(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0118036
(43) 공개일자 2016년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64C 39/02 (2006.01) *B64C 19/02* (2006.01)
B64D 45/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B64C 39/024 (2013.01)
B64C 19/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0046277
(22) 출원일자 2015년04월01일
심사청구일자 2015년04월01일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김황남
서울특별시 성동구 금호로 117, 103동 307호 (금호동2가, 금호자이1차)
유승호
서울특별시 강남구 도곡로7길 22, 103동 902호 (역삼동, 어울림아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
심경식, 홍성욱

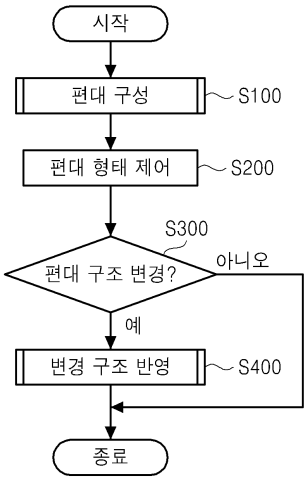
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **드론 편대 제어 방법**

(57) 요 약

드론 편대 제어 방법이 개시된다. 본 발명의 드론 편대 제어 방법은 지상 제어 장치(GCS)를 이용한 드론 편대 제어 방법에 있어서, 지상에 위치하며 드론들의 정보를 저장하고 상기 드론들을 제어하는 지상 제어 장치(GCS)가 편대를 구성할 모든 드론들을 편대 목록에 등록하는 단계; 상기 등록된 모든 드론들 각각에 대하여 물리적인 위치와 논리적인 위치를 동기화시켜 편대를 구성하는 단계; 상기 편대의 임무 또는 편대 비행에 영향을 미치는 주변 환경에 기초하여 편대의 형태를 제어하는 단계; 및 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각 반영하여 편대를 유지하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B64D 45/00 (2013.01)
B64C 2201/143 (2013.01)
B64D 2045/0085 (2013.01)
(72) 발명자
정종택
서울특별시 서초구 방배중앙로9길 29, 202호 (방배동, 양지빌라트)
정용준
서울특별시 서초구 서운로 208, 4동 1101호 (서초동, 삼호아파트)
이지연
경기도 용인시 기흥구 죽현로 12, 306동 1702호 (보정동, 죽현마을동원로얄듀크아파트)
이석규
서울특별시 송파구 올림픽로 435, 116동 2402호 (신천동, 파크리오)
김강호
부산광역시 금정구 구서중앙로 20, 5동 902호 (구서동, 선경1차아파트)

명 세 서

청구범위

청구항 1

지상 제어 장치(GCS)가 드론 편대를 제어하는 방법에 있어서,

지상에 위치하며 드론들의 정보를 저장하고 상기 드론들을 제어하는 지상 제어 장치(GCS)가 편대를 구성할 모든 드론들을 편대 목록에 등록하는 단계;

상기 등록된 모든 드론들 각각에 대하여 물리적인 위치와 논리적인 위치를 동기화시켜 편대를 구성하는 단계;

상기 편대의 임무 또는 편대 비행에 영향을 미치는 주변 환경에 기초하여 편대의 형태를 제어하는 단계; 및

상기 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각 반영하여 편대를 유지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 편대 구성 단계는

상기 등록된 드론들 각각에 탑재된 복수의 센서로부터 복수의 센서 값을 수신하여 상기 등록된 드론들 각각의 물리적 위치를 추정하는 단계; 및

상기 등록된 드론들 각각에 대한 편대 내에서의 논리적 위치와 상기 물리적 위치를 동기화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 센서는 카메라, 초음파 센서 및 적외선 센서를 포함하고,

상기 논리적 위치는 상기 등록된 드론들과의 소리 교환을 통한 소리의 왕복 시간에 기초하여 추정되는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 편대 형태 제어 단계는

상기 편대가 비행하는 주변의 풍속을 감지하여 상기 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값 및 드론의 비행 높이를 결정하는 단계; 및

상기 편대가 수행할 임무의 특성에 기초하여 편대 전체의 동작 범위 및 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값을 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 편대 형태 제어 단계는

상기 지상 제어 장치(GCS)에 기 저장된 지형 정보 및 상기 편대의 예상 비행 경로에 기초하여 상기 편대와 지형의 충돌 여부를 예측하고, 상기 예측 결과에 따라 상기 충돌을 방지하는 형태로 상기 편대의 형태를 변경하는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 편대 형태 제어 단계는

상기 편대의 실시간 비행 환경 정보를 수치화하여 나타내고 상기 수치에 따라 현재의 편대 형태의 위험 정도를 나타내기 위해, 미리 저장된 리스크 함수 알고리즘(Risk Function Algorithm)에 의거하여 편대의 형태를 제어하

는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 7

마스터 드론이 드론 편대를 제어하는 방법에 있어서,

편대를 구성할 드론들 중 하나인 마스터 드론이 편대를 구성할 모든 소속 드론들에게 발견 메시지(Discovery Message)를 전송하는 단계;

상기 소속 드론들로부터 응답 메시지를 수신하여 편대를 구성하는 단계;

상기 편대의 임무 또는 편대 비행에 영향을 미치는 주변 환경에 기초하여 상기 편대의 형태를 제어하는 단계; 및

상기 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각 반영하여 편대를 유지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 편대 형태 제어 단계는

상기 드론들 간의 거리 제어에 있어서, 센서값을 상호 교환하여 서로의 거리를 측정하는 드론들 각각에게, 상기 마스터 드론에 의해 감지된 풍속 또는 임무의 특성에 기초하여 결정된 드론들간의 거리값을 전달하여 상기 드론들이 그 거리값을 유지하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 9

드론 편대 제어 방법에 있어서,

편대를 구성할 드론들 중 임의의 하나인 제3 드론이 상기 편대를 구성할 모든 소속 드론들을 등록하는 단계;

상기 제3 드론이 상기 소속 드론들 각각에 대하여 물리적인 위치와 논리적인 위치를 동기화시켜 편대를 구성하는 단계;

상기 편대의 임무 또는 편대 비행에 영향을 미치는 주변 환경에 기초하여 편대의 형태를 제어하는 단계; 및

상기 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각 반영하여 편대를 유지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 편대 유지 단계는

상기 제3 드론이 새로운 제4 드론으로부터 편대 편입 요청 메시지를 수신하는 단계;

상기 제3 드론이 상기 제4 드론을 인증하는 단계;

상기 인증 결과를 모든 소속 드론들과 공유하는 단계;

상기 제4 드론에 대한 다른 모든 소속 드론들의 인증 결과를 수신하는 단계; 및

상기 제4 드론에 대하여, 상기 제3 드론 및 다른 모든 소속 드론들이 편대 편입을 승인한 경우, 상기 제4 드론을 상기 편대에 편입시킨 후, 상기 제4 드론이 편입되었음을 나타내는 결과 메시지를 상기 제4 드론에게 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 편대 제어 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 드론 편대 제어 방법에 관한 것으로서, 특히 다수의 드론들을 편대로 구성하고, 이를 제어하는 드론 편대 제어 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 드론이란 UAV(Unmanned Aerial Vehicle), 무인 비행선, 무인 비행체 등 사람이 탑승하지 않고 원격으로 조종하거나 사전 정보에 따라 비행하는 모든 비행체를 포함하며, 드론 편대란 하나의 큰 임무를 수행하기 위하여 공동으로 임무를 처리하는 드론들의 묶음이다. 즉, 드론 한 개체가 이룰 수 없는 일을 여러 대가 나누어서 달성할 수 있도록 하기 위해 여러 대의 드론들이 편대를 구성할 수 있다.

[0003] 예를 들어, 물류의 간편한 이동 및 배달에 드론을 이용하는 경우, 여러 대의 드론으로 편대를 구성한다면, 편대를 구성한 드론들 각각에게 로드가 분산되어 하나의 드론이 들 수 있는 무게 보다 더 큰 무게를 들 수 있다. 또한, 넓거나 커서 균형을 잡기 힘든 물체를 좀 더 안정적으로 들 수도 있을 것이다. 게다가, 혹시 하나의 드론이 고장나거나 추락하는 경우에도 좀 더 유연성 있게 대처할 수 있게 된다.

