

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0113313

(43) 공개일자 2024년07월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G05D 1/20 (2024.01) B64C 39/02 (2023.01)

G05D 1/00 (2024.01) H04W 4/06 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G05D 1/104 (2013.01)

B64C 39/024 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2023-0005722

(22) 출원일자 2023년01월13일

심사청구일자 2023년01월13일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

문성태

대전광역시 서구 도안동로 234 레이크포레 307동 204호

(74) 대리인

특허법인 강인

전체 청구항 수 : 총 11 항

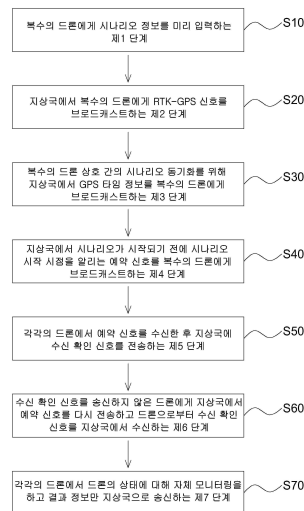
(54) 발명의 명칭 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템 및 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법

(57) 요약

본 발명은 비행 시나리오가 미리 입력된 복수의 드론을 시나리오 동기화 시키고, GPS 타임 정보를 이용하여 시나리오의 시작 시점을 알리는 신호를 브로드캐스팅으로 전송하여 복수의 드론과 지상국 간의 통신량을 최소화한 드론 군집 운영 방법을 제공한다.

본 발명의 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템은, 시나리오에 따라 운행되는 복수의 드론; GPS 신호 보정을 위해 RTK-GPS의 기준이 되는 기준국; 및 상기 복수의 드론에 제어 신호를 브로드캐스트로 전송하는 지상국;을 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G05D 1/0022 (2013.01)

G05D 1/0027 (2013.01)

H04W 4/06 (2022.01)

B64U 2201/102 (2023.01)

B64U 2201/104 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356194
과제번호	LINC3.0-2022-31
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	산학협력고도화지원
연구과제명	3단계산학협력선도대학육성사업(LINC3.0)(0.5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국기술교육대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

미리 입력된 시나리오에 따라 운행되는 복수의 드론;

GPS 신호 보정을 위해 RTK-GPS의 기준이 되는 기준국; 및

상기 복수의 드론에 제어 신호를 브로드캐스트로 전송하는 지상국;을 포함하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 복수의 드론의 수를 n , 상기 기지국에서 상기 복수의 드론으로 송신하는 정보를 d_a 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $d_a \times n = d_a$ 로 나타나는 것을 특징으로 하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템.

청구항 3

미리 입력된 시나리오에 따라 운행되는 복수의 드론;

GPS 신호 보정을 위해 RTK-GPS의 기준이 되는 기준국; 및

상기 복수의 드론에 제어 신호를 브로드캐스트로 전송하는 지상국;을 포함하며, 상기 복수의 드론의 수를 n , 상기 기지국에서 상기 복수의 드론으로 송신하는 정보를 d 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 d 로 제어되는 드론 군집 운영 시스템을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

청구항 4

복수의 드론에게 시나리오 정보를 미리 입력하는 제1 단계;

지상국에서 상기 복수의 드론에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 제2 단계;

상기 복수의 드론 상호 간의 시나리오를 동기화하기 위해 상기 지상국에서 GPS 타임 정보를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제3 단계;

상기 지상국에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제4 단계;

각각의 드론에서 상기 예약 신호를 수신한 후 상기 지상국에 수신 확인 신호를 전송하는 제5 단계;

상기 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론에게 상기 지상국에서 예약 신호를 다시 전송하고, 상기 예약 신호가 다시 전송된 드론으로부터의 수신 확인 신호를 상기 지상국에서 수신하는 제6 단계; 및

각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 결과 정보만 지상국에 송신하는 제7 단계;를 포함하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법.

청구항 5

복수의 드론에게 시나리오 정보를 미리 입력하는 제1 단계;

지상국에서 상기 복수의 드론에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 제2 단계;

상기 복수의 드론 상호 간의 시나리오를 동기화하기 위해 상기 지상국에서 GPS 타임 정보를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제3 단계;

상기 지상국에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제4 단계;

각각의 드론에서 상기 예약 신호를 수신한 후 상기 지상국에 수신 확인 신호를 전송하는 제5 단계;

상기 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론에게 상기 지상국에서 예약 신호를 다시 전송하고, 상기 예약 신호가 다시 전송된 상기 드론으로부터의 수신 확인 신호를 상기 지상국에서 수신하는 제6 단계; 및

각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 있을 때만 결과 정보를 지상국에 송신하는 제7 단계;를 포함하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법.

청구항 6

청구항 4 또는 5에 있어서,

상기 지상국에서 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보는 일정한 주기를 갖고 복수 회 전송하여 상기 복수의 드론에 GPS 타임 정보가 미수신되지 않도록 하는 것을 특징으로 하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 미리 입력된 시나리오 정보는 RTK-GPS 신호를 수신하고 일정 기간 동안에 상기 GPS 타임 정보가 수신되지 않는 때 상기 GPS 타임 정보를 수신하지 않은 드론에서 지상국으로 상기 GPS 타임 정보의 미수신 정보를 송신하는 정보를 포함하며, 상기 제3 단계에서 상기 미리 입력된 시나리오 정보에 의하여 상기 지상국에서 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보가 상기 복수의 드론의 일부 드론에 전송되지 않음을 확인하는 것을 특징으로 하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 제4 단계에서 상기 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호가 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트된 후, 상기 GPS 타임 정보가 동기화되지 않는 드론이 있는 경우, 상기 동기화되지 않는 드론에서 상기 지상국으로 상기 GPS 타임 정보의 비동기화 신호를 전송하며,

상기 제4 단계에서 상기 시나리오는 상기 시나리오의 시작 시점을 알리는 부분에 대해서는 사전에 시간을 두고 미리 예약하는 방법을 사용하며,

상기 시나리오는 시작 시점을 알리는 예약 신호를 드론에서 수신하지 않으면 상기 시나리오는 상기 예약 신호를 수신하지 않은 드론에는 작동하지 않으며,

상기 제5 단계에서 상기 지상국에 수신 확인 신호를 전송하는 것은 유니캐스트 방식으로 전송하며,

상기 제6 단계에서 상기 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론에게 상기 지상국에서 예약 신호를 다시 전송하는 것은 유니캐스트 방식으로 전송하는 것을 특징으로 하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제7 단계에서 각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 결과 정보만 지상국에 송신하는 것은, 상기 복수의 드론의 수를 n , 상기 복수의 드론에서 상기 기지국으로 송신하는 정보를 d_b 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $= d_b \times n = n$ 인 것을 특징으로 하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 제7 단계에서 각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 있을 때만 결과 정보를 지상국에 송신하는 것은, 복수의 드론 중에서 미리 정해진 시나리오 대로 비행하지 않는 드론의 수를 n_f , 상기 복수의 드론에서 상기 기지국으로 송신하는 정보를 d_b 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $= d_b \times n_f = n_f$ 인 것을

특징으로 하는 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법.

