



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0006749
(43) 공개일자 2019년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/10 (2017.01) G06T 7/246 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/10 (2017.01)
G06T 7/251 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2017-0087830
(22) 출원일자 2017년07월11일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
황성주
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
한문수
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인다나

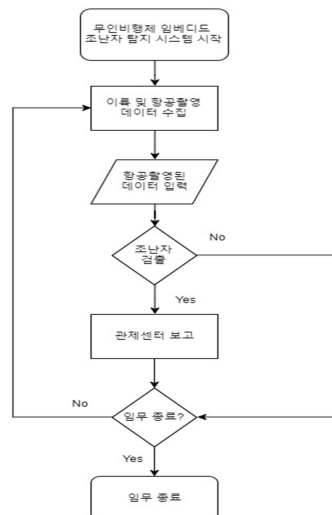
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 무인비행체 임베디드 조난자 탐지 시스템

(57) 요약

본 발명의 한 실시예에 따른 조난자 탐지 장치는 무인비행체에 탑재되며, 딥 러닝 기법에 기반하여 조난자를 탐지한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

(72) 발명자

박준현

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김해량

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

안드리스 브루노

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016M1B3A1A01937742

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 무인이동체미래선도핵심기술개발

연구과제명 딥러닝을 이용한 무인기에서의 조난자 탐지기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2016.09.21 ~ 2017.07.31

명세서

청구범위

청구항 1

조난자 탐지 장치에 있어서,

무인비행체에 탑재되며, 딥 러닝 기법에 의하여 조난자를 탐지하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무인비행체에 관한 것으로, 보다 상세하게는 딥 러닝 기법을 이용하는 무인비행체 내 임베디드된 조난자 탐지 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 1) 무인비행체 조난자 탐지 시스템

[0003] 과거 대규모 재난 상황이 발생하였을 때, 구조 인력만을 이용하여 조난자를 수색하고 구조하는 방법은 재난 발생으로 인한 주변 환경 파괴, 인간의 육체적 피로 한계 등으로 인해 조난자를 수색하는 과정에서부터 많은 어려움을 겪었다. 이를 보완하기 위해 무인비행체가 조난자 수색을 위해 도입되었다. 최근 무인비행체 기술 발전으로 무인비행체들은 지속적으로 소형화 되고 있고 장시간 비행이 가능해졌으며, 소형 CPU나 GPU, 카메라 등을 탑재할 수 있게 되었다. 현재 무인비행체를 이용한 조난자 수색은 무인비행체에 탑재된 카메라로부터 수집된 영상을 인간이 직접 육안으로 판단하고 있으며, 조난자의 이동단말기의 신호를 이용한 조난자 탐지 방법이 존재한다. 하지만 위와 같은 방법은 인간의 육안 피로의 한계로 인해 장기간 무인비행체로부터 수집된 영상을 분석하기 어려우며, 무인비행체가 중/고고도에서 비행하게 되면 해당 지점의 물체 외형을 세부적으로 구분할 수 없기 때문에 조난자의 존재 여부를 오판할 확률이 높다. 이동단말기 등과 같은 전자기기의 신호를 이용한 조난자 탐지 시스템은 대규모 재난 상황에서 외형 손실이나 전파 방해 등으로 인해 오작동이나 작동하지 않을 가능성이 존재한다.

[0004] 본 발명은 위의 기술된 문제점을 해결하기 위해 최근 급격히 성장한 딥 러닝 기반 물체 검출 모델과 무인비행체 임베디드 시스템을 결합한 조난자 탐지 시스템을 제안하고자 한다. 아래에 기술될 내용은 무인비행체 임베디드 조난자 탐지 시스템을 만들기 위해서 해결해야하는 기술적인 문제점을 소개하고 이를 해소할 수 있는 해결방안을 제시한다. 주요 기술 문제점은 다음과 같다.

[0005] 1. 중/고고도에서의 나타나는 작은 물체를 검출할 수 있는 물체 검출 모델

[0006] 2. 다양한 고도와 환경에서 조난자를 탐지하기 위한 점진적 학습 시스템

[0007] 3. 제한적인 하드웨어 성능을 활용한 딥 러닝 기반 조난자 탐지 시스템

[0008] 2) 중/고고도에서 나타나는 작은 물체를 검출할 수 있는 물체 검출 모델

[0009] 컴퓨터 비전 분야의 물체 검출에 관한 연구는 최근 딥 러닝의 재조명으로 눈부신 발전을 할 수 있었으며, 현재 물체 검출 모델은 인간의 육안과 비슷한 성능을 보유할 수 있게 되었다. 하지만 기존 물체 검출의 주요 연구는 육안으로 식별이 가능한 지상/저고도에 존재하는 물체에 대해 중점적으로 진행되었으며, 중/고고도에 관한 물체 검출에 대해선 연구가 제대로 행해지지 않았다. 이는 모델 학습을 위한 지상/저고도 데이터(ImageNet, PASCAL VOC, Caltech 등)는 많이 존재하지만 중/고고도에 관한 데이터는 상대적으로 그 수가 적기 때문이다.

