



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월27일
(11) 등록번호 10-2502828
(24) 등록일자 2023년02월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64C 39/02 (2023.01) B64D 47/08 (2006.01)
B64F 1/02 (2006.01) F41H 11/02 (2006.01)
F41H 13/00 (2006.01) G05D 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B64C 39/024 (2023.01)
B64D 47/08 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2021-7012424
(22) 출원일자(국제) 2019년10월03일
심사청구일자 2021년04월26일
(85) 번역문제출일자 2021년04월26일
(65) 공개번호 10-2021-0066872
(43) 공개일자 2021년06월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/054541
(87) 국제공개번호 WO 2020/072801
국제공개일자 2020년04월09일
(30) 우선권주장
16/151,289 2018년10월03일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020217012424 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
사르코스 코퍼레이션
미국 84101 유타 솔트레이크시티 수트 150 웨스트
500 사우스 650
(72) 발명자
스미스, 프래서 엠.
미국 84108 유타주 솔트레이크 시티 와카라 웨이
360
올리비어, 마르크 엑스.
미국 84108 유타주 솔트레이크 시티 와카라 웨이
360
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 37 항

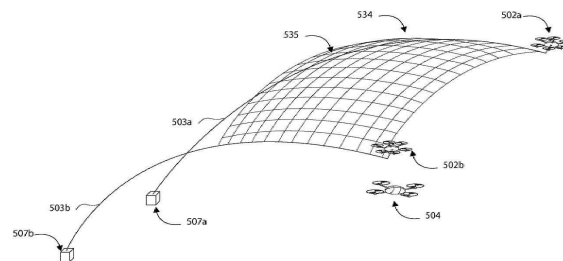
심사관 : 김윤수

(54) 발명의 명칭 표적 항공 차량의 신속한 배치 및 무력화를 위한 고정된 항공 대책

(57) 요약

표적 항공 차량의 무력화를 위한 시스템은 하나 이상의 반격 무인 항공 차량(UAV) 및 반격 UAV(들)를 구조물 또는 지상에 묶는 항공 차량 포획 대책물을 포함한다. 반격 UAV(들)는 항공 차량 포획 대책물(예를 들어, 그물)로 표적 항공 차량을 포획하고 무력화하도록 작동할 수 있다. 시스템은 탑재된 항공 차량 검출 시스템, 및/또는 각각이 비행 중에 표적 항공 차량을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 센서를 갖는 외부 항공 차량 검출 시스템을 포함할 수 있다. 반격 UAV(들) 및 연관된 검출 시스템은 표적 항공 차량을 검출하고 무력화하기 위해 자율적으로 작동될 수 있다. 항공 차량 포획 대책물은 반격 UAV(들)의 협력된 비행에 응답하여 적재 위치에서 배치 위치로 이동할 수 있다. 연관된 방법 및 시스템이 제공된다.

대표도



(52) CPC특허분류

B64F 1/027 (2021.08)
B64U 50/19 (2023.01)
B64U 70/30 (2023.01)
F41H 11/02 (2013.01)
F41H 13/0006 (2013.01)
G05D 1/0094 (2013.01)
B64U 2101/00 (2023.01)
B64U 2201/202 (2023.01)

(56) 선행기술조사문헌

W02018016017 A1
 US20180257780 A1*
 US20180162528 A1
 US20170261604 A1
 US20170059692 A1*
 KR1020150145786 A*
 JP2007223491 A
 CN107792381 A
 KR1020170079782 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

표적 항공 차량의 항공 무력화 시스템에 있어서,

하나 이상의 반격 무인 항공 차량(UAV);

비행 중인 표적 항공 차량을 검출하도록 작동 가능하고, 검출된 표적 항공 차량에 관한 명령 데이터를 하나 이상의 반격 UAV에 제공하도록 작동 가능한 적어도 하나의 검출 센서를 포함하는 항공 차량 검출 시스템; 및

상기 하나 이상의 반격 UAV를 적어도 구조물의 제1 테더 포인트 및 제2 테더 포인트에 묶는 항공 차량 포획 대책물

을 포함하고,

상기 명령 데이터 수신에 응답하여,

상기 하나 이상의 반격 UAV는 상기 표적 항공 차량을 포획하기 위해 상기 항공 차량 포획 대책물을 적재 위치에 서 배치 위치로 이동시키도록 작동 가능한

시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 반격 UAV 각각은,

비행체 및 상기 비행체 주위에 지지된 비행 제어 시스템

을 포함하고,

상기 비행 제어 시스템은,

상기 반격 UAV의 비행을 용이하게 하도록 작동 가능한

시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 하나 이상의 반격 UAV 각각은,

상기 표적 항공 차량의 위치를 검출하도록 구성된 적어도 하나의 탑재된 센서

를 포함하고,

상기 비행 제어 시스템은,

상기 표적 항공 차량의 검출된 위치에 기초하여 상기 반격 UAV의 자율 비행을 제어하도록 작동할 수 있는 비행 제어기

를 포함하는 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 탑재된 센서는,
 상기 비행체에 이동 가능하게 결합되고 상기 표적 항공 차량의 검출된 위치에 따라 카메라의 포인팅 위치를 수
 정하도록 작동 가능한 상기 카메라
 를 포함하는 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 항공 차량 검출 시스템은,
 영공을 모니터링하는 외부 항공 차량 검출 시스템
 을 포함하고,
 상기 적어도 하나의 검출 센서는,
 복수의 표적 항공 차량을 검출하도록 구성된 복수의 검출 센서
 를 포함하는 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 항공 차량 포획 대책물에 의해 상기 구조물에 묶인 복수의 반격 UAV
 를 더 포함하고,
 상기 복수의 반격 UAV의 각각은,
 상기 복수의 반격 UAV의 협력된 비행을 용이하게 하기 위해, 상기 복수의 반격 UAV의 각각의 위치를 통신하기
 위해, 다른 반격 UAV(들)의 다른 통신 장치에 통신 가능하게 결합된 통신 장치
 를 포함하는 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 항공 차량 포획 대책물은,
 상기 표적 항공 차량의 적어도 하나의 로터리 프로펠러 장치의 작동을 방해하도록 구성된 적어도 하나의 유연한
 얽힘 요소
 를 포함하는 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 유연한 얽힘 요소는,
 그물, 필라멘트, 모노 필라멘트, 편조 필라멘트, 덩굴손, 섬유, 끈, 코드, 스트랜드, 실, 로프 또는 와이어 중
 적어도 하나를 포함하는

시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 반격 UAV의 각각은,

상기 하나 이상의 반격 UAV에 전력을 공급하기 위해 외부 전원에 전기적으로 결합되는 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 항공 차량 포획 대책물은 그물을 포함하는

시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 그물은,

상기 하나 이상의 반격 UAV의 비행에 응답하여 적재 위치로부터 배치 위치로 이동 가능하도록 구성되는 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 구조물과 관련된 적어도 하나의 저장 장치

를 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 저장 장치는,

상기 적재 위치에 있을 때 상기 그물의 적어도 일부를 저장하고,

상기 배치 위치로 이동할 때 상기 그물의 배치를 용이하게 하도록 구성된

시스템.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 구조물과 관련된 적어도 하나의 드럼 릴 장치

를 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 드럼 릴 장치는,

잡을 수 있는 테더에 의해 상기 그물에 결합되고,

상기 배치 위치로 이동할 때, 상기 잡을 수 있는 테더를 통해 상기 그물의 배치를 용이하게 하도록 작동 가능한

시스템.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 그물에 의해 상기 구조물에 묶인 복수의 반격 UAV

를 더 포함하고,

상기 복수의 반격 UAV는,

상기 배치 위치로 이동된 후, 상기 그물을 상기 검출된 표적 항공 차량의 위치에 기초한 포획 위치로 이동시키기 위해 협력된 방식으로 작동 가능한

시스템.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 구조물과 관련되고 상기 그물에 결합된 적어도 하나의 동적 그물 지지 메커니즘

을 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 동적 그물 지지 메커니즘은,

상기 그물 및 상기 반격 UAV가 상기 적어도 하나의 동적 그물 지지 메커니즘과 함께 이동하도록, 상기 구조물에 대해 제1 방향으로 이동하도록 작동 가능한

시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 구조물과 관련된 레일 시스템

을 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 동적 그물 지지 메커니즘은,

상기 레일 시스템을 따라 협력된 방식으로 이동 가능한 적어도 2 개의 그물 지지 메커니즘

을 포함하는 시스템.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 그물에 묶이고 상기 제1 방향과 상이한 제2 방향으로 상기 그물을 이동시키기 위해 협력된 방식으로 작동 가능한 복수의 반격 UAV

를 더 포함하는 시스템.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 그물에 묶이고 주변 그물 영역을 정의하기 위해 상기 배치 위치에서 상기 그물을 지지하도록 협력된 방식으로 작동 가능한 복수의 반격 UAV

를 더 포함하는 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

연장된 비행 시간을 용이하게 하고 상기 주변 그물 영역을 유지하기 위해 각각의 상기 반격 UAV에 전기적으로 결합된 적어도 하나의 외부 전원을 더 포함하는

시스템.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 명령 데이터는 항공 차량 포획 대책물 배치 명령 데이터, 표적 항공 차량 검출 데이터, 반격 UAV 제어 데이터, 또는 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함하는

시스템.

청구항 21

표적 항공 차량의 무력화를 위한 시스템에 있어서,

복수의 반격 무인 항공 차량(UAV);

비행 중인 표적 항공 차량을 검출하도록 작동 가능한 적어도 하나의 검출 센서를 포함하는 항공 차량 검출 시스템;

상기 복수의 반격 UAV를 서로 연결하고,

상기 복수의 반격 UAV를 적어도 구조물의 제1 테더 포인트 및 제2 테더 포인트에 묶는 그물; 및

상기 구조물과 관련된 적어도 하나의 그물 저장 장치

를 포함하고,

상기 적어도 하나의 그물 저장 장치는,

적재 위치에 있을 때 상기 그물의 적어도 일부를 저장하고,

상기 검출된 표적 항공 차량에 기초한 상기 복수의 반격 UAV의 협력된 비행에 응답하여 배치 위치로 이동될 때 상기 그물의 배치를 용이하게 하도록 구성된

시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 항공 차량 검출 시스템은,

적어도 하나의 반격 UAV에 의하여 지지되는 적어도 하나의 온-보드 센서

를 더 포함하고,
 상기 적어도 하나의 온-보드 센서는,
 상기 표적 항공 차량의 위치를 검출하도록 구성되고,
 상기 반격 UAV는,
 상기 표적 항공 차량의 상기 검출된 위치에 기초하여 상기 그물이 상기 배치 위치로 자율적으로 이동하도록 제어하도록 동작가능한
 시스템.

청구항 23

제21항에 있어서,
 상기 항공 차량 검출 시스템은,
 영공을 모니터링하는 외부 항공 차량 검출 시스템
 을 포함하고,
 상기 적어도 하나의 검출 센서는,
 복수의 표적 항공 차량을 검출하도록 동작가능한 복수의 검출 센서
 를 포함하는 시스템.

청구항 24

제21항에 있어서,
 각각의 반격 UAV는,
 상기 복수의 반격 UAV의 각각의 위치를 통신하기 위해 다른 반격 UAV의 다른 통신 장치에 통신적으로 결합된 통신 장치
 를 포함하여,
 상기 복수의 반격 UAV의 협력된 비행을 용이하게 하는
 시스템.

청구항 25

제21항에 있어서,
 각각의 반격 UAV는,
 상기 반격 UAV에 전력을 공급하기 위한 구조와 관련된 외부 전원에 전기적으로 결합되는
 시스템.

청구항 26

제21항에 있어서,
 상기 구조물과 관련된 적어도 하나의 드럼 릴 장치

를 더 포함하고,
 상기 적어도 하나의 드럼 릴 장치는,
 접을 수 있는 테더에 의해 상기 그물에 결합되고,
 상기 배치 위치로 이동할 때 상기 접을 수 있는 테더를 통해 상기 그물의 배치를 용이하게 하도록 작동 가능한 시스템.

청구항 27

제21항에 있어서,
 상기 반격 UAV는,
 상기 배치 위치로 이동한 후, 상기 검출된 표적 항공 차량의 위치에 기초하여 상기 그물을 포획 위치로 이동시키기 위해 협력된 방식으로 작동 가능한 시스템.

청구항 28

표적 항공 차량의 무력화 방법에 있어서,
 비행 중인 상기 표적 항공 차량을 검출하는 단계;
 배치 위치에서 항공 차량 포획 대책물을 유지하기 위해 하나 이상의 반격 무인 항공 차량(UAV)를 작동하는 단계; 및
 상기 항공 차량 포획 대책물로 상기 표적 항공 차량을 포획하는 단계를 포함하고,
 상기 항공 차량 포획 대책물은,
 상기 하나 이상의 반격 UAV를 적어도 구조물의 제1 테더 포인트 및 제2 테더 포인트에 묶는 방법.

청구항 29

제28항에 있어서,
 상기 표적 항공 차량을 검출하는 단계는,
 항공 차량 검출 시스템으로 동적 비행 위치를 추적하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 30

제28항에 있어서,
 협력된 비행을 용이하게 하기 위해 복수의 반격 UAV에게 위치 데이터를 통신하는 단계를 더 포함하고,
 상기 하나 이상의 반격 무인 항공 차량(UAV)를 작동하는 단계는,

상기 복수의 반격 UAV를 작동하는 단계
를 포함하고,
상기 복수의 반격 UAV는,
상기 항공 차량 포획 대책물에 의해 함께 묶여있는
방법.

청구항 31

제30항에 있어서,
적재 위치에서 배치 위치로 상기 항공 차량 포획 대책물을 배치하기 위해 상기 복수의 반격 UAV의 비행을 협력
하는 단계
를 더 포함하는 방법.

청구항 32

제31항에 있어서,
적재 위치에서 배치 위치로 상기 항공 차량 포획 대책물을 배치하기 위해 상기 복수의 반격 UAV의 비행을 협력
하는 단계
를 더 포함하는 방법.

청구항 33

제28항에 있어서,
상기 표적 항공 차량을 검출하는 단계는,
상기 표적 항공 차량을 자율적으로 검출하고 상기 표적 항공 차량을 자율적으로 추적하는 단계
를 포함하는 방법.

청구항 34

제28항에 있어서,
상기 검출된 표적 항공 차량과 관련된 명령 데이터를, 항공 차량 검출 시스템으로부터 상기 하나 이상의 반격
UAV로 전송하는 단계
를 더 포함하는 방법.

청구항 35

제28항에 있어서,
복수의 상기 반격 UAV의 연장된 비행 시간을 위해 외부 전원으로 복수의 상기 반격 UAV에 전력을 공급하는 단계
를 더 포함하는 방법.

청구항 36

제28항에 있어서,

상기 표적 항공 차량의 위치 데이터를 상기 하나 이상의 반격 UAV에 연속적으로 통신하는 단계
를 더 포함하고,

상기 표적 항공 차량을 검출하는 단계는,

상기 표적 항공 차량의 위치 데이터를 생성하기 위해 지상 구조물과 관련된 복수의 검출 센서를 작동하는 단계
를 더 포함하는 방법.

청구항 37

제28항에 있어서,

복수의 검출 센서의 신뢰성 계층에 기초하여 하나 이상의 검출 센서의 위치 데이터를 제거하는 단계
를 더 포함하고,

상기 표적 항공 차량을 검출하는 단계는,

상기 표적 항공 차량의 위치 데이터를 생성하기 위해 복수의 검출 센서를 작동하는 단계
를 더 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

표적 항공 차량의 신속한 배치 및 무력화를 위한 고정된 항공 대책에 관한 것이다.

배경 기술

다중 로터 드론(multi-rotor drone), 고정익 드론(fixed-wing drone), 틸트 로터 드론(tilt rotor drone)과 같은 무인 항공 차량(Unmanned aerial vehicle)(UAV)은 지난 10 년 동안 점점 인기를 얻고 있다. 이러한 인기는 지속적으로 개선되는 성능과 결합되어 우발적이든 고의적이든 다른 항공 차량 또는 구조물과의 충돌 측면에서 위협을 가한다. 정부 단지, 국제 공항, 원자력 또는 기타 발전소, 석유 화학 시설, 저수지, 스포츠 행사 및 인구가 많거나 중요한 기타 인프라 또는 위치에 대한 테러 공격과 같은 더욱 심각한 위협이 실현되고 가능성이 높아지고 있다. 이러한 위협에 기여하는 요인(factor)은 드론(drone)의 빠른 속도, 작은 특징, 여러 공격 드론의 동시 통합 공격 가능성, 점점 더 큰 페이로드를 운반하는 능력 등이다. 이러한 요인은 드론이 상대적으로 저렴하고 획득하기 쉬우며 휴대성이 뛰어나며 기동성이 뛰어나다는 사실로 인해 악화된다. 또한, 소비자용 드론은 내구성, 범위 및 탑재 하중 운송 능력 측면에서 극적으로 개선되고 있으며(예를 들어, 일부 소비자용 드론은 최대 50 파운드를 운반할 수 있고 다른 더 비싸고 고급 드론은 최대 400 파운드를 운반할 수 있음), 이는 상당한 양의 폭발물, 발사체, 생물 및/또는 화학 무기를 운반하기에 충분하다. 많은 경우에, 의도적인 공격을 위해 작동하는 드론은 단 몇 초 안에 발사되어 보호 경계로 날아갈 수 있으므로 공격하는 드론을 검출하고 무력화하는데 최소한의 시간이 남게 된다.