청구항 11

복수의 드론에게 시나리오 정보를 미리 입력하는 제1 단계;

지상국에서 상기 복수의 드론에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 제2 단계;

상기 복수의 드론 상호 간의 시나리오를 동기화하기 위해 상기 지상국에서 GPS 타임 정보를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제3 단계;

상기 지상국에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제4 단계;

각각의 드론에서 상기 예약 신호를 수신한 후 상기 지상국에 수신 확인 신호를 전송하는 제5 단계;

상기 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론에게 상기 지상국에서 예약 신호를 다시 전송하고 상기 드론으로부터의 수신 확인 신호를 상기 지상국에서 수신하는 제6 단계; 및

각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 결과 정보만 지상국에 송신하는 제7 단계;를 포함하는 복수의 드론과 지상국 간의 데이터 교환을 최소화하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템 및 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법에 관한 것으로, 복수의 드론에 드론의 비행 시나리오를 미리 입력하고 지상국에서 시나리오 시작 시간을 예약 신호로 전송하는 방법으로 드론과 지상국 간의 데이터 통신 교환을 최소화하여 드론 군집을 운영하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초기 군사용으로 개발된 GPS는 일반인들이 사용하기에 정확성이 많이 부족했다. 미군에서는 민간이 사용하는 GPS에 위도/경도의 뒷자리에 랜덤 에러를 추가하여 100m의 오차가 발생하도록 만들었다. 현재는 GPS 사용이 민간 사용으로 완전히 개방되었고 랜덤 에러가 사라졌지만, GPS는 전리층, 대기권, 위성오차 등의 여러 이유로 오차가 발생을 하고 있다. 이러한 오차는 RTK-GPS에 의해 보정될 수 있다. RTK(Real Time Kinematic)는 실시간 이동측위라는 개념으로 정밀한 위치정보를 가지고 있는 기준국의 반송파 위상에 대한 보정치를 이용하여 이동국에서 실시간으로 1~2cm 정확한 측위 결과를 얻는 일련의 측량 과정을 말한다. 즉, GPS가 설치되어있는 기준점의 정확한 위치를 알고 있다면 GPS 위성 오차를 알 수 있고, 그 위성 오차를 주변에 이동국(Rover)라는 곳에 전달해서 오차 보정할 수 있다.

[0003] 이러한 RTK-GPS를 통해 수백 대의 드론을 충돌 없이 운영할 수 있는 드론 군집 비행이 가능하게 되었다. 또한, 수백 대의 군집 드론을 이용하여 드론쇼를 개최하는 경우도 많아지면서 군집 드론 시스템에 대한 관심 및 연구가 증가하고 있다.

[0004] 종래의 기술에 의해 군집 드론을 수행하기 위해서는 도 1에 도시된 바와 같이 다수의 드론을 동시에 운영하기 위해 지상 시스템에서 각 드론들에게 명령 정보를 전달해야 한다. 하지만, 이 경우 드론의 갯수를 n 이라고 하고, 각각의 드론의 통신량의 갯수를 d 라고 하면, $n \times d =$ 전체 패킷 수이기 때문에, 드론의 갯수가 많아질수록 무선 네트워크 대역폭의 한계로 인하여 운영할 수 있는 드론 대수의 한계가 생긴다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2182912호

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-2290373호

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 제10-2015189호

(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허공보 제10-1905052호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 비행 시나리오가 미리 입력된 복수의 드론을 시나리오 동기화 시키고, GPS 타임 정보를 이용하여 시나리오의 시작 시점을 알리는 신호를 브로드캐스트로 전송하여 복수의 드론과 지상국 간의 통신량을 최소화한 드론 군집 운영 방법 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템은, 시나리오에 따라 운행되는 복수의 드론; GPS 신호 보정을 위해 RTK-GPS의 기준이 되는 기준국; 및 상기 복수의 드론에 제어 신호를 브로드캐스트로 전송하는 지상국;을 포함한다.

[0008] 상기 복수의 드론의 수를 n , 상기 기지국에서 상기 복수의 드론으로 송신하는 정보를 d_a 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $d_a \times n = d_a$ 로 나타나는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 드론 군집 운영 시스템을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는, 미리 입력된 시나리오에 따라 운행되는 복수의 드론; GPS 신호 보정을 위해 RTK-GPS의 기준이 되는 기준국; 및 상기 복수의 드론에 제어 신호를 브로드캐스트로 전송하는 지상국;을 포함하며, 상기 복수의 드론의 수를 n , 상기 기지국에서 상기 복수의 드론으로 송신하는 정보를 d 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 d 로 제어된다.

[0010] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 제1 실시양태에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법은, 복수의 드론에게 시나리오 정보를 미리 입력하는 제1 단계; 지상국에서 상기 복수의 드론에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 제2 단계; 상기 복수의 드론 상호 간의 시나리오를 동기화하기 위해 상기 지상국에서 GPS 타임 정보를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제3 단계; 상기 지상국에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제4 단계; 각각의 드론에서 상기 예약 신호를 수신한 후 상기 지상국에 수신 확인 신호를 전송하는 제5 단계; 상기 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론에게 상기 지상국에서 예약 신호를 다시 전송하고 상기 드론으로부터의 수신 확인 신호를 상기 지상국에서 수신하는 제6 단계; 및 각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 결과 정보만 지상국에 송신하는 제7 단계;를 포함한다.

[0011] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 제2 실시양태에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법은, 복수의 드론에게 시나리오 정보를 미리 입력하는 제1 단계; 지상국에서 상기 복수의 드론에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 제2 단계; 상기 복수의 드론 상호 간의 시나리오를 동기화하기 위해 상기 지상국에서 GPS 타임 정보를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제3 단계; 상기 지상국에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제4 단계; 각각의 드론에서 상기 예약 신호를 수신한 후 상기 지상국에 수신 확인 신호를 전송하는 제5 단계; 상기 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론에게 상기 지상국에서 예약 신호를 다시 전송하고 상기 드론으로부터의 수신 확인 신호를 상기 지상국에서 수신하는 제6 단계; 및 각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 있을 때만 결과 정보를 지상국에 송신하는 제7 단계;를 포함한다.

[0012] 상기 제3 단계에서 상기 지상국에서 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보가 상기 복수의 드론의 일부 드론에 전송되지 않는 경우, 상기 일부 드론에서 지상국으로 상기 GPS 타임 정보의 미수신 정보를 송신하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 지상국에서 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보는 일정한 주기를 갖고 복수 회 전송하여 상기 복수의 드론에 GPS 타임 정보가 미수신되지 않도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 미리 입력된 시나리오 정보는 RTK-GPS 신호를 수신하고 일정 기간 동안에 상기 GPS 타임 정보가 수신되지 않는 때 상기 GPS 타임 정보를 수신하지 않은 드론에서 지상국으로 상기 GPS 타임 정보의 미수신 정보를 송신하

는 정보를 포함하며, 상기 제3 단계에서 상기 미리 입력된 시나리오 정보에 의하여 상기 지상국에서 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보가 상기 복수의 드론의 일부 드론에 전송되지 않음을 확인한다.

