



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0151255
(43) 공개일자 2023년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/10 (2006.01) B64C 39/02 (2023.01)
B64D 47/08 (2006.01) G05D 1/08 (2006.01)
G06T 5/00 (2019.01) G06T 7/11 (2017.01)
G06T 7/20 (2017.01) G06V 10/25 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G05D 1/101 (2021.01)
B64C 39/024 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2022-0050704
(22) 출원일자 2022년04월25일
심사청구일자 2022년04월25일

(71) 출원인
한밭대학교 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(금홍동, 공주월송 흥화하브)
(74) 대리인
특허법인오암

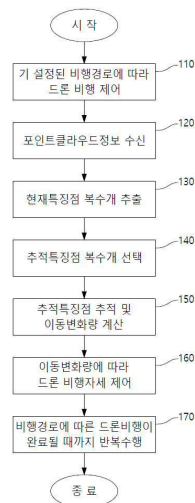
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법에 관한 것으로, 드론제어기에서 기 설정된 비행경로에 따라 드론의 비행을 제어하는 단계; 상기 드론의 비행 중에 촬영카메라를 통해 촬영된 촬영영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 상기 드론제어기에서 수신하는 단계; 상기 수신된 포인트클라우드정보에서 현재영상프레임의 현재특징점을 복수개 추출하는 단계; 상기 추출된 현재특징점 중에서 추적하고자 하는 추적특징점을 복수개 선택하는 단계; 상기 포인트클라우드정보의 다음영상프레임에서 상기 추적특징점을 추적하여 이동변화량을 계산하는 단계; 상기 드론제어기에서 상기 계산된 이동변화량에 따라 상기 드론의 비행자세를 제어하는 단계; 및 상기 비행경로에 따라 상기 드론의 비행이 완료될 때까지 상기 단계들을 반복 수행하는 단계;를 포함함으로써, 실외환경 및 실내환경에서 드론의 안정적인 비행을 제어할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B64D 47/08 (2023.01)
G05D 1/0808 (2013.01)
G06T 5/002 (2023.01)
G06T 7/11 (2017.01)
G06T 7/20 (2013.01)
G06V 10/25 (2023.08)
B64U 2201/20 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

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

명세서

청구범위

청구항 1

드론제어기에서 기 설정된 비행경로에 따라 드론의 비행을 제어하는 단계;

상기 드론의 비행 중에 촬영카메라를 통해 촬영된 촬영영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 상기 드론제어기에서 수신하는 단계;

상기 수신된 포인트클라우드정보에서 현재영상프레임의 현재특징점을 복수개 추출하는 단계;

상기 추출된 현재특징점 중에서 추적하고자 하는 추적특징점을 복수개 선택하는 단계;

상기 포인트클라우드정보의 다음영상프레임에서 상기 추적특징점을 추적하여 이동변화량을 계산하는 단계;

상기 드론제어기에서 상기 계산된 이동변화량에 따라 상기 드론의 비행자세를 제어하는 단계; 및

상기 비행경로에 따라 상기 드론의 비행이 완료될 때까지 상기 단계들을 반복 수행하는 단계;

를 포함하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 현재특징점을 복수개 추출하는 단계는,

상기 포인트클라우드정보에서 노이즈를 제거하고, 중심점을 기준으로 관심영역을 추출하며, 상기 추출된 관심영역에서 현재특징점을 추출하는

포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 현재특징점을 복수개 추출하는 단계는,

상기 포인트클라우드정보에서 탐색반경과 최소포인트수에 따라 상기 노이즈를 제거하는

포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 추적특징점을 복수개 선택하는 단계는,

복수개 추출된 상기 현재특징점에서 거리에 따라 상기 추적특징점을 복수개 선택하는

포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 추적특징점을 복수개 선택하는 단계는,

복수개 추출된 상기 현재특징점에 대응하는 x 축좌표값, y 축좌표값 및 z 축좌표값에 따라 필터링하여 상기 추적특징점을 복수개 선택하는

포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 이동변화량을 계산하는 단계는,

상기 추적특징점이 이동할 제 1 이동위치를 예측하고, 다음영상프레임에서 다음특징점을 추출한 후에, 추적특징점과 다음특징점을 매칭시키는 방식으로 상기 추적특징점을 상기 다음영상프레임에서 검출하여 이동한 제 2 이동위치를 추출한 후에, 상기 제 1 이동위치 및 제 2 이동위치를 비교하여 상기 이동변화량을 계산하는

포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 드론의 비행자세를 제어하는 단계는,

상기 이동변화량에 따라 좌우변화 및 상하변화를 판단하여 상기 드론의 비행자세를 제어하는

포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

상기 촬영카메라는,

ToF(time of flight)카메라를 포함하는

포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 드론의 비행 중에 촬영된 영상의 포인트클라우드정보를 수신하고, 현재영상프레임의 현재특징점을 복수개 추출하며, 추적하고자 하는 추적특징점을 복수개 선택한 후에, 다음영상프레임에서 추적특징점을 추적하여 이동변화량을 계산하고, 계산된 이동변화량에 따라 드론의 비행자세를 제어함으로써, 실외환경 및 실내환경에서 드론의 안정적인 비행을 제어할 수 있는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법에 관한 것이다.