[0010] 물체 검출 연구의 주요 방향은 검출 정확도(Average Precision, AP)와 이미지 처리 속도(Frame Per Second, FPS)를 높이는 것을 목표로 진행되고 있다. 최신 Object Detection 모델인 YOLO(You Only Look Once)9000과 SSD(Single Shot multi-box Detector)는 각각 78.6 mAP, 40 FPS / 76.8 mAP, 19 FPS(PASCAL VOC 기준)의 성능을 보유하고 있다. 하지만 YOLO9000, SSD 모델은 지상/저고도 데이터를 기반으로 모델 학습 및 테스트를 진행하였으며, 중/고고도에 대해선 실시하지 않았다. 중/고고도 이미지에 대하여 물체 검출 모델을 적용하지 않은 가

장 큰 이유는 최신 물체 검출의 특성 때문이다. 최신 물체 검출 모델(YOLO9000, SSD)은 이미지 처리 속도 향상을 위해 RPN(Region Proposal Network)를 사용하지 않고 Sliding Window 기법을 사용하기 때문에 작은 물체를 검출하기 어려움을 겪고 있으며, 이를 해결하기 위해 모델의 입력 크기를 증가시키는 방법을 제안되었지만 이는 이미지 처리 속도를 크게 저하시키는 원인이 된다. 본 발명은 이미지 처리 속도는 유지하면서 중/고고도에서 나타나는 물체를 검출할 수 있는 방법과 이를 조난자 탐지 시스템에 적용하는 방법을 제시하고자 한다. 중/고고도에 존재하는 물체는 육안으로 식별하기 쉽지 않지만 만약 딥 러닝을 활용하여 정확한 물체 검출이 가능하다면 무인비행체 산업에서 중점적으로 사용될 것이며, 향후 무인비행체 자율비행에 주요 기술로 대두될 것으로 예상된다.

[0011] 3) 다양한 고도와 환경에서 조난자를 탐지하기 위한 점진적 학습 시스템

[0012] 앞서 기술한 바와 같이 지상/저고도에 관한 물체 검출 모델 연구는 지속적으로 이루어지고 있으며, 물체 검출 모델의 학습을 위한 데이터 수는 지속적으로 증가하고 있다. 대표적인 지상/저고도 기반 학습 데이터 셋인 ImageNet과 PASCAL VOC는 약 50만장의 다양한 환경에서 촬영된 이미지를 제공하고 있다. 하지만 중/고고도 데이터 셋(Stanford Drone Dataset/ UCLA Aerial Event Dataset)은 지상/저고도 기반 데이터 셋과 학습 데이터의 수를 비교하였을 때, 이미지의 수는 약 42만장으로 비슷하나 제한적인 환경과 고도에서의 데이터를 제공하고 있다. 다양한 고도와 환경에서 무인비행체를 이용한 조난자 탐지를 진행하기 위해선 추가적인 데이터 셋의 수집이 필수적이다. 하지만 모든 고도와 환경에 대해서 인간이 직접 학습 데이터를 생성하는 것은 비효율적이며, 학습 데이터를 생성하는 과정에서 고고도의 데이터에 대해서 인간의 육안으로도 판단하기 힘든 물체들이 이미지 내부에 나타나게 된다. 본 발명은 중고도에서의 데이터와 제한적인 환경에서의 데이터를 물체 검출 모델에 학습시킨 결과를 바탕으로 다양한 고도와 환경에서의 조난자를 탐지하는 점진적 학습 방법을 제시하고자 한다. 본 발명을 통해 학습 데이터의 제한성을 극복할 수 있으며, 인간이 직접 학습 데이터를 생성하지 않고 도메인 확장을 하여 다양한 고도와 환경에서의 조난자 탐지가 가능한 시스템을 구현하고자 한다.

[0013] 4) 제한적인 하드웨어 성능을 활용한 딥 러닝 기반 조난자 탐지 시스템

[0014] 최근 CPU, GPU, Sensor, 카메라 등을 탑재하여 임베디드 시스템을 구축할 수 있는 무인비행체가 출시되고 있다. 하지만 무인비행체 임베디드 시스템의 주요 문제점은 크기, 무게, 냉각 등의 한계로 인해 연산 능력과 메모리 등 하드웨어적 성능은 기존 컴퓨터나 서버 기반 GPU 보다 현저히 떨어진다는 단점이 존재한다. 임베디드 시스템에 작은 물체 검출 기술을 적용한 조난자 탐지 시스템을 적용하는 경우, 이미지 처리 속도의 저하는 기존 GPU 서버에서 수행하는 것보다 더욱 심각한 속도 저하를 초래하게 된다. 현재 국내를 기준으로 딥 러닝 기반 물체 검출 모델을 활용하여 작은 물체를 검출하는 연구는 진행되고 있지 않으며, 또한 GPU 서버의 다수의 GPU를 이용하여 물체 검출에 관한 연산을 진행하는 것이 아닌 무인비행체의 임베디드 시스템을 이용하여 독자적으로 물체 검출을 진행하는 기술은 알려진 바가 존재하지 않는다.