- [0015] 여기서, 미리 입력된 시나리오 정보가 RTK-GPS 신호를 수신하고 일정 기간 동안에 상기 GPS 타임 정보가 수신되지 않는 때 상기 GPS 타임 정보를 수신하지 않은 드론에서 지상국으로 상기 GPS 타임 정보의 미수신 정보를 송신하게 프로그래밍 되어 RTK-GPS 신호의 송신 후 일정 시간 경과하고 GPS 타임 정보를 송신하지 못한 드론을 판별하는 것은 가능해 진다.
- [0016] 상기 지상국은 GPS 타임 정보를 수신하지 않은 드론과 가장 가까운 곳에 위치한 드론에 상기 GPS 타임 정보를 수신하지 않은 드론으로 GPS 타임 정보 송신하도록 제어 명령을 송신하여 GPS 타임 정보의 누락은 발생하기 않게 한다.
- [0017] 상기 지상국은 드론 재배치부를 구비하여, 복수의 드론의 일부에서 GPS 타임 정보가 더이상 동기화되지 않는다고 판단하면 최초 시나리오에 의하여 군집으로 운행하는 드론의 배치에서 상기 동기화 되지 않는 드론은 군집으로 운행하는 드론에서 제외하고 상기 동기화되지 않는 드론의 위치에 인접하는 드론들의 간격을 최초 시나리오에 의한 배치보다 넓게 계산하여 군집으로 드론의 운행을 진행할 수 있다. 여기서, 일부 드론이 군집으로 운행하는 드론에서 빠지게 되면 빠지는 드론에 의하여 군집으로 운행하는 드론의 전체 형태에 변형을 가져올 수 있으므로 빠지는 드론의 주위에 있는 드론의 간격을 조절하여 드론의 밀도를 조절함으로써 군집으로 드론하는 전체 형태에 변화를 최소화 할 수 있다.
- [0018] 상기 제4 단계에서 상기 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호가 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트된 후, 상기 GPS 타임 정보가 동기화되지 않는 드론이 있는 경우, 상기 동기화되지 않는 드론에서 상기 지상국으로 상기 GPS 타임 정보의 비동기화 신호를 전송하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 제4 단계에서 상기 시나리오는 상기 시나리오의 시작 시점을 알리는 부분에 대해서는 사전에 시간을 두고 미리 예약하는 방법을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 상기 시나리오는 시작 시점을 알리는 예약 신호를 드론에서 수신하지 않으면 상기 시나리오는 드론에 의해 작동하지 않는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 상기 제5 단계에서 상기 지상국에 수신 확인 신호를 전송하는 것은 유니캐스트 방식으로 전송하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 상기 제6 단계에서 상기 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론에게 상기 지상국에서 예약 신호를 다시 전송하는 것은 유니캐스트 방식으로 전송하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 상기 제7 단계에서 각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 결과 정보만 지상국에 송신하는 것은, 상기 복수의 드론의 수를 n , 상기 복수의 드론에서 상기 기지국으로 송신하는 정보를 d_b 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $= d_b \times n = n$ 인 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상기 제7 단계에서 각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 있을 때만 결과 정보를 지상국에 송신하는 것은, 복수의 드론 중에서 미리 정해진 시나리오 대로 비행하지 않는 드론의 수를 n_f , 상기 복수의 드론에서 상기 기지국으로 송신하는 정보를 d_b 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $= d_b \times n_f = n_f$ 인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 복수의 드론과 지상국 간의 데이터 교환을 최소화하는 방법은, 복수의 드론에게 시나리오 정보를 미리 입력하는 제1 단계; 지상국에서 상기 복수의 드론에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 제2 단계; 상기 복수의 드론 상호 간의 시나리오를 동기화하기 위해 상기 지상국에서 GPS 타임 정보를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제3 단계; 상기 지상국에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 상기 복수의 드론에게 브로드캐스트하는 제4 단계; 각각의 드론에서 상기 예약 신호를 수신한 후 상기 지상국에 수신 확인 신호를 전송하는 제5 단계; 상기 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론에게 상기 지상국에서 예약 신호를 다시 전송하고 상기 드론으로부터의 수신 확인 신호를 상기 지상국에서 수신하는 제6 단계; 및 각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 결과 정보만 지상국에 송신하는 제7 단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0026] 상술한 바와 같이, 본 발명은 복수의 드론과 지상국 간의 통신량을 획기적으로 줄여서 무선 네트워크 대역폭의 한계의 문제점이나 통신의 오류 문제를 방지할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 종래의 기술에 의한 드론 군집 운영 시스템의 개념도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템의 개념도이다.
 도 3은 본 발명의 제1 실시양태에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법의 순서도이다.
 도 4는 본 발명의 제1 실시양태에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법에서 시나리오가 입력되고 드론 간에 시나리오가 동기화되는 것을 나타낸다.
 도 5는 종래의 기술에 의한 드론과 기지국 간의 드론 진단을 위한 유니캐스트 통신 방식에 의해 통신이 진행되는 것을 나타낸다.
 도 6은 본 발명의 제1 실시양태에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법에서 드론이 자체 진단하고 결과만을 기지국에 전송하는 것을 나타낸다.
 도 7은 본 발명의 제2 실시양태에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0029] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0030] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0032] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0035] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템(10)에 대해 도면을 참조하여 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템(10)의 개념도이다. 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 시스템(10)은

복수의 드론(100), 기준국(200) 및 지상국(300)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0036] 복수의 드론(100)은 미리 입력된 시나리오에 따라 자율적으로 운행된다. 여기서, 시나리오는 각각의 드론(100)이 드론쇼와 같은 공연을 위해 비행해야 하는 비행 시간, 위치 등을 포함하는 정보를 말한다. 복수의 드론(100)은 미리 입력된 비행 시나리오에 따라 자율주행을 하게 되는데, 드론(100) 간의 충돌을 방지하기 위해 위상 오차를 보정할 수 있는 RTK-GPS에 의해 운영될 수 있다.

[0037] 기준국(200)은 GPS 신호 보정을 위해 RTK-GPS의 기준이 되는 지점이다. 즉, 측량 및 측위, 항법의 기준이 되는 점(위치) 혹은 수신기를 의미하며 고정되어 있다. RTK(Real Time Kinematic)는 경도, 고도 등 이미 정밀한 위치 값을 알고 있는 기준국(200)에 GPS 기지국을 설치하여 그곳의 GPS 위상 오차를 계산하고, 근처의 이동국은 해당 데이터를 받아 GPS 오차를 계산해 실시간으로 cm단위 급의 정밀도의 좌표값을 알 수 있는 측위 기법이다. 당연히 기준국(200)과 멀어질수록 정밀도는 낮아진다. RTK 보정 기법은 VRS(Vertual Reference Station) 기법, FKP(Flachen-Korrektur-Parameter) 기법, SSR(State Space Representation) 기법 등 다양한 기법이 있는데, 본 발명에서는 그 중 하나를 선택하여 사용할 수 있다.

