

# 무인비행체를 이용한 화물차량 단속 시스템

김연희, 김민주, 임승아, 노현민

전북대학교 전자공학부

{1209dusgml, caelum02, seungah0721, hmnoh}@jbnu.ac.kr

## Cargo Vehicle Control Algorithm Using Drone

Yeon Hee Kim, Min Ju Kim, Seung Ah Lim, Hyunmin Noh

Division of Electronic Engineering, Jeonbuk National University

### 요약

본 논문은 매년 그 수가 증가하는 화물차량 사고를 우려하여, 기존의 단속 방식의 한계를 보완하고자 원격에서 조정 가능한 드론을 이용하여 특정 위치가 아닌 고속도로나 일반 도로 상에서 고속으로 주행 중인 차량의 적재 불량 여부를 검출하고 신속하게 단속할 수 있는 방안을 제안한다. 또한, 화물차량의 특성상 사각지대가 넓어 운전자가 확인하지 못하는 객체를 드론이 촬영 및 감지하여 신속하게 운전자에게 알릴 수 있는 시스템을 제작하여 문제를 해결하고자 한다.

### I. 서론

화물차 사망사고는 다른 차종 사망사고의 비율보다 2배 이상 높으며, 매년 그 수가 증가하는 추세를 보이고 있다. 이에 교통안전을 위협하는 화물차량에 대한 적극적인 단속과 안전대책이 절실히 요구되고 있다. 현재 화물차 단속은 주로 영업소, 검문소 또는 톨게이트에 설치된 카메라나 360도 회전이 가능한 카메라를 장착한 단속 전용 차량을 이용하여 차량의 적재 상태를 촬영하고 단속하는 방식이다. 그러나 이러한 방식은 카메라를 통해 촬영된 영상을 단속원이 육안으로 확인해야 하기에 24시간 단속이 불가능하며, 단속원의 주관적 판단으로 일관성이 부족하다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 원격에서 조정 가능한 드론을 이용하여 특정 위치가 아닌 고속도로나 일반 도로 상에서 고속으로 주행 중인 차량의 적재 불량 여부를 검출하고 신속하게 단속할 수 있는 방안을 제안한다. 또한, 화물차량의 특성상 사각지대가 넓어 운전자가 확인하지 못하는 객체를 드론이 촬영 및 감지하여 신속하게 운전자에게 알릴 수 있는 시스템을 제작하여 문제를 해결하고자 한다.

### II. 본론

#### II-1. 무인비행체를 이용한 화물차량 단속 시스템

제안하는 무인비행체를 이용한 화물차량 단속 시스템의 그림 1과 같이 동작한다. 먼저, 드론에 내장된 카메라와 You Only Look Once (YOLO) [1] 으로 차량번호를 인식한 후, 번호판 앞자리 숫자가 80~97로 시작하면 화물차임을 이용하여 차량 정보를 파악한다. 화물차임이 파악되면 드론과 연결된 라즈베리 파이 (Raspberry Pi) [2] 를 이용하여 차량의 상부 영상, 차량번호를 포함하는 후면부 영상을 관제 서버로 전송한다. 이후, 관제 서버는 상기 수신한 영상 정보를 딥러닝된 프로그램을 기반으로 ① 과적, ② 편중 적재, ③ 덮개 불량 여부를 판단한다. 또한, 관제 서버는 YOLO 를 이용하여 화물차량 종류에 따른 전방, 후방, 좌측, 우측 사각지대 규격 (한국도로교통공단 부산지부) 에 따라 미리 설정해둔 사각지대 구역 안에서 객체 유무를 인지한다. 관제 서버는 상기 판단 결과 화물차량이 적재 불량 이거나 사각지대에 객체가 있는 경우, 해당 영상을 캡처한다. 또한, 상기

화물차량의 번호와 관제 서버에 저장되어있는 화물차량의 번호와 일치할 때, 화물차량 운전자의 스마트폰 어플에 적재 불량을 고지함으로써 상기 화물차량이 신속하게 단속될 수 있도록 한다. 또한, 사각지대 객체 유무를 즉시 화물차량 운전자의 스마트폰 어플에 알림으로써 사고를 예방할 수 있도록 한다.