이러한 모든 고려 사항을 염두에두고, 하나 이상의 저렴한 적대적 드론은 프로그래머/운영자가 매우 낮은 비용과 노력으로 잠재적으로 많은 양의 피해 및/또는 피해를 야기하면서 자율적으로 또는 수동으로 보호 구역으로 날아갈 수 있다. 기존 기술로 이러한 위협에 대응하는 것은 매우 비용이 많이 들고 복잡할 수 있으며, 특히 수백 에이커 또는 평방 킬로미터의 부동산과 관련된 상대적으로 넓은 영공(airspace)을 보호하려고 할 때 더욱 그렇다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

본 개시는 하나 이상의 반격 무인 항공 차량(counter-attack unmanned aerial vehicle)(UAV)을 포함하는 표적 항공 차량(target aerial vehicle)의 무력화를 위한 시스템을 제시하고, 및 비행 중에 표적 항공 차량을 검출하도록 작동하고 명령 데이터(command data)를 제공하도록 작동 가능한 적어도 하나의 검출 센서(detection sensor)를 포함하는 항공 차량 검출 시스템(aerial vehicle detection system)을 포함하고, 이것은 하나 이상의 반격 UAV(counter-attack UAV)에 대한 검출된 표적 항공 차량(target aerial vehicle)과 연관된 위치 데이터를 포함할 수 있다. 이 시스템은 하나 이상의 반격 UAV와 지상 기반 구조물(ground-based structure)과 같은 구조물 사이에 묶인(tether) 항공 차량 포획 대책물(aerial vehicle capture countermeasure)을 포함한다. 명령 데이터 수신에 대한 응답으로, 하나 이상의 반격 UAV는 표적 항공 차량을 포획하기 위해 항공 차량 포획 대책물을 적재 위치(stowed position)에서 배치 위치(deployed position)로 이동시키기 위해 배치하도록 작동 가능하고, 이에 따라 표적 항공 차량을 무력화시킨다.

하나의 예에서, 하나 이상의 반격 UAV 각각은 반격 UAV의 비행을 제어하는 비행체(flight body) 및 비행 제어 시스템(flight control system)을 포함한다.

하나의 예에서, 하나 이상의 반격 UAV 각각은 표적 항공 차량의 위치를 검출하도록 구성된 적어도 하나의 탑재된 센서(on-board sensor)를 포함하고, 비행 제어 시스템은 표적 항공 차량의 검출된 위치에 기초하여 반격 UAV의 자율 비행을 제어하도록 작동 가능한 비행 제어기(flight controller)를 포함할 수 있다.

하나의 예에서, 적어도 하나의 탑재된 센서는 비행체에 이동 가능하게 결합되고 표적 항공 차량의 검출된 위치에 따라 카메라의 포인팅 위치(pointing position)를 수정하도록 작동 가능한 카메라를 포함한다.

하나의 예에서, 항공 차량 검출 시스템은 영공을 모니터링 하기 위해 지상 기반 구조물(ground-based structure)과 연관된 외부 항공 차량 검출 시스템을 포함하고, 적어도 하나의 검출 센서는 복수의 표적 항공 차량을 검출하도록 구성된 복수의 검출 센서를 포함한다.

하나의 예에서, 항공 차량 포획 대책물에 의해 구조물에 묶인 복수의 반격 UAV를 더 포함한다. 각각의 반격 UAV는 복수의 반격 UAV의 각각의 위치를 통신하기 위해 다른 반격 UAV의 다른 통신 장치에 통신적으로 결합된 통신 장치(communication device)를 포함하고, 이에 의해 복수의 반격 UAV의 협력된 비행을 용이하게 한다.

하나의 예에서, 항공 차량 포획 대책물은 표적 항공 차량의 적어도 하나의 로터리 프로펠러 장치(rotary propeller device)의 작동을 방해하도록 구성된 적어도 하나의 유연한 얽힘 요소(flexible entangling element)를 포함한다.

하나의 예에서, 적어도 하나의 유연한 얽힘 요소는 그물(net), 필라멘트, 모노 필라멘트, 편조 필라멘트, 덩굴손(tendrils), 섬유, 끈, 코드, 스트랜드, 실, 로프 또는 와이어 중 적어도 하나를 포함한다.

하나의 예에서, 하나 이상의 반격 UAV 각각은 반격 UAV(들)에 전력을 공급하기 위한 구조와 연관된 외부 전원에 전기적으로 결합된다.

하나의 예에서, 항공 차량 포획 대책물은 그물(net)을 포함한다.

하나의 예에서, 그물은 하나 이상의 반격 UAV의 비행에 응답하여 적재 위치(stowed position)에서 배치 위치(deployed position)로 이동 가능하도록 구성된다.

하나의 예에서, 시스템은 구조와 연관되고 적재 위치에 있을 때 그물의 적어도 일부를 저장하도록 구성된 적어도 하나의 저장 장치(storage device)를 포함할 수 있다. 배치 위치로 이동할 때 그물의 배치를 용이하게 하도록 구성된다.

하나의 예에서, 시스템은 구조물과 연관된 적어도 하나의 드럼 릴 장치(drum reel device)를 더 포함하고, 적어도 하나의 드럼 릴 장치는 접을 수 있는 테더(retractable tether)에 의해 그물에 결합될 수 있고 배치 위치로 이동할 때 접을 수 있는 테더를 통해 그물의 배치를 용이하게 하도록 작동될 수 있다.

하나의 예에서, 시스템은 그물에 의해 구조물에 묶인 복수의 반격 UAV를 더 포함한다. 복수의 반격 UAV는 배치

위치로 이동된 후, 그물을 검출된 표적 항공 차량의 위치에 기초한 포획 위치(capture position)로 이동시키기 위해 협력된 방식(coordinated manner)으로 작동될 수 있다.

하나의 예에서, 시스템은 구조물과 연관되고 그물에 결합된 적어도 하나의 동적 그물 지지 메커니즘(net support mechanism)을 더 포함하고, 및 적어도 하나의 동적 그물 지지 메커니즘은 그물 및 반격 UAV가 적어도 하나의 이동식 그물 지지 메커니즘과 함께 이동하도록, 구조물에 대해 제1 방향으로 이동하도록 작동될 수 있다.

하나의 예에서, 시스템은 구조물과 연관된 레일 시스템(rail system)을 더 포함하고, 및 적어도 하나의 동적 그물 지지 메커니즘은 레일 시스템을 따라 협력된 방식으로 이동 가능한 적어도 2 개의 그물 지지 메커니즘을 포함할 수 있다.

하나의 예에서, 복수의 반격 UAV는 제1 방향과 다른 제2 방향으로 그물을 이동시키기 위해 협력된 방식으로 작동 가능하다.

하나의 예에서, 복수의 반격 UAV는 주변 그물 영역을 정의하기 위해 배치 위치에서 그물을 지지하도록 협력된 방식으로 작동 가능하다.

하나의 예에서, 시스템은 연장된 비행 시간을 용이하게 하고 주변 그물 영역을 유지하기 위해 각각의 반격 UAV에 전기적으로 결합된 적어도 하나의 외부 전원을 추가로 포함한다.

하나의 예에서, 명령 데이터는 항공 차량 포획 대책물 배치 명령 데이터(aerial vehicle capture countermeasure deployment command data), 표적 항공 차량 검출 데이터(target aerial vehicle detection data), 반격 UAV 제어 데이터(counter-attack UAV control data), 또는 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함한다.

본 발명은 표적 항공 차량의 무력화를 위한 시스템을 제시하며, 이는 복수의 반격 무인 항공 차량(UAV); 비행 중인 표적 항공 차량을 검출하도록 작동 가능한 적어도 하나의 검출 센서를 포함하는 항공 차량 검출 시스템; 복수의 반격 UAV를 서로 연결하는 그물; 및 구조물과 연관되고 적재 위치에 있을 때 그물의 적어도 일부를 저장하고, 검출된 표적 항공 차량에 기초한 복수의 반격 UAV의 협력된 비행에 응답하여 배치 위치로 이동될 때 그물의 배치를 용이하게 하도록 구성된 적어도 하나의 그물 저장 장치를 포함한다.

하나의 예에서, 본 개시 물은 표적 항공 차량의 무력화를 위한 방법을 제시한다. 이 방법은 비행 중인 표적 항공 차량을 검출하는 단계; 배치 위치에서 항공 차량 포획 대책물을 유지하기 위해 하나 이상의 반격 UAV를 작동하는 단계(항공 차량 포획 대책물은 하나 이상의 반격 UAV를 구조물에 묶는 것, 즉, 하나 이상의 반격 UAV가 항공 차량 포획 대책물을 통해 구조물에 묶여 있음); 및 항공 차량 포획 대책물로 표적 항공 차량을 포획하여 표적 항공 차량을 무력화하는 단계를 포함한다.

하나의 예에서, 표적 항공 차량을 검출하는 것은 항공 차량 검출 시스템으로 동적 비행 위치를 추적하는 것을 더 포함한다.

하나의 예에서, 방법은 표적 항공 차량의 협력된 비행 및 협력된 무력화를 용이하게 하기 위해 위치 데이터를 복수의 반격 UAV에 통신하는 단계를 포함한다. 복수의 반격 UAV는 항공 차량 포획 대책물에 의해 함께 묶일 수 있다.

하나의 예에서, 방법은 적재 위치에서 배치 위치로 항공 차량 포획 대책물을 배치하기 위해 복수의 반격 UAV의 비행을 협력하는 단계를 포함한다.

하나의 예에서, 방법은 적재 위치에서 배치 위치로 항공 차량 포획 대책물을 배치하기 위해 복수의 반격 UAV의 비행을 협력하는 단계를 포함한다.

하나의 예에서, 방법은 검출된 표적 항공 차량과 연관된 명령 데이터를 항공 차량 검출 시스템으로부터 하나 이상의 반격 UAV로 전송하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 개시 내용의 예에 따라 복수의 반격 UAV로 표적 항공 차량을 검출하고 무력화하기 위한 시스템을 그래픽 및 개략적으로 도시하는 예시이다.

도 2는 본 개시 내용의 예에 따른 도 1의 시스템의 가능한 검출 및 통신 측면을 예시하는 블록도이다.

도 3은 본 개시 내용의 예에 따른 도 1의 반격 UAV 중 하나의 가능한 검출 및 작동 측면을 예시하는 블록도이다.

도 4는 본 개시의 예에 따른 항공 차량 포획 대책물을 지지하는 복수의 반격 UAV의 시스템을 예시하는 블록도이다.

도 5는 군집 또는 다른 구성에서 복수의 반격 UAV를 제어하기 위한 계산 방법에 기초하여, 항공 차량 포획 대책물을 지지할 수 있협력된 비행에 이용 가능한 복수의 반격 UAV를 도시한다.

도 6a는 본 개시의 예에 따라 적재 위치에서 항공 차량 포획 대책물을 지지하는 복수의 반격 UAV로 표적 항공 차량을 무력화하기 위한 시스템을 도시한다.

도 6b는 도 6a의 시스템을 도시하며, 배치 위치에서 항공 차량 포획 대책물을 지지하는 복수의 반격 UAV를 도시한다.

도 7은 본 개시의 예에 따라 배치 위치에서 항공 차량 포획 대책물을 지지하는 복수의 반격 UAV로 표적 항공 차량을 무력화하기 위한 시스템을 도시한다.

도 8a는 본 개시의 다른 예에 따라 적재 위치에서 항공 차량 포획 대책물을 지지하는 복수의 반격 UAV를 포함하는 표적 항공 차량을 무력화하기 위한 시스템을 도시한다.

도 8b는 도 8a의 시스템을 도시하며, 배치 위치에서 항공 차량 포획 대책물을 지지하는 복수의 반격 UAV를 도시한다.

도 9는 본 개시의 예에 따라 배치 위치에서 항공 차량 포획 대책물을 지지하는 복수의 반격 UAV를 포함하는 표적 항공 차량을 무력화하기 위한 시스템을 도시한다.

예시된 예시적인 실시 예에 대한 참조가 이루어질 것이며, 이를 설명하기 위해 여기서 특정 언어가 사용될 것이다. 그럼에도 불구하고 본 발명의 범위를 제한하지 않는 것으로 의도된 것으로 이해될 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본원에 사용된 용어 "실질적으로"는 작용, 특성, 속성, 상태, 구조, 항목 또는 결과의 완전하거나 거의 완전한 정도 또는 정도를 의미한다. 예를 들어, "실질적으로" 둘러싸여 있는 개체는 개체가 완전히 둘러싸여 있거나 거의 완전히 둘러싸여 있음을 의미한다. 절대 완전성으로부터의 정확한 허용 편차 정도는 경우에 따라 특정 상황에 따라 달라질 수 있다. 그러나 일반적으로 말해서 완료의 가까움은 마치 절대적이고 전체적인 완료를 얻은 것과 동일한 전체 결과를 갖도록 할 것이다. "실질적으로"의 사용은 작동, 특성, 속성, 상태, 구조, 항목 또는 결과가 완전하거나 거의 완전하지 않음을 나타 내기 위해 부정적인 의미로 사용될 때 동일하게 적용된다.

본 명세서에서 사용된 "인접한"은 2 개의 구조 또는 요소의 근접성을 의미한다. 특히, "인접한"것으로 식별되는 요소는 인접하거나 연결될 수 있다. 이러한 요소는 반드시 서로 접촉하지 않고도 서로 가깝거나 가까울 수 있다. 정확한 근접 정도는 경우에 따라 특정 상황에 따라 달라질 수 있다.

본 기술을 더 설명하기 위해, 도면을 참조하여 예가 제공된다.

도 1은 외부 항공 차량 검출 시스템(external aerial vehicle detection system)(100) 및 예를 들어 반격 UAV(102a 및 102b)(예를 들어, 2 개 이상의 반격 UAV; 도 6a 내지 9 참조)(최대 n 개의 반격 UAV가 이용될 수 있고 여기서 고려된다)와 같은 복수의 반격 UAV(들)로 영공 영역(airspace area) A를 보호하기 위한 시스템 및 방법을 개략적으로 그리고 그래픽으로 도시한다. 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 하나 이상의 표적 항공 차량(들)(target aerial vehicle(s))를 무력화할 목적으로 적어도 하나의 반격 UAV(들)(102a 또는 102b, 또는 둘 다)와 통신하도록 구성될 수 있으며(예를 들어, 표적 항공 차량(104a 및 104b) 참조)(n 개의 표적 항공 차량을 무력화할 수 있다), 이는 영공 A에 접근하거나 접근할 수 있으며 영공 A에 대한 위협으로 판단된다. 도 2는 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 구성 요소 및 표적 항공 차량(104a 및/또는 104b)의 검출 및 실시간 추적을 수행하고 명령 데이터를 반격 UAV(들)(102a 및 102b)와 통신하는 능력을 도시하는 블록도이다. 명령 데이터는 표적 UAV의 위치와 관련된 데이터를 포함하지만 이에 제한되지 않는 표적 UAV의 포획을 용이하게 하는 데 관련된 임의의 데이터를 포함할 수 있다. 도 3은 표적 항공 차량(104a 또는 104b, 또는 둘 다) 중 하나 이상을 무력화하기 위한 반격 UAV(102a(또는 복수의 반격 UAV의 적어도 하나)의 제어 시스템 및 제어 시스템이 외부 항공

차량 검출 시스템(100) 및 기타 반격 UAV와 함께 어떻게 작동 가능한지를 나타내는 블록도이다. 마지막으로, 도 4는 구조물 또는 지상에 묶인 항공 차량 포획 대책물을 지지하는 복수의 반격 UAV(302a 내지 n)(또는 102a 또는 102b 중 어느 하나)의 시스템을 나타내는 블록도이다.