[0038] 지상국(300)은 복수의 드론(100)에 제어 신호를 브로드캐스트(broadcast)로 전송한다. 본 발명에서는 지상국(300)과 복수의 드론(100) 사이에 통신량을 최소화하기 위해 일괄적으로 신호를 전송하는 방식인 브로드캐스트 방식으로 신호를 전송한다. 본 발명의 지상국(300)은 통신망이 연결된 개인용 컴퓨터, 노트북 컴퓨터 등으로 구현될 수 있으나, 바람직하게는 클라우드 서버, 웹 서버, 데이터베이스 서버, 프록시 서버 등의 통합 형태로 구현될 수 있다. 복수의 드론(100)과 지상국(300) 간에는 무선 네트워크로 연결되는데, 무선 네트워크로는 근거리 통신망 네트워크(Local Area Network : LAN), 광역 통신망(Wide Area Network : WAN) 네트워크, 부가가치 통신망(Value Added Network : VAN) 네트워크, 무선랜(Wireless LAN : WLAN) 네트워크, DLNA(Digital Living Network Alliance) 네트워크, 와이브로(Wireless Broadband : Wibro) 네트워크, 와이맥스(World Interoperability for Microwave Access : Wimax) 네트워크, HSDPA(High Speed Downlink Packet Access) 네트워크, HSUPA(High Speed Uplink Packet Access) 네트워크, IEEE 802.16 네트워크, 롱 텀 에볼루션(Long Term Evolution : LTE) 네트워크, LTE-A(Long Term Evolution-Advanced) 네트워크, 광대역 무선 이동 통신 서비스(Wireless Mobile Broadband Service : WMBS) 네트워크 중에서 하나 또는 복수로 선택하여 사용할 수 있다.

[0039] 복수의 드론(100)의 수를 n , 기지국(300)에서 상기 복수의 드론(100)으로 송신하는 정보를 d_a 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $d_a \times n = d_a$ 로 나타낼 수 있다. 이는 기지국(300)에서 복수의 드론(100)에게 송신하는 방식이 브로드캐스트 방식이기 때문이다. 기지국(300)에서는 복수의 드론(100) 각각에게 통신 신호를 보내는 대신에 브로드캐스트 방식으로 일괄적으로 신호를 송신하게 된다.

[0040] 또한, 본 발명은 복수의 드론의 수를 n , 기지국에서 복수의 드론으로 송신하는 정보를 d 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 d 로 제어되는 드론 군집 운영 시스템을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 포함한다. 상기 기록 매체로는 디지털 버서타일 디스크(DVD), 광자기디스크(MO), 플렉서블 디스크(FD), 자기테이프, 하드디스크, 판독 전용 메모리(ROM), 전기적 소거 및 개서 가능한 판독 전용 메모리(EEPROM), 플래시 메모리, 랜덤 액세스 메모리(RAM), SD(Secure Digital) 메모리카드 중에서 하나 또는 복수를 선택하여 사용할 수 있다.

[0042] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법에 대해 도면을 참조하여 설명한다. 도 3은 본 발명의 제1 실시양태에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법의 순서도이다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 본 발명의 일 실시예에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법은 하기의 7 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0043] 제1 단계(S10) : 복수의 드론(100) 내부에 시나리오 정보를 미리 입력하는 단계

[0044] 제2 단계(S20) : 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스팅하는 단계

[0045] 제3 단계(S30) : 복수의 드론(100) 상호간의 시나리오를 동기화하기 위해 지상국(300)에서 GPS 타임 정보를 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트하는 단계

[0046] 제4 단계(S40) : 지상국(300)에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트하는 단계

- [0047] 제5 단계(S50) : 각각의 드론(100)에서 상기 예약 신호를 수신 후 지상국(300)에 수신 확인 신호를 전송하는 단계
- [0048] 제6 단계(S60) : 상기 예약 신호를 송신하지 못한 드론(100)에게 지상국(300)에서 예약 신호를 다시 전송하고 상기 드론(100)으로부터의 수신 확인 신호를 지상국(300)에서 수신하는 단계
- [0049] 제7 단계(S70) : 각각의 드론에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 있을 때만 결과 정보를 지상국에 송신하는 단계
- [0050] 제1 실시양태에 의한 제1 단계(S10)는 복수의 드론(100)에게 비행 시나리오를 드론(100) 비행 전에 입력하는 단계이다. 본 발명은 복수의 드론(100)과 지상국(300) 간에 통신량을 최소화하는 것을 목적으로 한다. 드론(100)의 수를 n 이라고 하고, 각각의 드론(100)의 통신량의 수를 d 라고 하면, $n \times d =$ 전체 패킷 수인데, 드론(100)의 갯수가 많아질수록 무선 네트워크 대역폭의 한계로 인하여 운영할 수 있는 드론(100) 대수의 한계가 생긴다. 이를 위해 본 발명에서는 종래의 기술에서 드론(100)의 비행 시나리오를 지상국(300)에서 통신으로 각각의 복수의 드론(100)에게 전송하던 방식에서, 드론(100)의 비행 전에 각각의 드론(100)의 비행 시나리오를 미리 입력하는 방식을 취한다. 이렇게 되면 비행 시나리오 전송과 관련된 전체 통신량은 0이 된다.
- [0051] 제1 실시양태에 의한 제2 단계(S20)는 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 단계이다. 지상국(300)은 기준국(200)으로부터 RTK-GPS 신호를 전달받아 복수의 드론(100)에게 브로드캐스팅한다. 그룹 통신 방식은 유니캐스트(Unicast), 브로드캐스트(Broadcast) 및 멀티캐스트(Multicast)로 나뉜다. 유니캐스트는 하나의 송신자가 다른 하나의 수신자로 데이터를 전송하는 방식으로 일반적인 인터넷 응용프로그램이 모두 유니캐스트 방식을 사용하고 있다. 그룹 통신을 위하여 다중 수신자들에게 동일한 데이터를 전송하고자 할 경우 유니캐스트 전송방식을 이용한다면 전송하고자 하는 데이터 패킷을 다수의 수신자에게 여러 번 전송해야 하며, 동일한 패킷의 중복 전송으로 인해 네트워크 효율이 저하된다. 또한, 브로드캐스트는 자신의 호스트가 속해 있는 네트워크 전체를 대상으로 패킷을 전송하는 일대다 통신방식이다. 브로드캐스트는 로컬 랜 상에 붙어 있는 모든 네트워크 장비들에게 보내는 통신이다. 브로드캐스트는 꼭 필요한 통신방식이지만, 데이터를 수신할 필요가 없는 호스트들에게도 데이터가 전송되기 때문에 불필요한 인터럽트가 발생되며, 브로드 캐스트는 자신이 속한 네트워크에만 한정되고, 라우터를 경유하지 못하는 단점이 있다. 또한, 멀티캐스트 전송방식은 하나 이상의 송신자들이 특정한 하나 이상의 수신자들에게 데이터를 전송하는 방식이다. 멀티캐스트의 경우 자신이 데이터를 받기를 원하는 특정 호스트 들에게만 보내는 것이 가능하지만, 스위치나 라우터가 이 기능을 지원해 주어야 한다. 본 발명에서는 브로드캐스트 방식이나 유니캐스트 통신 방식을 사용할 수 있다. 브로드캐스트 방식을 사용하면 $n \times d =$ 전체 패킷 수에서 드론(100)의 갯수인 n 이 1이 되기 때문에 통신량을 획기적으로 줄일 수 있다.
- [0052] 제1 실시양태에 의한 제3 단계(S30)은 복수의 드론(100) 상호간의 시나리오를 동기화하기 위해 지상국(300)에서 GPS 타임 정보를 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트하는 단계이다. 도 4는 본 발명의 제1 실시양태에 의한 통신 최소화 및 동기화에 의한 드론(100) 군집 운영 방법에서 시나리오가 입력되고 드론(100) 간에 시나리오가 동기화되는 것을 나타낸다. GPS 위성은 위치 정보 뿐만 아니라 시간 정보도 같이 전송한다. GPS 타임은 GPS 위성에서 전송하는 시간으로 GPS 위성에 탑재된 원자시계에 맞춰져 있고, 이 시간은 지상의 국제협정시와도 동기화되어 있다. 복수의 드론(100)이 비행 시나리오에 의해 비행하기 위해서는 드론(100)의 위치뿐만 아니라 드론(100)이 비행 시나리오를 시작하는 시간에 대해 각각의 드론(100)끼리 동기화가 되어 있어야 한다. 복수의 드론(100)이 동일한 시간 기준에 의해 작동을 해야 비행 시나리오에 따라 비행이 가능하다. 이를 위해 지상국(300)에서 GPS 타임 정보를 복수의 드론(100)에 일괄적으로 브로드캐스트로 전송한다. 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보가 복수의 드론(100)의 일부 드론(100)에 전송되지 않는 경우, 상기 일부 드론(100)에서 지상국(300)으로 상기 GPS 타임 정보의 미수신 정보를 송신할 수 있다. 드론(100)은 자체 모니터링이 가능하기 때문에 자체 모니터링을 통해 GPS 타임 정보가 수신되지 않은 것을 발견하였을 때 GPS 타임 정보의 미수신 정보를 지상국(300)로 송신할 수 있다. 또한, 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보는 일정한 주기를 갖고 복수 회 전송하여 복수의 드론(100)에 GPS 타임 정보가 미수신되지 않도록 할 수 있다. GPS 타임 정보는 시나리오 동기화에 중요한 부분 중 하나이기 때문에 GPS 타임 정보는 일정한 주기로 복수 회 전송될 수 있다.
- [0053] 제1 실시양태에 의한 제4 단계(S40)는 지상국(300)에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트하는 단계이다. 시나리오가 시작되기 전에 지상국(300)에 시나리오 시작 시간에 대한 예약 신호를 GPS 타임에 의해 동기화된 복수의 드론(100)에 브로드캐