한편, 스마트폰 어플을 통하여 화물차량 운전자(개인)의 정기교육 이수 내역을 바탕으로 개인별 교육 일정을 알림, 교육 예약을 할 수 있게 하며, 스마트폰의 GPS를 이용하여 근처 교육장 위치를 확인할 수 있도록 한다.

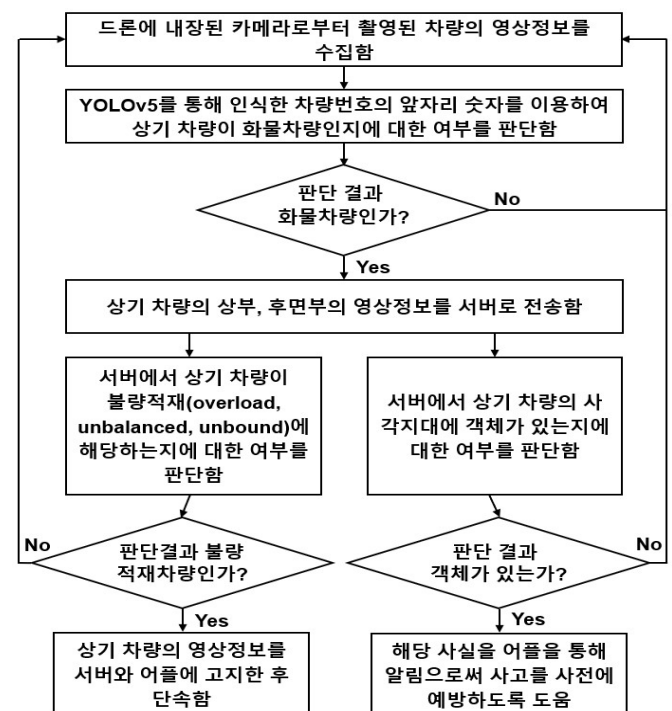


그림1. 시스템 순서도

## II-2. 불량적재 단속 알고리즘

①과적, ②편중 적재, ③뒤편 불량, ④적법의 각각의 화물차량 이미지 dataset으로 딥러닝하여 화물차량의 불량적재 여부를 판단할 수 있는 프로그램을 작성한다. 전체 학습 dataset에 대해 50회 반복 학습 (epochs = 50), 한 번에 학습할 데이터의 샘플 수는 64개 (batch size = 64)로 지정, 학습 이미지의 크기는 128x128로 변환하여 딥러닝을 진행한다.

### II-2-1. Training Algorithm

학습 알고리즘은 전이학습 (Transfer Learning) 을 활용하여 이진 분류 모델을 구축하고 컴파일한다. 학습 이미지 크기(128x128)의 채널 수가 3(RGB 이미지)인 입력 데이터는 사전 학습된 합성곱 신경망 (CNN) 모델 'MobileNet' [3] 에 입력된다. 이어 다차원으로 배열된 셀 (뉴런) 들을 1차원 배열로 펼쳐 (Flatten 층), Dense 층의 입력으로 사용한다. Dense 층은 64개의 뉴런을 가지며 활성화 함수로 'LeakyReLU'를 사용한다. 마지막으로 1개의 뉴런을 가지며 활성화 함수로 'sigmoid'를 사용하는 출력 층을 추가하여 0과 1 사이의 확률값을 도출한다. 다음 과정을 통해 기존에 학습된 특징들을 재사용함으로써 학습시간을 단축하고 성능을 향상시킬 수 있다.

