



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0086822
(43) 공개일자 2023년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A01M 29/16 (2011.01) A01M 31/00 (2006.01)
B64C 27/08 (2023.01) B64C 39/02 (2023.01)
B64D 47/08 (2006.01) G06N 20/00 (2019.01)
G06N 3/02 (2023.01)

(52) CPC특허분류

A01M 29/16 (2013.01)
A01M 31/002 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0173943

(22) 출원일자 2021년12월07일

심사청구일자 2021년12월07일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

김원태

충청남도 천안시 서북구 공원로 176, 306동 3102호 (불당동)

이종국

인천광역시 연수구 해송로 30번길 19, 306동 1903호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인팬브릿지

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 드론을 이용하여 유해 조수에 의한 피해를 방지하기 위한 방법 및 이를 지원하는 시스템

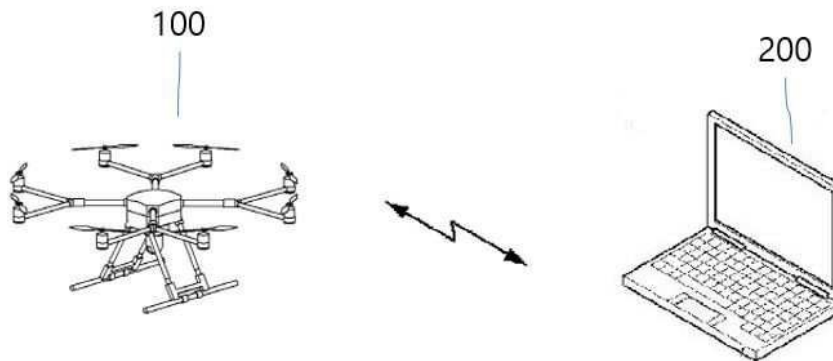
(57) 요약

본 명세서는 드론을 이용하여 유해 조수에 의한 피해를 방지하기 위한 방법을 제공한다. 보다 구체적으로, 상기 방법은 상기 유해 조수에 의해 피해가 발생하는 지역에 대해 순찰이 요구되는 순찰 지역의 웨이포인트에 대한 데이터를 입력받아 상기 순찰 지역을 비행하는 단계; 실시간으로 객체를 탐지할 수 있는 YOLO 알고리즘에 기초하여

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

10



상기 유해 조수를 학습하는 단계; 상기 학습 결과에 따라 상기 드론에 구비된 카메라에 의해 촬영되는 화면을 통해 상기 유해 조수를 탐지하는 단계; 상기 촬영되는 화면에 포함된 바운딩 박스의 중앙점과 상기 촬영되는 화면의 중앙점 사이의 직선 거리의 계산에 기초하여 상기 유해 조수를 추적하는 단계; 상기 추적 중인 유해 조수에 대해 유해 조수에 대한 기피 주파수를 생성하여 상기 생성된 기피 주파수를 출력하는 단계; 상기 유해 조수를 탐지한 시점에 저장된 초기 포즈 값에 기초하여 상기 순찰 지역으로 복귀하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

B64C 27/08 (2023.01)
B64C 39/02 (2023.01)
B64C 39/024 (2023.01)
B64D 47/08 (2023.01)
G06N 20/00 (2021.08)
G06N 3/02 (2023.01)
B64U 2101/00 (2023.01)
B64U 2101/30 (2023.01)
B64U 2201/104 (2023.01)

윤영운

전라남도 영암군 삼호읍 삼호중앙로 222 202동 50
2호

(72) 발명자

이시영

충청남도 천안시 동남구 병천면 가전7길 1-26 에텐
빌 A동 202호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345332573
과제번호	LINCPLUS-2021-18
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	산학연협력고도화지원(R&D)
연구과제명	사회맞춤형산학협력선도대학(LINC+)육성(0.5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국기술교육대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

드론을 이용하여 유해 조수에 의한 피해를 방지하기 위한 방법에 있어서,

상기 유해 조수에 의해 피해가 발생하는 지역에 대해 순찰이 요구되는 순찰 지역의 웨이포인트(waypoint)에 대한 데이터를 입력받는 단계;

상기 입력된 데이터에 기초하여 상기 순찰 지역을 비행하는 단계;

실시간으로 객체를 탐지할 수 있는 YOLO 알고리즘에 기초하여 상기 유해 조수를 학습하는 단계;

상기 학습 결과에 따라 상기 드론에 구비된 카메라에 의해 촬영되는 화면을 통해 상기 유해 조수를 탐지하는 단계;

상기 촬영되는 화면에 포함된 바운딩 박스(bounding box)의 중앙점과 상기 촬영되는 화면의 중앙점 사이의 직선 거리의 계산에 기초하여 상기 유해 조수를 추적하는 단계;

상기 추적 중인 유해 조수에 대해 유해 조수에 대한 기피 주파수를 생성하여 상기 생성된 기피 주파수를 출력하는 단계; 및

상기 순찰 지역으로부터 기 지정된 범위를 벗어난 경우, 상기 유해 조수를 탐지한 시점에 저장된 초기 포즈(pose) 값에 기초하여 상기 순찰 지역으로 복귀하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 유해 조수를 추적하는 단계는,

상기 촬영되는 화면에 포함된 바운딩 박스(bounding box)의 중앙점과 상기 촬영되는 화면의 중앙점 사이의 직선 거리를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 직선 거리만큼 상기 바운딩 박스의 중앙점을 상기 촬영된 화면의 중앙점으로 이동시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서, 상기 유해 조수를 학습하는 과정은,

복수의 셀(cell)들로 구분된 각 셀의 바운딩 박스(bounding box) 정보의 신뢰 지수 예측값에 기초하여 훈련된 데이터, 신경망 모델 및 이미지의 합으로 구성된 값을 복수의 컨벌루션 레이어(convolutional layer)들을 통해 신경망 모델의 입력 데이터로 사용하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 순찰 지역의 웨이포인트(waypoint)는 가로 및 세로의 길이가 각각 일정하게 정해진 사각형 형태인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 각 셀은 픽셀 사이즈(pixel size) 정보, 셀의 중앙점 정보 및 바운딩 박스(bounding box) 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 바운딩 박스(bounding box) 정보는 셀의 x, y, w 및 h의 값과 셀에서 물체가 존재할 확률 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 유해 조수에 의한 피해를 방지하기 위한 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 드론을 이용하여 유해 조수에 의한 피해를 방지하기 위한 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 환경부에 따르면 2010년부터 2018년까지 야생동물에 의한 농작물 피해액은 1,103억 5,500만 원으로 한 해 평균 120억여 원에 달한다. 농가들은 피해를 줄이고자 철조망과 그물망을 치고 감시를 늘리는 등 온갖 묘수를 짜내지만 별 소용이 없다고 호소하고 있다. 이에 환경부는 농작물 피해 예방 종합 대책을 만들어 피해 예방 시설 설치비를 지원하고 피해 방재단을 설치, 운영하기 시작하였다. 하지만, 효과가 큰 예방시설은 농가 자부담이 커 엄두를 못 내는 경우가 많으며, 농작물 피해 보상도 한도액이 턱없이 낮고 조건도 까다롭다. 그리고 유해 야생동물에 의한 농작물 및 인명피해 예방이 이루어지고 있지만, 동물보호단체나 환경운동 단체의 입장과는 상반된다. 퇴치되어야 할 대상이지만 자연을 생각할 때는 없어서는 안 될 존재이기 때문이다.