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

배경 기술

[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 수

행, 익스트림 스포츠 촬영, 지형 및 구조물 모델링 등과 같은 다양한 용도로 사용되고 있을 뿐만 아니라 드라마, 예능, 관광지 촬영 등에도 많이 사용되고 있다.

[0005] 상술한 바와 같은 드론은 3차원 공간에서 비행하는 이동체로서, 장거리 비행, 장시간 비행 등을 위해 점점 더 경량화되고 있는데, 이 경량화로 인해 바람 등과 같은 변화하는 외부환경에 따라 비행 안정성이 떨어지는 문제점이 있다.

[0006] 이러한 문제점을 해결하기 위해 드론에 가속도계, 각속도계, 기압계, GPS, IR카메라 등과 같은 다양한 센서를 설치하고, 그 센서 정보를 조합하여 안정적으로 비행시키기 위한 알고리즘을 개발하고 있는데, 실외환경에서는 대체적으로 안정적인 비행이 가능한 것으로 알려져 있지만, 비닐하우스, 공장 등과 같은 실내환경에서는 GPS 신호의 부재로 인해 안정적인 비행이 불가능할 뿐만 아니라, 드론의 호버링(hovering)이나 이동 제어 명령 시 원하는 위치로의 이동이 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제10-2006148호(2019.07.26.등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 드론의 비행 중에 촬영된 영상의 포인트클라우드정보를 수신하고, 현재영상프레임의 현재특징점을 복수개 추출하며, 추적하고자 하는 추적특징점을 복수개 선택한 후에, 다음영상프레임에서 추적특징점을 추적하여 이동변화량을 계산하고, 계산된 이동변화량에 따라 드론의 비행자세를 제어함으로써, 실외환경 및 실내환경에서 드론의 안정적인 비행을 제어할 수 있는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법을 제공하고자 한다.

[0009] 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

[0010] 본 발명의 실시예에 따르면, 드론제어기에서 설정된 비행경로에 따라 드론의 비행을 제어하는 단계; 상기 드론의 비행 중에 촬영카메라를 통해 촬영된 촬영영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 상기 드론제어기에서 수신하는 단계; 상기 수신된 포인트클라우드정보에서 현재영상프레임의 현재특징점을 복수개 추출하는 단계; 상기 추출된 현재특징점 중에서 추적하고자 하는 추적특징점을 복수개 선택하는 단계; 상기 포인트클라우드정보의 다음영상프레임에서 상기 추적특징점을 추적하여 이동변화량을 계산하는 단계; 상기 드론제어기에서 상기 계산된 이동변화량에 따라 상기 드론의 비행자세를 제어하는 단계; 및 상기 비행경로에 따라 상기 드론의 비행이 완료될 때까지 상기 단계들을 반복 수행하는 단계;를 포함하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 제공될 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 현재특징점을 복수개 추출하는 단계는, 상기 포인트클라우드정보에서 노이즈를 제거하고, 중심점을 기준으로 관심영역을 추출하며, 상기 추출된 관심영역에서 현재특징점을 추출하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 제공될 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 현재특징점을 복수개 추출하는 단계는, 상기 포인트클라우드정보에서 탐색반경과 최소포인트수에 따라 상기 노이즈를 제거하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 제공될 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 추적특징점을 복수개 선택하는 단계는, 복수개 추출된 상기 현재특징점에서 거리에 따라 상기 추적특징점을 복수개 선택하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 추적특징점을 복수개 선택하는 단계는, 복수개 추출된 상기 현재특징점

에 대응하는 x축좌표값, y축좌표값 및 z축좌표값에 따라 필터링하여 상기 추적특징점을 복수개 선택하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 이동변화량을 계산하는 단계는, 상기 추적특징점이 이동할 제 1 이동위치를 예측하고, 다음영상프레임에서 다음특징점을 추출한 후에, 추적특징점과 다음특징점을 매칭시키는 방식으로 상기 추적특징점을 상기 다음영상프레임에서 검출하여 이동한 제 2 이동위치를 추출한 후에, 상기 제 1 이동위치 및 제 2 이동위치를 비교하여 상기 이동변화량을 계산하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 드론의 비행자세를 제어하는 단계는, 상기 이동변화량에 따라 좌우변화 및 상하변화를 판단하여 상기 드론의 비행자세를 제어하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 제공될 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 촬영카메라는, ToF(time of flight)카메라를 포함하는 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명은 드론의 비행 중에 촬영된 영상의 포인트클라우드정보를 수신하고, 현재영상프레임의 현재특징점을 복수개 추출하며, 추적하고자 하는 추적특징점을 복수개 선택한 후에, 다음영상프레임에서 추적특징점을 추적하여 이동변화량을 계산하고, 계산된 이동변화량에 따라 드론의 비행자세를 제어함으로써, 실외환경 및 실내환경에서 드론의 안정적인 비행을 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정을 나타낸 플로우차트이고,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 적용되는 제어시스템을 예시한 도면이며,