개요로서, 특히 도 1 및 2를 참조하는 하나의 예에서, 시스템은 위협 기반 시설(threat infrastructure) 및/또는 영공 A 내의 자산 일 수 있는 들어오는 표적 항공 차량(들)(104a 및 104b)(또는 임의의 다른 것)를 검출하고 추적하도록 구성된 외부 항공 차량 검출 시스템(100)을 포함할 수 있다(예를 들어, 건물, 상업용 항공 차량, 유틸리티, 직원). 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 검출된 표적 항공 차량(104a 또는 104b, 또는 둘 모두)에 대한, 시간에 따라 또는 실시간으로 주기적으로 추적된 위치(들), 고도, 궤적 및 속도, 그리고 표적 항공 차량(104a 및 104b)과 관련된 기타 검출되거나 획득된 정보 등과 같은, 정보를 획득하고 통신하도록 구성될 수 있다. 일단 획득하면, 이 정보는 적어도 하나의 반격 UAV(들)(102a 또는 102b), 또는 둘 다(및 임의의 다른 것)에 전달될 수 있다. 반격 UAV(102a 및 102b)가 표적 항공 차량을 포획하기 위해 항공 차량 포획 대책물(134)(예를 들어, 적어도 하나의 구조물(137)에 묶이거나 고정된 그물)을 지상에 배치하거나 위치할 수 있도록 차량(들)(104a 및 104b), 이에 의해 아래에 더 상세히 설명되는 바와 같이 표적 항공 차량(들)(104a 및 104b)을 무력화시킨다. 이것은 "표적 항공 차량의 고정된 무력화"를 의미하며, 즉, 항공 차량 포획 대책물(134)로 비행하는 검출된 표적 항공 차량의 비행 또는 작동을 무력화하기 위해 반격 UAV(들)(102a 및 102b)가 항공 차량 포획 대책물(134)을 통해 구조물 또는 지상에 고정되거나 묶여 있음을 의미한다.

개요로서, 특히 도 1 및 2를 참조하는 하나의 예에서, 시스템은 영공 영역 A 내의 인프라 및/또는 자산에 위협이 될 수 있는 들어오는 표적 항공 차량(104a 및 104b)를 검출하도록 구성된 외부 항공 차량 검출 시스템(100)을 포함할 수 있다(예를 들어, 건물, 공항 또는 비행장, 유틸리티, 발전소, 스포츠 경기장 또는 단지 등과 같은 인프라, 재산, 비행기, 인력 및 기타와 같은 자산). 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은, 시간에 따라 또는 실시간으로 주기적으로 추적된 위치(들), 고도, 궤적, 속도 및 표적 항공 차량(104a 및 104b)와 관련된 기타 검출되거나 획득된 정보 등과 같은 검출된 표적 항공 차량(104a 및 104b)에 대한 정보를 획득하고 통신하도록 구성될 수 있다. 일단 획득되면, 이 정보는 반격 UAV(들)(102a 내지 d 및 102e 내지 h)에 전달될 수 있으며, 따라서 반격 UAV(102a 내지 d 및 102e 내지 h)의 하나 이상의 그룹 또는 군집이 이를 차단하여 각각의 표적 항공 차량(104a 및 104b)를 무력화할 수 있다. 아래에서 더 상세히 설명된다. 표적 항공 차량(104a 및 104b)는 무인 단일 또는 다중 로터 UAV 또는 고정익 UAV(또는 틸트 로터 UAV) 및 기타 자율적으로 또는 수동으로 작동할 수 있는 것과 같은 임의의 유형일 수 있지만 이에 제한되지는 않는다. 대안적으로, 표적 항공 차량(104a 및 104b)는 유인 헬리콥터, 유인 프로펠러 비행기, 또는 다른 유인 항공 차량과 같은 유인 차량 일 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 표적 항공 차량(104a 및 104b)(예를 들어, 다중 로터 UAV)는 영공에서 수직으로 수 킬로미터까지 상승/하강할 수 있고, 몇 분 동안 호버링 할 수 있으며, 매우 민첩하고 빠르며, 장애물을 피하며, 작은 시각/IR/레이더 특징이 갖고, 상당한 페이로드를 운송할 수 있기 때문에 심각한 위협이 될 수 있다. 따라서, 상대적으로 짧은 시간(예를 들어, 몇 초) 내에 위치와 속도를 빠르게 검출하고 추적하는 것은 영공 영역 A의 위반을 효과적으로 방지하고 모니터링 되는 영공 영역 A와 관련된 자산을 보호하는 데 중요하다.

외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 지상 기반 구조물, 차량(예를 들어, 육지, 해상 또는 항공), 이동 가능한 플랫폼 또는 외부 항공 차량 검출 시스템(100)과 관련하여 여기에서 논의된 다수의 구성 요소를 지지할 수 있는 다른 플랫폼에 의해 지지되거나 이와 연관될 수 있다. 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 영역 주위 또는 서로 다른 구조물에 대해 서로 이격된 다수의 센서 또는 플랫폼을 포함할 수 있으며, 각각은 센서 어레이와의 정보 통합/융합, 표적 검출, 식별 및/또는 추적의 확률과 정확성을 높이기 위해, 표적 항공 차량과 연관된 데이터 처리, 및 명령 데이터를 하나 이상의 반격 UAV에 통신하기 위한 중앙 컴퓨터 시스템 및/또는 서로 통신 가능하게 결합될 수 있다. 더 큰 영공을 보호하기 위해 지역 주변에 복수의 항공 차량 검출 시스템(예를 들어, 100)을 통합될 수 있고, 및 이는 주어진 영공을 협력적으로 모니터링 하고 보호하기 위해 다른 항공 차량 검출 시스템의 컴퓨터 시스템에 통신 적으로 연결된 컴퓨터 시스템을 각각 가질 수 있다.

보다 구체적으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 표적 항공 차량(들)(104a 내지 n)(도시되지는 않았지만, 당업자에 의해 이해되는 바와 같이 최대 n(임의의) 개의 검출 센서가 고려되는 경우)와 연관된 데이터를 수집하고 생성하도록 작동 가능한 적어도 하나의 검출 센서(106a)를 포함할 수 있다(예를 들어, 속도, 지리적 위치, 고도, 궤적 또는 비행 경로 등). 예를 들면, 검출 센서(들)(106a)는 음향 센서(108a)와 같은 하나 이상의 음향 센서(들) 및 표적 항공 차량(들)(104a 내지 n)과 연관된 데이터를 수집하고 생성하도록 작동 가능한 카메라(110a)와 같은 하나 이상의 카메라(들)를 포함할 수 있다. 검출 센서(들)(106a)는 레이더 장치(들)(radar device(s))(107a), LIDAR 장치(들)(109a) 및/또는 쌍안경(들)(binocular(s))(111a)과 같은

다른 표적 획득 자산을 포함할 수 있으며, 각각은 CPU(112)에 결합되고 표적 항공 차량의 방위각 고도/기울기 각도를 측정한다. 검출 센서(들)(106a)는 이륙 전에 표적 항공 차량을 검출하는 데 사용되는 전자기 서명 센서(electromagnetic signature sensor) 또는 LWIR에서 SWIR까지 가시 광선까지 전자기 스펙트럼의 다른 부분에서 작동하는 카메라와 같은 다른 센서를 더 포함할 수 있다. 다른 가능한 센서로는 검출기가 있는 협대역 광 이미터(예를 들어, 카메라)와 광 이미터의 검출 대역이 거의 일치하는 협대역 광 이미터 및/또는 표적 부분이 전자기 스펙트럼의 다른 부분에서 형광을 발하게 하여 검출을 용이하게 할 수 있는 협대역 광 이미터(예를 들어, UV 소스)와 같은 기타 센서가 있다. 검출 센서(들)(106a)는 동시에 다수의 표적 항공 차량을 검출할 수 있고, CPU(112)(또는 다수의 CPU)는 어떤 센서(들)가 표적 항공 차량(들)에 대해 가장 신뢰할 수 있거나 신뢰할 수 있는지를 결정하도록 구성될 수 있으며, 그 다음 특정 표적 항공 차량(들)을 추적하는 것으로부터 다른 센서(들)를 할당하지 않는 동안 표적 항공 차량(들)을 계속 추적하고 모니터링 하기 위해 이러한 센서(들) 중 하나 이상을 할당하도록 구성되는 것을 유의하라. 이 개념은 "신뢰성 계층"과 관련하여 아래에서 자세히 설명한다.

일부 예에서, 음향 센서(들)(110a)는 먼 거리(예를 들어, 최대 500 미터 이상)에서 표적 항공 차량(들)(104a)를 검출하고 추적할 수 있는 하나 이상의 마이크로폰을 포함할 수 있다. UAV 서명의 데이터베이스는 검출된 표적 항공 차량(104a 및 104b)의 존재 및 유형을 결정하기 위해 항공 차량 검출 시스템(110)의 CPU(112)에 의해 획득되거나 구축되고 액세스 될 수 있다. 이런 방법으로, 프로세서를 사용하는 CPU(112)는 표적 항공 차량(104a 내지 n)의 서명을 검출하는 동안 비행 중일 수 있는 임의의(친숙한) 반격 UAV(102a 및/또는 102b)의 서명을 제거하거나 무시할 수 있다("우호적인" UAV와 "적대적인" UAV가 서로 다른 유형의 UAV라고 가정하거나, CPU(112)가 알려진 반격 UAV의 위치에 기초하여 둘을 구별하도록 프로그래밍 되었다).

일부 예에서, 하나 이상의 센서(들) 또는 카메라(들)(114a)(예를 들어, n 개의 센서가 고려되지만, 센서(114a)를 참조)(예를 들어, IR, 광학, CCD, CMOS)는 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 하나 이상의 검출 센서(예를 들어, n 개의 검출 센서가 고려되지만 검출 센서(106a) 참조)로서 통합될 수 있다. 예를 들어, 적외선(IR) 카메라(들)는 시스템에 구현될 수 있으며 들어오는 표적 항공 차량을 볼 수 있도록 특정 영역을 향하게 할 수 있다. IR 카메라는 어둡거나 안개가 자욱하거나 먼지가 많거나 흐릿한 환경에서 작동할 수 있기 때문에, IR 카메라는 다른 센서(예를 들어, 광학 카메라)에서 경험하는 환경 문제를 극복하는 데 도움이 될 수 있기 때문에 이 시스템에서 유용하다. 이 시스템에 사용되는 IR 카메라는 표적 항공 차량(예를 들어, UAV)의 IR 신호가 비행 중인 새의 IR 신호와 매우 다르다는 추가적인 이점이 있다. 단파 적외선(shortwave infrared)(SWIR) 스펙트럼을 기반으로 하는 IR 카메라는 반사되는 반사 물체이기 때문에 가시 파장과 유사한 방식으로 물체와 상호 작용할 수 있다. 결과적으로, SWIR 빛은 이미지에 그림자와 대비가 있다. SWIR 카메라의 이미지는 해상도와 디테일면에서 가시 이미지와 비슷하다. 밤하늘의 광채 또는 야간 광이라고하는 대기 현상은 별 빛보다 5 ~ 7 배 더 많은 조명을 방출하며, 거의 모두 SWIR 파장에서 발생한다. 이것 때문에, SWIR 카메라는 달이 없는 밤에도 매우 선명하게 물체를 볼 수 있다. 이러한 SWIR 카메라(들)는 현재의 외부 항공 차량 검출 시스템(100)(및/또는 반격 UAV(들))에 통합될 수 있다. 장파 적외선(LWIR) 카메라는 SWIR 카메라보다 태양의 복사에 덜 영향을 받기 때문에 실외 사용에 더 적합하다. 이와 같이, LWIR 카메라(들)는 외부 항공 차량 검출 시스템(100)에 통합되어 표적 항공 차량(들)을 검출 및 추적하기 위한 실외 사용의 이점으로부터 이익을 얻을 수 있다. 광학 카메라(예를 들어, HD, 4K)와 같은, 다른 카메라(들)는 또한 표적 항공 차량(104a 및 104b)(또는 임의의 다른)의 동적 위치를 검출하고 추적하는 것을 돕기 위해 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 검출 센서(들)(106a)로서 통합될 수 있다.

일부 예에서, 하나 이상의 망원 렌즈는 작동 가능하고 하나 이상의 SWIR 및 LWIR 카메라(들) 및/또는 광학 카메라(들)와 통합될 수 있다. 표적 항공 차량(들)(104-n)의 동적 위치(들)를 검출하고 추적하는 것을 보조하기 위해 외부 항공 차량 검출 시스템(100)과 관련된 고해상도 전동 짐벌(예를 들어, 2 또는 3 축 짐벌)에 장착될 수 있다. 각도 위치 및/또는 방위각 고도를 포함하며, 어떤 경우에는 사용된 센서 유형에 따라 다르다. 여기에 설명된 2 개 이상의 검출 센서는 표적 항공 차량의 범위를 계산하는 데 사용될 수 있다. 또한, 3 차원 공간(예를 들어, 거리, 방위각 및 고도 각)에서 표적 항공 차량의 위치를 결정하기 위해 특정 카메라(예를 들어, IR, 광학)를 탑재된(또는 원격 지지) 레이저 거리 측정기와 함께 사용할 수 있다. 이러한 망원 렌즈 및 짐벌은 각각 관련 카메라의 포인팅 위치를 설정하고 포인팅 위치를 동적으로 수정하기 위해 작동할 수 있고, 따라서, (예를 들어) 특정 카메라의 시야(FOV)(105)를 협력하여 모니터링 표적 항공 차량(104a)를 카메라 중심에 유지한다(시스템(100)의 카메라 또는 센서의 FOV(105b)를 중심으로하는 표적 항공 차량(104b)에 대해서도 동일하다). 이러한 망원 렌즈와 짐벌은 수동 또는 자동으로(아래에서 설명) 특정 표적 항공 차량의 동적 비행 위치 또는 경로를 지속적으로 추적할 수 있다. 하나의 예에서, 360도 카메라 장치(IR 또는 광학 카메라(들)을 가짐)는 전체 360도 공기 공간을 모니터링 하기 위해 외부 항공 차량 검출 시스템(100)과 통합될 수도 있다. 그러한 영역을 모니터링 하기 위해 짐벌이 필요할 수도 있고 필요하지 않을 수도 있다. 일부 예에서 레이더 및 라이다(LIDAR)는 표적

의 위치(범위, 방위각 및 고도) 및/또는 지리적 위치 및 속도를 검출, 추적 및 결정하는 데 사용될 수 있다.

외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 CPU(112)에 의해 저장되고 처리되는 컴퓨터 비전 알고리즘은 표적 항공 차량(104a 내지 n)의 자동 검출 및 추적을 위해 구현될 수 있다. 이러한 컴퓨터 비전 알고리즘은 움직이는 물체를 정적 배경에서 "끌어 올려"모양별로 분류할 수 있다(즉, 특징 검출). 표적 항공 차량(104a 내지 n)의 분류를 위한 다른 메커니즘은 이는 인간 뇌의 작동을 모방하도록 설계된 컴퓨터 알고리즘으로, 특정 검출된 표적 항공 차량(104a 내지 n)와 유사할 수 있는 프로파일의 알려진/저장된 이미지를 인식하도록 훈련된, 신경망 사용을 포함한다. 당업자는 산업에서 본 기술에 알려진 YOLO(You Only Look Once) 검출 아키텍처에 의해 제공되는 것과 같은 빠른 검출과 결합된 "컨볼 루션 신경망"(CNN)을 포함하여 기능을 달성하기 위해 다양한 알려진 알고리즘이 구현될 수 있음을 인식할 것이다. 컴퓨터 비전 시스템(예를 들어, CNN, YOLO)에서 표적 항공 차량을 검출하면, 카메라를 지지하는 짐벌 방향을 사용하여 표적 항공 차량의 방위각과 고도를 결정할 수 있다. 여러 컴퓨터 비전 시스템의 정보를 결합하여 방위각 및 고도 각도 외에도 범위를 계산할 수 있다. 컴퓨터 비전 시스템을 사용하여 수집된 표적 분류 및 위치 정보는 표적 항공 차량의 검출 가능성 및/또는 분류의 정확성 및/또는 표적 항공 차량의 위치 추적을 높이기 위해 다른 센서(예를 들어, 106a)에서 수집된 정보와 추가로 결합/융합될 수 있다.

일부 예에서, 위상 기반 비디오 모션 처리 기술은 외부 항공 차량 검출 시스템(100)(예를 들어, CPU(112)에 의해 처리되는 소프트웨어)과 통합될 수 있다. 위상 기반 비디오 모션 처리 기술은 다른 방법으로는 검출할 수 없었던 매우 작은 모션을 증폭한다. 이 기술은 2015년 7월 1일에 출원된 미국 특허 공개 번호 US20170000356A1은 본 명세서에 참고로 포함된다. 따라서, 표적 항공 차량(예를 들어, UAV)에 내재된 작은 진동 움직임을 검출할 수 있으며, 이는 표적 항공 차량을 검출하고 추적하는 데 카메라 만 사용하는 문제를 극복할 수 있다. 예를 들어 미국 특허 공개 번호 US20170000356A1에서 논의된 바와 유사하게, 프로세서(예를 들어, CPU(112))에 의해 실행되는 방법은 입력으로서 비디오(예를 들어, 표적 항공 차량의 비디오)를 수신하고 미묘한 변화 및 마이크로 모션을 과장한다. 움직임을 증폭하기 위해, 이 방법은 특징 추적이나 광학 흐름 계산을 수행하지 않고 시공간 처리를 사용하여 시간 변화를 확대한다. 고정된 공간 영역의 픽셀을 일시적으로 처리하는이 오일러 기반(Eulerian based) 방법은 정보 신호를 드러내고 실제 비디오에서 작은 움직임을 증폭한다. 오일러 기반 방법은 두 개 이상의 이미지의 픽셀 값을 검사하는 것으로 시작된다. 그런 다음 방법은 검사된 픽셀 값의 시간적 변화를(프로세서와 함께) 결정한다. 이 방법은 작은 시간적 변화만 증폭하도록 설계되었다. 이 방법은 큰 시간적 변화에 적용될 수 있지만, 이 방법의 장점은 표적 항공 차량이 장거리에서 검출되는 경우와 같이 작은 시간적 변화에 제공된다. 따라서, 입력 영상이 비행 중 특정 표적 항공 차량의 영상 사이에 시간적 변화가 적을 때 이 방법을 최적화할 수 있다. 그런 다음이 방법은 신호 처리를 픽셀 값에 적용할 수 있다. 예를 들면, 신호 처리는 예를 들어, 본 발명의 외부 차량 검출 시스템의 광학 센서에 의해 연속 이미지로 포획된 표적 항공 차량의 진동과 같은 시간적 변동이 작은 경우에도 결정된 시간적 변동을 증폭할 수 있다.