[0004] 한편, 군대나 건축 등에서 주로 사용되는 정보 수집용 드론을 편대로 구성한다면, 비행 시간에 제약이 존재하는 개별적 드론의 한계를 극복할 수 있을 것이다. 즉, 동시간의 정보 수집량에 제약이 있을 수밖에 없는 드론의 한계를 뛰어넘을 수 있을 것이다. 일례로, 빛에 영향을 많이 받는 정보(예컨대, 영상 정보 등)의 경우, 서로 다른 시간에 수집한 정보가 매우 다른 양상을 띠게 되어 긴 시간에 걸쳐 정보를 수집할 경우 올바른 수집이 이루어지지 않는 경우가 생기는데, 여러 대의 드론으로 편대를 구성한다면 동시간에 많은 정보를 수집할 수 있어 이러한 문제를 해결할 수 있다. 또한, 고장이나 추락의 경우에 유연성 있는 대처가 가능하게 된다.

[0005] 이와 같이 다중 드론 환경에서의 편대 비행 기술은 드론 한 개체가 이룰 수 없는 일을 여러 대가 나누어서 달성할 수 있도록 함으로써 다양한 장점이 예상된다.

[0006] 하지만, 상기와 같은 이점들을 지닌 편대 비행 기술은 실외 또는 완전한 환경이 설치되지 않은 곳에서는 구현이 되지 않았기 때문에 그에 관련된 기술들에 대한 연구는 거의 진행 된 바가 없는 실정이다. 일부 편대비행은 이루어지기도 했으나, 아직 연구단계에서 방 하나 정도의 소규모 공간을 비행하는 편대비행만이 이루어져있을 뿐이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명은 다수의 드론을 편대로 구성하고, 이를 자유자재로 제어하는 드론 편대 제어 방법을 제공하고자 한다.

[0008] 또한, 본 발명은 다수의 드론들이 서로의 위치를 상대적으로 파악하고 그 상대적 위치에 기초하여 드론 편대를 구성하고 이를 제어하는 드론 편대 제어 방법을 제공하고자 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 편대 비행에 영향을 끼치는 요인들을 감지하고, 그 요인에 따라 편대 형태를 제어하는 드론 편대 제어 방법을 제공하고자 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각적으로 반영함으로써 편대를 유지하는 드론 편대 제어 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제1 실시예에 따른 드론 편대 제어 방법은 지상 제어 장치(GCS)를 이용한 드론 편대 제어 방법에 있어서, 지상에 위치하며 드론들의 정보를 저장하고 상기 드론들을 제어하는 지상 제어 장치(GCS)가 편대를 구성할 모든 드론들을 편대 목록에 등록하는 단계; 상기 등록된 모든 드론들 각각에 대하여 물리적인 위치와 논리적인 위치를 동기화시켜 편대를 구성하는 단계; 상기 편대의 임무 또는 편대 비행에 영향을 미치는 주변 환경에 기초하여 편대의 형태를 제어하는 단계; 및 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각 반영하여 편대를 유지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게는, 상기 편대 구성 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 등록된 드론들 각각의 물리적 위치를 추정하는 단계; 및 상기 등록된 드론들 각각에 대한 편대 내에서의 논리적 위치와 상기 물리적 위치를 동기화하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 물리적 위치 추정 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 등록된 드론들 각각에 탑재된 센서값을 수신하고, 그 센서값에 기초하여 각 드론들의 물리적 위치를 추정할 수 있다.

[0014] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 편대가 비행하는 주변의 풍속을

감지하고, 상기 감지된 풍속에 기초하여 상기 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값 및 드론의 비행 높이를 결정할 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 편대가 수행할 임무의 특성에 기초하여 편대 전체의 동작 범위 및 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값을 결정할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 드론들 간의 거리 제어에 있어서, 센서값을 상호 교환하여 서로의 거리를 측정하는 드론들 각각에게, 상기 감지된 풍속 또는 임무의 특성에 기초하여 결정된 드론들간의 거리값을 전달하여 상기 드론들이 그 거리값을 유지하도록 제어할 수 있다.

[0017] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)에 기 저장된 지형 정보 및 상기 편대의 예상 비행 경로에 기초하여 상기 편대와 지형의 충돌 여부를 예측하고, 그 결과에 따라 상기 충돌을 방지하는 형태로 상기 편대의 비행 형태를 변경할 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가, 편대의 실시간 비행 환경 정보를 수치화하여 나타내고 그 수치에 따라 현재의 편대 형태의 위험 정도를 나타내기 위해, 미리 저장된 리스크 함수 알고리즘(Risk Function Algorithm)에 의거하여 편대의 형태를 제어할 수 있다.

[0019] 바람직하게는, 상기 편대 유지 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가 새로운 제1 드론으로부터 편대 편입 요청 메시지를 수신하는 단계; 및 상기 제1 드론을 기 저장된 편대 목록에 등록하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 상기 편대 유지 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 편대 목록에 등록된 드론들의 이탈 여부를 주기적으로 모니터링하고, 드론의 이탈이 감지되면 상기 이탈 드론을 상기 편대 목록에서 삭제할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제2 실시예에 따른 드론 편대 제어 방법은 마스터 드론을 이용한 드론 편대 제어 방법에 있어서, 편대를 구성할 드론들 중 하나인 마스터 드론이 편대를 구성할 모든 소속 드론들에게 발견 메시지(Discovery Message)를 전송하는 단계; 상기 소속 드론들로부터 응답 메시지를 수신하여 편대를 구성하는 단계; 상기 편대의 임무 또는 편대 비행에 영향을 미치는 주변 환경에 기초하여 편대의 형태를 제어하는 단계; 및 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각 반영하여 편대를 유지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 바람직하게는, 상기 편대 구성 단계는 상기 마스터 드론이 상기 소속 드론들 각각의 물리적 위치를 추정하는 단계; 및 상기 등록된 드론들 각각에 대한 편대 내에서의 논리적 위치와 상기 물리적 위치를 동기화하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 바람직하게는, 상기 물리적 위치 추정 단계는 상기 마스터 드론이 상기 소속 드론들 각각과 센서값을 교환하여 상기 소속드론들과의 상대거리를 추정하고, 상기 상대거리에 기초하여 상기 소속 드론들의 물리적 위치를 추정할 수 있다.

[0024] 바람직하게는, 상기 물리적 위치 추정 단계는 상기 마스터 드론이 상기 소속 드론들과 소리를 교환하고, 소리가 도달하는 시간에 기초하여 상기 소속 드론들 각각과의 상대 거리를 추정할 수 있다.

[0025] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 마스터 드론이 상기 편대가 비행하는 주변의 풍속을 감지하고, 상기 감지된 풍속에 기초하여 상기 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값 및 드론의 비행 높이를 결정할 수 있다.

[0026] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 편대가 수행할 임무의 특성에 기초하여, 상기 마스터 드론이 편대 전체의 동작 범위 및 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값을 결정할 수 있다.

[0027] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 드론들 간의 거리 제어에 있어서, 센서값을 상호 교환하여 서로의 거리를 측정하는 드론들 각각에게, 상기 마스터 드론에 의해 감지된 풍속 또는 임무의 특성에 기초하여 결정된 드론들간의 거리값을 전달하여 상기 드론들이 그 거리값을 유지하도록 제어할 수 있다.

[0028] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 마스터 드론에 기 저장된 지형 정보 및 상기 편대의 예상 비행 경로에 기초하여 상기 편대와 지형의 충돌 여부를 예측하고, 그 결과에 따라 상기 충돌을 방지하는 형태로 상기 편대의 비행 형태를 변경할 수 있다.