도 3 내지 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정에서 포인트클라우드 특징점 추출을 설명하기 위한 도면이고,

도 8 내지 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정에서 추적특징점 선택을 설명하기 위한 도면이며,

도 11 및 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정에서 특징점 추적 및 변화량 계산을 설명하기 위한 도면이고,

도 13 및 도 14는 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정에서 드론의 자세 보정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정을 나타낸 플로우차트

이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 포인트클라우드를 이용한 드론의 비행 제어 방법이 적용되는 제어시스템을 예시한 도면이며, 도 3 내지 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정에서 포인트클라우드 특징점 추출을 설명하기 위한 도면이고, 도 8 내지 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정에서 추적 특징점 선택을 설명하기 위한 도면이며, 도 11 및 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정에서 특징점 추적 및 변화량 계산을 설명하기 위한 도면이고, 도 13 및 도 14는 본 발명의 실시예에 따라 포인트클라우드를 이용하여 드론의 비행을 제어하는 과정에서 드론의 자세 보정을 설명하기 위한 도면이다.

- [0024] 도 1 내지 도 14를 참조하면, 드론제어기(20)에서 기 설정된 비행경로에 따라 드론(10)의 비행을 제어할 수 있다(단계110).
- [0025] 여기에서, 드론제어기(20)에서 이동하고자 하는 비행경로를 설정하고, 그 설정된 비행경로에 따라 동작제어신호를 무선통신망(30)을 통해 드론(10)으로 전송하고, 드론(10)에서 전송되는 동작제어신호에 따라 프로펠러 등의 비행수단을 작동시켜 비행경로에 따라 비행할 수 있다.
- [0026] 이러한 드론(10)의 비행경로 설정, 비행 제어 등에 대해서는 종래에 다양하게 개시되어 있으므로 그 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0027] 그리고, 드론(10)의 비행 중에 촬영카메라를 통해 촬영된 촬영영상에 대응하는 포인트클라우드정보를 드론제어기(20)에서 수신할 수 있다(단계120).
- [0028] 상기 촬영카메라는, 예를 들면, ToF(time of flight)카메라 등을 포함할 수 있는데, ToF카메라는 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.
- [0029] 또한, 포인트클라우드정보(point cloud, 점군)는 3차원 공간에 퍼져 있는 복수의 포인트 집합을 의미하는 것으로, ToF카메라를 통해 촬영된 촬영영상에 시간과 거리정보를 포함하는 영상데이터이고, 이들은 복수의 포인트로 표시할 수 있어 포인트클라우드정보로 인식할 수 있다.
- [0030] 다음에, 드론제어기(20)에서는 수신된 포인트클라우드정보에서 현재영상프레임의 현재특징점을 복수개 추출할 수 있다(단계130).
- [0031] 상기 현재특징점을 복수개 추출하는 단계(130)에서는, 드론제어기(20)에서 포인트클라우드정보에서 노이즈를 제거하고, 중심점을 기준으로 관심영역을 추출하며, 추출된 관심영역에서 현재특징점을 추출할 수 있다. 여기에서, 드론제어기(20)에서는 포인트클라우드정보에서 탐색반경과 최소포인트수에 따라 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0032] 예를 들면, 도 3에 도시한 바와 같이 드론제어기(20)에서는 포인트클라우드정보가 입력될 경우, 포인트클라우드에서 탐색반경 및 최소포인트수에 따라 노이즈를 제거하고(단계132), X축 및 Y축에 따라 최소값 및 최대값을 설정하여 관심영역(ROI : region of interesting)을 추출하며(단계133), 추출된 관심영역에서 특징점 분석반경과 거리를 기반으로 현재특징점을 추출할 수 있다.(단계134)
- [0033] 더 구체적으로 설명하면, 도 4에 도시한 바와 같이 수신된 포인트클라우드정보에는 이를 획득한 센서 특성 상 다양한 측정예러로 인해 많은 노이즈가 포함될 수 있으며, 이 노이즈를 제거한 포인트만을 추정해야만 다음영상프레임에서 존재할 포인트를 추정할 수 있다.
- [0034] 이를 위해서 거리정보를 이용한 노이즈를 탐지할 수 있는데, 탐색반경과 최소포인트수를 설정하고, 특정포인트의 탐색반경 내 지정된 포인트가 최소포인트수 이하인 경우 잡음으로 간주하여 제거할 수 있다.
- [0035] 그리고, 포인트클라우드의 연산량을 최소화하기 위해서 관심영역(ROI)을 추출할 수 있는데, 중심점을 기준으로 X축 및 Y축 각각의 최소값 및 최대값을 설정하고, 중심점을 기준으로 X축의 최소값 및 최대값과 Y축의 최소값 및 최대값에 따라 관심영역만을 잘라서(crop) 도 5에 도시한 바와 같이 추출할 수 있다.
- [0036] 또한, 추출된 관심영역에서 현재특징점을 추출할 수 있는데, 관심영역 내의 포인트클라우드값을 동일한 특성을 갖도록 정규화하고, 도 6에 도시한 바와 같이 인접 지역과의 특징점 분석을 위한 분석반경을 설정한 후에, 해당 포인트가 주변 포인트의 대표성을 갖는지 거리기반 분석을 수행하여 도 7에 도시한 바와 같이 현재특징점을 추출할 수 있다.