[0015] 본 발명은 작은 물체 검출 기술을 적용한 물체 검출 모델을 무인비행체 임베디드 시스템에서 독자적인 컴퓨팅 능력만을 이용하여 기존보다 이미지 처리 속도가 향상된 조난자 탐지 시스템을 제시하고자 한다. 이는 국내 최초로 무인비행체 임베디드 시스템과 딥 러닝 기반 물체 검출 모델을 결합한 사례가 될 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 무인비행체 임베디드 시스템의 자체적인 컴퓨팅 능력을 통해 무인비행체 영상 속 조난자 탐지를 수행하는 것이다.

[0017] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 작은 물체 검출 기술 적용으로 인해 최신 물체 검출 모델(YOLO9000, SSD)이 겪고 있는 이미지 처리 속도 저하 문제를 보완하고자 한다.

[0018] 물체 검출 모델의 학습을 위한 지상/저고도의 물체에 관한 데이터는 많이 존재하는 반면, 중고도/고고도에 관한 데이터는 상대적으로 충분하지 않다. 본 발명에서는 중/고고도에 대한 학습 데이터 수를 증가시키고자 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명의 한 실시예에 따른 조난자 탐지 장치는 무인비행체에 탑재되며, 딥 러닝 기법에 기반하여 조난자를 탐지한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 무인비행체에 탑재된 시스템을 이용하여 다양한 고도와 환경에서도 조난자를 용이하게 탐지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 딥 러닝 기반 물체 검출 모델 학습 알고리즘을 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 무인비행체 임베디드 조난자 탐지 시스템 알고리즘을 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 딥 러닝 기반 물체 검출 모델 점진적 학습 알고리즘을 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 무인비행체에 임베디드 가능한 GPU(NVIDIA Jetson TX2)를 탑재하고 탑재된 GPU를 이용하여 딥 러닝 기반 물체 검출 모델과 Tracker를 결합하여 중/고고도의 물체 검출을 수행하는 그림이다.
- 도 5는 중/고고도에서의 나타나는 작은 물체를 검출할 수 있는 물체 검출 모델을 나타낸다.
- 도 6은 다양한 고도와 환경에서 조난자를 탐지하기 위한 점진적 학습 시스템을 나타낸다.
- 도 7은 제한적인 하드웨어 성능을 활용한 딥 러닝 기반 조난자 탐지 시스템을 나타낸다.
- 도 8은 비교예 및 실시예에 따라 물체 검출을 진행한 결과이다.
- 도 9는 점진적 학습을 적용한 결과이다.
- 도 10 내지 12는 본 발명의 실시예에 따른 효과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 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.
- [0023] 제2, 제1 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. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0024] 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.
- [0025] 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.
- [0026] 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.
- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