[0029] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 마스터 드론이, 편대의 실시간 비행 환경 정보를 수치화하여 나타내고 그 수치에 따라 현재의 편대 형태의 위험 정도를 나타내기 위해, 미리 저장된 리스크 함수 알고리즘

(Risk Function Algorithm)에 의거하여 편대의 형태를 제어할 수 있다.

[0030] 바람직하게는, 상기 편대 유지 단계는 상기 마스터 드론이 새로운 제2 드론으로부터 편대 편입 요청 메시지를 수신하는 단계; 및 상기 제2 드론을 기 저장된 편대 목록에 등록하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 바람직하게는, 상기 편대 유지 단계는 상기 마스터 드론이 상기 편대 목록에 등록된 드론들의 이탈 여부를 주기적으로 모니터링하고, 드론의 이탈이 감지되면 상기 이탈 드론을 상기 편대 목록에서 삭제할 수 있다.

[0032] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제3 실시예에 따른 드론 편대 제어 방법은 편대를 구성할 드론들 중 임의의 하나인 제3 드론이 그 편대를 구성할 모든 소속 드론들을 등록하는 단계; 상기 제3 드론이 상기 소속 드론들 각각에 대하여 물리적인 위치와 논리적인 위치를 동기화시켜 편대를 구성하는 단계; 상기 편대의 임무 또는 편대 비행에 영향을 미치는 주변 환경에 기초하여 편대의 형태를 제어하는 단계; 및 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각 반영하여 편대를 유지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0033] 바람직하게는, 상기 등록 단계 및 편대 구성 단계는 상기 편대를 구성할 모든 드론들이 상기 소속 드론들을 등록할 때까지 다른 드론을 선택하면서 반복 수행할 수 있다.

[0034] 바람직하게는, 상기 편대 구성 단계는 상기 제3 드론이 상기 소속 드론들 각각의 물리적 위치를 추정하는 단계; 상기 등록된 드론들 각각에 대한 편대 내에서의 논리적 위치와 상기 물리적 위치를 동기화하는 단계; 및 상기 동기화 결과를 상기 모든 소속 드론들과 함께 공유하는 것을 포함할 수 있다.

[0035] 바람직하게는, 상기 물리적 위치 추정 단계는 상기 제3 드론이 상기 소속 드론들 각각과 센서값을 교환하여 상기 소속드론들과의 상대거리를 추정하고, 상기 상대거리에 기초하여 상기 소속 드론들의 물리적 위치를 추정할 수 있다.

[0036] 바람직하게는, 상기 물리적 위치 추정 단계는 상기 제3 드론이 상기 소속 드론들과 소리를 교환하고, 소리가 도달하는 시간에 기초하여 상기 소속 드론들 각각과의 상대 거리를 추정할 수 있다.

[0037] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 제3 드론이 상기 편대가 비행하는 주변의 풍속을 감지하고, 상기 감지된 풍속에 기초하여 상기 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값 및 드론의 비행 높이를 결정한 후, 상기 결정된 드론들 간의 거리값 및 드론의 비행 높이를 상기 모든 소속 드론들과 함께 공유할 수 있다.

[0038] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 제3 드론이 상기 편대가 수행할 임무의 특성에 기초하여 편대 전체의 동작 범위 및 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값을 결정한 후, 상기 편대 전체의 동작 범위 및 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값을 상기 모든 소속 드론들과 함께 공유할 수 있다.

[0039] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 드론들 간의 거리 제어에 있어서, 센서값을 상호 교환하여 서로의 거리를 측정하는 드론들 각각에게, 상기 제3 드론에 의해 감지된 풍속 또는 임무의 특성에 기초하여 결정된 드론들간의 거리값을 상호 전달하여 상기 드론들이 그 거리값을 유지하도록 제어할 수 있다.

[0040] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 제3 드론에 기 저장된 지형 정보 및 상기 편대의 예상 비행 경로에 기초하여 상기 편대와 지형의 충돌 여부를 예측하고, 그 결과에 따라 상기 충돌을 방지하는 형태로 상기 편대의 비행 형태를 변경할 수 있다.

[0041] 바람직하게는, 상기 편대 형태 제어 단계는 상기 제3 드론이, 편대의 실시간 비행 환경 정보를 수치화하여 나타내고 그 수치에 따라 현재의 편대 형태의 위험 정도를 나타내기 위해, 미리 저장된 리스크 함수 알고리즘(Risk Function Algorithm)에 의거하여 편대의 형태를 제어할 수 있다.

[0042] 바람직하게는, 상기 편대 유지 단계는 상기 제3 드론이 새로운 제4 드론으로부터 편대 편입 요청 메시지를 수신하는 단계; 상기 제3 드론이 상기 제4 드론을 인증하는 단계; 상기 인증 결과를 모든 소속 드론들과 공유하는 단계; 상기 제4 드론에 대한 다른 모든 소속 드론들의 인증 결과를 수신하는 단계; 및 상기 제4 드론에 대하여, 상기 제3 드론 및 다른 모든 소속 드론들이 편대 편입을 승인한 경우, 상기 제4 드론을 상기 편대에 편입시키고 그 결과 메시지를 상기 제4 드론에게 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0043] 바람직하게는, 상기 편대 유지 단계는 상기 편대에서 이탈하고자 하는 제5 드론이 주변의 드론들에게 상기 제5 드론의 이탈 통보 메시지를 전달하는 단계; 및 상기 제5 드론이 상기 이탈 통보 메시지를 수신한 주변의 드론들로부터 이탈 확인 메시지를 수신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0044] 바람직하게는, 상기 편대 유지 단계는 상기 제3 드론이 상기 편대 목록에 등록된 드론들의 이탈 여부를 주기적으로 모니터링하고, 드론의 이탈이 감지되면 상기 이탈 드론을 상기 편대 목록에서 삭제할 수 있다.

발명의 효과

[0045] 본 발명은 다수의 드론들이 서로의 위치를 상대적으로 파악하고 그 상대적인 위치에 기초하여 드론 편대를 구성 및 제어함으로써, 편대 비행시 각각의 드론에 탑재된 센서의 오차가 중첩되어 발생하는 문제를 예방할 수 있다. 또한, 본 발명은 편대 비행에 영향을 끼치는 요인에 따라 편대 형태를 제어하고, 편대를 구성하는 드론이 추가되거나 이탈한 경우 이를 편대 정보에 즉각적으로 반영함으로써, 다수의 드론들을 효율적으로 통제하는 것이 가능해지며, 이로 인해, 드론의 응용분야를 넓힐 수 있게 될 것이다. 특히, 본 발명은 하나의 드론으로 불가능한 일을 성공적으로 수행할 수 있으며, 더욱 신뢰성 있는 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명이 적용된 드론 네트워크에서 드론 편대를 제어하기 위한 시스템의 구성 예를 도시한 도면들이다.

도 2는 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 드론 편대 제어 방법에 대한 개략적인 처리 흐름도이다.

도 3 내지 도 5는 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 편대 구성 과정에 대한 개략적인 처리 흐름도들이다.

도 6 내지 도 9는 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 변경 구조 반영 과정에 대한 개략적인 처리 흐름도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 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.

[0048] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 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.

[0049] 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.

[0050] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 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.

[0051] 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.

[0052] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 명세서 및 청구범위 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0053] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명이 적용된 드론 네트워크에서 드론 편대를 제어하기 위한 시스템의 구성 예를 도시한 도면들이다. 도 1a는 본 발명의 제1 실시 예에 따라 지상 제어 장치(Ground Control Station, 이하 GCS라 칭함)를 이용하여 드론 편대를 제어하기 위한 시스템의 구성 예이고, 도 1b는 본 발명의 제2 실시 예에 따라 마스터 드론(Master Drone)을 이용하여 드론 편대를 제어하기 위한 시스템의 구성 예이고, 도 1c는 본 발명의 제3 실시 예에 따라 편대에 소속된 모든 소속 드론들에 의해 분산적으로 드론 편대를 제어하기 위한 시스템의 구성 예이다.