- [0037] 여기에서 특징점의 검출은 NARF(Normal Aligned Radial Feature)방식을 이용할 수 있는데, 포인트클라우드값을 거리 이미지(Range Image)로 변환하여 물체의 경계점을 찾고, 찾아진 경계점에서 특징점을 추출하고자 하는 범위 내에서 법선을 계산하며, 비 경계점에서 주 곡률을 계산하는 방식으로 특징점을 검출할 수 있다.
- [0038] 이를 통해 모든 점들의 특이값을 계산하고, 임계값(Threshold)을 초과하는 값들에 대해 특징점으로 선정할 수 있는데, 이러한 방식은 표면이 안정적이고 근처에 주요 변화가 있는 영역과 비연속적인 변환으로 인해 발생하는 객체의 테두리를 고려하여 특징점을 추출할 수 있다.
- [0039] 다음에, 드론제어기(20)에서는 추출된 현재특징점 중에서 추적하고자 하는 추적특징점을 복수개 선택할 수 있다(단계140).
- [0040] 상기 추적특징점을 복수개 선택하는 단계(140)에서는, 드론제어기(20)에서 복수개 추출된 현재특징점에서 거리에 따라 추적특징점을 복수개 선택할 수 있는데, 복수개 추출된 현재특징점에 대응하는 x축좌표값, y축좌표값 및 z축좌표값에 따라 필터링하여 추적특징점을 복수개 선택할 수 있다.
- [0041] 예를 들면, 도 8에 도시한 바와 같이 드론제어기(20)에서는 복수개의 현재특징점이 입력될 경우, 각 특징점의 거리값을 산출하고, X축좌표값에 따라 오름차순 정렬시켜 기 설정된 배수에 따라 1차 추출하며, 1차 추출된 복수의 포인트들을 Y축좌표값에 따라 오름차순 정렬시켜 기 설정된 배수에 따라 2차 추출한 후에, 2차 추출된 복수의 포인트들을 다시 거리값에 따라 내림차순 정렬시켜 원하는 배수의 추적특징점을 복수개 추출할 수 있다.
- [0042] 더 구체적으로 설명하면, 전체 특징점들을 대상으로 포인트의 변화량을 계산할 경우 가까운 특징점은 바로 사라지게 되기 때문에 안정적으로 변화량을 추정할 수 없으며, 이를 방지하기 위해서 도 9의 (a)에 도시한 바와 같이 복수개의 현재특징점들이 입력될 수 있으며, 이러한 복수개의 현재특징점들에 대해 원점과의 거리를 산출하여 거리값을 획득할 수 있다.
- [0043] 여기에서, 원점(중심점)과의 거리는 $distance = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ 를 이용하여 계산하거나, 혹은 Z축의 거리를 기준으로 계산할 수 있다.
- [0044] 그리고, 복수개의 특징점들에 대한 X축좌표값에 따라 오름차순 정렬하여 추적하고자 하는 특징점을 도 9의 (b)에 도시한 바와 같이 기 설정된 배수(예를 들면, 3배수 등)에 따라 1차 추출할 수 있으며, 1차 추출된 포인트들을 Y축좌표값에 따라 오름차순으로 정렬하여 추적하고자 하는 특징점을 도 10의 (c)에 도시한 바와 같이 다시 기 설정된 배수(예를 들면, 1.5배수 등)에 따라 2차 추출할 수 있다.
- [0045] 마지막으로, 거리값을 기준으로 내림차순 정렬하여 도 10의 (d)에 도시한 바와 같이 기 설정된 배수(예를 들면, 1배수 등)에 따라 추적하고자 하는 수만큼의 추적특징점을 추출할 수 있다.
- [0046] 다음에, 드론제어기(20)에서는 포인트클라우드정보의 다음영상프레임에서 추적특징점을 추적하여 이동변화량을 계산할 수 있다(단계150).
- [0047] 상기 이동변화량을 계산하는 단계(150)에서는, 드론제어기(20)에서 추적특징점이 이동할 제 1 이동위치를 예측하고, 다음영상프레임에서 다음특징점을 추출한 후에, 추적특징점과 다음특징점을 매칭시키는 방식으로 추적특징점을 다음영상프레임에서 검출하여 이동한 제 2 이동위치를 추출한 후에, 제 1 이동위치 및 제 2 이동위치를 비교하여 이동변화량을 계산할 수 있다.
- [0048] 여기에서, 이동위치의 예측은 칼만필터(Kalman filter)를 이용하여 수행될 수 있는데, 드론(10)의 위치를 예측하기 위해서 현재영상프레임이 다음영상프레임에서 어느 방향으로 이동할지를 예측하여 계산해야만 하는데, 칼만필터를 이용하여 현재특징점이 이동하는 다음영상프레임에서의 위치를 예측할 수 있다.
- [0049] 그리고, 예측된 위치값과 다음영상프레임에서 실제 이동된 값(즉, 다음특징점의 위치값)의 차이를 분석하여 정지 또는 전진 상황에서 이상 이동을 추정할 수 있고, 이를 기반으로 하여 드론(10)의 이동방향을 정확하게 추정하여 이 후 드론(10)의 자세를 보정할 수 있을 뿐만 아니라 드론(10)의 안정성을 확보할 수 있다.
- [0050] 예를 들면, 도 11 및 도 12에 도시한 바와 같이 드론제어기(20)에서는 선택한 추적특징점을 기반으로 다음영상프레임에서 해당 추적특징점이 이동한 범위를 계산하여 드론(10)이 정상적으로 이동하고 있는지의 여부를 판단할 수 있는데, 추적특징점과 원점(중심점)까지의 거리를 산출하고, 드론(10)으로부터 전송되는 3차원공간에서의 속도값(예를 들면, 스로틀(throttle), 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw) 등)을 입력 ($[dist_{p1}, dist_{p2}, dist_{p3}, \dots, dist_{pn}, v_x, v_y, v_z]$)하여 오차 공분산 설정 및 가중치 계산을 통해 다음영상프레임에서

