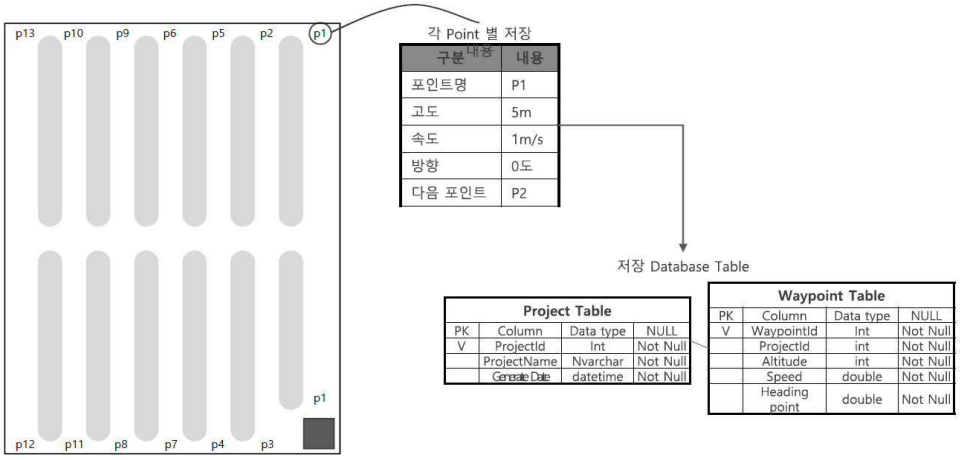
도면5


리피터 2
신호 범위
리피터 1
신호 범위
드론 Station 신호 범위

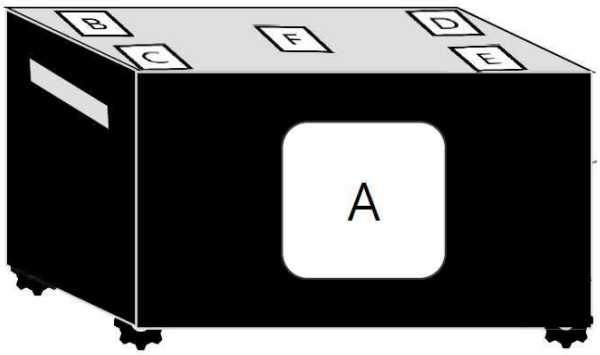
도면6



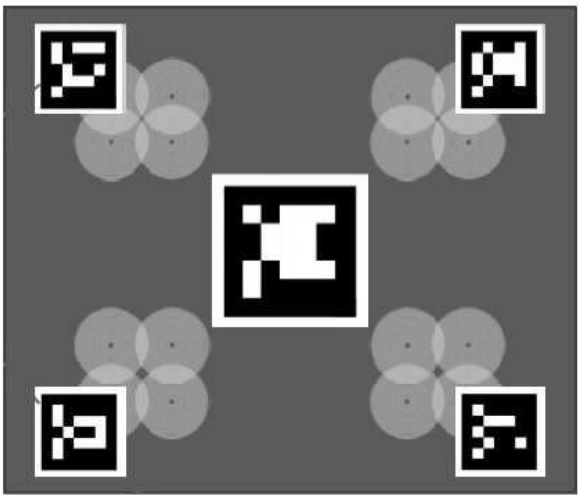
도면7


p13
p10
p9
p6
p5
p2
p1
p12
p11
p8
p7
p4
p3
각 Point 별 저장
구분 내용
내용
포인트명 P1
고도 5m
속도 1m/s
방향 0도
다음 포인트 P2
저장 Database Table
Project Table
PK Column Data type NULL
V ProjectId Int Not Null
ProjectName Nvarchar Not Null
GenerateDate datetime Not Null
Waypoint Table
PK Column Data type NULL
V WaypointId Int Not Null
ProjectId int Not Null
Altitude int Not Null
Speed double Not Null
Heading point double Not Null