- [0028] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 딥 러닝 기반 물체 검출 모델 학습 알고리즘을 나타내고, 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 무인비행체 임베디드 조난자 탐지 시스템 알고리즘을 나타내며, 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 딥 러닝 기반 물체 검출 모델 점진적 학습 알고리즘을 나타낸다. 도 1 내지 3은 무인비행체 임베디드 조난자 탐지 시스템을 구현하기 위한 도면이다. 딥 러닝 기반 물체 검출 모델을 조난자 검출이 가능한 검출 모델로 중고도 데이터를 이용하여 학습시킨 이후 GPU가 임베디드 된 무인비행체를 현장에 투입하여 학습된 모델을 이용하여 조난자를 탐지하고 이를 관제센터에 보고하여 조난자 구조에 기여할 수 있다. 중고도 이외의 저고도나 고고도의 조난자를 탐지하기 위해 조난자 검출이 가능한 모델의 테스트 결과를 다시 학습 데이터로 사용하는 점진적 학습을 진행하여 다양한 고도와 환경에서 조난자를 탐지하고자 한다.
- [0029] 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 무인비행체에 임베디드 가능한 GPU(NVIDIA Jetson TX2)를 탑재하고 탑재된 GPU를 이용하여 딥 러닝 기반 물체 검출 모델과 Tracker를 결합하여 중/고고도의 물체 검출을 수행하는 그림이다. 모델 입력 크기를 증가시킨 물체 검출 모델에 Data Augmentation을 적용한 중고도 데이터를 학습시켜 다양한 고도와 환경에서의 작은 물체 검출을 수행하였다. 모델 입력 크기 증가로 인해 발생하는 이미지 처리 속도 저하는 Tracker 기법을 도입하고 이를 결합시킴으로써 단점을 보완하였다. 점진적 학습을 적용하여 중고도 데이터만을 학습시킨 모델을 활용하여 저고도와 고고도의 물체를 검출하였으며, 지상/저고도에 비해 상대적으로 학습 데이터의 수가 부족한 중/고고도 데이터를 증가시켰다.
- [0030] 가) 과제를 해결하기 위한 수단
- [0031] 무인비행체 임베디드 물체 검출 시스템을 구현하기 위해선 무인비행체, 임베디드 GPU, 물체 검출 모델, Tracker가 필요하다. 무인비행체는 DJI사에서 출시된 MATRIC-100을 사용하였으며, 임베디드 GPU는 NVIDIA사에서 출시된 NVIDIA Jetson TX2를 사용하였다. 딥 러닝 기반 물체 검출 모델은 위의 언급한 최신 물체 검출 모델인 YOLO9000을 사용하였으며, Tracker는 VOT(Visual Object Tracking) 2016에서 가장 우수한 성능을 보인 KCF(Kernelized Correlation Filters)를 사용하였다.
- [0032] 물체 검출 모델의 중고도 기반의 물체 검출을 수행하기 위해 DJI사의 MAVIC PRO를 이용하여 중고도 기반 데이터 수집 및 MATLAB과 Python를 이용하여 데이터 전처리 작업을 진행하였다.
- [0033] 모델 학습 및 테스트를 진행하기 위한 딥 러닝 프레임워크는 C Language로 구성된 Darknet과 Python으로 구성된 Darkflow를 사용하였다. 무인비행체 임베디드 시스템에 사용될 모델은 속도 향상을 위해 사전에 서버용 GPU(NVIDIA TITAN X)를 사용하여 Back-Propagation을 통한 모델 학습 및 파라미터 조절을 진행하였으며, 모델 테스트는 무인비행체 임베디드 GPU(NVIDIA Jetson TX2)를 사용하였다.
- [0034] 나) 기능 및 작용
- [0035] 도 5는 중/고고도에서의 나타나는 작은 물체를 검출할 수 있는 물체 검출 모델을 나타낸다.
- [0036] 최신 물체 검출 모델인 YOLO9000을 사용하여 작은 물체를 검출하기 위해 물체 검출 모델의 입력 크기를 기존 416X416에서 832X832로 증가시켰으며, 이는 CNN(Convolutional Neural Network)의 하나의 셀이 기존보다 세밀하게 이미지 내부의 특징들을 추출할 수 있게 한다. 다른 방법으로 Data Augmentation를 적용하여 하나의 학습 이미지 데이터의 크기를 각각 X0.5, X1.0, X2.0하여 모델이 학습하는 데이터의 수를 증가시켰다. Data Augmentation을 통해 하나의 데이터 셋으로 다양한 고도에서 학습한 효과를 거둘 수 있다. 또한 학습 데이터에 Noise를 추가하여 학습시킴으로써, 테스트 과정동안 발생하는 Noise에 대해 물체 검출 모델이 강해지는 효과를 거둘 수 있다.
- [0037] 도 6은 다양한 고도와 환경에서 조난자를 탐지하기 위한 점진적 학습 시스템을 나타낸다.
- [0038] 머신 러닝 기법 중 하나인 점진적 학습을 적용하면 다양한 고도와 환경에서의 조난자 탐지를 수행할 수 있다. 무인비행체 임베디드 조난자 탐지 시스템의 물체 검출 모델 점진적 학습 방법은 다음과 같다. 중고도(30m) 데이터를 물체 검출 모델에 학습시킨 이후, 테스트 데이터의 고도를 점점 낮추거나 높여가면서 물체 검출 모델의 테스트 결과를 다시 학습을 위한 데이터로 사용한다. 이 과정에서 물체 검출 모델이 제공하는 물체 별 Confidence를 활용하여 Threshold를 기준으로 Confidence가 Threshold 보다 높은 경우, 재학습을 위한 데이터로 사용한다. 낮은 경우엔 학습 데이터로 사용하지 않는다. 본 발명자는 YOLO9000의 특성을 고려하여 재학습을 위한 Threshold를 0.24로 정하였다.
- [0039] 도 7은 제한적인 하드웨어 성능을 활용한 딥 러닝 기반 조난자 탐지 시스템을 나타낸다.
- [0040] 위의 기술된 작은 물체를 검출하기 위한 방법 중 하나인 물체 검출 모델의 입력 크기 증가를 적용하는 경우, 이

이미지 처리 속도가 저하되는 단점이 존재한다. 이 점을 극복하기 위해 물체 검출 모델과 Tracker를 결합하였다. KCF(Kernelized Correlation Filters) 기반 Tracker는 이미지 내부의 단일 물체에 대해 Tracking을 수행하지만 검출 물체 별 ID 부여를 통해 단일 물체 Tracker를 다중 물체 Tracker로 변경하여 물체 검출 모델과 결합하였다. Frame 별로 물체 검출 모델을 사용하는 경우, 심각한 이미지 처리 속도의 저하를 초래하지만 위의 그림과 같이 물체 검출 결과를 Tracker에 활용하면 빠른 속도로 물체 검출을 진행할 수 있다. 위의 그림은 물체 검출 모델과 Tracker 결합 모델을 설명하기 위한 예시이며, 실제로는 20 프레임 당 한 번의 물체 검출 결과를 받아 Tracking을 진행하는 모델을 구현하였다. 물체 검출 모델과 Tracker의 결합으로 인해 무인비행체 임베디드 시스템의 제한된 하드웨어 성능에서도 준 실시간급 조난자 탐지가 가능하다.

[0041] 도 8은 비교예 및 실시예에 따라 물체 검출을 진행한 결과이다.