[0054] 도 1a를 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 따라 지상 제어 장치(Ground Control Station, 이하 GCS라 칭함)를 이용하여 드론 편대를 제어하기 위한 시스템은 지상 제어 장치(GCS)(200)와, 지상 제어 장치(GCS)(200)의 제어를 받고 편대를 구성하는 다수의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)을 포함하여 구성된다. 도 1a의 예에서는, 상기 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)이 편대를 구성하고 GCS(200)의 제어를 받아 네트워크 서비스를 제공하는 예를 도시하고 있다.

[0055] 도 1b를 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따라 마스터 드론(Master Drone)을 이용하여 드론 편대를 제어하기 위한 시스템은 마스터 드론(300)과, 마스터 드론(300)의 제어를 받고 편대를 구성하는 다수의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)을 포함하여 구성된다. 도 1b의 예에서는, 상기 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)이 편대를 구성하고 마스터 드론(300)의 제어를 받아 네트워크 서비스를 제공하는 예를 도시하고 있다.

[0056] 도 1c를 참조하면, 본 발명의 제3 실시 예에 따라 편대에 소속된 모든 소속 드론들에 의해 분산적으로 드론 편대를 제어하기 위한 시스템은 별도의 제어 수단없이 편대를 구성하는 다수의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)만을 포함하여 구성된다. 도 1c의 예에서는, 상기 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)이 편대를 구성하고 상기 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 각각이 네트워크 서비스를 제어하는 예를 도시하고 있다.

[0057] 본 발명은 이와 같이 다수의 드론을 편대로 구성하고, 상기 편대를 구성하는 드론들이 편대 단위로 동작할 때, 드론이 주변의 다른 드론들 또는 주변의 환경물 및 시설물과 충돌하지 않도록 편대의 형태를 자유자재로 변경할 수 있도록 하며, 드론의 이탈이나 편입과 같은 사유로 편대의 구조가 변경될 경우 이를 즉각적으로 반영할 수 있도록 한다.

[0058] 도 2는 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 드론 편대 제어 방법에 대한 개략적인 처리 흐름도이다. 도 1a 내지 도 1c 및 도 2를 참조하면 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 드론 편대 제어 방법은 다음과 같다.

[0059] 먼저, 단계 S100에서는, 다수의 드론들을 포함하는 편대를 구성한다. 즉, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300) 또는 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)은 각각 다르게 정해진 처리 과정에 의해 편대를 구성한다. 이 때, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300) 또는 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)이 각각 다르게 동작하는 것은 각각의 동작 환경이 다르기 때문이다. 이들 각각의 처리 과정에 대한 구체적인 예는 도 3 내지 도 5를 참조하여 보다 상세히 설명할 것이다.

[0060] 단계 S200에서는, 상기 단계 S100에서 구성된 편대의 임무 또는 편대 비행에 영향을 미치는 주변 환경에 기초하여 형태를 제어한다. 편대 비행에 있어서, 편대의 형태를 제어하는 것은 매우 중요한 주제이다. 이는 편대의 비행 환경은 시시각각 변화할 수 있고, 그 환경의 변화에 따라 각 상황에 맞는 편대의 형태를 가질 수 있어야 하기 때문이다. 따라서, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200) 및 도 1b의 마스터 드론(300)과 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)중 적어도 어느 하나의 드론은 다음에 예시된 요인들(예컨대, 주변 환경, 지형, 임무, 특수 상황, 알고리즘 등)의 변화에 따라 해당 편대의 형태를 제어한다.

[0061] 1. 주변 환경

[0062] 먼저, 드론은 주변 환경에 따라 편대의 형태를 수정할 필요가 있다. 예를 들어, 바람이 강하게 부는 상황에서는 짧은 시간 안에 드론이 많은 거리를 이탈할 가능성이 높아진다. 따라서 거리의 제어가 빠른 속도로 완벽하게 이루어지지 않는 경우 드론 간의 거리가 과도하게 가까워져 충돌을 일으키거나 서로의 비행을 방해할 가능성이 높아진다. 그러므로 드론의 편대는 환경에 적응하여 그 형태를 조절할 필요가 있다. 즉, 언급 한 이유와 같이 바람이 강하게 불 경우에 드론은 서로 더 멀리 떨어져야 한다. 반대로, 바람이 적고 조용한 경우에 드론은 비교적 높게 나는 것이 나은데, 이것은 지상에 존재하는 사람들에게 더 적은 소음을 일으키기 위함이다. 위험성 뿐 아니라 어두울 때 카메라가 장착된 드론이 낮아지는 감도를 보완하기 위해 더 낮은 고도를 갖는 등의 방법 또한 이용될 수 있다.

[0063] 이를 위해, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300), 그리고 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 적어도 하나의 드론은 해당 편대가 비행하는 주변의 풍속을 감지하고, 상기 감지된 풍속에 기초하여 상기 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값 및 드론의 비행 높이를 결정할 수 있다. 이 때, 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 적어도 하나의 드론은 상기 결정된 드론들 간의 거리값 및 드론의 비행 높이를 상기 모든 소속 드론들과 함께 공유하는 것이 바람직하다. 이는 도 1c에 예시된 편대의 경우 별도의 제어 수단이 없고 해당 편대를 구성하는 드론들이 각각 분산제어를 하기 때문이다.

[0064] 2. 지형

[0065] 일반적으로 지형이란 자연 지형, 숲, 빌딩, 혹은 건물 내부를 전부 포함하지만, 이에 국한되지 않는다. 이러한 지형에 따른 편대 제어는 비행 중인 편대가 현재 지형에 맞춰서 들어갈 수 없는 상황이 발생했을 경우에 일어난다. 즉, 지형과의 충돌이 예상되는 편대의 경우 그 형태를 지형에 맞추어 변형시켜야 한다. 이것은 실제 드론이 이동할 수 있는 영역 자체를 제한하게 되므로, 임무에 따른 형태 제어에 우선한다. 예를 들어 좁은 공간을 지나갈 때 편대는 긴 일자 형태의 편대를 형성해야 하고, 넓은 공간을 만나게 되면 다시 원래의 편대를 수복하는 등의 상황을 생각할 수 있다.

[0066] 이를 위해, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300), 그리고 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 적어도 하나의 드론은 기 저장된 지형 정보 및 상기 편대의 예상 비행 경로에 기초하여 상기 편대와 지형의 충돌 여부를 예측하고, 그 결과에 따라 상기 충돌을 방지하는 형태로 상기 편대의 비행 형태를 변경할 수 있다.

[0067] 한편, 지형에 따른 제어의 경우 새로운 지형을 만났을 때 이루어지게 되므로, 새로운 지형에 상황에 맞는 배치가 필요할 수도 있다. 예를 들어, 동일 기종의 드론으로 이루어진 편대에서는 이런 상황이 존재하지 않지만, 서로 다른 기종의 드론으로 이루어진 편대에서는 장착된 하드웨어 또는 소프트웨어에 맞는 배치를 할 필요가 있다. 예를 들어, 건물 외부에서 내부로 이동하는 경우 GPS가 그 실용성을 잃는 대신 적외선 센서의 효용이 증가한다. 따라서 건물에 진입하는 최초 드론은 GPS가 탑재 된 드론이 아닌 IR 등 실내용 센서를 가진 드론이 될 필요가 있다. 이 경우 판단 기준은 장애물과의 충돌 가능성이 첫 번째가 되며, 센서에 따른 배치가 그 다음이 된다.