표적 항공 차량(들)(104a 및 104b)가 연속적인 비디오 프레임에서 식별되면(예를 들어, IR 및/또는 4K 광학 카메라 및/또는 레이더와 같은 다른 센서를 사용하여), 표적 항공 차량(104a 및 104b)의 동적 비행 위치 또는 경로를 자율적으로 추적하고 다양한 감지 방법(sensing methodology)(예를 들어, 카메라 및 레이더)에 의해 제공된 위치 정보를 융합하는 것은 칼만 필터, 확장 칼만 필터, 입자 필터 또는 베이저안 필터의 다른 변형을 사용하여 수행할 수 있다. 이러한 필터는 예를 들어 특정 표적 항공 차량(104a)의 속도, 위치 및 방향의 추정을 취한 다음, 표적 항공 차량(104a)가 비디오 및/또는 레이더 트랙의 다음 프레임에 있을 위치를 예측함으로써 작동한다. 그 후, 다음 비디오 프레임에서 표적 항공 차량(104a)의 위치가 예측된 위치와 비교되고, 속도, 위치 및 방향에 대한 추정이 업데이트 된다. 카메라(114a) 중 하나로 추적하는 동안, 피드백 제어 루프는 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 카메라의 FOV(105)를 중심으로 표적 항공 차량(104a)를 유지하기 위해 짐벌(특정 카메라를 지지함)을 자율적이고 지속적으로 협력할 수 있다. 이것은 특정 표적 항공 차량의 동적 비행 위치의 지속적인 추적을 용이하게 하거나 유지한다. 일반적인 알고리즘에는 중심 추적, 가장자리 검출, 기능 기반 알고리즘 및 영역 상관 추적이 포함된다. 이러한 카메라 및 필터 시스템을 사용하여, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 특정 표적 항공 차량의 비행 위치 또는 경로를 실시간으로 검출하고 추적할 수 있다.

실제로, 다수의 검출 센서(106a)가 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 구조물에 의해 지지되고 또는 플랫폼 주위에 배치될 수 있으며, 이는 검출 센서(106a)가 지역을 보호하기 위한 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 위치 주변의 영공 영역과 연관된 최대 360 도의 주변을 협력적으로 그리고 집합적으로 모니터링 할 수 있는 방식으로 배치될 수 있다(예를 들어, 영공의 범위 반경 500m 이상). 대안적으로, 검출 센서(106a)는 협곡을 통과하거나 보호 영역(A)에 대해 중요한 다른 특정 출구를 통하는 것과 같이 360도 미만의 커버리지 미만의 특정 관심 영역을 가리 키도록 장착되고 구성될 수 있다.

일부 예에서, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 레이저 또는 고출력 LED와 같은 적어도 하나의 조명 장치(조명 장치 116a 참조)를 포함할 수 있으며, 검출된 표적 항공 차량(104a)를 비추도록 작동할 수 있다(표적 항공 차량(104a)를 지속적으로 추적하면서, 위에서 설명한대로). 특정 조명 장치(116a)는 일정한 조명을 위해 조명 장치를 표적 항공 차량(104a)를 향해 연속적으로 지향하도록 조명 장치의 포인팅 위치 또는 방향을 수정하도록 작동 가능한 짐벌 장치(예를 들어, 3 축)에 장착될 수 있다. 이러한 방식으로, 제어기(CPU(112)에 작동 가능하게 결합됨)는 표적 항공 차량(104a)의 추적된 위치 또는 비행 경로에 기초하여 포인팅 위치를 제어하도록 작동될 수 있다. 아래에서 설명하겠지만, 반격 UAV(102a 및 102b)는 각각 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 조명 장치(116a)에 의해 표적 항공 차량(104a)에 조명되는 단지 좁은 주파수 대역의 광을 검출하기 위한 대역 통과 필터(카메라 상에)를 가질 수 있다.

외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 검출 센서의 다른 예에서, 방위각 및 고도 각 센서가 장착된 망원경 또는 한 쌍의 인간 용 쌍안경을 사용하여 잠재적 표적 항공 차량을 찾고 부분 위치 정보를 반격 UAV로 전송할 수 있다(및/또는 외부 항공 차량 검출 시스템의 CPU). 다른 예에서, 망원경 또는 쌍안경 기반 검출 시스템에는 레이저 거리 측정기와 같은 거리 센서가 장착될 수 있고, 이 거리 센서가 제공하는 정보는 방위각 및 고도 각 센서가 제공하는 정보와 결합되어 표적 UAV의 위치를 3D로 추적할 수 있다.

표적 항공 차량(104a)가 모니터링 된 영공(예를 들어, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 반경 500m 이내)에 진입하는 것으로 검출되면, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 항공 차량 포획 대책물(134a)(예를 들어, 모노 필라멘트 네팅)로 표적 항공 차량(104a)를 무력화할 목적으로 하나의 반격 UAV(들)(102a 또는 102b, 또는 둘 모두)에 명령 데이터를 전송할 수 있다. 명령 데이터는 CPU(112)에 의해 생성되고 라디오(예를 들어, n 개의 라디오가 고려되지만 라디오(118a 참조)를 통해 적어도 하나의 반격 UAV(들)(102a 또는 102b, 또는 둘 모두)로 전송될 수 있다. 선택적으로, 양방향 자유 공간 통신 링크(bi-directional free space communication link)(113)는 무선 통신(118a 내지 c)를 대체(또는 보충)하는데 이용될 수 있다. 명령 데이터는 위치 데이터를 포함할 수 있으며 표적 항공 차량(104a)의 검출된 위치와 연관될 수 있으며, 이는 비행 경로, 고도, 경도, 위도, GPS 좌표(도, 분, 초) 및/또는 표적 항공 차량(104a)의 공간 위치 및/또는 속도와 관련된 기타 데이터를 포함할 수 있다. 명령 데이터는 또한 반격 UAV(들)(102a 또는 102b) 중 적어도 하나 또는 둘 모두에 특정 표적 항공 차량을 포획하기 위해 특정 속도로 비행하도록 지시하는 정보 또는 명령과 같은 차단 데이터를 포함할 수 있다.

외부 항공 차량 검출 시스템(100)에 의해 반격 UAV로 전송되는 명령 데이터는, 예를 들어, 특정 위치, 방향 및 시간에/으로 특정 항공 차량 포획 대책물(134)을 배치하거나 또는 이동하도록 반격 UAV(들)(102a 및 102b)를 지시하거나 명령하는 정보 또는 지시와 같은, 또한 항공 차량 포획 대책물 배치 명령 데이터를 포함한다. 명령 데이터는 위치 데이터 또는 정보(위에서 논의됨)와 같은 표적 항공 차량 검출 데이터, 및 검출 센서(들)(106a)에 의해 검출된 표적 항공 차량(들)(102a 및 102b)의 UAV 유형에 대한 식별 정보와 같은 위치 정보 이외의 정보도 포함할 수 있다. 이러한 정보는 외부 항공 차량 검출 시스템(100) 및/또는 반격 UAV(들)(102a 및 102b)가, 예를 들어, 표적 항공 차량을 무력화하기 위해 구현되는 대책물의 유형에 영향을 미칠 수 있는 특정 표적 항공 차량의, 크기, 유형(예를 들어, 고정익 또는 회전 날개), 탑재 기능 및/또는 성능 능력을 결정하는 데 도움을 줄 수 있다.

명령 데이터는 또한 반격 UAV(102a 및 102b)의 일부 또는 모든 측면을 제어하기 위한 명령(외부 항공 차량 검출 시스템(100)으로부터의)을 포함할 수 있는 반격 UAV 제어 데이터를 포함할 수 있다. 이런 방법으로, 반격 UAV(102a 및 102b)는 내부 비행 제어를 비활성화하거나 무시한 "더미" 드론 일 수 있으므로, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)이 반격 UAV(102a 및 102b)의 비행, 배치, 센서 포인팅 등을 제어할 수 있다. 따라서, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은, 반격 UAV(102a 및 102b)의 각각의 위치 및 작동을 모니터링 하고 제어하는 동안, 예를 들어 하나의 검출 센서 및 처리 유닛으로 표적 항공 차량(104a)의 위치 또는 비행 경로를 검출하고 모니터링 할 수 있다.

이러한 명령 데이터 중 적어도 일부를 사용하여, 반격 UAV(들)(102a 및 102b)는 도 6a 내지 0의 예에 관하여 아래에서 논의되는 바와 같이, 항공 차량 대책 장치(aerial vehicle countermeasure device)(134)를 자율적으로 이동 또는 배치하도록 작동/내비게이션 될 수 있다. 도 1 및 2와 관련하여 논의된 이 시스템은 표적 항공 차량(104a)이 영공 영역(A)으로부터 수 킬로미터, 심지어 고도에서 수 킬로미터 떨어져있을 수 있는 경우에 특히 유리하다. 이는 개별 반격 UAV가 그럴듯하게 많은 양의 영공과 가능한 장거리에서 어디를 "볼지" 알기 어려울 수 있기 때문이다. 반격 UAV의 많은 탑재된 카메라는 FOV가 현저히 감소하는 경우 더 큰 범위(예를 들어, 100m 이상)에서만 표적을 검출, 식별 및 분류할 수 있기 때문이다(예를 들어, 10도 이하).

위에서 논의했듯이, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 복수의 검출 센서(예를 들어, 2 개 이상의 검출 센서(106a))를 작동시켜 표적 항공 차량과 연관된 위치 데이터를 생성할 수 있다. CPU(112)는 복수의 검출 센서와 연관된 신뢰성 계층(credibility hierarchy)에 기초하여 하나 이상의 검출 센서와 관련된 위치 데이터를 제거하도록 작동할 수 있다. 이러한 신뢰성 계층은 환경 조건에 기초될 수 있다. 예를 들어 주간에 구름이없는 상태에서 운영할 때, 신뢰성 계층에는 다음과 같은 우선 순위 검출 센서 목록에서 파생된 위치 데이터가 포함될 수 있다: (1) 광학 카메라, (2) 쌍안경, (3) IR 카메라, (4) 레이더 장치, (5) 라이다(LIDAR) 장치, (6) 음향 센서, (7) 조명 장치 및 (8) 기타 센서. 더 구체적으로, 일단 CPU(112)가 그러한 환경 조건을 결정하거나 알게되면, CPU(112)는 (1) 광학 카메라 및 (2) 쌍안경(예를 들어, 할당된 검출 센서)에서 생성된 위치 데이터를 사용하면서 센서 3 내지 7과 연관된 위치 데이터를 제거할 수 있다(및/또는 작동에서 이러한 센서 할당하지 않음). 이상적으로, 광학 카메라에서 생성된 위치 데이터는 구름, 새 등이없는 낮 시간 동안 가장 신뢰할 수 있다. 그러나 (2)에서 생성된 신호가 특정 이유로 인해 쌍안경이 더 신뢰할 수 있는 경우(예를 들어, 쌍안경은 광학 카메라보다 간헐적인 신호 손실이 적다.), CPU(112)는 광학 카메라로부터 생성된 위치 데이터를 제거하고 쌍안경에서 생성된 위치 데이터를 사용할 수 있으며, 그 후 위치 데이터를 하나 이상의 반격 UAV에 전달할 수 있다. 특정 위치 데이터를 제거하는 이러한 처리는 분당 여러 번 발생할 수 있다. 반격 UAV로 전송하기 위해 외부 차량 검출 시스템(100)에서 최상의 추적 정보를 생성 및 처리하도록, 이에 의해 검출된 표적 항공 차량(들)을 차단하고 포획할 가능성을 개선하거나 증가시킨다.

신뢰성 계층의 또 다른 예에서 운영 조건이 야간에 구름이 덮여 있다고 가정한다. 외부 차량 검출 시스템(100)에 의해 모니터링 될 영역에 매우 적은 빛이 방출되도록 한다. 여기에서 신뢰성 계층은 다음과 같을 수 있다: (1) IR 카메라, (2) 음향 센서, (3) 레이더 장치, (4) LIDAR 장치, (5) 조명 장치, (6) 기타 센서, (7) 광학 카메라, (8) 쌍안경. 이는 야간에 IR 카메라가 위에서 설명한 것처럼 가장 신뢰할 수 있는 위치 데이터를 생성할 수 있기 때문이다. 따라서, CPU(112)는 검출 센서(4 내지 8)에서 생성된 위치 데이터를 제거하고, 검출 센서(1 내지 3)에서 생성된 신호를 분석하여 생성된 가장 신뢰할 수 있는 위치 데이터를 결정할 수 있다. 예를 들어, 음향 센서가 다른 소리의 간섭을 받고 레이더 장치가 날씨 패턴의 영향을 받는 경우, 그런 다음 CPU는 IR 카메라의 위치 데이터를 반격 UAV로 전송하기 위해 가장 신뢰할 수 있는 위치 데이터(및 데이터 만)로만 사용하여 검출된 표적 항공 차량(들)을 차단하고 포획할 가능성을 높일 수 있다.

당업자는 CPU(112)가 하나 이상의 프로세서가 여기에 설명된 방법 단계 및 작동을 수행하도록 지시하도록 구성된 하나 이상의 컴퓨터 소프트웨어 모듈을 포함하는 유형의 비 일시적 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있음을 인식해야 한다.

도 3에 도시된 바와 같이, 특정 반격 UAV(102a)(예를 들어)는 하나 이상의 광학 센서(예를 들어, 광학 센서(119a) 참조) 및/또는 다른 검출 센서(120)를 포함할 수 있다. 광학 센서(119) 및 다른 센서(120)는, 예를 들어 광학 센서(119) 및 표적 항공 차량(104a)의 존재 또는 위치와 연관된 다른 센서(120)에 의해 생성된 데이터를 처리하기 위해 CPU(122)에 작동 가능하게 결합될 수 있다.

이러한 센서 중 하나 이상을 작동하여 생성된 수집된 데이터를 기반으로,

비행 제어기는 적어도 하나의 표적 항공 차량의 검출된 위치 또는 비행 경로에 기초하여 반격 UAV의 탐색/비행을 위해 하나 이상의 프로펠러/모터 및 짐벌 장치를 작동하도록 구성될 수 있다.

반격 UAV(102a)는 외부 항공 차량 검출 시스템(100)으로부터 명령 데이터를 무선으로 수신할 수 있는 RF 무선 통신(124)(예를 들어, Mobilicom 소프트웨어 정의 무선 통신 또는 유사한 무선 통신)과 같은 무선 통신 장치(wireless communication device)를 더 포함할 수 있으며, 처리를 위해 명령 데이터를 CPU(122)로 전송할 수 있다. 무선 통신(124)는 광학 센서(들)(119)에 의해 포획된 비디오 피드를 외부 항공 차량 검출 시스템(100)으로 다시 통신하는 데 사용될 수 있다(또는 다른 외부 컴퓨터 시스템 또는 수동으로 모니터링 되는 디스플레이).

수신된 명령 데이터에 기초하여, 반격 UAV(102a)는 특정 방향 및 속도로 비행하도록 자율적으로 작동하여 특정 추적된 비행 경로에 기초하여 표적 항공 차량(104a)을 이동 또는 배치하여 항공 차량 대책 장치(134)로 항공 차량(104a)을 포획할 수 있다. 더 구체적으로, 반격 UAV(102a)는 CPU(122)에 의해 처리된 명령 데이터와 연관된 명령 신호를 수신하기 위해 CPU(122)에 전기적으로 결합된 비행 제어기(126)를 포함할 수 있다. 그 다음 비행 제어기(126)는 로터 어셈블리(예를 들어, 로터 어셈블리(128) 참조), 짐벌 또는 짐벌 어셈블리, 및 임의의 다른 부품 또는 시스템과 같은 반격 UAV의 다양한 부품을 제어할 수 있다. 로터 어셈블리는 각각 전자 속도 제어기(130) 및 모터/프로펠러(132)를 포함하여 반격 UAV(102a)가 특정 위치 및/또는 특정 속도로 이동하여 항공 차량 대책 장치(134)를 적절하게 이동 시키도록 할 수 있다. 따라서, 적어도 CPU(122), 비행 제어기(126) 및 로터 어

샘블리(128)는, 여기에 추가로 설명되는 바와 같이, 항공 차량 대책 장치(134)의 위치를 제어하고 방향을 맞추기 위해 반격 UAV(102a)의 비행을 용이하게 하도록 작동 가능한 비행 제어 시스템(133)을 정의할 수 있다.