표 1

[0042]

비 고	AP	FPS
물체 검출 모델	0.61	1
물체 검출 모델 + Tracker	0.63	7

[0043] 도 8의 상단 좌측은 기존 물체 검출 모델을 이용하여 지상/저고도에서의 물체 검출을 진행한 결과이며, 나머지 그림은 발명된 기술을 통해 중/고고도에서 물체 검출을 진행한 결과이다. 기존 물체 검출 모델의 경우, 중고도 기반의 데이터를 학습하여도 나머지 그림과 같이 중/고고도에서의 물체 검출을 수행하지 못한다. 작은 물체 검출 기술을 적용한 물체 검출 모델의 경우, 이미지 처리 속도가 무인비행체 임베디드 시스템 기준으로 0.61 AP, 1 FPS이었지만 Tracker를 결합한 시스템은 0.63 AP, 7 FPS로 기존 물체 검출 모델만을 이용한 시스템보다 이미지를 처리하는 시간이 7배 증가하였다.

[0044] 도 9는 점진적 학습을 적용한 결과이다.

[0045] 도 9의 좌측 그림과 같이 중고도(35m)에서 테스트한 이미지를 바탕으로 고도를 점점 낮추면서 저고도(10m)에서 테스트를 진행하였을 경우, 초록색 박스와 같이 점진적 학습을 적용한 모델은 저고도에서의 물체 검출을 수행이 가능하였지만 핑크색 박스와 같이 점진적 학습을 비적용한 물체 검출 모델은 저고도에서 정확한 물체 검출을 수행할 수 없었다. 점진적 학습을 적용하지 않았을 경우, 본 테스트 데이터에서의 결과는 0.11 AP를 기록하였으며, 점진적 학습을 적용한 모델은 0.11이 상승한 0.22 AP를 기록하였다.

[0046] 도 10 내지 12는 본 발명의 실시예에 따른 효과를 나타낸다.

[0047] 도 10을 참조하면, 본 발명은 기존 무인비행체를 이용한 수색작업은 인력이 직접 비행 영상을 확인하여 조난자를 탐지하고 있지만 이는 인간의 육안 피로의 한계, 인지 능력의 부정확성으로 인해 비효율적인 것을 딥 러닝 기반 조난자 탐지 무인비행체 시스템 개발을 통해 대규모 국가 재난 발생 시, 조난자가 존재하는 지역을 빠르게 정확하게 수색하여 인명확보에 기여할 수 있다.

[0048] 조난자 탐지만이 아닌 다양한 물체, 환경으로의 도메인 확장을 통해 향후 여러 상황에서 광범위하게 효과적으로 사용될 수 있으며, 각종 범죄 단속, 산불 감시 및 진화 등에 응용 될 수 있다. 특히 국토의 대부분이 산지인 한반도에선 점진적 학습을 통한 도메인 확장은 큰 가치를 지닐 것으로 예상된다.

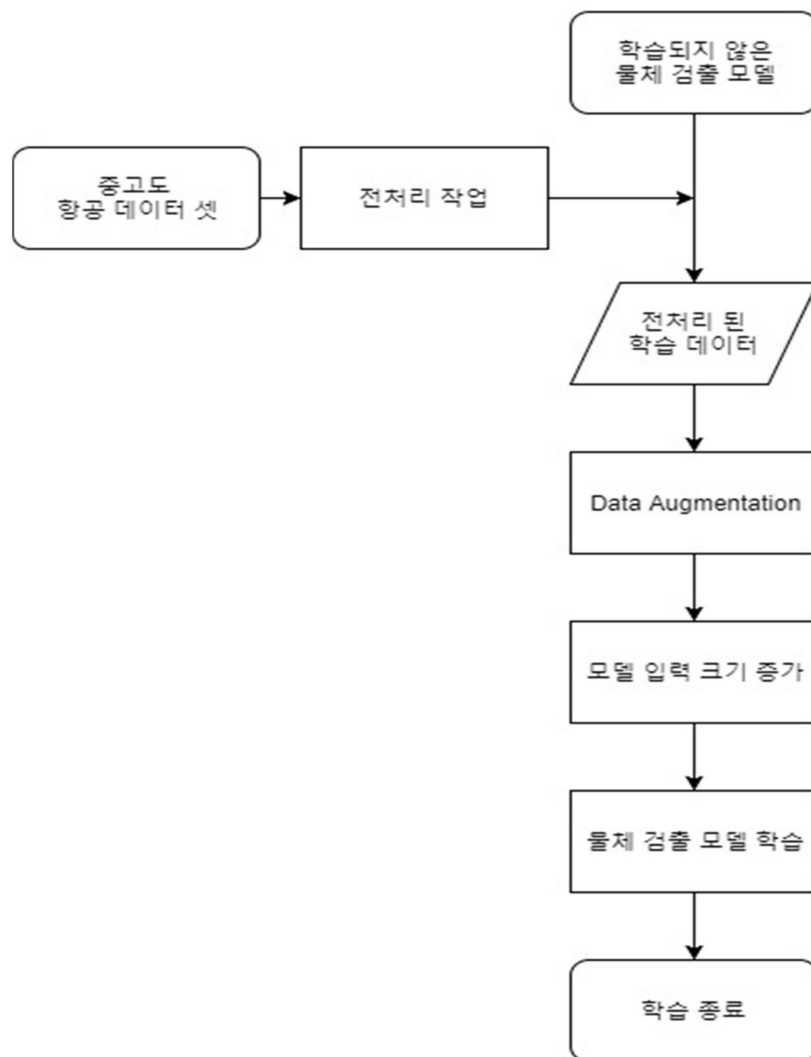
[0049] 본 발명의 주요 요점은 무인비행체의 독자적인 컴퓨팅 능력으로 딥 러닝 기반의 물체 검출을 다양한 환경과 고도에서 수행할 수 있다는 점이다.