[0068] 3. 임무

[0069] 임무에 따른 드론 형태 제어는 임무의 성격에 따라 더 효용성 있는 형태의 편대를 선택하는 제어방식이다. 본 제어는 강제성을 덜 지니고 효율성을 위한 것이므로 지형에 따른 제어보다 낮은 우선순위를 갖게 된다. 반면, 지형에 따른 제어는 자주 일어나지 않지만, 임우에 따른 제어는 가장 빈번하게 일어난다. 예를 들어 네트워크를 제공하는 드론의 경우 드론 간의 거리가 멀수록 넓은 범위에 서비스를 제공할 수 있게 된다. 그러나 너무 멀어지게 될 경우 네트워크의 연결성이나 속도 등에 문제가 생길 수 있다. 따라서 네트워크의 성능과 서비스 제공 범위를 동시에 고려하여 거리를 조절하도록 한다. 이와 같은 경향성은 일반적인 경우에도 적용이 될 수 있는데, 넓게 분포할수록 넓은 범위에 임무를 수행할 수 있게 되지만 그 품질과 안정성이 떨어질 수 있게 된다. 드론 간 상대 거리는 이와 같이 수행하는 임무에 대한 품질의 중요성과 맡아야 하는 넓이를 고려하여 결정하게 된다. 또 다른 예로, 환경 정보를 수집하는 드론이 서로 좁은 거리를 가지고 비행을 한다면 상호 정보 비교를 통하여 더 정확하고 자세한 정보를 수집할 수 있으나, 범위가 좁아진다. 반면에, 드론이 서로 멀리 떨어져서 정보를 수집하면 비교적 덜 정확하고 피상적인 정보만을 수집할 수밖에 없으나, 훨씬 넓은 영역의 정보를 수집할 수 있게 된다. 또한 임무를 수행하는 데 있어 전체적인 형태나 위치의 이동이 필요할 수 있다. 편대의 전체 방향과 이동성은 기본적으로 상대거리를 통하여 이루어지게 된다. 상대 거리를 유지하는 것을 제어하여 위치를 조절하고, 편대 전체의 회전 등의 세부적인 부분은 드론이 각자 수행한다.

[0070] 이를 위해, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300), 그리고 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 적어도 하나의 드론은 해당 편대가 수행할 임무의 특성에 기초하여 편대 전체의 동작 범위 및 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값을 결정할 수 있다. 이 때, 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 적어도 하나의 드론은 상기 결정된 편대 전체의 동작 범위 및 편대를 구성하는 드론들 간의 거리값을 상기 모든 소속 드론들과 함께 공유하는 것이 바람직하다. 이는 도 1c에 예시된 편대의 경우 별도의 제어 수단이 없고 해당 편대를 구성하는 드론들이 각각 분산제어를 하기 때문이다.

[0071] 이 때, 편대를 구성하는 드론들은 그들 각각의 센서값들을 상호 교환하여 서로의 거리를 측정하는데, 이를 상대

거리라 하며, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300), 그리고 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 적어도 하나의 드론이 거리값을 결정하여 각 드론들에게 전달하면, 상기 드론들은 그 거리값을 유지하도록 편대의 형태를 제어할 것이다.

[0072] 4. 특수 상황

[0073] 편대를 구성하는 드론들은 기본적으로는 같은 속도로 이동하게 된다. 그러나 유기적인 형태를 가지게 되는 편대의 특성 상 일부 드론이 편대보다 더 빠르게 움직이거나 느리게 움직여야 하는 경우가 생길 수 있다. 그것을 위하여 편대를 이루어 이동하는 드론들은 항상 최고 속도로 비행해서는 안 된다. 예를 들어 편대가 북쪽을 향하여 비행을 하고 있을 때 하나의 드론의 상대 위치가 남쪽으로 처져있을 경우, 해당 드론이 편대의 이동 속도보다 더 빠르게 북쪽으로 이동하여야 한다. 이 경우, 편대가 드론의 최고 속도로 비행하고 있다면 약간 느리게 이동하는 드론이 강제로 이탈하는 경우가 생길 수 있다. 따라서 편대는 항상 상대 속도를 고려하여 이동하여야 한다.

[0074] 5. 알고리즘

[0075] 한편, 상기 방식들을 실제로 활용하기 위해서는 미리 설정된 제어 알고리즘을 적용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300), 그리고 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 적어도 하나의 드론은 편대의 실시간 비행 환경 정보를 수치화하여 나타내고, 그 수치에 따라 현재의 편대 형태의 위험 정도를 나타내기 위해 미리 설정된 리스크 함수 알고리즘(Risk Function Algorithm)에 의거하여 편대의 형태를 제어하는 것이 바람직하다. 즉, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300), 그리고 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 적어도 하나의 드론은 상기 리스크 함수(Risk Function)가 일정 수치를 넘어가지 않도록 편대를 조절해야 한다. 이 때, 리스크 함수(Risk Function)는 최우선으로 충돌 가능성을 위험 요소로 삼는다. 드론이 높은 충돌 가능성을 가질 때 서로 더 먼 거리를 두고 비행을 해야 하며, 그것을 위한 지표로 삼는다. 리스크 함수(Risk Function)는 기본적으로 상황에 따라 바뀌어야 하지만, 해당 함수가 포함하는 정보는 크게 풍속, 비행 속도, 드론의 형태 및 크기, 센서의 정확도 및 값 갱신 속도, 주변 드론의 대수가 있다. 또한, 리스크 함수(Risk Function)는 외부 요소와 내부 요소의 두 부분으로 나뉘며, 외부 요소는 현재 위험 정도를 나타내는 곳에 사용되고, 내부 요소는 어느 정도의 리스크 함수(Risk Function) 값 까지가 허용 범위인지를 결정한다. 이 때, 리스크 함수(Risk Function)는 위험 요소가 커지는 것에 따라 높아지므로 리스크 함수(Risk Function)가 적정 수준 이상으로 높아지게 되면 드론이 제어 할 수 있는 요소인 속도나 센서의 값 갱신 정도, 드론사이의 거리 등을 조절함으로써, 리스크 함수(Risk Function)의 수치를 낮춘다.

[0076] 이와 같이 편대의 형태를 제어하였으면, 단계 S300에서 그 편대의 구조가 변경되는지의 여부를 결정하고, 단계 S400에서는, 상기 편대의 구조가 변경된 경우, 예컨대 새로운 드론이 기존의 편대에 편입되거나 기존 편대에 소속된 드론이 이탈한 경우, 그 변경된 구조를 편대에 반영한다. 즉, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300) 또는 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 드론은 각각 다르게 정해진 처리 과정에 의해 편대 구조의 변경을 감지하고, 그 변경 구조를 편대 정보에 즉각 반영하여 편대를 유지한다. 이 때, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300) 또는 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)이 각각 다르게 동작하는 것은 각각의 동작 환경이 다르기 때문이다. 이들 각각의 처리 과정에 대한 구체적인 예는 도 6 내지 도 9를 참조하여 보다 상세히 설명할 것이다.

[0077] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 편대 구성 과정(S100)에 대한 개략적인 처리 흐름도들이다. 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따라 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200)가 편대를 구성하는 처리 과정에 대한 예를 도시하고, 도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따라 도 1b의 마스터 드론(300)이 편대를 구성하는 처리 과정에 대한 예를 도시하고, 도 5는 본 발명의 제3 실시 예에 따라 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 드론이 편대를 구성하는 처리 과정에 대한 예를 도시한다.

[0078] 도 1a 및 도 3을 참조하면, 단계 S111에서, 지상 제어 장치(GCS)(200)는 편대를 구성할 모든 드론들을 편대 목록에 등록한다. 이를 위해 각각의 드론들은 개별적으로 GCS(200)와 연결(Pairing)된다.

[0079] 단계 S112에서는, 지상 제어 장치(GCS)(200)가 상기 등록된 드론들 각각의 물리적 위치를 추정한다. 이를 위해, 지상 제어 장치(GCS)(200)는 상기 등록된 드론들 각각에 탑재된 센서값을 수신하고, 그 센서값에 기초하여 각 드론들의 물리적 위치를 추정할 수 있다.

[0080] 단계 S113에서는, 상기 등록된 모든 드론들 각각에 대하여 추정된 물리적인 위치와 편대 내에서의 논리적 위치

를 동기화한다.