업데이트 된 명령 데이터는 반격 UAV(102a 및 102b) 중 적어도 하나에 지속적으로 전달될 수 있으므로, 비행 제어기(126)는 표적 항공 차량(104a)의 추적된 비행 경로 및 위치에 대응하여 반격 UAV(102a)의 비행을 제어할 수 있다. 이런 방법으로, 반격 UAV(102a)는 구조물 또는 지상에 묶여있는 것처럼, 묶인 항공 차량 대책 장치(134)를 언제 어디로 움직일지 알 수 있다.

광학 센서(119)(및/또는 다른 센서(120)) 및 CPU(122)는 하나의 예에서 그 자체로 표적 항공 차량(104a)를 검출하도록 작동할 수 있는 탑재된 항공 차량 검출 시스템(on-board aerial vehicle detection system)(137)을 정의할 수 있다(예를 들어, 외부 항공 차량 검출 시스템의 도움없이). 따라서, 반격 UAV(102a)는 표적 항공 차량(104a)를 검출할 수 있으며(범위 내에 있다고 가정), 그리고 나서 CPU(122)는 명령 데이터를 생성한 다음, 명령 데이터와 연관된 신호를 비행 제어기(126)로 전송하여 반격 UAV의 비행을 용이하게 할 수 있다(그런 비행이 테더 그물(tethered net)의 위치를 유지하기 위해 정적인지 또는 그러한 비행이 테더 그물을 배치하거나 다른 방식으로 이동하는 데 동적인지 여부). 이러한 탑재된 항공 차량 검출 시스템(137)은 외부 항공 차량 검출 시스템(100)과 함께 작동되어 표적 항공 차량(104a)의 동적 비행 위치를 추적할 수 있으므로, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)이 그렇게 할 수 없는 경우 그 후, 탑재된 항공 차량 검출 시스템(137)은 백업 검출 시스템과 같이 자체적으로 계속할 수 있다.

동시에(또는 대안적으로) 반격 UAV(102a)가 항공 차량 대책 장치(134)를 이동시키기(또는 위치를 유지하기) 전에, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)으로부터의 명령 데이터는, 하나의 예에서 표적 항공 차량(104a)을 찾기 위해 영공에서 "볼(look)" 위치를 반격 UAV(102a)에게 "알려주기" 위해 광학 센서(들)(119)의 포인팅 위치(pointing position)를 제어하기 위해, 반격 UAV(102a)의 CPU(122)에 의해 처리될 수 있다. 구체적으로, 광학 센서(119) 중 하나는 하나 이상의 짐벌 장치(들)(138)에 의해 반격 UAV(102a)의 비행체 또는 플랫폼에 회전 가능하게 장착될 수 있다. 그런 다음 CPU(122)는 광학 센서(119a)의 포인팅 위치를 설정하고 제어하기 위해 짐벌 장치(들)(138)(예를 들어, 3 축 짐벌)의 작동을 제어하는 제어 신호를 짐벌 제어기(들)로 전송할 수 있다(즉, 카메라가 검출된 표적 항공 차량(104a)을 향하도록). 표적 항공 차량(104a)가 카메라의 검출 범위 내에 있는 한(예를 들어, 일부 예에서 최대 150m 이상), 반격 UAV(102a)는 필요한 경우 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 도움없이 자체적으로 표적 항공 차량(104a)의 위치를 검출하고 추적할 수 있다. 여기에 예시된 다른 반격 UAV(102b 내지 h)도 이러한 특징과 기능을 가질 수 있다.

일부 예에서, 다른 센서(120)는 소형 위성 어레이 레이더 및 자동차 레이더와 같은 하나 이상의 레이더 장치(들)를 포함할 수 있다. Echodyne Mesa 내지 X7, Fortem Technologies TrueView R20 및 Delphi Automotive Radar와 같은 자동차 레이더 시스템과 같은 소형 위성 어레이 레이더 시스템은 소형 소비자 드론(예를 들어, DJI Phantom 4)과 같은 작은 표적에 대해 200m 이상의 범위를 가진 반격 UAV 102a에 통합될 수 있다. 레이더 어레이(radar array)는 또한 표적 항공 차량을 검출하기 위한 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 검출 센서로서 사용될 수 있다.

일부 예에서, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)이 표적 항공 차량(104a)를 검출할 수 없는 경우(예를 들어, 날씨 또는 간헐적 인 신호 손실로 인해), 반격 UAV(102a)는 표적 항공 차량(104a)를 검출하고 추적하기 위해 그 구성 요소(도 3)를 이용할 수 있다.

도 3에 개략적으로 도시된 다양한 구성 요소는 반격 UAV(102a)(예를 들어, 도 6a)의 비행체(201) 주위에 지지될 수 있다. 비행체(201)는 도 3의 구성 요소를 구조적으로 지지하는 비행체 또는 그 일부를 포함할 수 있다(또한 이러한 구성 요소에 전원을 공급하는 배터리를 지지한다).

하나의 예에서, 단일 반격 UAV를 작동하여 구조물이나 지상에 묶인 항공 차량 포획 대책물을 이동하고 지지할 수 있다. 이런 방법으로, 수평 지지 부재(미도시)는 항공 차량 포획 대책물(134)(예를 들어, 그물)의 상부 영역을 따라 결합될 수 있으며, 예를 들어 단일 반격 UAV가 자체적으로 2 차원 그물을 지지할 수 있다.

도 1에 예시된 바와 같이, 하나의 예에서, 표적 항공 차량(104a)가 반격 UAV(102a)의 특정 검출 가능한 거리(예를 들어, 10-150m) 내에서 비행하면, 표적 항공 차량(104a)가 광학 센서(들)(119)의 FOV(136) 내에 있도록, 반격 UAV(102a)는 표적 항공 차량(104a)의 동적 위치 또는 비행 경로를 연속적으로 추적하기 위해 탑재된 광학 센서(들)(119)를 이용할 수 있다. 예를 들면, 특정 탑재된 광학 센서는 짐벌 장치에 장착된 비디오 카메라를 포함할 수 있으며(반격 UAV 102a에 의해 지지되고 작동됨), 이는 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 검출 센서에

관해 위에서 논의된 바와 같이, 표적 항공 차량(104a)를 식별하고 추적하도록 작동될 수 있다. 예를 들어, 칼만 필터(또는 베이지안 필터의 다른 변형)는 CPU(122)의 프로세서에 의해 알고리즘으로 실행될 수 있으며, 비디오 카메라에 의해 생성된 디지털 신호를 사용하여 특정 표적 항공 차량의 속도, 위치 및 방향을 추정하고 예측하고, 그리고 나서 짐벌 장치를 자율적으로 지속적으로 협력하는 피드백 제어 루프를 실행하여 예를 들어 표적 항공 차량이 비디오 카메라의 FOV(136)에 대해 중앙에 있도록 한다. 이러한 카메라에는 장거리 또는 중간 초점 망원 렌즈가 장착되어 일부 예에서 최대 150m 내지 300m 범위에서 표적 항공 차량을 식별하고 추적할 수 있는 거리를 최대화할 수 있지만 카메라의 FOV를 줄이는 비용이 발생한다. 그러나, 외부 항공 차량 검출 시스템(100)은 표적 항공 차량(104a)의 검출된 위치와 연관된 명령 데이터를 반격 UAV(102a)로 전송할 수 있으므로, 더 좁은 FOV는 탑재된 카메라가 더 긴 검출 및 추적 기능을 가지고 있음을 의미하는 경우 일부 경우에 허용될 수 있다. 반격 UAV(102a)로 표적 항공 차량(104a)를 추적하는 이러한 방식은 반격 UAV(들)(102a 및 102b)가 항공 차량 포획 대책물(134)을 특정 위치 또는 방향으로 이동할 수 있는 예에서 유리할 수 있다(아래에서 논의되는 도 6a 내지 8b의 예 참조).

일부 예에서, 도 3에서 보는 바와 같이, 하나 이상의 반격 UAV(102a)에는 협대역 통과 필터가 있고 광학 주파수 일치 조명 소스(예를 들어, 고효율 LED)가 있는 광학 센서 또는 카메라(예를 들어, 119)가 장착될 수 있다. LED는 배경 기여도(background contribution)를 줄이면서 표적 항공 차량(104a)를 비추도록 지시될 수있어서, 카메라 및 필터가 표적 항공 차량(104a)를 더 잘 검출하고 추적할 수 있다. 이러한 탑재된 카메라 및 협대역 통과 필터(narrow band pass filter)는 또한 외부 항공 차량 검출 시스템(100)의 조명 장치(illumination device)(116a)에 의해 표적 항공 차량에 조명되는 광의 주파수만을 검출하는데 사용될 수 있으며, 도 1의 설명과 관련하여 앞서 언급한 바와 같다.

도 3을 참조하면(및 도 4에 또한 적용 가능), 반격 UAV(102a)는 반격 UAV(102a)(예를 들어, 다른 반격 UAV에 게)의 위치를 결정하고 업데이트 하기 위해 비행 제어기(126)에 연결된 GPS 장치(135)(예를 들어, 실시간 운동(RTK) GPS)를 가질 수 있다. 반격 UAV(102a)는, 도 4 및 본 명세서의 다른 곳 및 아래에 상세히 설명하는 바와 같이, 협력된 비행 구성을 용이하게 하기 위해, 다른 반격 UAV(들)(예를 들어, 반격 UAV(102b)) 간의 통신을 위해 CPU(122)에 작동적으로 결합된 UAV 간 무선 통신(141)을 포함하는 UAV 간 군집 통신 시스템을 포함할 수 있다. UAV 간 군집 통신 시스템은, 아래 상세한 기술에서처럼, 다른 반격 UAV(들)(예를 들어, UAV(102b))로 협력된 비행 구성을 용이하게 하기 위해 반격 UAV(102a)의 개별 위치를 결정하는 것을 돕기 위해 CPU(122)에 결합된 UAV 간 위치 센서(inter-UAV position sensor)(139)(예를 들어, 초 광대역(UWB) 태그)를 더 포함할 수 있다.

항공 차량 포획 대책물이 그물을 포함하는 일부 예에서, 반격 UAV(102a)는 그물/UAV 인터페이스 장치(148)를 통해 반격 UAV(102a)의 비행체 또는 본체에 결합될 수 있는 그물 어셈블리(146)를 지지할 수 있다. 힘 센서(150)는 그물 어셈블리(146)에 작동 가능하게 연결되고 CPU(122)에 전기적으로(유선 또는 무선) 연결되어 바람, 새, UAV 등으로부터 그물 어셈블리(146)에 가해지는 힘을 검출할 수 있다. 관성 측정 유닛(IMU)(131)은 묶인 반격 UAV에 대한 그물의 힘 및/또는 각도 속도를 측정하기 위해 CPU(122)와 그물 어셈블리(146) 사이에 결합될 수 있다.

도 4는, 표적 항공 차량을 검출 및 추적하고, 반격 UAV(302a)의 내비게이션을 위해, 복수의 반격 UAV(예를 들어, 반격 UAV 302a 내지 d 참조)의 시스템의 블록도를 도시하고, 특정 예시의 반격 UAV(302a)의 세부 사항을 도시한다(유사하게 구성할 수 있는 다른 것). 반격 UAV(302a)는 도 3과 관련하여 설명된 반격 UAV(102a)의 유사한 특징의 일부 또는 전부를 가질 수 있다. 반격 UAV(302a)는 지상 또는 구조물에 묶인 그물 어셈블리와 같은 항공 차량 포획 대책물(334)에 의해 복수의 반격 UAV(302b 내지 d)에 연결될 수 있다(예를 들어, 도 1 및 6a 내지 9 참조). 예를 들어, 특정 그물 어셈블리를 지지하고 배치하기 위해 적어도 2 개의 반격 UAV(예를 들어, 302a 및 302b)가 필요할 수 있다는 것이 당업자에 의해 인식될 것이다. 그러나 일부 구성에서는 단일 카운터 공격 UAV를 사용하여 특정 그물워크 어셈블리를 배치할 수 있다.

반격 UAV(302a)는 센서에 의해 수집된 데이터를 처리하기 위해 CPU에 작동적으로 연결된 다수의 센서를 포함할 수 있다(CPU는 GPU를 가질 수 있음). 몇 가지 예로서, 반격 UAV(302a)는 다음 센서 중 일부 또는 전부를 포함할 수 있다:(a) 온도 센서;(b) 기압계/고도계;(c) 관성 측정 장치(IMU)(자이로 가속도계);(d) 나침반(마그네토미터);(e) 초음파 및 광학 유량 센서;(f) 광학 거리 측정기(예를 들어, 래다치의 라이다(LIDAR by Leddartch, 벨로다인의 라이다(LIDAR by Velodyne), 또는 퀴너지의 라이다(LIDAR by Quanergy));(g) RTK-GPS 및 UWB 태그;(h) 스테레오 카메라(광학 안내 시스템)(i) 고해상도 카메라(j) 저해상도 카메라(k) LWIR 카메라 및 (l) 짐벌 위치 센서, 뿐만 아니라 당업자에게 명백한 기타. 센서(a 내지 e), (g), (i) 및 (j)는 또한 도시된 바와 같이 비행 제어기 및 비디오 다운 링크 무선 통신에 연결될 수 있다. 이러한 센서에서 수집된 데이터에 기초하

여, 비행 제어기는 표적 항공 차량의(동적) 위치를 기반으로 반격 UAV(302a)를 탐색하기 위해 하나 이상의 프로세서/모터 및 집벌 장치를 작동하도록 구성될 수 있다. 유사하게 도 1 내지 3을 참조하여 설명된다.

하나 이상의 무선 통신(들)(예를 들어, 원격 측정 무선 통신)은 반격 UAV(302a)와 외부 항공 차량 검출 시스템(100)(예를 들어, 도 1 참조)간에 데이터를 전송하기 위해 비행 제어기 및 CPU에 연결될 수 있다. 비디오 다운로드 무선 통신은 또한 예를 들어 디스플레이에서 비디오 피드를 보기 위해 반격 UAV(302a)와 인간 오퍼레이터 사이에 통신적으로 결합될 수 있다. 인간 조작자는 시스템의 활동을 모니터링 하고 감독하기 위해 외부 항공 차량 검출 시스템(100)과 연관될 수 있다.

항공 차량 포획 대책물(334)은 본 명세서의 예들에서 도 4에 도시된 특징을 갖는 그물 어셈블리 일 수 있거나, 또는 그물 어셈블리는 단순히 각각의 반격 UAV(302a 내지 d)에 결합된 그물(또는 다른 얽힘 요소) 일 수 있다. "그물 어셈블리"로서, 항공 차량 포획 대책물(334)은 실제 그물 재료와 각각의 반격 UAV(302a 내지 d) 사이에 결합된 그물 결합 배향 센서(net coupling orientation sensor)를 포함할 수 있다. 각각의 그물 결합 배향 센서는 각각의 반격 UAV(302a 내지 d)에 대한 그물의 각각의 위치 또는 방향과 관련된 데이터를 수집할 수 있다. 그 다음, 아래에서 더 논의되는 바와 같이, 협력 방식(coordinated manner)으로 각각의 반격 UAV(302a 내지 d)의 내비게이션을 제어하기 위해 처리를 위해 그러한 수집된 위치/방향 데이터를 각각의 CPU에 전송한다. 유사하게, 그물 힘 센서는 그물과 각각의 반격 UAV(302a 내지 d) 사이에 연결되어 각각의 반격 UAV(302a 내지 d)에 대해 그물에 작용하는 각각의 힘(예를 들어, 바람 항력 및/또는 다른 반격 UAV(302a 내지 d)의 당기는 힘)과 관련된 데이터를 수집할 수 있다. 이러한 수집된 힘 데이터는 아래에서 더 논의되는 바와 같이 협력 방식으로 각각의 반격 UAV(302a 내지 d)의 내비게이션을 제어하기 위해 처리를 위해 각각의 CPU로 전송될 수 있다. 다양한 센서와 함께 사용되는 용어 "그물"은 단지 예일뿐이며 여기에 예시된 임의의 특정 항공 차량 포획 대책물로 제한되는 것을 의미하지 않는다.

다른 반격 UAV(302b-d) 각각은 도 4에 도시된 반격 UAV(302a)에 대해 설명된 동일한 특징을 가질 수 있다는 것을 이해해야 한다. 각 반격 UAV(302b 및 302c(및 302d))는 위에서 설명한대로 그물 방향 센서(net orientation sensor)와 그물 힘 센서(net force sensor)를 지지하고 작동할 수 있다.