[0050] 도 12에 도시된 바와 같이, 조난자를 탐지할 수 있는 물체 검출 모델이 추출한 특징들을 활용하여 향후 딥 러닝 기반 CNN-LSTM(Convolutional Neural Network-Long Short-Term Memory) 기술을 이용하여 영상 내부의 조난자의 구조요청 모션 인식으로 확장될 수 있다. 이는 대규모 재난 상황 발생 시, 조난자를 탐지하는 것뿐만 아니라 조난자의 구조 요청을 인식함으로써, 더욱 많은 인명을 확보하는데 기여할 수 있다.

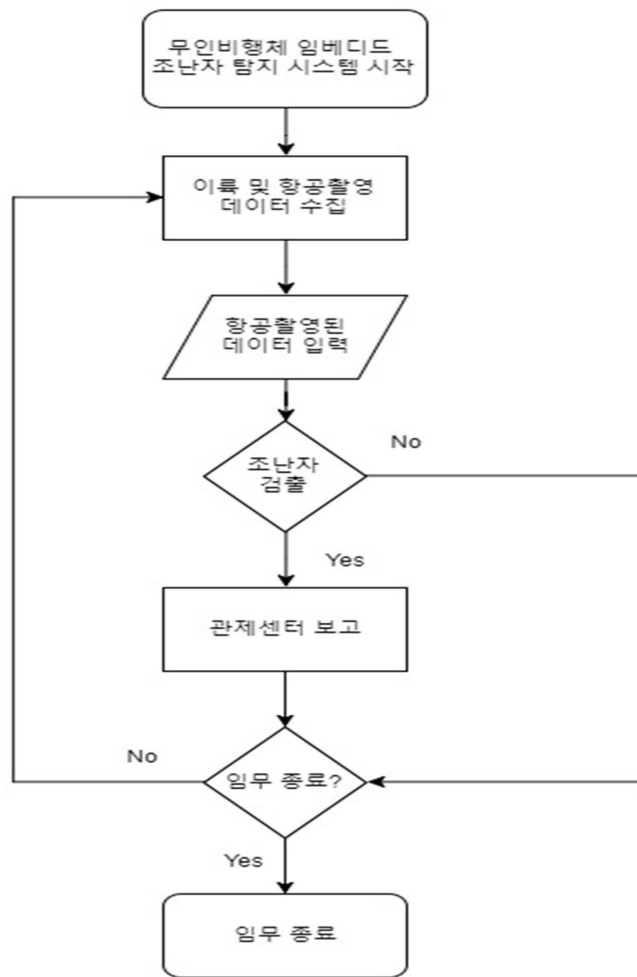
[0051] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