[0081] 이와 같이 GCS(200)를 기반으로 한 중앙 통제 방식의 편대에서 각 드론들은 편대에 관한 정보를 얻기 위하여 GCS와 접촉을 하게 되며, 모든 드론의 정보가 높은 연산 능력을 가진 GCS(200)에 모이게 되므로 많은 응용이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 각 드론이 모두 GCS(200)와 직접 통신이 될 필요는 없으며, 직접 연결 된 드론과 통신하여 간접적으로 GCS(200)와 연결 되어도 무관하다. 한편, GCS(200)는 지상에 존재한다는 제약 사항을 가지기 때문에 드론의 이동성에는 미치지 못한다.

[0082] 도 1b 및 도 4를 참조하면, 단계 S121에서, 마스터 드론(300)은 구성할 모든 소속 드론들에게 발견 메시지(Discovery Message)를 전송한다.

[0083] 단계 S122에서는, 상기 모든 소속 드론들로부터의 응답 메시지 수신여부를 결정한다.

[0084] 상기 단계 S122에서 모든 소속 드론들로부터의 응답 메시지가 수신된 것으로 결정되면, 단계 S123에서는, 상기 마스터 드론(300)이 상기 소속 드론들 각각과 센서값을 교환하여 상기 소속드론들과의 상대거리를 추정한다. 이를 위해, 마스터 드론(300)은 상기 모든 소속 드론들과 소리를 교환하고, 소리가 도달하는 시간에 기초하여 상기 소속 드론들 각각과의 상대 거리를 추정하는 것이 바람직하다.

[0085] 단계 S124에서는, 상기 상대거리에 기초하여 상기 소속 드론들의 물리적 위치를 추정하고, 단계 S125에서는, 상기 등록된 드론들 각각에 대한 편대 내에서의 논리적 위치와 상기 물리적 위치를 동기화한다.

[0086] 이와 같이 마스터 드론을 기반으로 한 중앙 통제 방식은 드론의 편대가 일부 지역에 메이지 않고 이동을 할 수 있다는 장점을 지닌다. 반면, 마스터 드론 또한 무게나 크기, 형태에 제약이 생겨 높은 연산/처리 능력을 갖지 못하게 되므로 복잡한 연산을 대신 해 줄 수 없다는 단점이 있다. 따라서, 이와 같은 형태의 편대는 높은 기동성과 넓은 기동 범위가 필요하지만 목적성이 낮은 연산능력만을 필요로 할 때 매우 적합하다.

[0087] 도 1c 및 도 5를 참조하면, 단계 S131에서, 도 1c의 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 모두는 모든 소속 드론들을 등록한다. 예를 들어, 드론(100a)는 드론들(100b, 100c, 100d)을 등록하고, 드론(100b)는 드론들(100a, 100c, 100d)을 등록하고, 드론(100c)는 드론들(100a, 100b, 100d)을 등록하고, 드론(100d)는 드론들(100a, 100b, 100c)을 등록한다.

[0088] 단계 S132에서는, 상기 각 드론들이 나머지 드론들과의 센서값 교환에 의해 상대 거리를 추정한다. 예를 들어, 드론(100a)는 드론들(100b, 100c, 100d)과의 센서값 교환에 의해 드론들(100b, 100c, 100d) 각각과의 상대 거리를 추정하고, 드론(100b)는 드론들(100a, 100c, 100d)과의 센서값 교환에 의해 드론들(100a, 100c, 100d) 각각과의 상대 거리를 추정하고, 드론(100c)는 드론들(100a, 100b, 100d)과의 센서값 교환에 의해 드론들(100a, 100b, 100d) 각각과의 상대 거리를 추정하고, 드론(100d)는 드론들(100a, 100b, 100c)과의 센서값 교환에 의해 드론들(100a, 100b, 100c) 각각와의 상대 거리를 추정한다. 이 때, 드론들 간에 교환되는 센서값은 소리로서, 소리가 도달하는 시간에 기초하여 상기 드론들 각각과의 상대 거리를 추정하는 것이 바람직하다.

[0089] 단계 S133에서는, 상기 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 각각이 나머지 소속 드론들 각각과의 상대 거리에 기초하여 상기 소속 드론들의 물리적 위치를 추정한다.

[0090] 단계 S134에서는, 상기 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 각각이 나머지 소속 드론들 각각에 대하여 물리적인 위치와 논리적인 위치를 동기화시켜 편대를 구성한다.

[0091] 단계 S135에서는, 상기 모든 소속 드론들과 상기 동기화 결과를 공유한다. 이를 위해 각 드론들이 자신의 동기화 결과를 나머지 소속 드론들에게 전달하는 것이 바람직하다.

[0092] 이와 같이 별도의 제어 수단이 없는 분산 제어 방식의 편대는 각 드론들이 편대 정보를 저장하는 형태로서, 유연성이 높다는 장점을 갖지만 구현이 복잡하고 성능에 큰 제약이 있다는 단점이 있다. 즉, 모든 드론이 편대 내에 존재하는 모든 드론에 대한 정보를 가져야하며 목적을 달성하는데 있어 드론 사이의 연계성이 낮은 Emb-Parallel(Embarrassingly Parallel)적인 문제만을 해결 할 수 있다. 그러나 주체가 존재하지 않으므로 갑작스런 고장이나 추락에 있어 큰 문제를 겪을 가능성이 낮아진다.

[0093] 도 6 내지 도 9는 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 변경 구조 반영 과정에 대한 개략적인 처리 흐름도들이다. 도 6은 본 발명의 제1 및 제2 실시 예에 따라 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200) 또는 도 1b의 마스터 드론(300)이 새로운 드론의 편입으로 인해 변경된 편대의 구조를 반영하는 처리 과정에 대한 예를 도시하고, 도 7은 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따라 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200), 도 1b의 마스터 드론(300) 또는

도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 드론이 드론의 탈퇴로 인해 변경된 편대의 구조를 반영하는 처리 과정에 대한 예를 도시한다. 한편, 도 8은 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 드론이, 새로운 드론의 편입으로 인해 변경된 편대의 구조를 반영하는 처리 과정에 대한 예를 도시하고, 도 9는 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 드론이, 드론의 이상적인 탈퇴로 인해 변경된 편대의 구조를 반영하는 처리 과정에 대한 예를 도시한다.

[0094] 도 1a, 도 1b 및 도 6을 참조하면, 단계 S411에서, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200) 또는 도 1b의 마스터 드론(300)은 새로운 드론으로부터 편대 편입 요청 메시지가 수신되는 지의 여부를 결정한다. 단계 S412에서는, 단계 S411에서 편대 편입 요청 메시지가 수신된 것으로 결정되면, 상기 편대 편입을 요청한 새로운 드론을 기 저장된 편대 목록에 등록하여 추가한다.

[0095] 이와 같이 상기 중앙 관제 방식에서는 원하지 않는 드론이 추가 될 때를 대비한 방식을 프로토콜에서 다루지 않는다. 이는 모든 드론이 한 객체로 연결이 되어야 하기 때문에 기존의 방식을 통하여 인증(Authentication)하기 쉽기 때문이다.

[0096] 도 1a 내지 도 1c 및 도 7을 참조하면, 단계 S421에서는, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200) 또는 도 1b의 마스터 드론(300), 그리고 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 드론이 기 등록된 편대를 주기적으로 모니터링한다. 이는 드론의 비정상적 이탈을 감지하기 위한 것으로서, 초음파 센서나 카메라 등을 이용할 수 있다.

[0097] 단계 S422에서는, 상기 모니터링 결과 이탈이 감지되는지의 여부를 결정한다.

[0098] 만약 단계 S422에서 이탈이 감지된 경우, 단계 S423에서는, 도 1a의 지상 제어 장치(GCS)(200) 또는 도 1b의 마스터 드론(300), 그리고 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 드론이 각각의 장치에 기 저장된 편대 목록에서 상기 이탈이 감지된 드론을 삭제한다.

[0099] 도 1c 및 도 8을 참조하면, 단계 S431에서, 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 드론(예컨대, 드론(100a), 이하 드론(100a)인 것으로 간주함)은 새로운 드론으로부터 편대 편입 요청 메시지가 수신되는 지의 여부를 결정한다. 단계 S431에서 편대 편입 요청 메시지가 수신된 것으로 결정되면, 단계 S432에서는, 드론(100a)이 상기 편대 편입 요청 메시지를 전송한 새로운 드론을 인증한다.