비행 중, 각각의 내비게이션과 집단 동적 비행 경로(collective dynamic flight path), (또는 일반적으로 정적 비행 경로)를 결정하고 제어할 때 각 반격 UAV의 상대적인 위치는 서로 영향을 미치거나, 예를 들어, 지지 그물에 얽히지 않고 효과적으로 표적 항공 차량 포획할 수 있도록 중요하다. 일부 예에서, 본 개시 내용의 각각의 반격 UAV는 GPS 장치, RTK-GPS 장치, UWB 태그, 시각 관성 주행 거리 측정(VIO) 기술, 및/또는 GPS와 VIO의 융합 중 하나 이상을 가질 수 있다(예를 들어, 도 3). 대부분의 사용 가능한 UAV(예를 들어, 드론)에는 IMU 외에 GPS가 통합되어 있으며 GPS를 사용할 수 없는 경우(예를 들어, 보기에 위성 수가 부족한 경우), UAV는 IMU만으로 비행하며 일반적으로 탐색을 위해 운영자의 명령에 의존해야 한다(UAV에서 시각적 추적을 사용할 수 없는 경우). 표준 GPS의 정확도는 약 +/- 2m 내지 +/- 5m이지만 위치 불확실성을 유발하는 많은 오류 원인이 있다. 수직 정확도는 일반적으로 수평 정확도의 약 절반이다. 광역증강시스템(Wide Area Augmentation System)(WAAS)이 활성화된 GPS 수신기는 최상의 경우 +/- 1m 이내로 떨어진다. 따라서, 많은 UAV가 GPS 기술을 사용하여 어느 정도의 정확도로 서로 약 2m 이내의 협력 구성으로 비행할 수 있다.

더 나은 위치 정확도를 얻기 위해 수정을 사용하는 또 다른 유형의 GPS는 RTK(실시간 운동학(real-time kinematic)) GPS이다. RTK GPS는 글로나스(GLONASS)(러시아) 및 갈릴레오(Galileo)(유럽 연합) 위성 무리와 같은 다른 대역뿐만 아니라 지엔에스에스(GNSS)(미국)으로부터 대역을 수신한다. 중요한 차이점은 알려진 위치로부터 보정을 전송하는 지상 기반 스테이션(예를 들어, 외부 항공 차량 검출 시스템(100))으로부터 추가된 무선 통신 링크이다. 이 기술은 협력된 비행 방식으로 작동하는 군집 또는 복수의 반격 UAV에 대해 +/- 5cm 이상, 일반적으로 +/- 2cm 위치 정확도를 달성할 수 있다. 이 때문에 그리고 하나의 예에서, 각 반격 UAV는 RTK-GPS 기술을 활용하여 협력 방식 또는 대형으로 비행하거나 작동하는 그룹 반격 UAV를 제어할 수 있다.

서로에 대한 반격 UAV의 특정 그룹의 위치에 관한 또 다른 예에서, 각 반격 UAV는 GPS를 사용할 수 없을 때 위치 지정 목적을 위한 대체 또는 백업으로서 정확한 위치 센서로 UWB 태그를 가질 수 있다. UWB 범위는 두 UWB 태그간에 전송되는 매우 짧은(~ 9ps) 펄스의 TOF(비행 시간(Time of Flight))를 측정하여 작동한다. 일반적으로 UWB 태그는 정확한 시계를 사용하여, 노드 1은 노드 2에 패킷을 전송하고 노드 2는 패킷의 정확한 TOA(도착 시간(Time of Arrival))를 측정한다. 그런 다음 요청 패킷의 TOA에서 반환 패킷 전송까지의 총 시간을 포함하는 패킷을 반환한다. 그러면, 노드 1은 두 패킷의 TOF를 결정하고 두 노드 사이의 정확한 거리를 결정할 수 있다. 여유 공간의 범위는 10cm 이상의 정확도로 410m까지 가능하다. 일반적인 지상 기반 3 차원 측정 시스템은 위치

가 잘 알려진 3 내지 4 개의 앵커 태그로 구성된다. 그런 다음 해당 공간 내에 3 차원 위치를 정확하게 측정할 수 있는 여러 대상 태그가 있을 수 있다. UWB 태그는 UAV 협력 성좌(cooperative constellation)(즉, 반격 UAV 협력 성좌) 내에서 정확한 위치를 결정하는 데 사용할 수 있다. 이것은 각 UWB 태그 사이의 P2P 범위를 사용하여 반격 UAV 간의 정확한 거리를 결정한다. 이는 반격 UAV의 UWB 태그가 위치를 알 수 없는 앵커 태그와 동일하다는 점을 제외하면 고정 태그 구성과 유사하다. 피어-투-피어 범위에서 제공하는 정보 자체는 각 반격 UAV의 정확한(x, y, z) 좌표 위치를 풀기에 충분하지 않다.

따라서, 4 개의 반격 UAV가 사용되는, 도 5에 도시된 바와 같은 하나의 예에서, 3 개의 좌표 중 하나가 알려진 경우(예를 들어, 고도(z) 및 제1 반격 UAV(312a)의 원점 노드로 임의로 지정된 위치(P1)) 상대 위치 결정 솔루션이 계산될 수 있다. 각각의 반격 UAV(312a 내지 d)에 고도계(altimeter)를 사용하여, z 좌표가 결정된 다음, P1에서 P2(제2 반격 UAV 312b의 위치)까지의 x 좌표 선을 x 축으로 정의하고, 그러면 P2에서 P3, P3에서 P4, P1에서 P4, P2에서 P3 및 P1에서 P3과 5 개의 미지의 변수(x_2 , x_3 , y_3 , x_4 , y_4)를 해결하는 5 개의 방정식이 있다. 이러한 유형의 비선형 방정식 세트를 풀기 위해 잘 알려진 뉴턴(Newton) 방법과 같은 몇 가지 수치 방법이 개발되었다. 또는, GPS 좌표를 시작 좌표로 사용하고 GPS 오류를 수정하는 데 사용되는 UWB 거리를 사용할 수 있다. UWB 태그는 P2P 통신에도 사용할 수 있다.

도 6a 및 6b는 표적 항공 차량(예를 들어, 104a)을 무력화하기 위한 시스템 및 방법을 도시하며, 이는 항공 차량 포획 대책물(434)을 지지하는 복수의 반격 UAV(예를 들어, 반격 UAV 402a 및 402b 참조)를 포함한다. 반격 UAV(402a 및 402b)는 도 1 내지 5에 대해 논의된 반격 UAV의 동일하거나 유사한 특징을 가질 수 있다. 이 예에서, 반격 UAV(402a 및 402b)는 항공 차량 포획 대책물(434)(예를 들어, 그물(435))을 적재 위치(도 6a)에서 배치 위치(도 6b)로 이동시키기 위해 협력 방식으로 작동한다.

시스템은 적재 위치에 있을 때 그물(435)의 적어도 일부를 저장하도록 각각 구성될 수 있는 구조물(예를 들어, 도 1의 137)와 연관된 제1 및 제2 그물 저장 장치(net storage device)(401a 및 401b)를 포함할 수 있다. 제1 테더(first tether)(403a)은 반격 UAV(402a)를 그물(435)의 일측에 결합(couple)할 수 있고, 제2 테더(second tether)(403b)은 반격 UAV(402b)를 그물(435)의 다른 측에 결합할 수 있다. 제1 및 제2 그물 저장 장치(401a 및 401b)는 그물(435)의 적어도 일부를 저장하는 중공 튜브 또는 다른 중공 지지 부재 일 수 있으며, 적절한 방식으로 중공 튜브를 통해 각 테더(403a 및 403b)의 횡단을 허용한다(그물 저장 장치(401a 및 401b) 및 테더(403a 및 403b)는 테더(tether)가 저장 장치의 개구를 통해 이동되는 것을 예시하기 위해 다소 개략적으로 도시되어 있음에 유의한다).

제1 및 제2 그물 저장 장치(401a 및 401b)는 또한 지상 위치에 있을 때 각각의 반격 UAV(402a 및 402b)에 대한 지지 플랫폼 또는 받침대로서 작동하여 작동 또는 비행하지 않을 때 배터리 전력을 보존할 수 있다. 표적 항공 차량 검출에 대한 응답으로(위에서 논의한 대로), 반격 UAV(402a 및 402b)는 자율적으로 배치되고 비행하도록(예를 들어, 일반적으로 수직으로) 작동될 수 있으며, 이에 따라 제1 및 제2 그물 저장 장치(401a 및 401b)로부터 그물(435)을 도 6b의 배치 또는 확장 위치로 끌어당길 수 있다. 일부 예에서, 테더(tether)(403a 및 403b)는 상대적으로 길 수(예를 들어, 최대 100m 이상)있으며, 이에 의하여 그물(435)은 표적 항공 차량의 추적 위치에 따라 상대적으로 높은 고도에 전략적으로 위치할 수 있다. 그물(435)의 폭은 100m 이상과 같이 상대적으로 길 수도 있다.

하나의 예에서, 제1 및 제2 드럼 릴(drum reel)(405a 및 405b)(개략적으로 도시됨)은 테더(403a 및 403b)가 각각의 드럼 릴(405a 및 405b)에 감겨지는 방식으로 각 테더(403a 및 403b)의 다른 단부를 지지할 수 있다. (대안으로, 하나의 중앙 집중식 드럼 릴을 사용하여 두 테더(403a 및 403b)를 감싸거나 풀 수 있다.) 드럼 릴(405a 및 405b)은 반격 UAV(402a 및 402b)가 배치시 그물(435)을 위로 당기도록 작동될 때 각각의 테더(403a 및 403b)가 풀리거나 스프링되도록 작동 가능할 수 있다(예를 들어, 테더는 기계적 저항 장치 또는 스프링을 사용하여 수동적으로 풀거나 전기 모터와 제어를 통해 능동적으로 감을 수 있다). 따라서, 드럼 릴(405a 및 405b)은 각각의 테더(403a 및 403b)를 접을 수 있도록 작동될 수 있으며, 이에 의해 그물(435) 및 반격 UAV(402a 및 402b)를 아래쪽으로 당기고, 그물(435)의 높이를 협력하거나, 원하거나 그렇게 하도록 프로그래밍 된 경우 그물(435)을 적재 위치로 되돌린다. 이런 방법으로, 드럼 릴(405a 및 405b)은 전기적으로 구동되고 제어되어 각각의 테더(403a 및 403b)를 감거나 풀 수 있다. 드럼 릴(405a 및 405b)은 검출된 표적 항공 차량의 검출된 위치(예를 들어, 고도, 비행 경로 등)에 기초하여 각각의 테더(tether)(403a 및 403b)를 풀거나 감는 제어 명령을 수신하기 위해 외부 항공 차량 검출 시스템(100)에 통신 적으로 결합되는 제어기를 가질 수 있다. 또 다른 측면에서, 드럼 릴(405a 및 405b)은 하나 이상의 반격 UAV(402a 및 402b)에 통신 가능하게(유선 또는 무선으로) 결합될 수 있으므로 반격 UAV(402a 및 402b)가 테더(403a 및 403b)의 감기 또는 풀기를 명령하거나 제어할 수 있

다.

그물(435)이 반격 UAV(402a 및 402b)에 의해 배치 위치로 이동되면, 반격 UAV(402a 및 402b)를 작동하여 그물(435)을 다양한 방향으로 이동할 수 있다(그러나 그물(435)이 지상이나 구조물에 묶여있는 것에 의해 제한됨). 예를 들어, 반격 UAV(402a 및 402b)는 포획 또는 포획하기에 충분한 거리 내에 있을 수 있는 표적 항공 차량을 일종의 "포획"하기 위해 수직으로 더 높게 또는 일반적으로 지상을 향해 전방 또는 후방으로 비행할 수 있다(예를 들어, 도 7 참조). 이에 의해 표적 항공 차량이 그물(435)을 회피해야 하는 영공의 범위를 감소시킨다.

하나의 예에서, 도 6B에 도시된 바와 같이, 테더(403a 및 403b)는 반격 UAV(402a 및 402b)를 적어도 하나의 외부 전원(external power source)(407)에 전기적으로 연결하는 각각의 전력선을 포함하거나 지지할 수 있다(예를 들어, 배터리, DC 전원 등). 유리하게, 외부 전원(407)은 연장되거나 무기한 비행 시간(예를 들어, 일, 월, 년) 동안 반격 UAV(402a 및 402b)에 전력을 공급할 수 있다. 이것은 반격 UAV(402a 및 402b)가 특정 영역을 무기한 것으로 보호하기 위해 그물(435)의 배치 위치를 지속적으로 유지할 수 있게 한다. 이것은 배터리 전원이 제한되어 있기 때문에 전원으로부터 연결되지 않고 비행 중인 표적 항공 차량보다 유리할 수 있다. 따라서, 그러한 "외부 전력" 반격 UAV(402a 및 402b)는 표적 항공 차량이 임의의 탑재된 전력을 소모하는 데 걸리는 시간을 초과하여 특정 그물의 위치를 지지하도록 작동할 수 있다.

도 6a 및 6b의 예시는 제한을 의미하지 않으며, 많은 반격 UAV가 3 차원 배열과 같은 임의의 수의 방식 및 배열로 그물에 결합될 수 있기 때문이다(예를 들어, 도 9 참조). 그물(435)은 또한 그물(435)의 다양한 부분으로부터 수 미터 연장되는 낮은 드래그 덩굴손을 포함할 수 있으며, 그리고 그것은 바람에 필력하는 것과 같은 자유 단부를 포함하여 표적 항공 차량의 로터에 쉽게 얹힐 수 있다. 이것은 반격 UAV에 근접한 다소 3 차원 포획 영역을 생성할 수 있으며, 특히 덩굴손이 매우 얇고 투명한 모노 필라멘트 덩굴손인 경우, 표적 항공 차량(및 그 작업자)가 검출하기 어렵거나 불가능하다.

그물(435)(및 본 명세서에서 논의된 다른 그물 또는 필라멘트 요소)은 다수의 상이한 고강도 필라멘트로서 제조될 수 있다. 예를 들어, DSM에서 생산한 다이니마(Dyneema®) 또는 하니웰(Honeywell)에서 생산한 스펙트라(Spectra®)(즉, 모노 필라멘트)와 같은 고강도 초고 분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 섬유를 사용할 수 있으며, 이는 긴 분자 사슬을 사용하여 개별 섬유 내에서 하중을 전달한다. 다른 유형은 당업자에게 명백할 것이다. 응용 분야에 따라 다양한 파운드 테스트 및 메쉬 크기를 사용할 수 있으며, 예를 들면 1.5 파운드 테스트 및 예를 들어, 2.25 평방 인치 메시는 가능한 여러 개의 UAV를 포획하는 데 적합할 수 있다. 일부 그물은 교차하는 곳에 매듭이 있을 수 있고 다른 그물은 매듭을 제거하는 4 스트랜드 꼬기 기술을 활용하는 매듭이 없는 그물 일 수 있다. 매듭의 제거는 그물(135) 및 본 명세서에서 논의된 다른 것들과 같은 특정 그물의 배치 및 보관 중에 항력을 감소시키고 핸들링을 개선한다.

도 7은 항공 차량 포획 대책물(534)을 지지하는 복수의 반격 UAV(502a 및 502b)를 포함하는 표적 항공 차량(504)을 무력화하기 위한 시스템 및 방법을 도시한다. 반격 UAV(502a 및 502b)는 도 1 내지 6b에 대해 논의된 반격 UAV의 동일하거나 유사한 특징을 가질 수 있다. 이 예에서, 반격 UAV(502a 및 502b)는 항공 차량 포획 대책물(534)(예를 들어, 그물 535)을 트랩 위치(trap position) 또는 트랩 방향(trap orientation)으로 이동시키기 위해 협력된 방식으로 작동할 수 있다(예를 들어, 도 6b에서와 같은 수직 배향으로부터).

이런 방법으로, 제1 테더(503a)는 반격 UAV(502a)를 그물(535)의 한쪽에 결합할 수 있고, 제2 테더(503b)는 반격 UAV(502b)를 그물(535)의 다른 측에 결합할 수 있다. 테더(503a 및 503b)는 각각의 단부에서 각각의 구조물(507a 및 507b)(또는 단일 구조물)에 결합될 수 있으며, 이는 지상 기반 구조물 일 수 있다. 반격 UAV(502a 및 502b)가 그물(535)을 일반적으로 수직 방향(예를 들어, 도 6b에서와 같이)으로 이동하면, 표적 항공 차량(504)를 가두기 위해 반격 UAV(502a 및 502b)가 전방 및 하향 아크 비행 경로에서 비행하도록 작동될 수 있다. 이것은 표적 항공 차량(504)가 그물(535)을 회피하기 위해 날아갈 수 있는 영공의 부피를 감소시키는 경향이 있다. 이 시스템은 2 차원 그물 포획 시스템을 제공하고, 그물(535)이 일반적으로 수직으로 위치할 때 제1 치수가 제공되는 경우, 제2 차원은 반격 UAV(502a 및 502b)가 전진/하향 비행하도록 작동되어 그물(535)을 다른(제2) 차원으로 이동시켜 표적 항공 차량(504)를 트랩 할 때 제공된다. 일부 예에서, 구조물(507a 및 507b)은 도 6a 내지 6b와 관련하여 위에서 논의된 바와 같이 트림 릴(들) 및/또는 전원(들)을 포함하거나 지지할 수 있다.