스트한다. 예를 들어, 지상국(300)에서는 시나리오가 1분 후에 시작된다는 예약 신호를 복수의 드론(100)에 브로드캐스트할 수 있고, 지상국(300)과 복수의 드론은 1분 이내에 예약 신호를 수신 여부를 결정해야 한다. 또한, 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호가 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트된 후, GPS 타임 정보가 동기화되지 않는 드론(100)이 있는 경우, 동기화되지 않는 드론(100)에서 지상국(300)으로 GPS 타임 정보의 비동기화 신호를 전송할 수 있다. 드론(100)이 시나리오를 시작하기 위해서는 GPS 타임에 의해 다른 드론(100)과 동기화가 되어야 한다. 예약 신호의 단계에까지 아직 GPS 타임 정보를 수신하지 못한 드론(100)은 예약 신호를 수신 후 GPS 타임 정보의 비동기화 신호를 지상국(300)으로 보내 GPS 타임 정보의 송출을 요청해야 한다.

[0054] 제1 실시양태에 의한 제5 단계(S50)는 드론(100)에서 예약 신호를 수신 후 지상국(300)에 수신 확인 신호를 전송하는 단계이다. 브로드캐스트된 예약 신호를 모든 드론(100)에서 수신하지 않을 수도 있기 때문에 예약 신호를 수신한 드론(100)은 수신 확인 신호를 지상국(300)에 유니캐스트 방식으로 전송한다. 수신 확인 신호를 전송하지 못한 드론(100)은 지상국(300)에서 전송한 예약 신호를 수신하지 못했다는 의미이다.

[0055] 제1 실시양태에 의한 제6 단계(S60)은 수신 확인 신호를 송신하지 못한 드론(100)에게 지상국(300)에서 예약 신호를 다시 유니캐스트 방식으로 전송하고 예약 신호를 수신한 드론(100)은 수신 확인을 유니캐스트 방식으로 지상국(300)에 전송한다. 제6 단계(S60)에서 유니캐스트 전송 방식을 채택하는 이유는 예약 신호를 수신하지 못한 드론(100)이 소수이기 때문에 유니캐스트 방식으로 신호를 전송해서 총 통신수가 많아지지 않기 때문이다. 또한, 예약 신호를 브로드캐스트로 전송하게 되면 신호가 중복되는 문제점이 있기 때문이다. 제6 단계(S60)를 통해 모든 드론(100)으로부터 수신 확인 신호를 수신하면 정해진 예약 시간에 시나리오는 시작된다. 상기 제6 단계(S60)는 모든 드론(100)에서 수신 확인 신호를 수신할 때까지 반복될 수 있고, 여러 번 반복해도 수신 확인 신호를 접수하지 못한 드론(100)이 있는 경우 기지국은 유니캐스트 방식으로 상기 드론(100)에 귀환 신호를 송신하여 상기 드론(100)이 시나리오를 진행하지 않고 귀환시킬 수 있다.

[0056] 상기 시나리오는 상기 시나리오의 시작 시점을 알리는 부분에 대해서는 사전에 시간을 두고 미리 예약하는 방법을 사용하며, 상기 시나리오는 시작 시점을 알리는 예약 신호를 드론(100)에서 수신하지 않으면 상기 시나리오는 드론(100)에 의해 작동하지 않는다. 드론(100)은 지상국(300)에서 전송한 예약 신호를 수신하지 않으면 시작 시간이 되더라도 시나리오를 개시하지 않는다. 드론(100)은 반드시 예약 신호를 수신한 경우에만 시나리오를 개시한다. 드론(100)이 예약 신호를 수신하지 못한 경우에는 지상국(300)에서는 일정 주기로 예약 신호를 드론(100)에 전송할 수 있고, 상기 일정 주기 동안에 드론(100)이 예약 신호를 수신하지 못한 경우 지상국(300)은 드론(100)에 귀환 명령을 전송한다.

[0057] 제1 실시양태에 의한 제7 단계(S70)는 드론(100)에서 드론(100)의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 결과 정보만 지상국(300)에 송신하는 단계이다. 도 5는 종래의 기술에 의한 드론(100)과 기지국 간의 드론(100) 진단을 위한 유니캐스트 통신 방식에 의해 통신이 진행되는 것을 나타내며, 도 6은 본 발명의 제1 실시양태에 의한 통신 최소화 및 드론(100) 군집 운영 방법에서 드론(100)이 자체 진단하고 결과만을 기지국에 전송하는 것을 나타낸다. 일반적으로 드론(100)은 드론(100)의 상태에 대해 지상국(300)과 인터랙티브로 통신을 하며 드론(100)의 상태에 대해 진단하게 되는데, $n \times d = \text{전체 패킷 수}$ 에서 d 가 많아져 전체 패킷 수는 드론(100) 수에 비례하여 증가하게 된다. 제7 단계(S70)에서 복수의 드론(100)의 수를 n , 복수의 드론(100)에서 기지국(300)으로 송신하는 정보를 d_b 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $= d_b \times n = n$ 일 수 있다. 즉, 제7 단계(S70)에서는 d_b 를 1로 두기 때문에 전체 패킷 수가 드론(100)의 수인 n 개 만큼에 발생하기 때문에 총 통신량을 획기적으로 줄일 수 있다. 드론(100)이 자체 진단에 필요한 항목은 하기와 같다. 드론(100)은 자체 진단 프로그램에 의해 하기의 항목을 자체 진단하여 진단 결과를 지상국(300)으로 유니캐스트 방식으로 전송한다. 진단 결과에 문제가 있는 드론(100)의 경우 지상국(300)은 드론(100)에 귀환 명령을 내려 귀환시킬 수 있다.