이동할 제 1 이동위치를 예측할 수 있다.

- [0051] 여기에서, 오차 공분산 설정 및 가중치 계산을 설명하면, 카이제곱 분포는 집단을 몇 가지로 나뉘었을 경우 크기가 작은 집단에 보편성이 있는지 확인하는 분포로서, 오차 공분산은 카이제곱 분포 95%에 따라 설정될 수 있고, 이에 대응하는 가중치를 계산할 수 있다.
- [0052] 그리고, 다음영상프레임에서 다음특징점을 추출한 후에, 추적특징점과 다음특징점을 매칭시키는 방식으로 추적특징점을 다음영상프레임에서 검출하여 이동한 제 2 이동위치를 추출할 수 있다.
- [0053] 이어서, 제 1 이동위치 및 제 2 이동위치에 대한 차이를 분석하여 위치 오차 분산을 계산함으로써, 추적특징점의 이동변화량을 계산할 수 있다.
- [0054] 여기에서, 계산된 위치 오차 분산에 대응하는 오차 공분산값은 이후 추적특징점의 위치를 예측하기 위한 가중치에 적용될 수 있다.
- [0055] 다음에, 드론제어기(20)에서 계산된 이동변화량에 따라 드론(10)의 비행자세를 제어할 수 있다(단계160).
- [0056] 상기 드론의 비행자세를 제어하는 단계(160)에서는, 드론제어기(20)에서 이동변화량에 따라 좌우변화 및 상하변화를 판단하여 드론(10)의 비행자세를 제어할 수 있는데, 좌우변화 및 상하변화에 각각 대응하는 좌측이동비행, 우측이동비행, 상승이동비행 및 하강이동비행 중에서 선택된 적어도 하나의 제어신호를 드론(10)으로 무선통신망(30)을 통해 전송할 수 있고, 이러한 제어신호를 드론(10)에서 수신하여 비행수단을 통해 그 자세를 안정적으로 제어할 수 있다.
- [0057] 여기에서, 드론제어기(20)에서는 상기 단계(150)에서 추출되는 제 1 이동위치에 대응하는 예측값과, 실제 이동한 제 2 이동위치의 위치값을 비교한 이동변화량을 통해 드론(10)의 자세를 판단할 수 있는데, 드론(10)의 자세가 비행경로 상에서 직진하는 방향에서 좌측 또는 우측으로 틀어져있는지, 원하는 고도보다 상승 또는 하강하였는지 판단할 수 있다.
- [0058] 예를 들면, 도 13 및 도 14에 도시한 바와 같이 Y축좌표값이 0보다 작은 위치에 있는 추적특징점이 예상된 위치값(즉, 제 1 이동위치)보다 작게 이동하였고, Y축좌표값이 0보다 큰 추적특징점이 예상된 위치값(즉, 제 1 이동위치)보다 크게 이동하였을 경우 이는 드론(10)이 우측으로 이동하였다고 판단할 수 있다.
- [0059] 반면에, Y축좌표값이 0보다 작은 위치에 있는 추적특징점이 예상된 위치값(즉, 제 1 이동위치)보다 많이 이동하였고, Y축좌표값이 0보다 큰 추적특징점이 예상된 위치값(즉, 제 1 이동위치)보다 작게 이동하였을 경우 이는 드론(10)이 좌측으로 이동하였다고 판단할 수 있다.