[0003] 그리고, 유해 조수를 퇴치하기 위해 현재 농장에서 사용하고 있는 전기 울타리는 누전의 위험성이 있기 때문에 관리하는 과정에 목숨이 위협할 수 있고 접촉을 해야만 사용할 수 있다. 야생동물 기피제는 기피제가 뿌린 지역에만 효과가 있어 범위의 제한이 있다. 여기서, 유해 조수는 야생조수 중에서 인명이나, 가축, 가금, 항공기와 건조물 또는 농업, 임업, 수산업 등에 피해를 주는 조수를 의미한다.

[0004] 따라서, 지역적 범위의 제한을 받지 않고, 유해 조수에 피해를 입히지 않으면서도 유해 조수로 인한 농가의 피해를 방지하기 위한 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1762511 ("드론을 이용한 야생동물 퇴치 시스템 및 이를 이용한 퇴치 방법", 등록일: 2017.07.21.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 명세서는 유해 조수와 비접촉적이고, 범위에 대한 제한이 없으며, 사람이 없이도 수행할 수 있는 드론을 이용하여 유해 조수에 피해를 입히지 않으면서 유해 조수로부터 농가의 농작물에 대한 피해를 방지하기 위한 방법을 제공함에 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 명세서는 드론을 이용하여 유해 조수에 의한 피해를 방지하기 위한 방법을 제공한다. 보다 구체적으로, 상기 방법은 상기 유해 조수에 의해 피해가 발생하는 지역에 대해 순찰이 요구되는 순찰 지역의 웨이포인트 waypoint에 대한 데이터를 입력받는 단계; 상기 입력된 데이터에 기초하여 상기 순찰 지역을 비행하는 단계; 실시간으로 객체를 탐지할 수 있는 YOLO 알고리즘에 기초하여 상기 유해 조수를 학습하는 단계; 상기 학습 결과에 따라 상기 드론에 구비된 카메라에 의해 촬영되는 화면을 통해 상기 유해 조수를 탐지하는 단계; 상기 촬영

되는 화면에 포함된 바운딩 박스(bounding box)의 중앙점과 상기 촬영되는 화면의 중앙점 사이의 직선 거리의 계산에 기초하여 상기 유해 조수를 추적하는 단계; 상기 추적 중인 유해 조수에 대해 유해 조수에 대한 기피 주파수를 생성하여 상기 생성된 기피 주파수를 출력하는 단계; 및 상기 순찰 지역으로부터 기 지정된 범위를 벗어난 경우, 상기 유해 조수를 탐지한 시점에 저장된 초기 포즈(pose) 값에 기초하여 상기 순찰 지역으로 복귀하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 명세서에서 상기 유해 조수를 추적하는 단계는, 상기 촬영되는 화면에 포함된 바운딩 박스(bounding box)의 중앙점과 상기 촬영되는 화면의 중앙점 사이의 직선 거리를 계산하는 단계; 및 상기 계산된 직선 거리만큼 상기 바운딩 박스의 중앙점을 상기 촬영된 화면의 중앙점으로 이동시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 본 명세서에서 상기 유해 조수를 학습하는 과정은, 복수의 셀(cell)들로 구분된 각 셀의 바운딩 박스(bounding box) 정보의 신뢰 지수 예측값에 기초하여 훈련된 데이터, 신경망 모델 및 이미지의 합으로 구성된 값을 복수의 컨볼루션 레이어(convolutional layer)들을 통해 신경망 모델의 입력 데이터로 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 본 명세서에서 상기 순찰 지역의 웨이포인트(waypoint)는 가로 및 세로의 길이가 각각 일정하게 정해진 사각형 형태인 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 명세서에서 상기 각 셀은 픽셀 사이즈(pixel size) 정보, 셀의 중앙점 정보 및 바운딩 박스(bounding box) 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 명세서에서 상기 바운딩 박스(bounding box) 정보는 셀의 x, y, w 및 h의 값과 셀에서 물체가 존재할 확률 값을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0013] 본 명세서는 드론을 이용하여 유해 조수를 퇴치함으로써 별도로 울타리를 설치할 필요가 없어 울타리 설치로 인한 비용을 줄일 수 있고, 울타리 설치로 인해 전기 누전의 위험을 줄일 수 있으며, 유해 조수를 포획하는 과정에서 발생할 수 있는 위험을 감수할 수 있다.

[0014] 또한, 본 명세서는 드론을 직접 조종하지 않고 자율 주행형 드론을 이용할 수 있어 언제든지 사용할 수 있으며, 유해 조수뿐만 아니라 드론에서 인식하는 대상에 따라 유동적으로 드론의 기능을 변화할 수 있는 효과가 있다.

[0015] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016] 본 명세서에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 명세서에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 명세서의 기술적 특징을 설명한다.

도 1은 본 명세서에서 제안하는 드론을 이용한 유해 조수 순찰 시스템의 일례를 나타낸 개념도이다.

도 2는 본 명세서에서 제안하는 드론을 이용한 유해 조수 순찰 시스템을 통해 제공되는 유해 조수 순찰 서비스의 개념도를 나타낸다.

도 3은 본 명세서에서 제안하는 단말기의 내부 블록도의 일례이다.

도 4는 본 명세서에서 제안하는 드론의 내부 블록도의 일례를 나타낸 도이다.

도 5는 본 명세서에서 제안하는 학습 방법이 적용될 수 있는 AI 장치의 블록도이다.

도 6은 본 명세서에서 제안하는 드론의 추적 동작을 설명하기 위한 화면을 나타낸 도이다.