[0058] (00) Safety

[0059] (01) Offboard Mode (1: Yes, 0: No)

[0060] (02) Manual Mode (1: Yes, 0: No)

[0061] (03) Auto Mode (1: Yes, 0: No)

[0062] (04) Fail Safe Mode (1: Yes, 0: No)

[0063] (05) Batter Problem

[0064] (06) RTK-GPS Connection Problem

- [0065] (07) RTK-GPS Base Station Received Status
- [0066] (08) RTK-GPS Fixed Mode
- [0067] (09) RTK-GPS Offset Problem
- [0068] (10) Communication Connection Problem
- [0069] (11) Initial Attitude Problems (Pitch)
- [0070] (12) Initial Attitude Problems (Roll)
- [0071] (13) Intial Velocity Problem (X)
- [0072] (14) Intial Velocity Problem (Y)
- [0073] (15) Intial Velocity Problem (Z)
- [0074] (16) Temperature of XX (> TBD degree)
- [0075] (16) Temperature of XX (> TBD degree)
- [0076] (17) Temperature of YY (> TBD degree)
- [0077] (18) Exist Scenario File

- [0079] 이하에서는 본 발명의 다른 일 실시예에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법에 대해 도면을 참조하여 설명한다. 도 7은 본 발명의 제2 실시양태에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법의 순서도이다. 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 본 발명의 일 실시예에 의한 통신 최소화에 의한 드론 군집 운영 방법은 하기의 7 단계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0080] 제1 단계(R10) : 복수의 드론(100) 내부에 시나리오 정보를 미리 입력하는 단계
- [0081] 제2 단계(R20) : 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스팅하는 단계
- [0082] 제3 단계(R30) : 복수의 드론(100) 상호간의 시나리오를 동기화하기 위해 지상국(300)에서 GPS 타임 정보를 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트하는 단계
- [0083] 제4 단계(R40) : 지상국(300)에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트하는 단계
- [0084] 제5 단계(R50) : 각각의 드론(100)에서 상기 예약 신호를 수신 후 지상국(300)에 수신 확인 신호를 전송하는 단계
- [0085] 제6 단계(R60) : 상기 예약 신호를 송신하지 못한 드론(100)에게 지상국(300)에서 예약 신호를 다시 전송하고 상기 드론(100)으로부터의 수신 확인 신호를 지상국(300)에서 수신하는 단계
- [0086] 제7 단계(R70) : 각각의 드론(100)에서 드론의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 있을 때만 결과 정보를 지상국(300)에 송신하는 단계
- [0087] 제2 실시양태에 의한 제1 단계(R10)는 복수의 드론(100)에게 비행 시나리오를 드론(100) 비행 전에 입력하는 단계이다. 본 발명은 복수의 드론(100)과 지상국(300) 간에 통신량을 최소화하는 것을 목적으로 한다. 드론(100)의 수를 n 이라고 하고, 각각의 드론(100)의 통신량의 수를 d 라고 하면, $n \times d =$ 전체 패킷 수인데, 드론(100)의 갯수가 많아질수록 무선 네트워크 대역폭의 한계로 인하여 운영할 수 있는 드론(100) 대수의 한계가 생긴다. 이를 위해 본 발명에서는 종래의 기술에서 드론(100)의 비행 시나리오를 지상국(300)에서 통신으로 각각의 복수의 드론(100)에게 전송하던 방식에서, 드론(100)의 비행 전에 각각의 드론(100)의 비행 시나리오를 미리 입력하는 방식을 취한다. 이렇게 되면 비행 시나리오 전송과 관련된 전체 통신량은 0이 된다.
- [0088] 제2 실시양태에 의한 제2 단계(R20)는 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 단계이다. 지상국(300)은 기준국(200)으로부터 RTK-GPS 신호를 전달받아 복수의 드론(100)에게 브로드캐스팅한다. 브로드캐스트 방식을 사용하면 $n \times d =$ 전체 패킷 수에서 드론(100)의 갯수인 n 이 1이 되기 때문에 통신량을 획기적으로 줄일 수 있다.