- [0060] 또한, X축을 기준으로 0보다 큰 값을 갖는 추적특징점의 이동변화량이 0보다 작은 값을 갖는 추적특징점의 이동변화량보다 클 경우 드론(10)이 원래 비행고도보다 상승하였다고 판단할 수 있는 반면에, X축을 기준으로 0보다 작은 값을 갖는 추적특징점의 이동변화량이 0보다 큰 값을 갖는 추적특징점의 이동변화량보다 클 경우 드론(10)이 원래 비행고도보다 하강하였다고 판단할 수 있다.
- [0061] 상술한 바와 같이 판단된 정보를 기반으로 하여 각 축별 변화량이 기 설정된 이동범위를 유지할 수 있도록 반대되는 이동비행제어신호를 무선통신망(30)을 통해 드론(10)으로 전송할 수 있고, 이동비행제어신호에 대응하여 드론(10)은 예를 들면, 스로틀(throttle) 제어, 롤(roll) 제어, 피치(pitch) 제어, 요(yaw) 제어 등에 대응하는 구동제어신호를 생성한 후에, 비행수단을 통해 자세를 제어할 수 있다.
- [0062] 다음에, 드론제어기(20)에서는 비행경로에 따라 드론(10)의 비행이 완료될 때까지 상기 단계들(단계120 내지 단계160)을 반복 수행할 수 있다(단계170).
- [0063] 한편, 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예에서는 추적하고자 하는 추적특징점이 영상프레임 밖으로 나간 상태인 프레임아웃되었거나, 혹은 드론(10)이 급격하게 이동하여 비행하거나, 혹은 드론(10)의 비행경로가 변경됨으로써, 추적하고자 하는 추적특징점이 기 설정된 개수 이하로 감소할 경우 이전 과정에서 수행했던 각 단계별 과정을 초기화하고, 단계120(또는 단계110) 내지 단계170의 과정을 신규로 수행할 수 있다.
- [0064] 즉, 이전까지 드론제어기(20)에 저장된 특징점설명자, 변화량계산에 사용되는 오차 공분산 정보 등을 전체적으로 초기화한 후에, 현재영상프레임에서 복수의 현재특징점을 추출하는 과정부터 다시 수행할 수 있다.
- [0065] 따라서, 본 발명의 실시예에서는 드론의 비행 중에 촬영된 영상의 포인트클라우드정보를 수신하고, 현재영상프레임의 현재특징점을 복수개 추출하며, 추적하고자 하는 추적특징점을 복수개 선택한 후에, 다음영상프레임에서

추적특징점을 추적하여 이동변화량을 계산하고, 계산된 이동변화량에 따라 드론의 비행자세를 제어함으로써, 실외환경 및 실내환경에서 드론의 안정적인 비행을 제어할 수 있다.

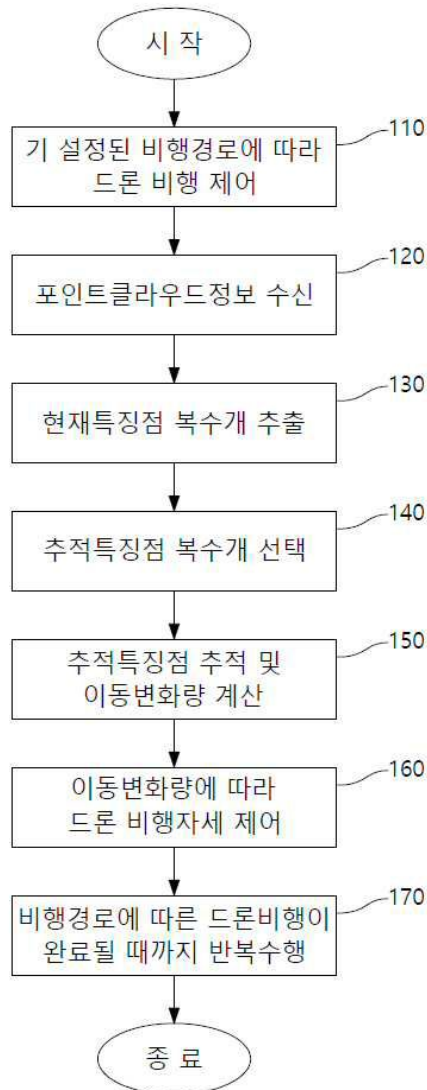
[0066] 이상의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시예들을 제시하여 설명하였으나 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0067] 10 : 드론
20 : 드론제어기
30 : 무선통신망