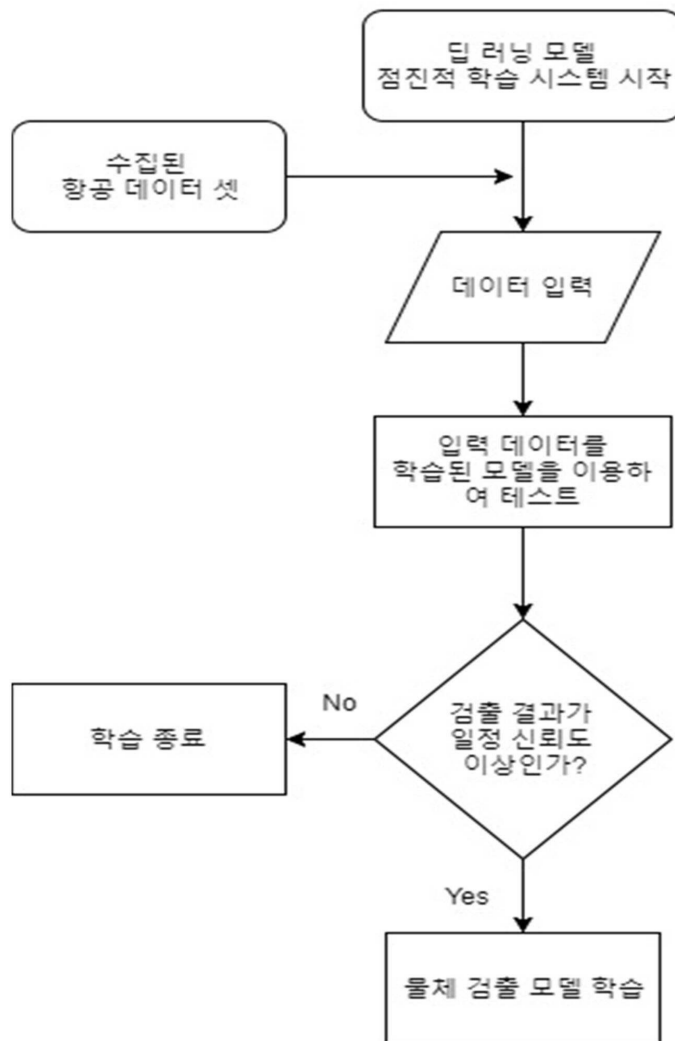
도면1



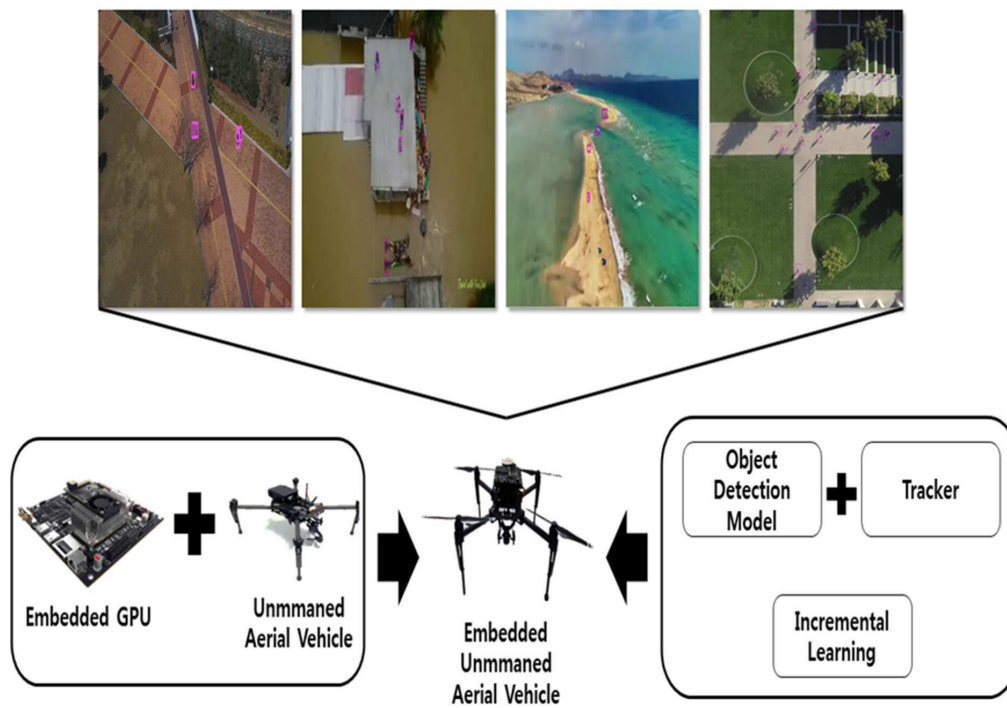
도면2



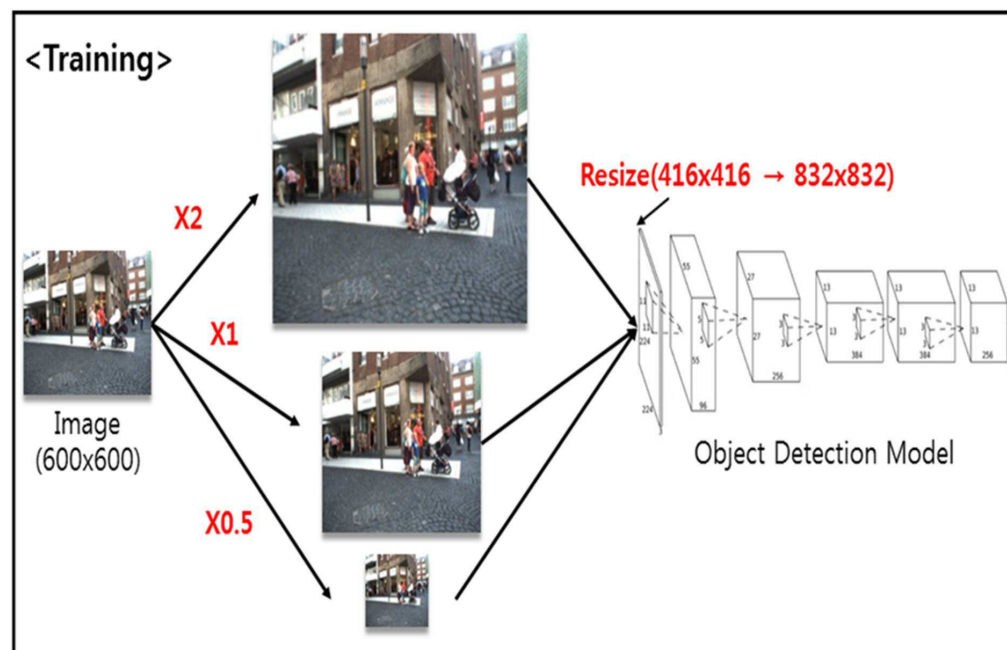
도면3