도면8

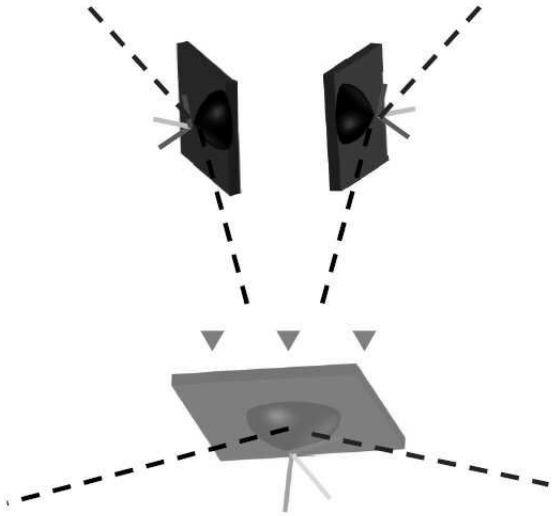

B
C
F
D
E
A

도면9

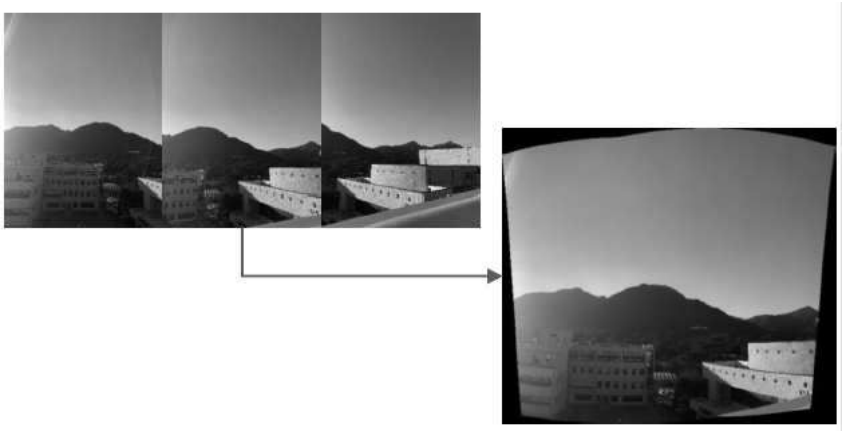


도면10

도면11



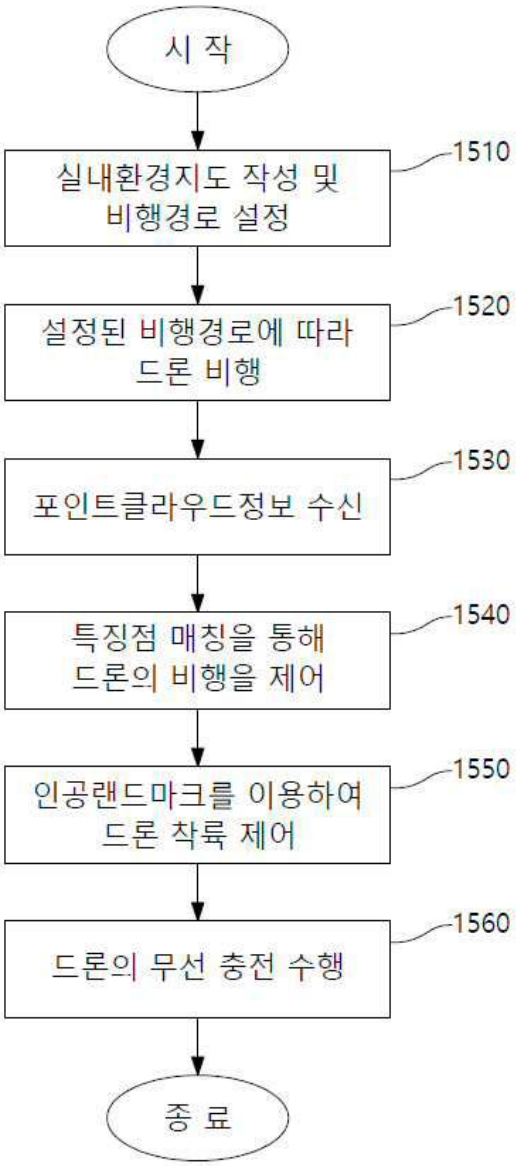
도면12



도면13

도면14

도면15


시 작
실내환경지도 작성 및 비행경로 설정
1510
설정된 비행경로에 따라 드론 비행
1520
포인트클라우드정보 수신
1530
특징점 매칭을 통해 드론의 비행을 제어
1540
인공랜드마크를 이용하여 드론 착륙 제어
1550
드론의 무선 충전 수행
1560
종 료