도면

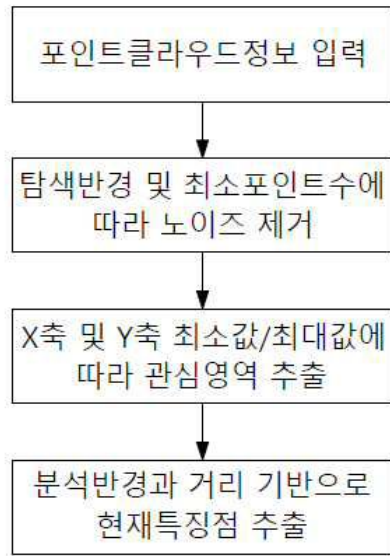
도면1



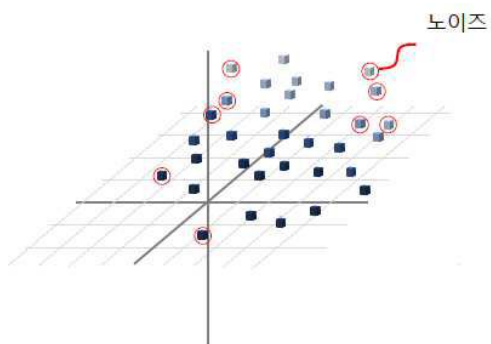
도면2



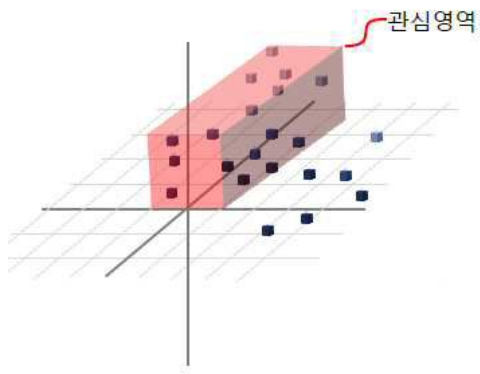
도면3



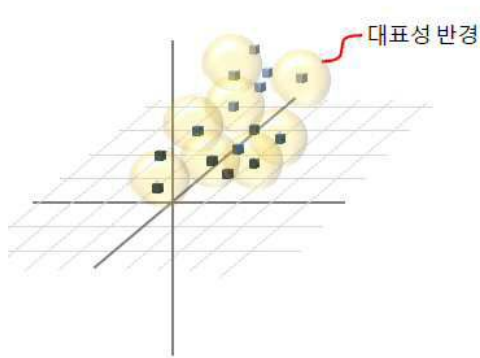
도면4



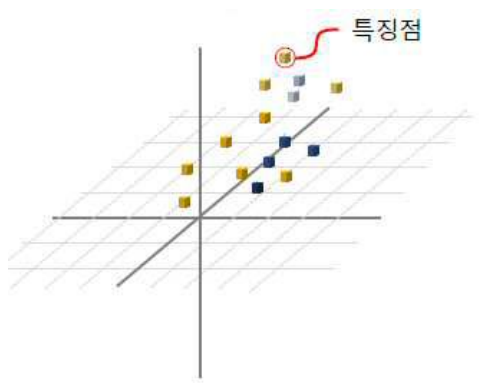
도면5



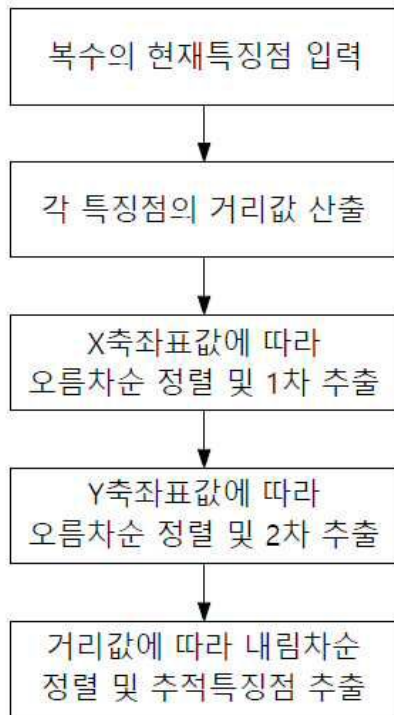
도면6



도면7



도면8



도면9

pointNum	x	y	z	distance
1	15	2	102	103
2	13	4	10	16
3	14	8	135	135
4	15	15	65	68
5	16	13	48	52
6	18	20	85	89
7	17	14	23	31
8	10	5	47	48
9	5	7	85	85
10	7	9	69	69
11	6	6	70	70
12	7	3	160	160
13	8	1	175	175
14	9	5	153	153
15	16	4	58	60
16	17	12	87	89
17	15	17	69	72
18	28	18	74	81
19	19	20	63	68
20	1	13	52	53