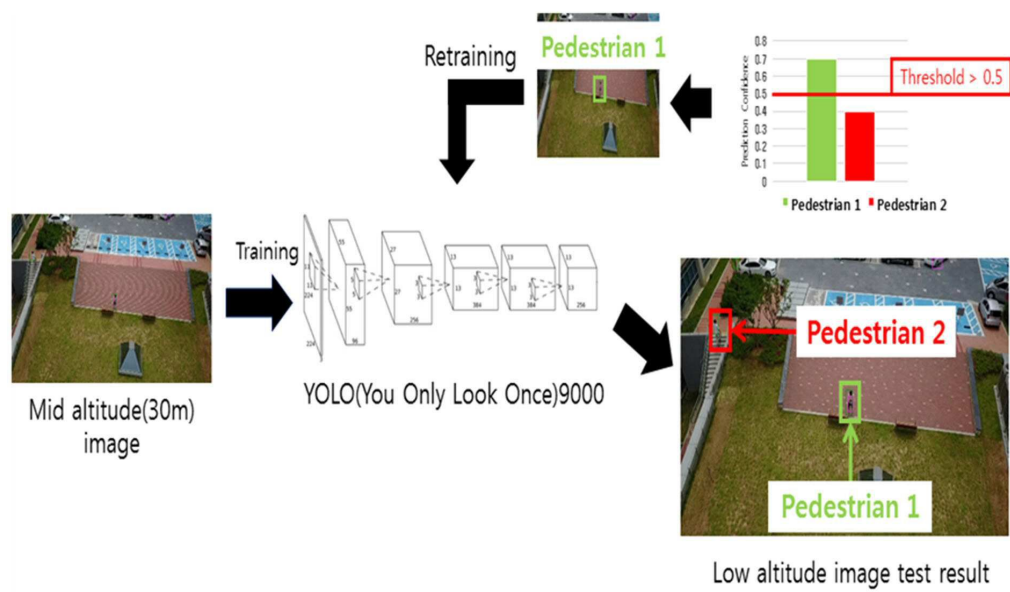
도면4



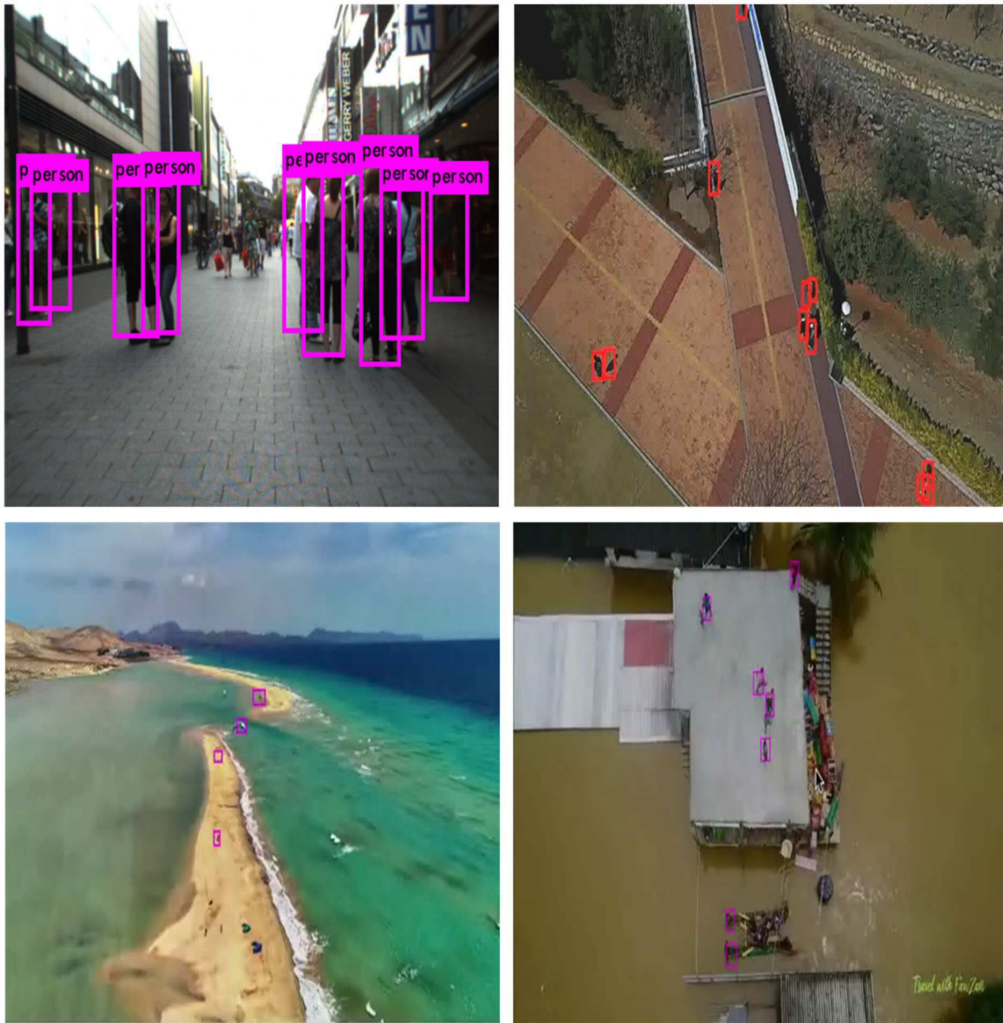
도면5



도면6



도면8



도면9



도면10



도면11



도면12