도 7은 본 명세서에서 제안하는 드론을 이용하여 유해 조수에 의한 피해를 방지하기 위한 방법의 일례를 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0019] 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.
- [0020] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0021] 본 출원에서, "포함한다" 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.
- [0022] 전술한 본 명세서, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 명세서의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 명세서의 범위에 포함된다.
- [0024] **드론을 이용한 유해 조수 순찰 시스템**
- [0025] 도 1은 본 명세서에서 제안하는 드론을 이용한 유해 조수 순찰 시스템의 일례를 나타낸 개념도이며, 도 2는 본 명세서에서 제안하는 드론을 이용한 유해 조수 순찰 시스템을 통해 제공되는 유해 조수 순찰 서비스의 개념도를 나타낸다.
- [0026] 도 1 및 도 2를 참고하면, 유해 조수 순찰 시스템은 드론이 지정된 순찰 구역을 비행하면서(S210) 유해 조수를 탐지하고(S220), 탐지된 유해 조수를 추적하면서 유해 조수가 싫어하는 주파수를 발생함으로써(S230), 유해 조수가 도망치도록 하기 위해 구현된 시스템을 말하는 것으로, 상기 시스템은 유해 조수가 일정 구역까지 벗어남을 확인한 경우, 드론이 다시 지정된 순찰 구역을 비행하도록 한다(S240).
- [0027] 유해 조수 순찰 시스템은 단말기 및 드론을 포함하여 구성될 수 있다. 도 1에 도시된 구성요소들이 필수적인 것은 아니어서, 그보다 많은 구성요소들을 갖거나 그보다 적은 구성요소들을 갖는 데이터 스크래핑 시스템이 구현될 수도 있다.
- [0028] 단말기(200)는 스마트폰, 휴대폰, 핸드폰, 개인 휴대용 단말기(PDA), 핸드 헬드(handheld) PC, 아이패드, 노트북, PC 등과 같은 이동형 또는 고정형 단말장치를 모두 포함하며, 서버를 포함하여 통신이 가능한 모든 통신 단말들을 포함할 수 있다. 상기 단말기는 안드로이드(Android), iOS, 윈도우 (Windows), 웹 OS 등과 같은 운영 체제(OS, Operating System)를 탑재할 수 있다.
- [0029] 도 3은 본 명세서에서 제안하는 단말기의 내부 블록도의 일례로서, 도 3을 참고하여 단말기에 대해 설명한다.

- [0030] 상기 단말기(200)는 본 명세서에서 제안하는 드론의 유해 조수 순찰을 수행하도록 하기 위해 프로세서(processor, 210), 메모리(memory, 220) 및 통신부(radio frequency module, 230)를 포함한다. 상기 단말기의 프로세서는 드론이 유해 조수 순찰을 수행하도록 하는 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서에 의해 구현될 수 있다. 메모리는 프로세서와 연결되어, 프로세서를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. 통신부는 프로세서와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.
- [0031] 드론은 무인 비행체, 무인 항공기, UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 등으로 호칭될 수 있으며, 본 명세서에서 제안하는 유해 조수 순찰을 수행하기 위한 드론의 세부 구성요소에 대해서는 도 2를 참고하기로 한다.
- [0033] **드론 내부 블록도**
- [0034] 도 4는 본 명세서에서 제안하는 드론의 내부 블록도의 일례를 나타낸 도이다.
- [0035] 도 4를 참조하면, 드론(100)은 안정적으로 비행하기 위해서 각종 센서들을 이용해 자신의 비행상태를 측정한다. 드론(100)은 적어도 하나의 센서를 포함하는 센싱부(130)를 포함할 수 있다.
- [0036] 드론(100)의 비행상태는 회전운동상태(Rotational States)와 병진운동상태(Translational States)로 정의된다.
- [0037] 회전운동상태는 ‘요(Yaw)’, ‘피치(Pitch)’, 및 ‘롤(Roll)’을 의미하며, 병진운동상태는 경도, 위도, 고도, 및 속도를 의미한다.
- [0038] 여기서, ‘롤’, ‘피치’, 및 ‘요’는 오일러(Euler) 각도라 부르며, 비행기 기체좌표 x, y, z 세 축이 어떤 특정 좌표, 예를 들어, NED 좌표 N, E, D 세 축에 대하여 회전된 각도를 나타낸다. 비행기 전면이 기체좌표의 z 축을 기준으로 좌우로 회전할 경우, 기체좌표의 x 축은 NED 좌표의 N 축에 대하여 각도 차이가 생기게 되며, 이 각도를 “요”(Ψ)라고 한다. 비행기의 전면이 오른쪽으로 향한 y 축을 기준으로 상하로 회전을 할 경우, 기체좌표의 z 축은 NED 좌표의 D 축에 대하여 각도 차이가 생기게 되며, 이 각도를 “피치”(Θ)라고 한다. 비행기의 동체가 전면을 향한 x 축을 기준으로 좌우로 기울게 될 경우, 기체좌표의 y 축은 NED 좌표의 E 축에 대하여 각도가 생기게 되며, 이 각도를 “롤”(Φ)이라 한다.
- [0039] 드론(100)은 회전운동상태를 측정하기 위해 3축 자이로 센서(Gyroscopes), 3축 가속도 센서(Accelerometers), 및 3축 지자기 센서(Magnetometers)를 이용하고, 병진운동상태를 측정하기 위해 GPS 센서와 기압 센서(Barometric Pressure Sensor)를 이용한다.
- [0040] 본 발명의 센싱부(130)는 자이로 센서, 가속도 센서, GPS 센서, 영상 센서 및 기압 센서 중 적어도 하나를 포함한다. 여기서, 자이로 센서와 가속도 센서는 드론(100)의 기체좌표(Body Frame Coordinate)가 지구관성좌표(Earth Centered Inertial Coordinate)에 대해 회전한 상태와 가속된 상태를 측정해준는데, MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems) 반도체 공정기술을 이용해 관성측정기(IMU: Inertial Measurement Unit)라 부르는 단일 칩(Single Chip)으로 제작될 수도 있다.
- [0041] 또한, IMU 칩 내부에는 자이로 센서와 가속도 센서가 측정한 지구관성좌표 기준의 측정치들을 지역좌표(Local Coordinate), 예를 들어 GPS가 사용하는 NED(North-East-Down) 좌표로 변환해주는 마이크로 컨트롤러가 포함될 수 있다.
- [0042] 자이로 센서는 드론(100)의 기체좌표 x, y, z 세 축이 지구관성 좌표에 대하여 회전하는 각속도를 측정한 후 고정좌표로 변환된 값($W_x.gyro, W_y.gyro, W_z.gyro$)을 계산하고, 이 값을 선형 미분방정식을 이용해 오일러 각도($\Phi.gyro, \Theta.gyro, \psi.gyro$)로 변환한다.
- [0043] 가속도 센서는 드론(100)의 기체좌표 x, y, z 세 축의 지구관성좌표에 대한 가속도를 측정한 후 고정좌표로 변환된 값($f_x,acc, f_y,acc, f_z,acc$)을 계산하고, 이 값을 ‘롤(Φ,acc)’과 ‘피치(Θ,acc)’로 변환하며, 이 값들은 자이로 센서의 측정치를 이용해 계산한 ‘롤($\Phi.gyro$)’과 ‘피치($\Theta.gyro$)’에 포함된 바이어스 오차를 제거하는 데 이용된다.
- [0044] 지자기 센서는 드론(100)의 기체좌표 x, y, z 세 축의 자북점에 대한 방향을 측정하고, 이 값을 이용해 기체좌표의 NED 좌표에 대한 ‘요’ 값을 계산한다.
- [0045] GPS 센서는 GPS 위성들로부터 수신한 신호를 이용해 NED 좌표 상에서 드론(100)의 병진운동상태, 즉, 위도($P_n.GPS$), 경도($P_e.GPS$), 고도($hMSL.GPS$), 위도 상의 속도($V_n.GPS$), 경도 상의 속도($V_e.GPS$), 및 고도 상의 속

도(Vd,GPS)를 계산한다. 여기서, 첨자 MSL은 해수면(MSL: Mean Sea Level)을 의미한다.