도 8a 및 8b는 표적 항공 차량(예를 들어, 104a)을 무력화하기 위한 시스템 및 방법을 도시하며, 항공 차량 포획 대책물(634)을 지지하는 복수의 반격 UAV(602a 내지 d)를 포함한다. 반격 UAV(602a 내지 d)는 도 1 내지 6b와 관련하여 논의된 반격 UAV의 동일하거나 유사한 특징을 가질 수 있다. 이 예에서, 반격 UAV(602a 내지 d)는 표적 항공 차량을 포획하기 위해 항공 차량 포획 대책물(634)(예를 들어, 그물(635))을 배치 및 이동시키기 위

해 협력 방식으로 작동 가능하다.

더 구체적으로, 제1 테더(603a)는 반격 UAV(602a)를 그물(635)의 한쪽에 연결하고, 제2 테더(603b)는 반격 UAV(602d)를 그물(635)의 다른쪽에 연결한다. 다른 반격 UAV(602b 및 602c)는 그물(635)의 상부 영역 또는 일부를 따라 결합될 수 있으며, 반격 UAV(602a 내지 d)는 그물(635)의 상부 영역을 따라 공간적으로 분리될 수 있다.

반대쪽 끝에서는, 테더(603a 및 603b)는 각각의 이동 가능한 그물 지지 메커니즘(607a 및 607b)에 결합될 수 있다. 이동 가능한 지지 메커니즘(607a 및 607b)은 이동 가능한 지상 차량 또는 도시된 바와 같이 레일 시스템 또는 트랙(609)을 따라 이동하도록 작동 가능한 기타 장치 일 수 있다(또는, 지상에 구속 여부에 관계없이 지표면을 따라). 트랙(track)(609)은 공항 주변의 지상 주위 또는 심지어 건물, 선박, 경기장 등과 같은 지상 표면 또는 기타 구조물에 의해 지지될 수 있다. 트랙(609)은 보호될 특정 주변 영역의 일부 또는 전부 주위로 연장될 수 있다.

도 8a에 도시된 바와 같이, 반격 UAV(602a 내지 d)는 지상 위치에 있을 수 있는 반면 그물(635)은 보관 또는 지상 위치(예를 들어, 테더 또는 포장 등)에 있을 수 있다. 표적 항공 차량 검출에 대응하여, 반격 UAV(602a 내지 d)는 도 8b에 도시된 바와 같이 그물(635)을 적재 위치에서 배치 위치로 이동시키도록 작동될 수 있다. 반격 UAV(602a 내지 d)는 표적 항공 차량을 검출하는 하나 이상의 반격 UAV(602a 내지 d)에 응답하여 스스로 자율적으로 비행할 수 있으며, 또는 반격 UAV(602a 내지 d)는 외부 항공 차량 검출 시스템에서 전송된 명령 데이터를 통해 비행 및 비행 위치를 지시하거나 명령할 수 있다(예를 들어, 도 1과 관련하여 논의된 시스템(100)). 또는, 이동 가능한 지지 메커니즘(607a 및 607b) 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 하나의 검출 센서(예를 들어, 위에서 논의된 106a)를 지지할 수 있고, 이동식 그물 지지 메커니즘(들)(607a 및 607b)이 표적 항공 차량을 검출한 다음 하나 이상의 반격 UAV(602a 내지 d)에 명령 데이터를 전달할 수 있도록, 반격 UAV(602a 내지 d)가 적절한 시간 및 위치에 그물(635)을 배치할 수 있도록 한다.

반격 UAV(602a 내지 d)가 배치될 때 그물(635)을 일반적으로 수직 방향으로 이동하면(예를 들어, 도 8b), 이동식 지지 메커니즘(607a 및 607b)은 그물(635)을 트랙(609)을 따라 한 측면 위치에서 트랙(609)을 따라 다른 위치로 이동(또는 연속적으로 이동)하여 그물(635)을 더 잘 배치하여, 표적 항공 차량의 추적 비행 경로에 따라, 표적 항공 차량을 포획하도록 협력된 방식으로 작동될 수 있다. 동시에, 반격 UAV(602a 내지 d)는 이동식 지지 메커니즘(607a 및 607b)의 이동과 함께 동일한 측면 방향으로 비행하도록 작동할 수 있다(그러나, 반격 UAV(602a 내지 d)는 이동 가능한 지지 메커니즘(607a 및 607b)을 이동시키는 힘에 의해 단순히 당기거나 이동할 수 있다).

이동식 지지 메커니즘(607a 및 607b)은, 반격 UAV(602a 내지 d) 및 트랙(609)에 대한 이동식 지지 메커니즘(607a 및 607b)의 집합적 이동을 용이하게 하기 위해, 하나 이상의 반격 UAV(602a 내지 d)에 통신 가능하게 결합된 무선(또는 유선) 통신 장치를 가질 수 있다. 이것은 그물(635)이 일반적으로 수직으로 위치할 때 첫 번째 차원이 제공되는 2 차원 그물 포획 시스템을 제시하고, 및 제2 차원은 가동 지지 메커니즘(607a 및 607b)이 트랙(609)을 따라 그물(635)을 측면으로 다른(제2) 차원으로 이동시키도록 작동될 때 제공된다. 도 7과 관련하여 기술한 바와 유사하게, 반격 UAV(602a 내지 d)는 그물(635)을 트랩 위치 또는 방향으로 이동시키기 위해 트랙(609)(도 8b의 페이지 내부 또는 외부)에 대해 전방 또는 후방으로 비행하도록 작동될 수 있다. 이것은 그물(635)의 또 다른(제3) 차원의 이동을 제공한다.

따라서 상대적으로 낮은 고도에서 비행하는 표적 항공 차량의 검출에 대응하여(예를 들어, 적재 그물(635) 및 지상의 반격 UAV(602a 내지 d)(도 8a)의 위치에서 100m 이하 및 약 1km 떨어져 있음), 반격 UAV(602a 내지 d)는 그물(635)을 빠르게 배치할 수 있다(몇 초 이내). 이동식 지지 메커니즘(607a 및 607b)과 반격 UAV(602a 내지 d)는 상대적으로 빠른 속도로 표적 항공 차량의 검출된 위치 또는 비행 경로를 향해 트랙을 따라 이동할 수 있다(예를 들어, 최대 40m/s 이상). 이동식 지지 메커니즘(607a 및 607b) 및 반격 UAV(602a 내지 d)는 표적 항공 차량을 그물(635)에 포획하기에 정확하다고 결정된 표적 항공 차량의 예상 비행 경로를 따라 특정 위치 또는 위치로 정지하거나 감속하도록 작동될 수 있다.

일부 예에서, 이동 가능한 지지 메커니즘(607a 및 607b)은 도 6a 내지 6b와 관련하여 논의된 바와 같이 드럼 릴(들) 및/또는 전원(들)을 포함하거나 지지할 수 있다. 이런 방법으로, 반격 UAV(602a 내지 d)는 백업 배터리가 이동식 지지 메커니즘(607a 및 607b)에 의해 지지되고 반격 UAV(602a 내지 d)에 전기적으로 결합되는 경우 연장된 시간 동안 비행할 수 있다. 또 다른 예에서, 예를 들어, 반격 UAV(602a 내지 d)는 트랙(609)가, 예를 들어, 가동지지 메커니즘(607a 및 607b) 및 반격 UAV(602a 내지 d)에 전력을 공급하는 도관으로 사용되는 경우 무기한

으로 작동할 수 있다.

동적 그물 지지 메커니즘(607a 및 607b)은 대신 단일 동적 그물 지지 메커니즘 또는 그물의 하단에 연결된 차량 일 수 있고, 그물을 적절하게 배향시키기 위해 그물의 하단부를 따라 결합된 추가적인 수평 지지 구조를 갖는 것까지 포함한다. 동적 그물지지 메커니즘(607a 및 607b)은 전기로 구동되는 카트 또는 차량 일 수 있거나, 그물 지지 메커니즘(607a 및 607b)을 트랙을 따라 어느 방향으로든 당기는 트랙(609)과 연관된 케이블 또는 코드에 의해 기계적으로 이동될 수 있다. 당업자에게 명백한 바와 같이, 지상 또는 지상 기반 구조물(예를 들어, 건물)을 따라 그물을 묶고 이동하고 위치시킬 수 있는 또 다른 메커니즘 및 시스템이 여기에서 고려되고, 따라서, 도면에 도시되고 여기에 설명된 예는 어떤식 으로든 제한하는 것을 의미하지 않는다.

도 9는 표적 항공 차량(예를 들어, 104a)을 무력화하기 위한 시스템 및 방법을 도시하며, 항공 차량 포획 대책물(734)을 지지하는 복수의 반격 UAV(702a 내지 d)를 포함한다. 반격 UAV(702a 내지 d)는 도 1-8b와 관련하여 논의된 반격 UAV의 동일하거나 유사한 특징을 가질 수 있다. 이 예에서, 반격 UAV(702a 내지 d)는 주변 그물 영역 B를 정의하기 위해 배치 위치에서 항공 차량 포획 대책물(734)(예를 들어, 그물 735)을 유지하거나 지지하기 위해 협력 방식으로 작동할 수 있다(예를 들어, 영역 또는 자산을 보호하기 위한 직사각형 경계). 더 구체적으로, 복수의 테더(예를 들어, 테더(703a)와 유사)는 반격 UAV(702a 내지 d)를 각각의 구조에 결합될 수 있다(예를 들어, 테더(703a)가 결합되는 대표적인 구조물(707a) 참조). 복수의 테더(예를 들어, 테더(703a)는 각각의 단부에서 각각의 구조물(예를 들어, 707a)(또는 단일 구조)에 결합될 수 있다. 반격 UAV(702a 내지 d)는 적재 위치와 배치 위치 사이에서 그물(735)을 이동할 수 있다(여기에는 배치 위치만 표시된다) 임의의 수의 반격 UAV가 그물(735)을 지지할 수 있으므로, 그물(735)은 일부 경우에 500m x 500m 또는 그 이상인 영역과 같은 비교적 넓은 영역을 둘러쌀 수 있다. 표적 항공 차량이 반격 UAV(702a 내지 d)에 의해 보호되는 영역을 향해 오는 것으로 검출되면, 반격 UAV(702a 내지 d)는 그물(735) 주위의 모든 측면 방향으로부터 영역을 보호하기 위해 그물(735)을 배치하기 위해 협력된 방식으로 수직으로 비행하도록 작동될 수 있다. 이는 표적 항공 차량을 검출한 후 단 몇 초 만에 달성할 수 있다.

일부 예에서, 구조물(707a)은 도 6a 내지 6b와 관련하여 위에서 논의된 바와 같이 드럼 릴(들) 및/또는 전원(들)(709a)을 포함하거나 지지할 수 있다. 유리하게는, 반격 UAV(702a 내지 d)가 외부 전원에 의해 전기적으로 전력이 공급되는 경우, 경계 그물 면적 B는 장기간(예를 들어, 일, 주, 월) 및 심지어 무기한으로 유지될 수 있다. 일부 예에서, 도 9의 시스템은 예를 들어 조타실(wheel house)을 보호하기 위해 선박에, 또는 건물 또는 기타 구조물의 상부에서 중요한 자산을 보호하기 위해 사용될 수 있다.

다른 경우에, 도 9의 시스템은 보호 영역 주변에서 필요할 수 있는 보안 펜스 시스템을 완전히 대체하거나 복제할 수 있다. 이런 방법으로, 센서(예를 들어, 모션, 토크 등)는 그물(735)의 다양한 부분 주위에 결합되어 그물(735)에 접촉할 수 있는 지상 차량, 항공 차량, 인력 등과 같은 원치 않는 적대적인 사람 또는 자산의 존재/충격을 검출할 수 있다. 또한, 반격 UAV(702a 내지 d)는 탑재된 카메라를 통해 비디오 감시를 제공할 수 있으며, 이에 따라 비디오 피드를 원격 위치로 전송할 수 있다.

도면에 예시된 예를 참조했으며, 이를 설명하기 위해 특정 언어를 사용했다. 그럼에도 불구하고 기술의 범위에 대한 제한이 의도되지 않음이 이해될 것이다. 본 명세서에 예시된 특징의 변경 및 추가 수정 및 본 명세서에 예시된 예의 추가 적용은 설명의 범위 내에서 고려되어야 한다.

본 개시는 본 명세서에 설명된 일부 실시 예 또는 특징이 본 명세서에 설명된 다른 실시 예 또는 특징과 결합될 수 있음을 명시적으로 개시하지 않을 수 있지만, 본 개시 내용은 당업자에 의해 실행될 수 있는 임의의 그러한 조합을 설명하기 위해 읽혀져야 한다. 본 명세서에서 "또는"의 사용자는 본 명세서에서 달리 지시되지 않는 한 비 배타적 또는 즉, "및/또는"을 의미하는 것으로 이해되어야 한다.

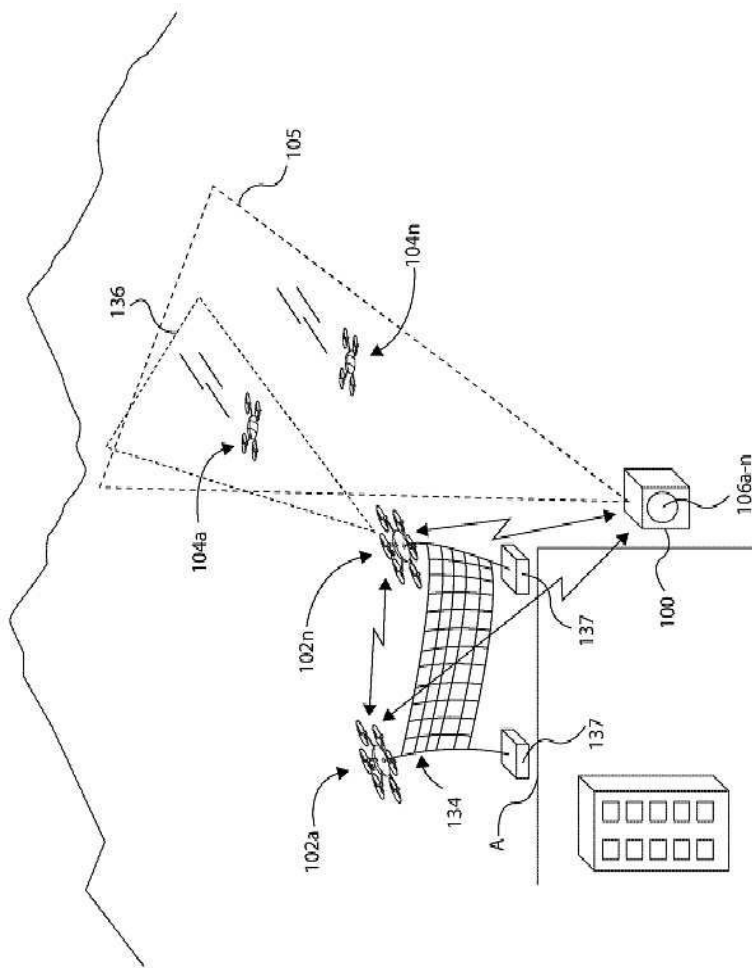
또한, 설명된 특징, 구조 또는 특성은 하나 이상의 예에서 임의의 적절한 방식으로 결합될 수 있다. 앞의 설명에서, 설명된 기술의 예에 대한 철저한 이해를 제공하기 위해 다양한 구성의 예와 같은 수많은 특정 세부 사항이 제공되었다. 그러나 기술은 하나 이상의 특정 세부 사항없이 또는 다른 방법, 구성 요소, 장치 등을 사용하여 실행될 수 있음을 인식할 것이다. 다른 경우에, 잘 알려진 구조 또는 작업은 기술의 측면을 모호하게 하는 것을 피하기 위해 자세히 표시하거나 설명하지 않는다.

주제가 구조적 특징 및/또는 작업에 특정한 언어로 설명되었지만, 첨부된 청구 범위에 정의된 주제는 반드시 위에서 설명된 특정 특징 및 작동으로 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 오히려, 위에서 설명된 특정 특징 및 작동은 청구 범위를 구현하는 예시적인 형태로 개시된다. 설명된 기술의 정신 및 범위를 벗어나지 않고 수 많은

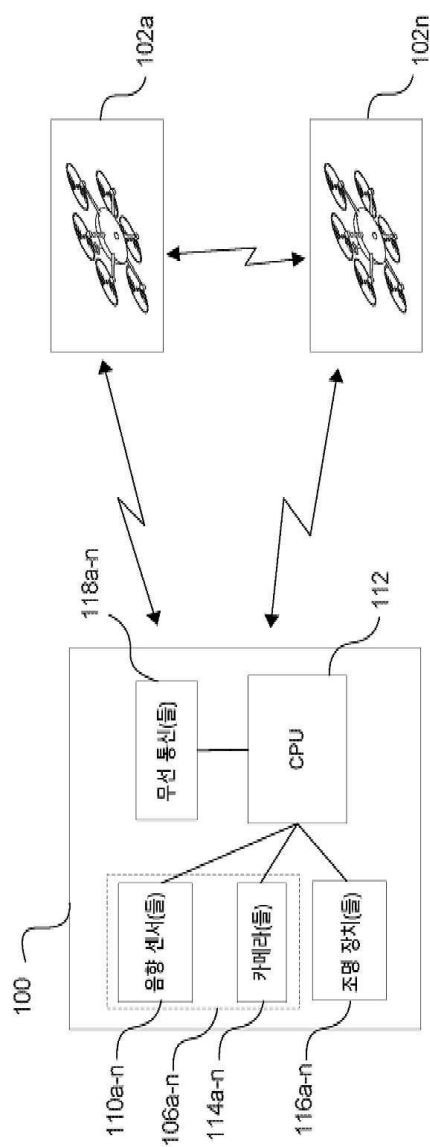
은 수정 및 대안적 배열이 고안될 수 있다.