[0100] 단계 S433에서는, 드론(100a)은 그 인증 결과를 다른 소속 드론들(100b, 100c, 100d)과 공유한다. 이를 위해, 드론(100a)은 그 인증 결과를 다른 소속 드론들(100b, 100c, 100d)에게 전송한다. 한편, 단계 S434에서는, 드론(100a)이 상기 편대 편입 요청 메시지를 전송한 새로운 드론에 대한 다른 소속 드론들(100b, 100c, 100d)의 인증 결과를 수신한다. 이는 보안성을 위하여, 하나 이상의 드론이 새 드론에 대한 인증에 문제점을 발견하면 새 드론의 추가를 거부하고, 모든 소속드론에게서 승인을 받은 경우에만 상기 새로운 드론을 추가할 수 있도록 하기 위함이다.

[0101] 단계 S435에서, 상기 새로운 드론이 모든 소속 드론에게서 승인된 것으로 결정되면, 단계 S436에서는, 상기 새로운 드론을 편입시키고, 단계 S437에서는 그 결과 메시지를 상기 새로운 드론에게 전송한다. 이 경우, 단계 S437에서는 편입 성공 메시지를 상기 새로운 드론에게 전송할 것이다. 만약, 단계 S435에서 상기 새로운 드론이 모든 소속 드론에게서 승인된 것으로 결정되지 않으면, 즉, 하나 이상의 드론에게서 인증을 받지 못하면, 단계 S437에서는 편입이 거절되었음을 알리는 메시지를 전송할 것이다.

[0102] 도 1c 및 도 9를 참조하면, 단계 S441에서, 도 1c의 편대를 구성하는 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 이탈하고자 하는 하나의 드론(예컨대, 드론(100b), 이하 드론(100b)인 것으로 간주함)은 주변의 드론들(도 1c의 예에서, 드론들(100a, 100c, 100d)) 이탈 통보 메시지를 전달한다.

[0103] 그리고 단계 S442에서는, 드론(100b)이 상기 이탈 통보 메시지를 수신한 주변의 드론들(100a, 100c, 100d)로부터 이탈 확인 메시지를 수신한다. 이와 같이 분산 제어 방식의 경우 각 드론이 각각 주체적인 판단 알고리즘을 갖고 있기 때문에 각 드론이 개별적으로 편대에서 이탈할 결정을 내리고, 이를 주변에 알리는 것이다.

[0104] 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0105] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)를 포함한다.

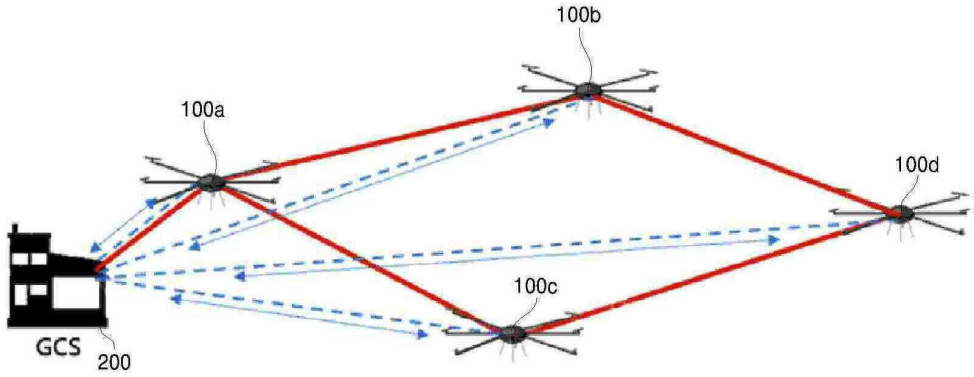
[0106] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다.

[0107] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명이 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

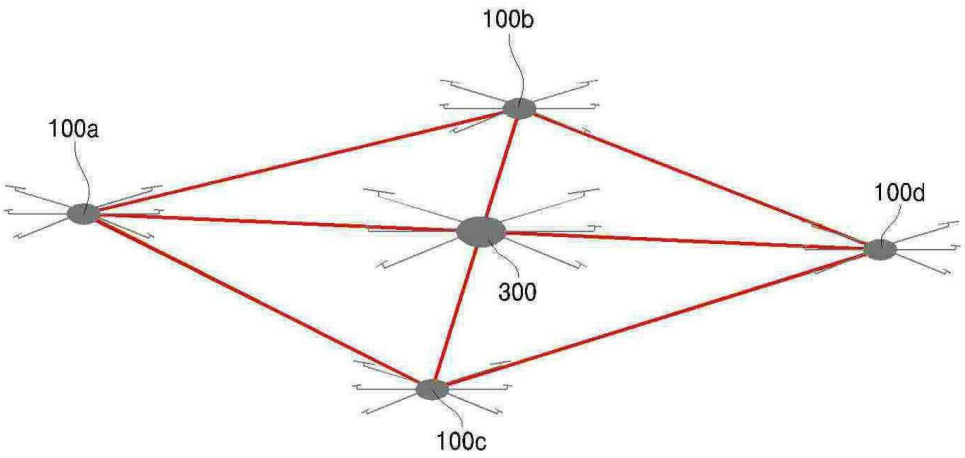
[0108]