- [0046] 기압 센서는 드론(100)의 고도(hALP,baro)를 측정할 수 있다. 여기서, 첨자 ALP는 기압(Air-Level Pressor)을 의미하며, 기압 센서는 드론(100)의 이륙시 기압과 현재 비행고도에서의 기압을 비교해 이륙 지점으로부터의 현재 고도를 계산한다.
- [0047] 카메라 센서는 적어도 하나의 광학렌즈와, 광학렌즈를 통과한 광에 의해 상이 맺히는 다수 개의 광다이오드(photodiode, 예를 들어, pixel)를 포함하여 구성된 이미지센서(예를 들어, CMOS image sensor)와, 광다이오드들로부터 출력된 신호를 바탕으로 영상을 구성하는 디지털 신호 처리기(DSP: Digital Signal Processor)를 포함할 수 있다. 디지털 신호 처리기는 정지영상은 물론이고, 정지영상으로 구성된 프레임들로 이루어진 동영상상을 생성하는 것도 가능하다.
- [0048] 드론(100)은, 정보를 입력받거나 수신하고 정보를 출력하거나 송신하는 커뮤니케이션 모듈(170)을 포함한다. 커뮤니케이션 모듈(170)은 외부의 다른 기기와 정보를 송수신하는 드론 통신부(175)를 포함할 수 있다. 커뮤니케이션 모듈(170)은 정보를 입력하는 입력부(171)를 포함할 수 있다. 커뮤니케이션 모듈(170)은 정보를 출력하는 출력부(173)를 포함할 수 있다.
- [0049] 물론, 출력부(173)는 드론(100)에 생략되고 외부 단말기에 형성될 수 있다.
- [0050] 일 예로, 드론(100)은 입력부(171)로부터 직접 정보를 입력받을 수 있다. 다른 예로, 드론(100)은 단말기에 입력된 정보를 드론 통신부(175)를 통해 수신받을 수 있다.
- [0051] 일 예로, 드론(100)은 출력부(173)로 직접 정보를 출력시킬 수 있다. 다른 예로, 드론(100)은 드론 통신부(175)를 통해 단말기로 정보를 송신하여, 단말기가 정보를 출력하게 할 수 있다.
- [0052] 드론 통신부(175)는, 외부의 서버, 단말기(200) 등과 통신하게 구비될 수 있다. 드론 통신부(175)는, 스마트폰이나 컴퓨터 등의 단말기로부터 입력된 정보를 수신할 수 있다. 드론 통신부(175)는 단말기로 출력될 정보를 수신할 수 있다. 단말기는 드론 통신부(175)로부터 받은 정보를 출력할 수 있다.
- [0053] 드론 통신부(175)는 단말기 또는 서버로부터 각종 명령 신호를 수신할 수 있다. 드론 통신부(175)는 단말기 또는 서버로부터 주행을 위한 구역 정보, 주행 경로, 주행 명령을 수신받을 수 있다. 여기서, 구역 정보는 비행 제한 구역(A) 정보, 접근 제한 거리 정보를 포함할 수 있다.
- [0054] 입력부(171)는 On/Off 또는 각종 명령을 입력받을 수 있다. 입력부(171)는 구역 정보를 입력받을 수 있다. 입력부(171)는, 각종 버튼이나 터치패드, 또는 마이크 등을 포함할 수 있다.
- [0055] 출력부(173)는 각종 정보를 사용자에게 알릴 수 있다. 출력부(173)는 스피커 및/또는 디스플레이를 포함할 수 있다. 출력부(173)는 주행 중 감지한 발견물의 정보를 출력할 수 있다. 출력부(173)는 발견물의 식별 정보를 출력할 수 있다. 출력부(173)는 발견물의 위치 정보를 출력할 수 있다.
- [0056] 드론(100)은 맵핑 및/또는 현재 위치를 인식하는 등 각종 정보를 처리하고 판단하는 제어부(140)를 포함한다. 제어부(140)는 드론(100)을 구성하는 각종 구성들의 제어를 통해, 드론(100)의 동작 전반을 제어할 수 있다.
- [0057] 제어부(140)는 커뮤니케이션 모듈(170)로부터 정보를 받아 처리할 수 있다. 제어부(140)는 입력부(171)로부터 정보를 입력 받아 처리할 수 있다. 제어부(140)는 드론 통신부(175)로부터 정보를 받아 처리할 수 있다.
- [0058] 제어부(140)는 센싱부(130)로부터 감지 정보를 입력 받아 처리할 수 있다.
- [0059] 제어부(140)는 모터(12)의 구동을 제어할 수 있다. 제어부(140)는 작업부(40)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0060] 드론(100)은 각종 데이터를 저장하는 저장부(150)를 포함한다. 저장부(150)는 드론(100)의 제어에 필요한 각종 정보들을 기록하는 것으로, 휘발성 또는 비휘발성 기록 매체를 포함할 수 있다.
- [0061] 저장부(150)에는 주행구역에 대한 맵이 저장될 수 있다. 맵은 드론(100)과 드론 통신부(175)을 통해 정보를 교환할 수 있는 외부 단말기에 의해 입력된 것일 수도 있고, 드론(100)이 스스로 학습을 하여 생성한 것일 수도 있다. 전자의 경우, 외부 단말기(300)로는 맵 설정을 위한 어플리케이션(application)이 탑재된 리모콘, PDA, 랩탑(laptop), 스마트 폰, 태블릿 등을 예로 들 수 있다.
- [0063] 다음으로, 본 명세서에서 제안하는 드론을 이용한 유해 조수 순찰을 수행하기 위한 드론의 제어 방법과 관련된

사항에 대해 살펴본다.