도면

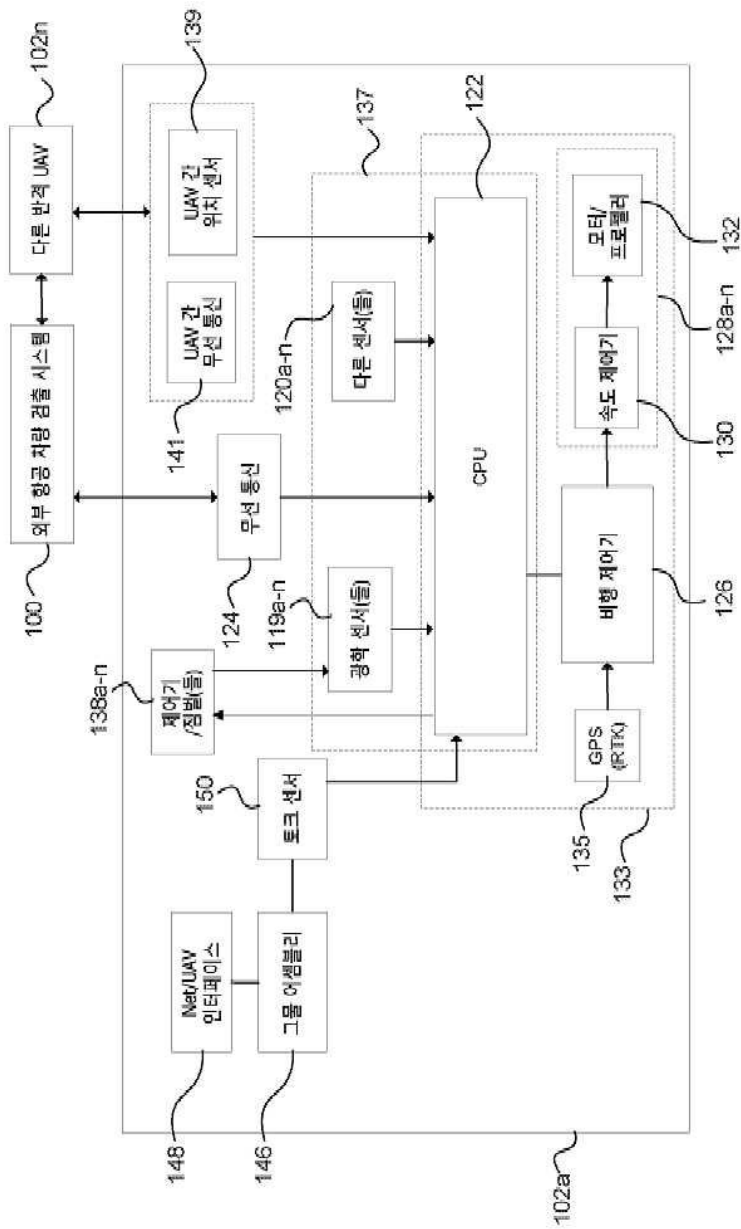
도면1



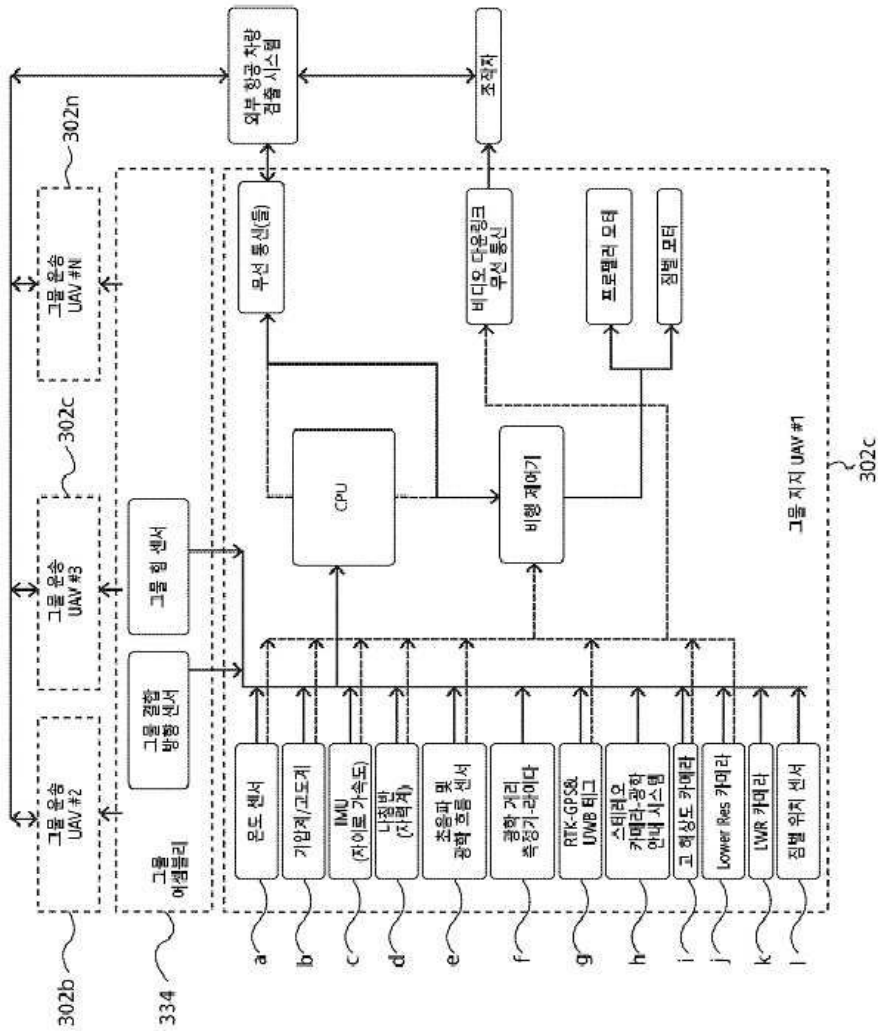
도면2



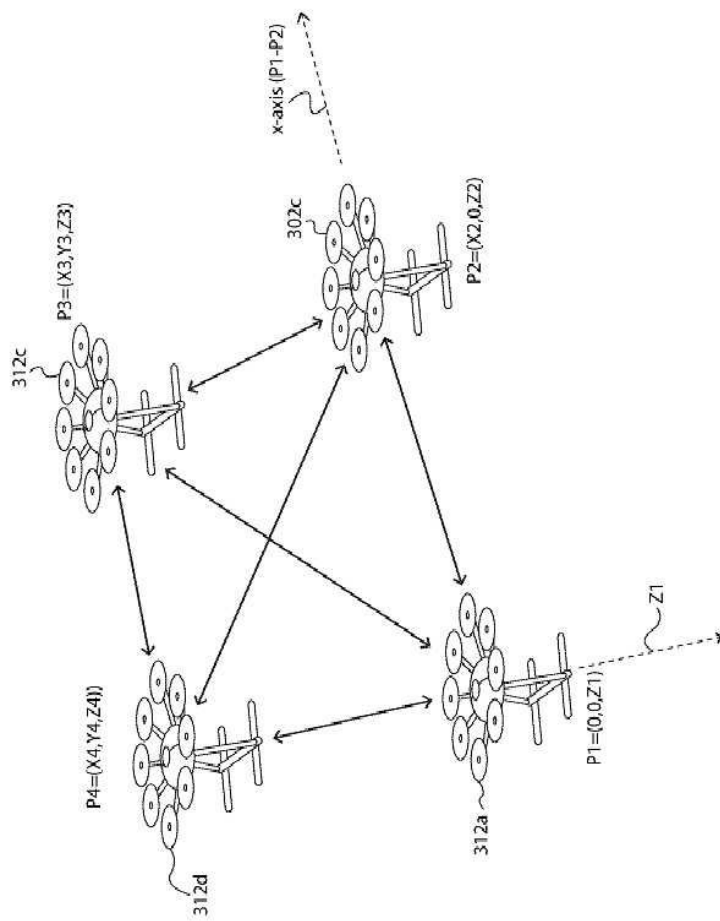
도면3



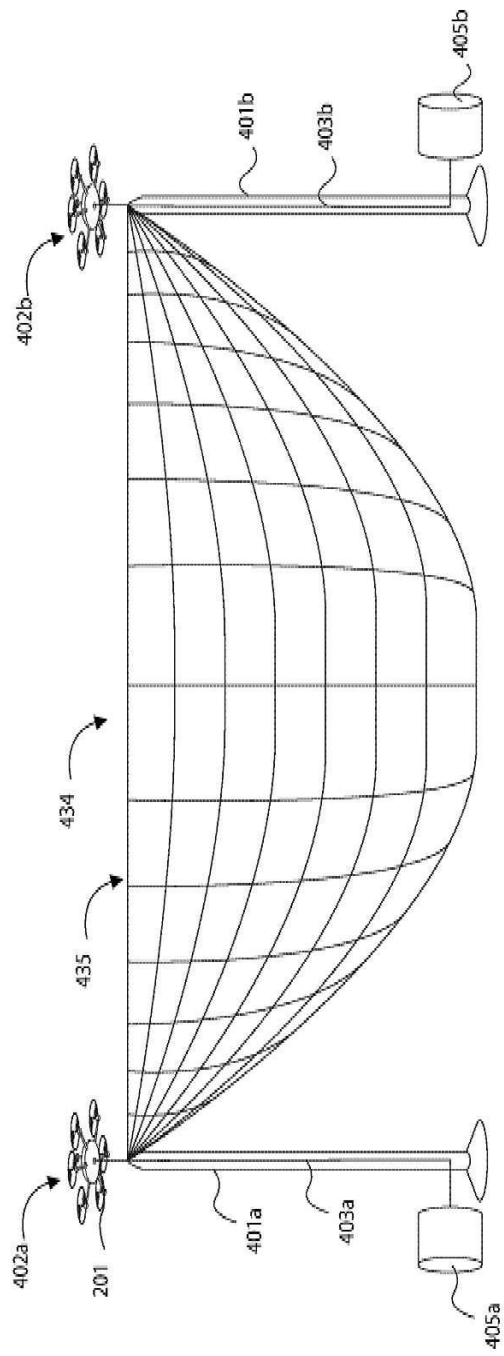
도면4



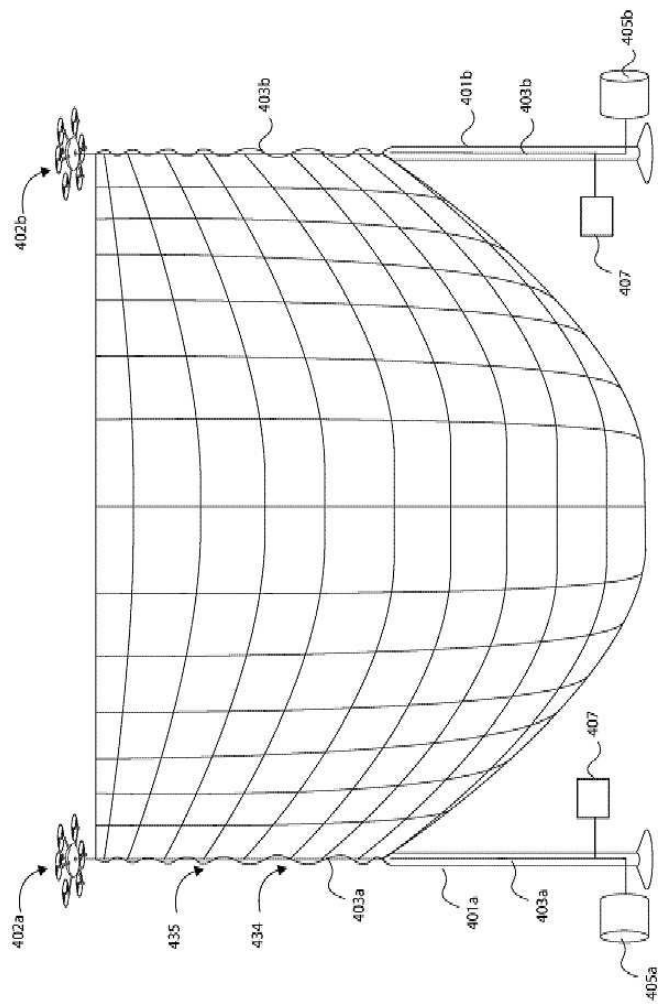
도면5



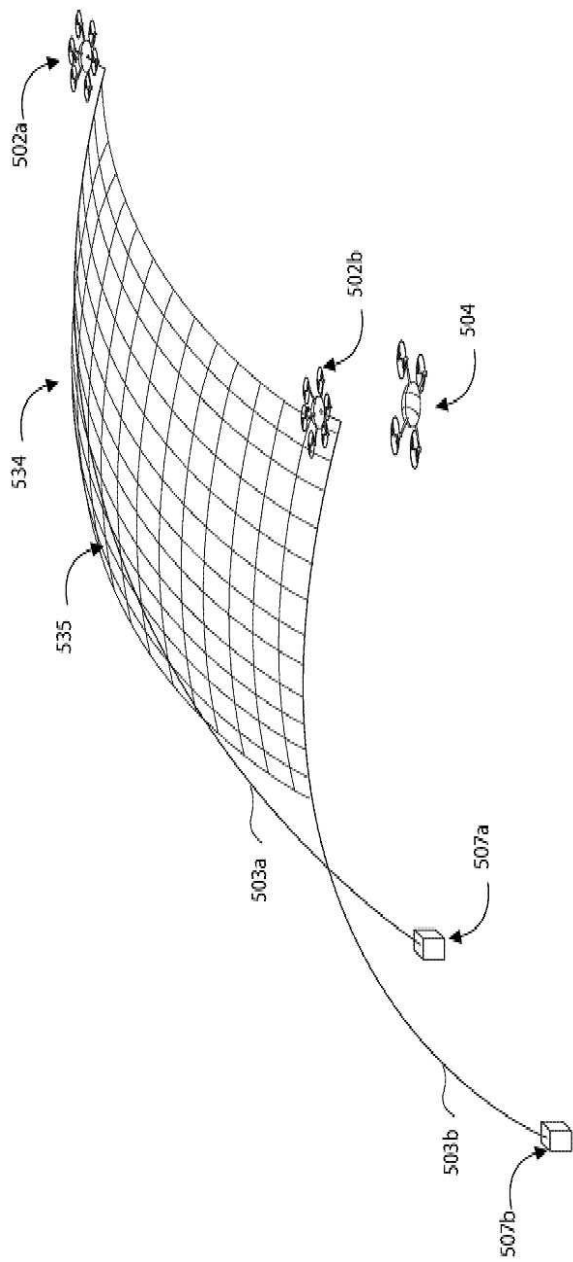
도면6a



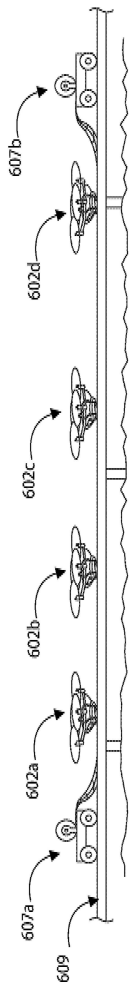
도면6b



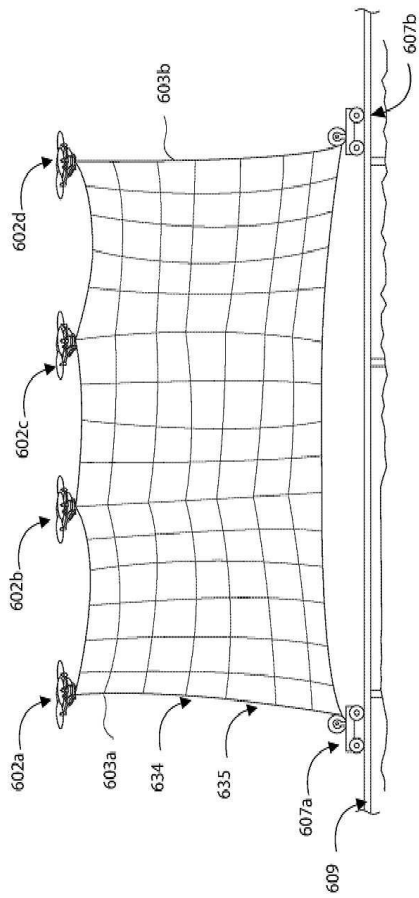
도면7



도면8a



도면8b



도면9