(a)

pointNum	x	y	z	distance
20	1	13	52	53
9	5	7	85	85
11	6	6	70	70
10	7	9	69	69
12	7	3	160	160
13	8	1	175	175
14	9	5	153	153
8	10	5	47	48
2	13	4	10	16
3	14	8	135	135
1	15	2	102	103
4	15	15	65	68
17	15	17	69	72
5	16	13	48	52
15	16	4	58	60
7	17	14	23	31
16	17	12	87	89
6	18	20	85	89
19	19	20	63	68
18	28	18	74	81

(b)

도면10

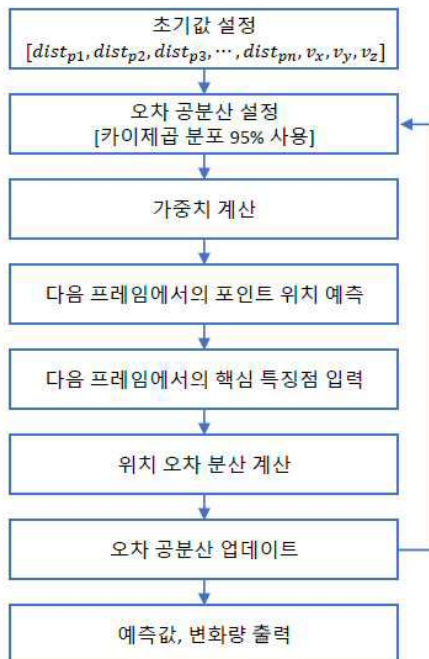
pointNum	x	y	z	distance
13	8	1	175	175
1	15	2	102	103
12	7	3	160	160
2	13	4	10	16
15	16	4	58	60
14	9	5	153	153
8	10	5	47	48
11	6	6	70	70
9	5	7	85	85
3	14	8	135	135
10	7	9	69	69
20	1	13	52	53
5	16	13	48	52
4	15	15	65	68
17	15	17	69	72

(c)

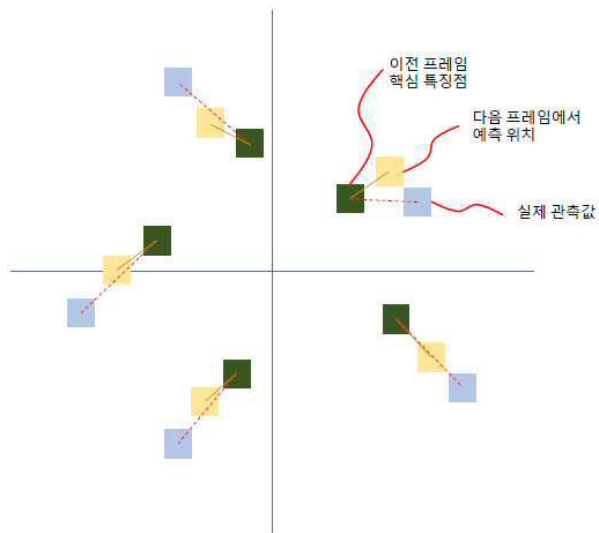
pointNum	x	y	z	distance
13	8	1	175	175
12	7	3	160	160
14	9	5	153	153
1	15	2	102	103
11	6	6	70	70

(d)

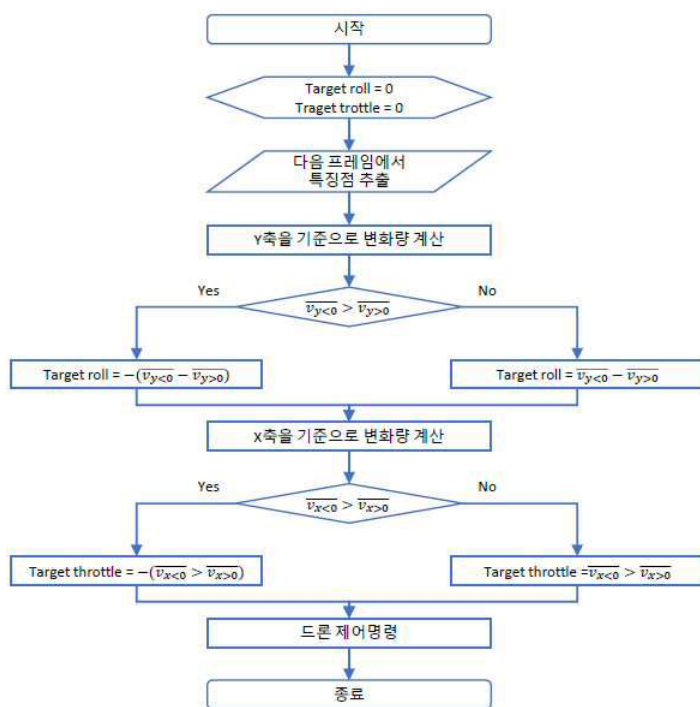
도면11



도면12



도면13



도면14