- [0064] 먼저, 시스템은 드론의 제어를 수행하는 단말기와 드론의 소프트웨어를 연동하고, 상기 단말기를 통해 드론을 제어하기 위해 드론의 컴퓨터(또는 프로세서) 역할을 하는 Jetson Xavier nx에 Realsense, YOLOv3 등을 ROS를 이용해서 연동한다.
- [0065] 그리고, 상기 시스템은 드론의 제어를 수행하는 펌웨어인 QGroundControl을 상기 단말기와 연동하고, 드론에 사용될 센서 값을 조정하는 캘리브레이션(calibration)을 수행해 센서값을 올바른 값으로 드론에 설정한다.
- [0066] 이후, 상기 시스템은 드론의 비행을 테스트하고, ROS를 이용하여 드론의 순찰 제어를 수행하도록 한다.
- [0067] 상기 시스템은 드론이 외부(또는 실외)에서 드론에 구비된 센서와 GPS가 정상적으로 동작하도록 하여 드론에 대한 안정적인 제어가 가능하도록 한다.
- [0068] 즉, 드론의 비행 테스트는 단말기 또는 시스템이 드론으로 커맨드(command)를 전송한 후, 상기 커맨드에 따라 드론이 올바르게 움직이는지를 테스트한다.
- [0069] 그리고, 상기 시스템은 유해 조수 탐지를 위해 개발된 알고리즘(이하, 간략히 '유해 조수 탐지 알고리즘'이라 함)을 드론에 적용한다.
- [0070] 상기 유해 조수 탐지 알고리즘은 jetson에 적용하기 쉽고 실시간으로 객체를 탐지할 수 있는 YOLO(You Only Look Once) 알고리즘을 사용하여 유해 조수를 학습시킬 수 있다.
- [0071] 그리고, 상기 시스템은 유해 조수 탐지 알고리즘을 드론에 적용하여 유해 조수를 탐지할 수 있는지에 대해 테스트할 수 있다.
- [0072] 그리고, 상기 시스템은 드론의 순찰 구역 또는 지정 구역을 지정하여 드론이 일정 간격으로 상기 순찰 지역 또는 지정 구역을 순찰할 수 있도록 한다.
- [0073] 상기 순찰 구역 지정을 위해, 상기 시스템은 4개의 포인트를 지정해 입력된 경유지(waypoint)를 Pixhawk에 전송함으로써, 드론이 자율적으로 비행 즉, 자율 비행을 할 수 있도록 한다.
- [0074] 그리고, 상기 시스템은 드론에 의해 인식된 객체(예: 유해 조수)에 드론이 주파수를 발생할 수 있는 알고리즘을 드론에 적용한다.
- [0075] 여기서, 드론이 주파수를 발생하는 조건은 인식된 데이터와 드론의 촬영 화면의 중앙점을 비교하여 계산한 후, 드론 이동 함수에 적용하여 인식 대상이 카메라에 인식이 되면 주파수를 발생하도록 한다.
- [0076] 그리고, 상기 시스템은 드론의 비행 제한 구역을 지정하고, 드론이 상기 비행 제한 구역을 벗어나면 이전 순찰 지점으로 이동하도록 하는 복귀 알고리즘을 드론에 적용할 수 있다.
- [0078] 다음으로, YOLO 알고리즘을 이용하여 드론의 자율 비행을 위해 학습하는 방법에 대해 살펴본다.
- [0079] 드론의 자율 비행 프로그램은 'PX4'가 이용될 수 있다.
- [0080] 여기서, 픽스 호크는 오픈 소스 자동 조종 프로그램으로, PX4는 UDP로 QGroundControl과 연결되어 있으며, 단말기로부터 제어 명령을 받으면 상태 정보를 전송하는 방법으로 연동된다.
- [0081] 그리고, Pixhawk 시리즈는 NuttX OS 기반 PX4 오픈 하드웨어이고, 시스템은QGroundControl을 사용하여 PX4를 드론의 Pixhawk에 적재하고, 기체를 설정하고, 다양한 매개변수의 값을 바꾸어 가면서 실시간 드론의 비행 정보를 가져오고 완전 자동 임무 비행을 수행할 수 있도록 한다.
- [0082] 상기 QGroundControl은 ArduPilot 또는 PX4 Pro 구동 차량에 대한 완전한 비행 제어 및 구성을 제공하고, MAVLink 프로토콜을 지원하는 지상국 SW이다.
- [0083] QGroundControl는 (i) px4 pro 및 ArduPilot 펌웨어를 실행하는 차량에 대한 전체 구성을 지원하며, (ii) 자율 비행을 위한 임무를 계획하며, (iii) 차량 위치, 비행 트랙, 웨이포인트 및 차량 계기를 보여주는 비행 지도를 디스플레이하며, (iv) 모든 MAVLink 기능 차량에 대한 비행을 지원하는 기능을 가진다.

- [0085] 다음으로, YOLO(You Only Look Once) 알고리즘 및 이를 이용한 학습 방법에 대해 살펴본다.
- [0086] YOLO 알고리즘은 근접한 정확도를 가지면서 더 많은 양의 이미지를 처리할 수 있는 실시간 객체 탐지 알고리즘으로, 물체 인식(Object Detection)을 수행하기 위해 고안된 심층 신경망으로서, 테두리 상자 조정(Bounding Box Coordinate)과 분류(Classification)를 동일 신경망 구조를 통해 동시에 실행하는 통합인식(Unified Detection)을 구현하는 것을 가장 큰 특징으로 갖는 신경망 알고리즘이다.
- [0087] 본 명세서에서 제안하는 드론의 유해 조수 순찰을 수행하기 위한 방법에 YOLO 알고리즘을 적용할 경우, 이미지 전체를 한 번만 보면 되고, 통합된 모델을 사용할 수 있으며, 실시간 객체를 탐지할 수 있게 된다.
- [0088] 또한, 상기 YOLO 알고리즘은 R-CNN(Regions with Convolutional Neural Networks) 알고리즘과 비교할 때, 상기 R-CNN은 이미지에서 일정한 규칙으로 이미지를 여러 장 쪼개서 CNN 모델을 통과시키기 때문에 한 장의 이미지에서 객체 탐지를 수행해도 실제로는 수 천장의 이미지를 모델에 통과시켜야 하는 반면에, 상기 YOLO 알고리즘은 이미지 전체를 말 그대로 단 한 번만 볼 수 있는 장점을 가진다.
- [0089] 따라서, 상기 R-CNN 알고리즘은 처리 속도가 느리고 실시간으로 예측할 수 없지만, 상기 YOLO 알고리즘은 처리 속도가 빠르고 실시간으로 예측할 수 있는 장점이 있다.
- [0090] 그리고, 다른 객체 탐지 모델(또는 알고리즘)들은 다양한 전처리 모델과 인공신경망을 결합해서 사용하는데 반면에, 상기 YOLO 알고리즘은 단 하나의 인공 신경망에서 이를 전부 처리하기 때문에 간단하다는 장점을 가진다.
- [0091] 즉, 상기 YOLO 알고리즘은 실시간으로 여러 장의 이미지들을 탐지할 수 있으며, 보통 45FPS의 성능을 가진다.