### II-2-2. Prediction Algorithm

설정된 경로로부터 화물차량 이미지를 불러와 이미지를 배열 형태로 변환하여 픽셀값을 0 또는 1로 정규화한다. 이어 이미지를 지정된 이미지 크기 (128x128)로 조정한다. 이미지를 Numpy 배열로 변환하고 예측을 진행한다. 예측 결과는 배열 형태로 반환되고 이때 Algorithm 1의 P는 배열의 첫 번째 예측값을 의미한다.

#### Algorithm 1 Predicting Overload from Image (POI)

```
1: Set prediction probability to P
2: if 0.6 ≤ P then
3:   Set status to "Overloaded"
4: else if 0.4 < P < 0.6 then
5:   Set status to "Not Sure"
6: else: P ≤ 0.4 then
7:   Set status to "Not Overloaded"
8: end if
```

## II-3. 사각지대 사람 인지 알고리즘

실시간으로 사각지대 안 사람 유무를 판단하기 위해서 YOLO 를 이용한 딥러닝 알고리즘을 구현한다. YOLOv5 모델을 로드하여 객체 감지를 수행할 수 있는 사전 학습된 신경망 모델을 메모리에 불러온다. 관제 서버에 저장된 화물차의 상부 이미지를 입력 데이터로 이용한다. YOLOv5로 객체 감지를 수행하고 감지된 객체들 중 화물차와 사람의 위치를 식 (1), 식 (2)와 같이 파악한다.

$$truck\_position = (x, y, width, height), \quad (1)$$

$$person\_position = (x, y, width, height), \quad (2)$$

이는 객체의 위치를 사각형의 좌상단 좌표 (x, y)와 너비 width, 높이 height로 표현하였다. 식(1)을 통해 화물차의 사각지대 영역인 식(3)을 나 타낸다.

$$blind\_spot\_area = (truck\_position[0] - gap_1, truck\_position[1] - gap_4, truck\_position[2] + gap_1 + gap_2, truck\_position[3] + gap_3 + gap_4), \quad (3)$$

$gap_1, gap_2, gap_3, gap_4$  은 각각 좌측, 우측, 후방, 전방 규격을 의미한다. 사람의 위치가 사각지대에 있는지를 Algorithm 2로 판단하며, 감지된 객체들과 사각지대를 시각화하여 출력한다.

#### Algorithm 2 Recognizing Person in Blind spot (RPB)

```
1: if (blind_spot_area[0] < person_position[0]
   < blind_spot_area[0] + blind_spot_area[2] and
   blind_spot_area[1] < person_position[1]
   < blind_spot_area[1] + blind_spot_area[3]) then
2:   Set status to "person is in blind spot"
3: else: Set status to "person is not in blind spot"
4: end if
```

## III. 결론

본 논문에서는 제안한 알고리즘을 적용하여 적재 불량에 의한 교통사고와 사각지대에서 발생할 수 있는 차량 사고를 사전에 차단할 수 있는 시스템을 제안하였다. 이를 통해 드론을 이용하여, 영업소 또는 톨게이트 등과 같은 특정 위치가 아닌 고속도로나 일반 도로 상에서 고속으로 주행 중인 차량의 적재 불량 여부를 검출하여 신속하게 단속할 수 있다. 또한, 화물차량의 특성상 사각지대가 넓어 운전자가 확인하지 못하는 사람이나 차량을 드론이 촬영 및 감지하여 신속하게 운전자에게 알릴 수 있다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년도 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021-0-00484, 노드 간 메시지 전달과 합의를 위한 최적 경로 네트워크 프로토콜 기술개발)

## 참고 문헌

- [1] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), Jun. 2016, pp. 779 - 788.
- [2] Raspberry Pi, Available: <https://www.raspberrypi.com/>.
- [3] D. Sinha and M. El-Sharkawy, "Thin MobileNet: An enhanced MobileNet architecture," in Proc. IEEE 10th Annu. Ubiquitous Comput., Electron. Mobile Commun. Conf. (UEMCON), Oct. 2019, pp. 0280 - 0285