- [0089] 제2 실시양태에 의한 제3 단계(R30)은 복수의 드론(100) 상호간의 시나리오를 동기화하기 위해 지상국(300)에서 GPS 타임 정보를 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트하는 단계이다. 복수의 드론(100)이 비행 시나리오에 의해 비행하기 위해서는 드론(100)의 위치뿐만 아니라 드론(100)이 비행 시나리오를 시작하는 시간에 대해 각각의 드론(100)끼리 동기화가 되어 있어야 한다. 복수의 드론(100)이 동일한 시간 기준에 의해 작동을 해야 비행 시나리오에 따라 비행이 가능하다. 이를 위해 지상국(300)에서 GPS 타임 정보를 복수의 드론(100)에 일괄적으로 브로드캐스트로 전송한다. 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보가 복수의 드론(100)의 일부 드론(100)에 전송되지 않는 경우, 상기 일부 드론(100)에서 지상국(300)으로 상기 GPS 타임 정보의 미수신 정보를 송신할 수 있다. 드론(100)은 자체 모니터링이 가능하기 때문에 자체 모니터링을 통해 GPS 타임 정보가 수신되지 않은 것을 발견하였을 때 GPS 타임 정보의 미수신 정보를 지상국(300)로 송신할 수 있다. 또한, 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트되는 GPS 타임 정보는 일정한 주기를 갖고 복수 회 전송하여 복수의 드론(100)에 GPS 타임 정보가 미수신되지 않도록 할 수 있다. GPS 타임 정보는 시나리오 동기화에 중요한 부분 중 하나이기 때문에 GPS 타임 정보는 일정한 주기로 복수 회 전송할 수 있다.
- [0090] 제2 실시양태에 의한 제4 단계(R40)는 지상국(300)에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트하는 단계이다. 시나리오가 시작되기 전에 지상국(300)에 시나리오 시작 시간에 대한 예약 신호를 GPS 타임에 의해 동기화된 복수의 드론(100)에 브로드캐스트한다. 예를 들어, 지상국(300)에서는 시나리오가 1분 후에 시작된다는 예약 신호를 복수의 드론(100)에 브로드캐스트할 수 있고, 지상국(300)과 복수의 드론은 1분 이내에 예약 신호를 수신 여부를 결정해야 한다. 또한, 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호가 복수의 드론(100)에게 브로드캐스트된 후, GPS 타임 정보가 동기화되지 않는 드론(100)이 있는 경우, 동기화되지 않는 드론(100)에서 지상국(300)으로 GPS 타임 정보의 비동기화 신호를 전송할 수 있다. 드론(100)이 시나리오를 시작하기 위해서는 GPS 타임에 의해 다른 드론(100)과 동기화가 되어야 한다. 예약 신호의 단계에까지 아직 GPS 타임 정보를 수신하지 못한 드론(100)은 예약 신호를 수신 후 GPS 타임 정보의 비동기화 신호를 지상국(300)으로 보내 GPS 타임 정보의 송출을 요청해야 한다.
- [0091] 제2 실시양태에 의한 제5 단계(R50)는 드론(100)에서 예약 신호를 수신 후 지상국(300)에 수신 확인 신호를 전송하는 단계이다. 브로드캐스트된 예약 신호를 모든 드론(100)에서 수신하지 않을 수도 있기 때문에 예약 신호를 수신한 드론(100)은 수신 확인 신호를 지상국(300)에 유니캐스트 방식으로 전송한다. 수신 확인 신호를 전송하지 못한 드론(100)은 지상국(300)에서 전송한 예약 신호를 수신하지 못했다는 의미이다.
- [0092] 제2 실시양태에 의한 제6 단계(R60)은 수신 확인 신호를 송신하지 못한 드론(100)에게 지상국(300)에서 예약 신호를 다시 유니캐스트 방식으로 전송하고 예약 신호를 수신한 드론(100)은 수신 확인을 유니캐스트 방식으로 지상국(300)에 전송한다. 제6 단계(R60)에서 유니캐스트 전송 방식을 채택하는 이유는 예약 신호를 수신하지 못한 드론(100)이 소수이기 때문에 유니캐스트 방식으로 신호를 전송해서 총 통신수가 많아지지 않기 때문이다. 또한, 예약 신호를 브로드캐스트로 전송하게 되면 신호가 중복되는 문제점이 있기 때문이다. 제6 단계(R60)를 통해 모든 드론(100)으로부터 수신 확인 신호를 수신하면 정해진 예약 시간에 시나리오는 시작된다. 상기 제6 단계(R60)는 모든 드론(100)에서 수신 확인 신호를 수신할 때까지 반복될 수 있고, 여러 번 반복해도 수신 확인 신호를 접수하지 못한 드론(100)이 있는 경우 기지국은 유니캐스트 방식으로 상기 드론(100)에 귀환 신호를 송신하여 상기 드론(100)이 시나리오를 진행하지 않고 귀환시킬 수 있다.
- [0093] 상기 시나리오는 상기 시나리오의 시작 시점을 알리는 부분에 대해서는 사전에 시간을 두고 미리 예약하는 방법을 사용하며, 상기 시나리오는 시작 시점을 알리는 예약 신호를 드론(100)에서 수신하지 않으면 상기 시나리오는 드론(100)에 의해 작동하지 않는다. 드론(100)은 지상국(300)에서 전송한 예약 신호를 수신하지 않으면 시작 시간이 되더라도 시나리오를 개시하지 않는다. 드론(100)은 반드시 예약 신호를 수신한 경우에만 시나리오를 개시한다. 드론(100)이 예약 신호를 수신하지 못한 경우에는 지상국(300)에서는 일정 주기로 예약 신호를 드론(100)에 전송할 수 있고, 상기 일정 주기 동안에 드론(100)이 예약 신호를 수신하지 못한 경우 지상국(300)은 드론(100)에 귀환 명령을 전송한다.
- [0094] 제2 실시양태에 의한 제7 단계(R70)는 각각의 드론(100)에서 드론(100)의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 있을 때만 결과 정보를 지상국(300)에 송신한다. 드론(100)이 드론(100) 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 없으면 결과 정보를 지상국(300)으로 보내지 않고, 자체 모니터링의 결과 문제가 발견되는 경우만 결과 정보를 지상국(300)으로 전송하여 총 통신량의 줄일 수 있다. 각각의 드론(100)에서 드론(100)의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 문제가 있을 때만 결과 정보를 지상국(300)에 송신하는 것은, 복수의 드론(100) 중에서 미리 정해진 시나리오 대로 비행하지 않는 드론(100)의 수를 n_r , 복수의 드론(100)에서 지상국(300)으로 송

신하는 정보를 d_b 라고 정의하면, 전체 패킷 수(D)는 $= d_b \times n_f = n_f$ 이다. 즉, 문제가 있는 드론에서만 지상국(300)으로 신호를 전송하기 때문에 전체 패킷 수는 n_f 인 것이다.

[0096] 본 발명의 복수의 드론(100)과 지상국(300) 간의 데이터 교환을 최소화하는 방법은, 복수의 드론(100)에게 시나리오 정보를 미리 입력하는 제1 단계(R10), 지상국(300)에서 복수의 드론(100)에게 RTK-GPS 신호를 브로드캐스트하는 제2 단계(R20), 복수의 드론(100) 상호 간의 시나리오를 동기화하기 위해 지상국(300)에서 GPS 타임 정보를 복수(100)의 드론에게 브로드캐스트하는 제3 단계(R30), 지상국(300)에서 시나리오가 시작되기 전에 시나리오 시작 시점을 알리는 예약 신호를 복수의 드론(300)에게 브로드캐스트하는 제4 단계(R40), 각각의 드론(100)에서 예약 신호를 수신한 후 지상국(300)에 수신 확인 신호를 전송하는 제5 단계(R50), 수신 확인 신호를 송신하지 않은 드론(100)에게 지상국(300)에서 예약 신호를 다시 전송하고 상기 드론(100)으로부터의 수신 확인 신호를 지상국(300)에서 수신하는 제6 단계(R60) 및 각각의 드론(100)에서 드론(100)의 상태에 대해 자체 모니터링을 하고 결과 정보만 지상국(300)에 송신하는 제7 단계를 포함한다.