[0093] AI 장치 블록도

- [0094] 도 5는 본 명세서에서 제안하는 학습 방법이 적용될 수 있는 AI 장치의 블록도이다.
- [0095] 상기 AI 장치(20)는 AI 프로세싱을 수행할 수 있는 AI 모듈을 포함하는 전자 기기 또는 상기 AI 모듈을 포함하는 서버 등을 포함할 수 있다. 또한, 상기 AI 장치는 전자기기의 적어도 일부의 구성으로 포함되어 AI 프로세싱 중 적어도 일부를 함께 수행하도록 구비될 수도 있다.
- [0096] 상기 AI 장치는 AI 프로세서(21), 메모리(25) 및/또는 통신부(27)를 포함할 수 있다.
- [0097] AI 프로세서는 메모리에 저장된 프로그램을 이용하여 신경망을 학습할 수 있다. 특히, AI 프로세서는 모니터링 관련 데이터를 인식하기 위한 신경망을 학습할 수 있다. 신경망 모델의 예는 심층 신경망(DNN, deep neural networks), 합성곱 신경망(CNN, convolutional deep neural networks), 순환 신경망(RNN, Recurrent Boltzmann Machine), 제한 볼츠만 머신(RBM, Restricted Boltzmann Machine), 심층 신뢰 신경망(DBN, deep belief networks), 심층 Q-네트워크(Deep Q-Network), YOLO와 같은 다양한 딥 러닝 기법들을 포함하며, 컴퓨터비전, 음성인식, 자연어처리, 음성/신호처리 등의 분야에 적용될 수 있다.
- [0098] 한편, 전술한 바와 같은 기능을 수행하는 프로세서는 범용 프로세서(예를 들어, CPU)일 수 있으나, 인공지능 학습을 위한 AI 전용 프로세서(예를 들어, GPU)일 수 있다.
- [0099] 메모리는 AI 장치의 동작에 필요한 각종 프로그램 및 데이터를 저장할 수 있다. 메모리는 비 휘발성 메모리, 휘발성 메모리, 플래시 메모리(flash-memory), 하드디스크 드라이브(HDD) 또는 솔리드 스테이트 드라이브(SSD) 등으로 구현할 수 있다. 메모리는 AI 프로세서에 의해 액세스되며, AI 프로세서에 의한 데이터의 독취/기록/수정/삭제/갱신 등이 수행될 수 있다. 또한, 메모리는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 분류/인식을 위한 학습 알고리즘을 통해 생성된 신경망 모델(예를 들어, 딥 러닝 모델(26))을 저장할 수 있다.
- [0100] 한편, AI 프로세서(21)는 데이터 분류/인식을 위한 신경망을 학습하는 데이터 학습부(22)를 포함할 수 있다. 데이터 학습부(22)는 데이터 분류/인식을 판단하기 위하여 어떤 학습 데이터를 이용할지, 학습 데이터를 이용하여 데이터를 어떻게 분류하고 인식할지에 관한 기준을 학습할 수 있다. 데이터 학습부(22)는 학습에 이용될 학습 데이터를 획득하고, 획득된 학습데이터를 딥러닝 모델에 적용함으로써, 딥러닝 모델을 학습할 수 있다.
- [0101] 데이터 학습부(22)는 학습 데이터 획득부(23) 및 모델 학습부(24)를 포함할 수 있다.
- [0102] 학습 데이터 획득부(23)는 데이터를 분류하고 인식하기 위한 신경망 모델에 필요한 학습 데이터를 획득할 수 있다.

- [0103] 모델 학습부(24)는 상기 획득된 학습 데이터를 이용하여, 신경망 모델이 소정의 데이터를 어떻게 분류할지에 관한 판단 기준을 가지도록 학습할 수 있다.
- [0104] 통신부(27)는 AI 프로세서(21)에 의한 AI 프로세싱 결과를 외부 전자 기기로 전송할 수 있다.
- [0105] 한편, 도 5에 도시된 AI 장치(20)는 AI 프로세서(21)와 메모리(25), 통신부(27) 등으로 기능적으로 구분하여 설명하였지만, 전술한 구성요소들이 하나의 모듈로 통합되어 AI 모듈로 호칭될 수도 있음을 밝혀둔다.
- [0107] 본 명세서에서 제안하는 유해 조수 순찰을 수행하기 위해 드론은 크게 (1) 순찰 동작, (2) 탐지 동작, (3) 추적 동작 및 (4) 복귀 동작을 수행할 수 있으며, 상기 (1) 내지 (4)의 동작들은 각각 서로 다른 모듈 또는 프로세서와 같은 하나의 모듈을 통해 수행될 수 있으며, 각 동작을 수행하기 위한 알고리즘이 드론의 메모리에 기록될 수 있다.
- [0108] 드론의 순찰 동작
- [0109] 먼저, 드론은 순찰이 요구되는 waypoint가 지정된 데이터를 입력받고, 상기 입력된 데이터에 기초하여 순찰 알고리즘을 이용하여 자율적으로 순찰 지역을 움직일 수 있다. 드론의 순찰 동작에 대해 보다 구체적으로 살펴본다.
- [0110] 드론은 GPS와 PX4flow를 통해 Pose 값과 Altitude 값을 수신한다.
- [0111] 여기서, GPS는 드론의 GPS 센서에 의해 측정되며, 드론의 현재 위치에 대한 정보를 알려주는 값이며, PX4flow는 광류 스마트 카메라로 광학 흐름을 계산해 드론의 고도 값을 계산한다. 즉, 상기 위치 정보와 고도 정보를 이용하여 드론의 pose 값과 altitude 값을 계산될 수 있다.
- [0112] 그리고, 드론은 모든 센서값이 준비 또는 설정된 경우, ARMING를 수행한다.
- [0113] 여기서, ARMING는 이륙하기 전 프로펠러를 동작시키는 것을 의미하는 것으로, 자동차 시동을 거는 것과 유사한 개념일 수 있다.
- [0114] 그리고, 단말기 또는 시스템은 드론의 순찰이 요구되는 Waypoint를 설정한다.
- [0115] 일반적으로, 유해 조수에 의해 피해가 발생하는 지역은 사각형 형태의 논이 많기 때문에 Waypoint 지점은 10m, 5m, 10, 5m의 직사각형으로 설정될 수 있다.
- [0116] 그리고, 상기 단말기 또는 상기 시스템은 설정된 Waypoint의 데이터를 드론의 Pixhawk로 전송한다.
- [0117] 여기서, 드론은 자율 비행을 수행해야 하기 때문에, 자동 조종 장치인 Pixhawk에 Waypoint의 데이터가 전송되는 것이 바람직하다.
- [0118] 이후, 드론은 상기 입력된 Waypoint의 데이터에 기초하여 유해 조수 순찰을 위한 자율 비행을 수행한다.
- [0120] 드론의 탐지 동작
- [0121] 다음으로, 드론의 탐지 동작에 대해 살펴본다.
- [0122] 먼저, 드론은 실시간 객체 탐지가 가능한 모델인 YOLO 알고리즘을 이용하여 유해 조수를 학습한다. 여기서, jetson의 성능상 경량화된 모델이 필요하므로 YOLO 알고리즘 중에서도 가볍게 학습할 수 있는 YOLO-tiny를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0123] 또한, 기존의 YOLO 알고리즘은 사람, 차량, 컵 등 모든 사물에 대해 인식하게 했으므로, 본 명세서에서는 따로 유해 조수만을 인식하는 커스텀 모델을 만들어 사용하는 것으로 한다.
- [0124] 기존의 YOLO 알고리즘의 FPS는 5~8밖에 나오지 않지만, 따로 YOLO-tiny로 커스텀 한 모델의 FPS는 20~25로 기존의 YOLO 알고리즘의 FPS보다 4배나 높게 향상된다. 드론의 탐지 동작에 대해 보다 구체적으로 살펴본다.
- [0125] 먼저, 시스템은 유해 조수에 대한 학습 데이터를 2000여 장 크롤링(crawling)한다.
- [0126] 즉, 상기 시스템은 Urllib.request를 사용해 웹(web)을 열어 데이터를 읽어오게 하고 selenium 프레임워크를 이용해 webdrive API를 통해 운영체제에 설치된 Chrome 등의 브라우저를 제어하여 검색, 이미지 저장을 자동화한

다.