도면

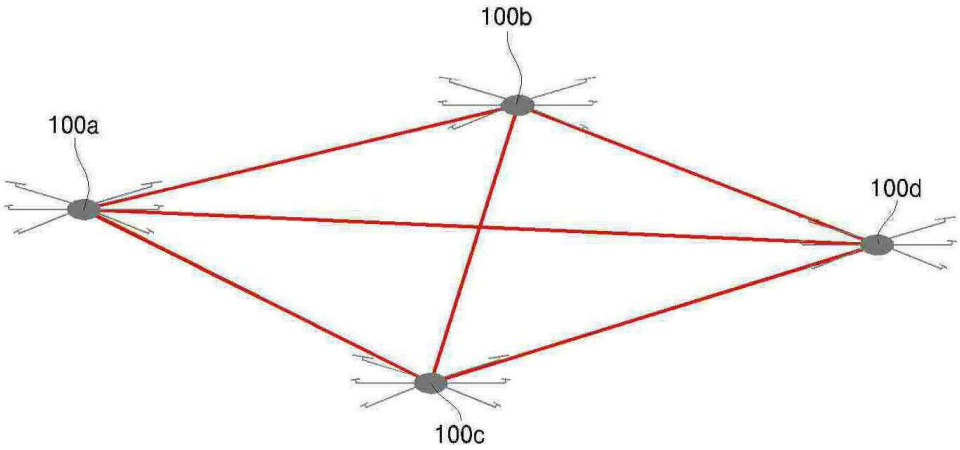
도면1a



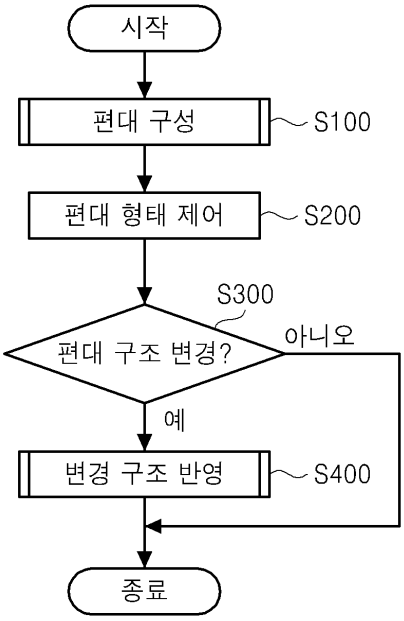
도면1b



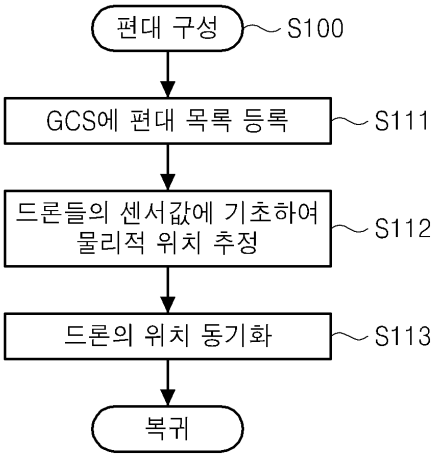
도면1c


100b
100a
100d
100c

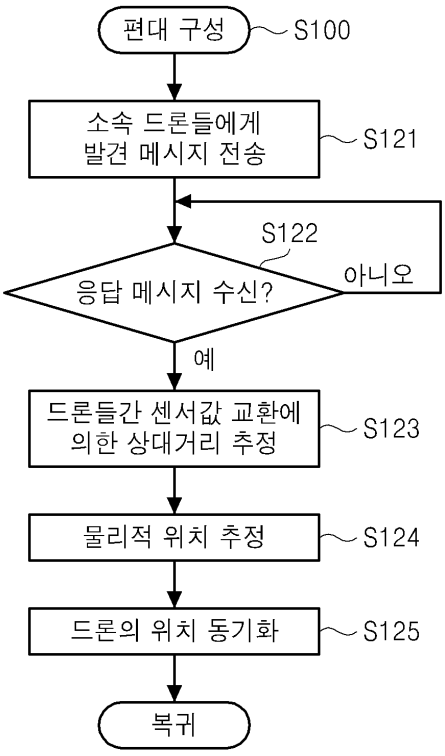
도면2


시작
편대 구성
S100
편대 형태 제어
S200
S300
편대 구조 변경?
아니오
예
변경 구조 반영
S400
종료

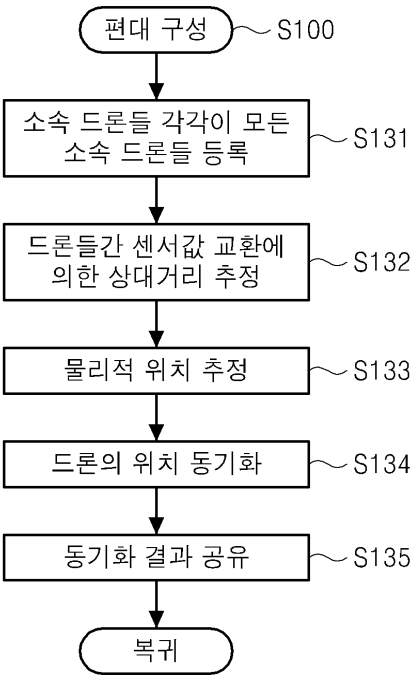
도면3


편대 구성
S100
GCS에 편대 목록 등록
S111
드론들의 센서값에 기초하여
물리적 위치 추정
S112
드론의 위치 동기화
S113
복귀

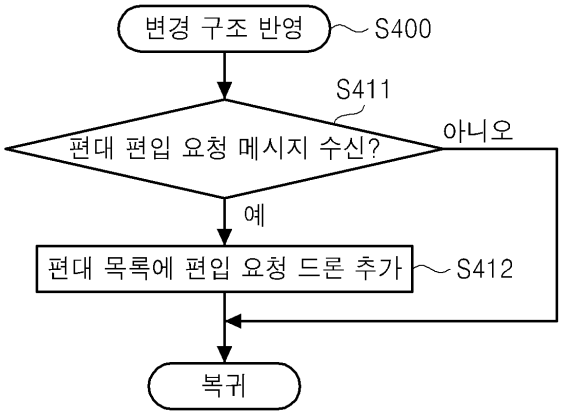
도면4


편대 구성
S100
소속 드론들에게
발견 메시지 전송
S121
S122
응답 메시지 수신?
아니오
예
드론들간 센서값 교환에
의한 상대거리 추정
S123
물리적 위치 추정
S124
드론의 위치 동기화
S125
복귀

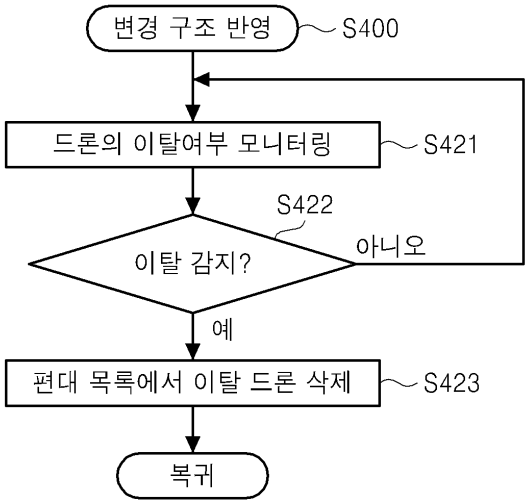
도면5


편대 구성
S100
소속 드론들 각각이 모든 소속 드론들 등록
S131
드론들간 센서값 교환에 의한 상대거리 추정
S132
물리적 위치 추정
S133
드론의 위치 동기화
S134
동기화 결과 공유
S135
복귀

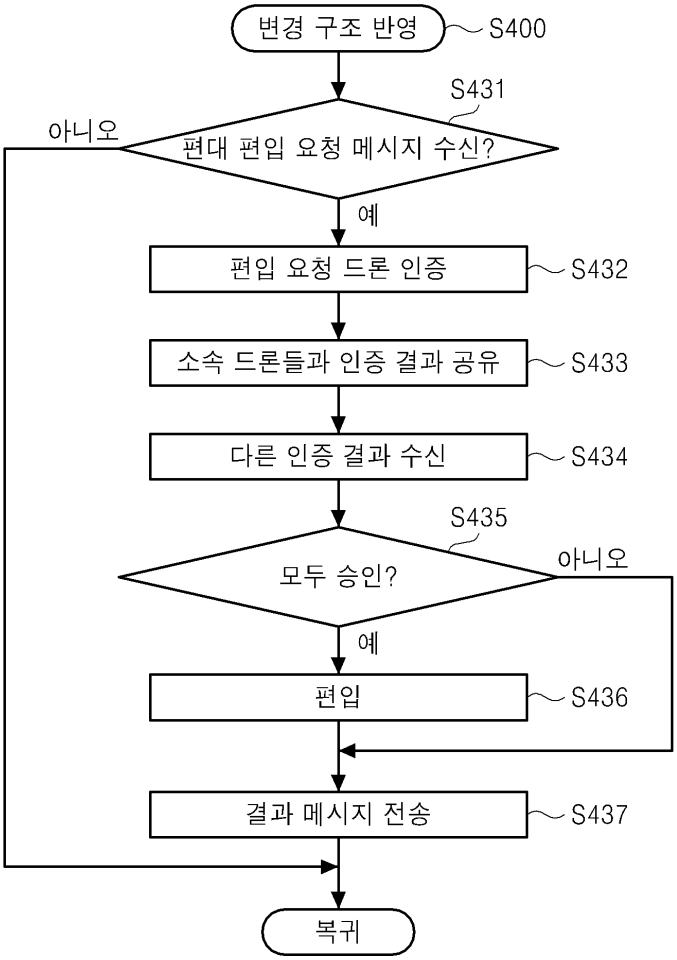
도면6


변경 구조 반영
S400
S411
편대 편입 요청 메시지 수신?
아니오
예
편대 목록에 편입 요청 드론 추가
S412
복귀

도면7


변경 구조 반영
S400
드론의 이탈여부 모니터링
S421
S422
이탈 감지?
아니오
예
편대 목록에서 이탈 드론 삭제
S423
복귀

도면8


변경 구조 반영
S400
S431
아니오
편대 편입 요청 메시지 수신?
예
편입 요청 드론 인증
S432
소속 드론들과 인증 결과 공유
S433
다른 인증 결과 수신
S434
S435
모두 승인?
아니오
예
편입
S436
결과 메시지 전송
S437
복귀

도면9