[0098] 본 발명은 상기 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

[0099] 10 : 드론 군집 운영 시스템

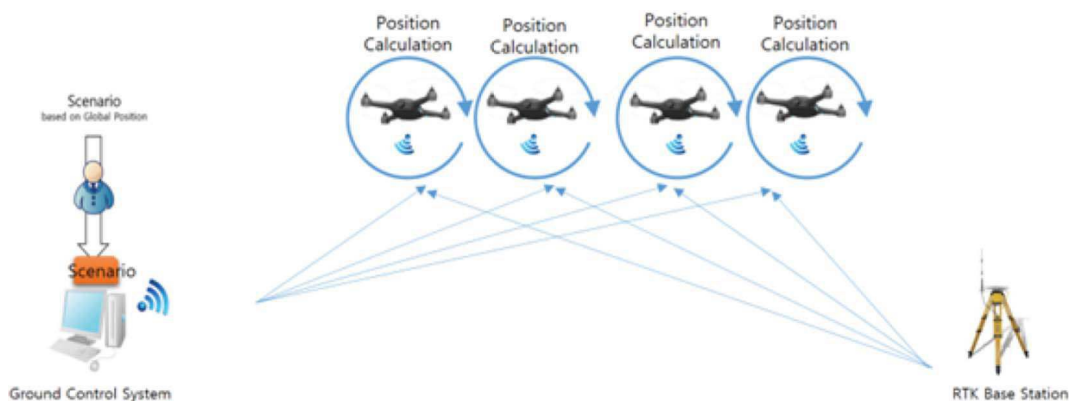
100 : 드론

200 : 기준국

300 : 지상국

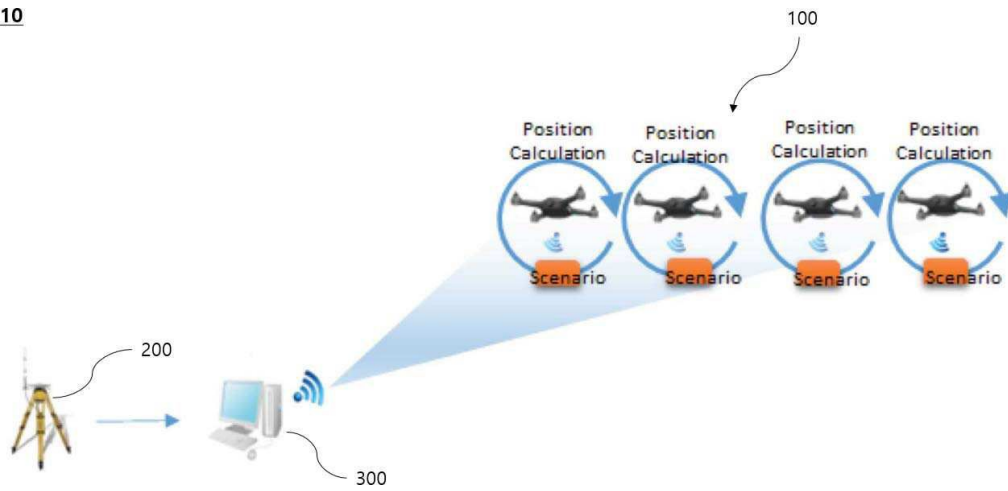
도면

도면1

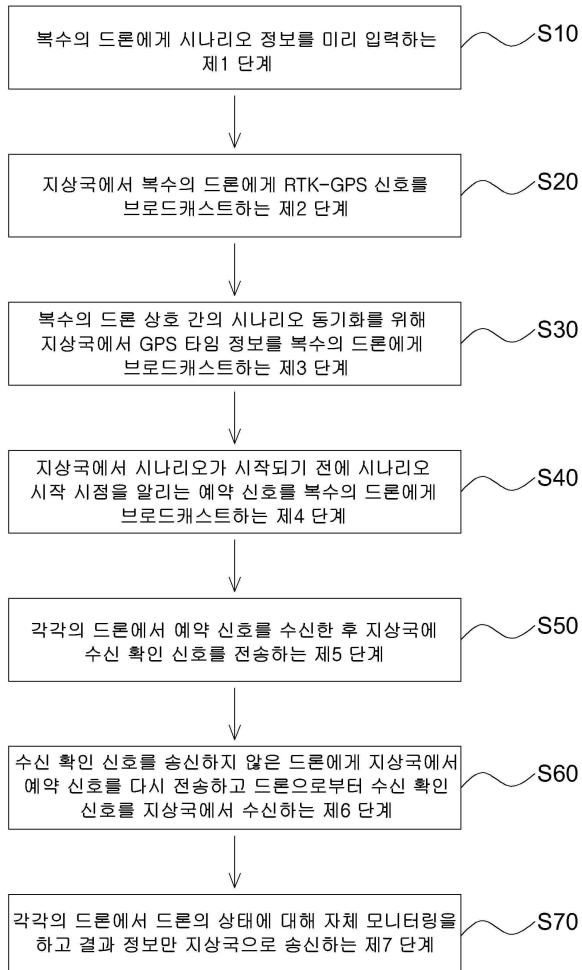


도면2

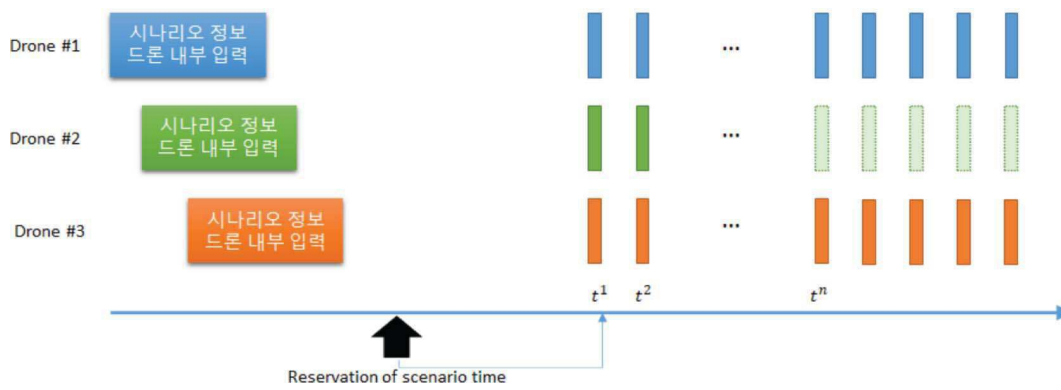
10



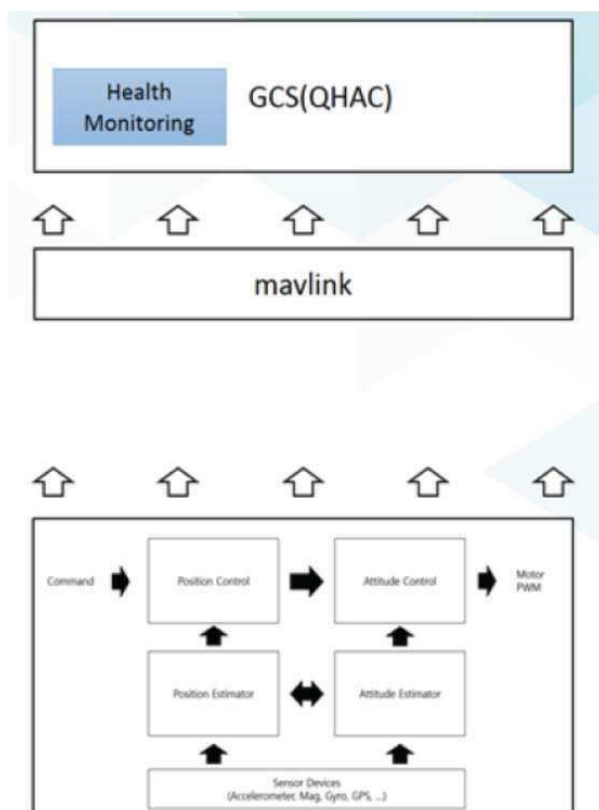
도면3



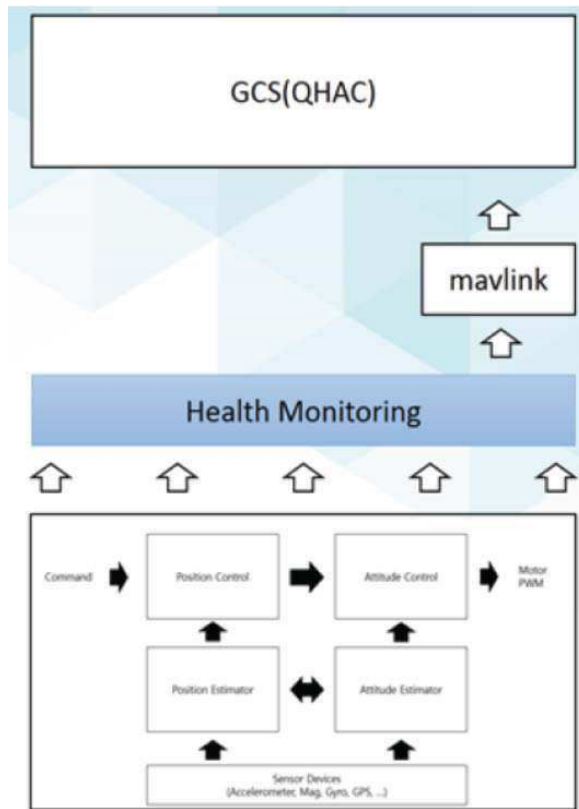
도면4



도면5



도면6



도면7