- [0127] 그리고, 상기 시스템은 YOLO_MARK로 개체의 정보를 구성하는 Bounding box를 설정한다.
- [0128] 여기서, YOLO 알고리즘은 정면을 학습시키면 정면으로만 인식할 수 있기 때문에, 드론이 이리저리 움직이는 특성을 고려할 때, 드론에서 인식하는 대상은 거꾸로 보일 수도, 또는 좌우가 반전해서 보일 수도 있다. 따라서, 시스템은 이러한 현상이 발생하는 것에 대비하여 직접 인식 대상이 거꾸로 된 모습, 좌우 반전된 모습 등 세부적으로 대상의 각도를 조정해 데이터를 만든 후 새롭게 만들어진 데이터를 학습시킨다.
- [0129] 그리고, 시스템은 grid cells를 복수의 격자들로 나눈다.
- [0130] 각 cell은 pixel size와 중앙점을 가지며 bounding box를 가진다. Bound box의 정보는 해당 cell의 x, y, w, h의 값과 해당 cell의 Objectness(물체가 있을 확률)를 가질 수 있다.
- [0131] 그리고, 시스템은 셀마다 bounding box의 신뢰 지수 예측값을 계산하여 특정 값을 구성한다.
- [0132] 상기 특정 값을 구성할 때, 상기 시스템은 GoogLeNet를 이용해 입력 이미지를 넣어 Trained Data(Weight), Network Model 및 image의 합이 Input으로 들어가게 한다.
- [0133] 여기서, 상기 GoogLeNet은 딥러닝 모델로 하나의 convolutional layer가 아닌 여러 개의 convolutional layer들을 사용하여 효율적인 메모리 사용으로 모델을 훈련시킨다.
- [0134] 그리고, 시스템은 각각의 셀의 정보를 바탕으로 class-specific confidence score를 가지도록 설정한다.
- [0135] 상기 class-specific confidence score는 해당 셀의 C(conditional class probability)와 각 bounding box의 p_0 (confidence score)를 곱하여 하나의 bounding box에 대해 구하는 것이다.
- [0136] 그리고, 시스템은 각 class-specific confidence score에서 클래스가 있을 확률값이 큰 bounding box를 구하고, 이를 합쳐서 이미지에 입력한다.
- [0137] 여기서, 중복되는 bounding box가 있을 수 있기 때문에, NMS(Non-Maximun Suppression)를 하여 중복되는 bounding box들을 제거한다.
- [0138] NMS는 하나의 bounding box를 기준으로 잡고 일정 임계값(Threshold)를 정한 후, 다른 bounding box들과 비교했을 때 공통되는 부분 즉, 교집합 부분이 정해진 Threshold 보다 적을 경우 제거하는 방법이다.
- [0139] 그리고, 상기 시스템은 앞서 살핀 단계들을 반복하여 학습을 진행한다.
- [0140] 여기서, Jetson xavier nx의 성능에 따라 Makefile을 수정할 수 있으며, yolov3-tiny.cfg의 batch, subdivision을 수정해 학습에 오류가 나지 않게 할 수 있다. 그리고, 학습은 많을수록 좋기는 하지만 어느 순간 손실률이 떨어지다가 높아지는 부분에 멈추는 것이 바람직하다. 그래서, 학습 손실이 일어나지 않도록 20,000여 번 정도 반복 학습이 수행되는 것이 바람직하다.
- [0142] 드론의 추적 동작
- [0143] 다음으로, 드론의 추적 동작에 대해 살펴본다.
- [0144] 도 6은 본 명세서에서 제안하는 드론의 추적 동작을 설명하기 위한 화면을 나타낸 도이다.
- [0145] 유해 조수를 추적하기 위해, 드론은 YOLO 알고리즘과 카메라 모듈인 Realsense를 사용한다. 여기서, 각 entity 간 서로 통신을 수행하기 위해 ROS의 노드를 만들어 YOLO 알고리즘을 ROS에서 사용하기 위해 만들어진 darknet_ros 패키지를 이용하고, Realsense를 ROS에서 사용하기 위해 만들어진 realsense_ros 패키지를 사용한다. 드론의 추적 동작에 대해 보다 구체적으로 살펴본다.
- [0146] 먼저, 드론은 프로세서를 통해 인식된 객체의 데이터를 확인하고, 처음 인식된 Pose 값을 저장한다.
- [0147] 드론은 GPS에서 받아온 pose 값을 이용해 객체를 인식한 경우에 첫 pose 값을 저장한다. 그 이유는, 드론은 첫 pose 값을 이용하여 객체의 추적이 끝난 후 다시 저장된 첫 pose 값을 통해 이전으로 돌아갈 수 있기 때문이다.
- [0148] 그리고, 상기 드론은 bounding box(610)의 좌표와 화면 중앙점(620)을 비교한다.
- [0149] 상기 bounding box의 좌표는 darknet_ros의 패키지를 이용해 얻을 수 있고, 화면 중앙점은 Realsense의 해상도

를 구해 중앙점의 값을 구할 수 있다.

[0150] 그리고, 상기 드론은 bounding box의 중앙점과 화면 중앙점을 대각선 거리(630)로 하여 값을 계산한다.

[0151] 즉, 드론은 bounding box의 중앙점과 화면 중앙점의 거리값을 구해 항상 bounding box가 중앙에 위치하도록 한다.

[0152] 그리고, 드론은 계산된 거리만큼 순찰 동작의 이동 함수에 적용하여 유해 조수를 추적하도록 한다.

[0153] 상기 이동 함수는 드론이 x, y 및 z 방향으로 움직이도록 정의한 것으로, z는 드론의 높이에 해당하기 때문에 x 좌표 및 y 좌표만 구해서 적용하면 된다.

[0154] 그리고, 상기 드론은 객체의 인식 데이터에 기초하여 유해 조수 개체별로 기피 주파수를 발생시킨다.

[0155] 여기서, 유해 조수의 기피 주파수는 사람이 들을 수 없는 초저주파로, 소리가 발생하고 있다는 것을 판별하기 위해 가청 주파수와 초저주파가 섞여 있는 호랑이 울음소리로 테스트할 수도 있다.

[0157] 드론의 복귀 동작

[0158] 다음으로, 드론의 복귀 동작에 대해 살펴본다.

[0159] 드론은 QGroundControl의 기능인 Geofence를 이용해 드론의 비행 제한 구역을 생성 또는 설정한다. 그리고, 드론은 앞서 살핀 순찰 동작에서 저장된 첫 pose 값에 기초하여 복귀 지점을 획득한다. 드론의 복귀 동작에 대해 보다 구체적으로 살펴본다.

[0160] 드론은 QGroundControl에 Geofence를 그려 순찰 구역을 지정한다.

[0161] 여기서, 지정된 순찰 구역의 범위는 순찰 구역보다 넓게 설정하여 다시 유해 조수가 들어오지 못할 거리로 설정하고, (Wi-Fi로 통신하므로) Wi-Fi가 끊어지지 않는 범위 내로 설정한다.

[0162] 그리고, 드론은 순찰 동작에서 실시간으로 현재 Pose의 데이터를 수신한다.

[0163] 즉, GPS에서 실시간으로 Pose의 값을 수신하여 드론의 현재 위치를 실시간으로 수신한다.

[0164] 그리고, 현재 Pose의 데이터가 Geofence를 넘을 경우, 드론은 순찰 동작에 return point 함수를 발생시킨다.

[0165] 여기서, 드론이 지정된 구역의 범위(또는 제한 구역)를 넘을 경우, 단말기 또는 시스템은 return point 함수에서 순찰 동작에서 얻은 첫 pose 값을 넣어 이전 위치로 돌아간게 한다.

[0166] 그리고, 상기 드론은 지정된 point로 도착한 후, 순찰 동작으로 재진행한다.

[0167] 이때, 드론은 이전에 얻은 첫 pose 값을 폐기하고, 다시 인식 대상을 파악했을 때 새로운 pose 값을 획득한다.

[0169] 도 7은 본 명세서에서 제안하는 드론을 이용하여 유해 조수에 의한 피해를 방지하기 위한 방법의 일례를 나타낸 순서도이다.

[0170] 먼저, 드론은 유해 조수에 의해 피해가 발생하는 지역에 대해 순찰이 요구되는 순찰 지역의 웨이포인트 waypoint)에 대한 데이터를 단말기 또는 서버로부터 입력받고, 이를 기초로 상기 순찰 지역을 비행한다(S710).

[0171] 상기 순찰 지역의 웨이포인트 waypoint)는 가로 및 세로의 길이가 각각 일정하게 정해진 사각형 형태일 수 있다. 일례로, 가로는 10m, 세로는 5m일 수 있다.

[0172] 그리고, 상기 드론은 실시간으로 객체를 탐지할 수 있는 YOLO 알고리즘에 기초하여 상기 유해 조수를 학습하고, 상기 학습 결과에 따라 상기 드론에 구비된 카메라에 의해 촬영되는 화면을 통해 상기 유해 조수를 탐지한다(S720).

[0173] 상기 유해 조수를 학습하는 보다 구체적인 단계에 대해 살펴보면, 상기 드론은 복수의 셀(cell)들로 구분된 각 셀의 바운딩 박스(bounding box) 정보의 신뢰 지수 예측값에 기초하여 훈련된 데이터, 신경망 모델 및 이미지의 합으로 구성된 값을 복수의 컨벌루션 레이어(convolutional layer)들을 통해 신경망 모델의 입력 데이터로 사용한다.

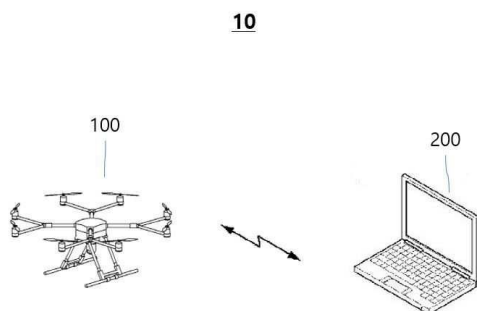
- [0174] 상기 각 셀은 픽셀 사이즈(pixel size) 정보, 셀의 중앙점 정보 및 바운딩 박스(bounding box) 정보를 포함할 수 있다.
- [0175] 그리고, 상기 바운딩 박스(bounding box) 정보는 셀의 x, y, w 및 h의 값과 셀에서 물체가 존재할 확률 값을 포함할 수 있다.
- [0176] 그리고, 상기 드론은 상기 촬영되는 화면에 포함된 바운딩 박스(bounding box)의 중앙점과 상기 촬영되는 화면의 중앙점 사이의 직선 거리의 계산에 기초하여 상기 유해 조수를 추적한다(S730).
- [0177] 상기 유해 조수를 추적하는 보다 구체적인 단계에 대해 살펴보면, 상기 드론은 상기 촬영되는 화면에 포함된 바운딩 박스(bounding box)의 중앙점과 상기 촬영되는 화면의 중앙점 사이의 직선 거리를 계산하고, 상기 계산된 직선 거리만큼 상기 바운딩 박스의 중앙점을 상기 촬영된 화면의 중앙점으로 이동시킴으로써 상기 유해 조수를 추적한다.
- [0178] 그리고, 상기 드론은 상기 추적 중인 유해 조수에 대해 유해 조수에 대한 기피 주파수를 생성하여 상기 생성된 기피 주파수를 출력한다(S740).
- [0179] 그리고, 상기 드론은 상기 순찰 지역으로부터 기 지정된 범위를 벗어난 경우, 상기 유해 조수를 탐지한 시점에 저장된 초기 포즈(pose) 값에 기초하여 상기 순찰 지역으로 복귀한다(S750).
- [0181] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

부호의 설명

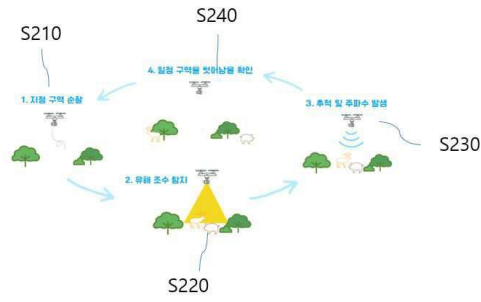
- [0182] 10: 유해 조수 순찰 시스템 100: 드론
200: 단말기

도면

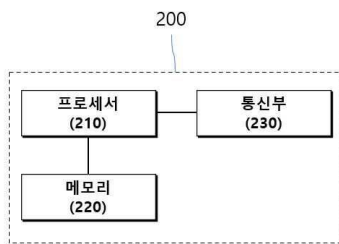
도면1



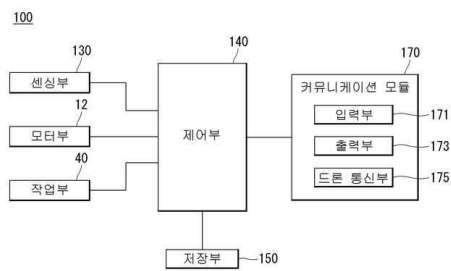
도면2



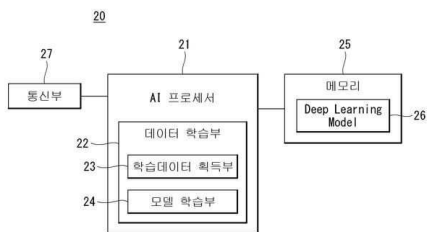
도면3



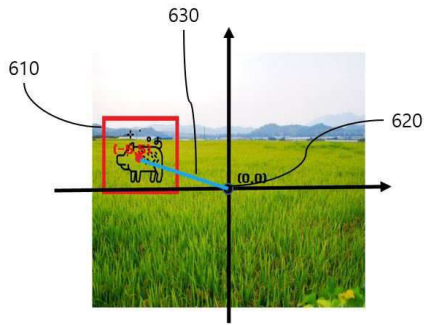
도면4



도면5



도면6



도면7

