

# 다인승 전용차로용 차량 내부 탑승 인원수 자동 확인 시스템 설계를 위한 연구

김민영 · 장종욱

동의대학교 컴퓨터공학과

## A Study of The Unmanned System Design of Occupant Number Counter of Inside A Vehicle for High Occupancy Vehicle Lanes

Minyoung Kim · Jong-wook Jang

Dong-eui University

E-mail : kmyco@nate.com / jwjang@deu.ac.kr

### 요 약

미국과 중국 그리고 일부 유럽국가에서는 교통혼잡 해결하기 위해 2인 이상 탑승한 차량만 운행 가능한 다인승 전용차로(HOV, High Occupancy Vehicle Lanes)를 도입하여 운영하고 있다. HOV를 도입한 도시에서는 나 홀로 운행 차량이 많이 감소 되어 교통 혼잡 문제를 조금이나마 해결 할 수 있었다.

현재 HOV에서는 차량 내부의 탑승 인원수를 확인하기 위한 시스템을 사용하고 있다. 기존의 해당 시스템은 HOV에 지나간 차량을 자동으로 적외선 카메라를 통해 촬영하여 사람이 직접 검수하는 방식이다. 기존 방식은 사람이 직접 검사하는 방식이라 이를 위한 많은 인력과 시간이 소모되는 점, 그리고 사람마다 확인한 결과가 다를 수 있는 등 여러 가지 단점이 있다.

본 논문에서는 기존 HOV의 차량 내부 탑승 인원 확인 기술의 여러 단점을 극복하기 위해 Deep Learning과 Computer Vision을 이용한 새로운 기술 설계를 위한 연구한 내용을 다룬다.

### 키워드

HOV(High Occupancy Vehicle Lanes), Deep Learning, Computer Vision, SIFT, HOG, CNN

### 1. 서 론

전 세계의 각 정부는 자동차 도로의 교통 혼잡을 해결하기 위해 이와 관련된 여러 가지 제도를 마련하여 시행하는 부단한 노력을 하고 있다. 그중 대안 정책으로 나온 것이 다인승 전용차로 (High Occupancy Vehicle Lanes, 이하 HOV)이다. HOV는 3인 또는 4인 이상 탑승 된 승용자동차만 주행할 수 있는 전용도로를 말한다. 이는 최초 미국에서 시행되었는데 자동차 보급률이 증가하면서 운전자 홀로 운행되는 차량이 많아지면서 자동차 도로의 교통혼잡이 발생한 것에 착안하여 고안된 정책이라 생각된다. 이후 캐나다, 유럽 일부 국가 및 중국 등 여러 국가에서 이 정책을 도입하여 교통 혼잡 발생 가능성을 줄어든 효과를 보고 있다. 우리나라도 이와 유사한 도로교통법에 따른 버스전용차로 제도를 도입하여 운영하고 있다[1-3].

HOV에서 자동차 내부의 탑승 인원을 확인하기

위해 처음에는 사람이 직접 HOV 주변에 위치해 맨눈으로 확인하였다. 우리나라는 버스전용차로에서 지금도 이 방식을 고수하고 있으나 우리나라 이외 국가에서는 HOV 주변에 적외선 카메라를 설치하여 HOV에 지나가는 모든 차량 내부를 촬영하는 방식 위주로 개발되고 있다. 이 역시 매번 카메라에서 촬영되는 정지영상을 사람이 일일이 확인해야 하는 것과 이것을 검사하는 사람마다 판단기준이 조금 상이할 수 있다는 단점이 있다[3]. 매번 HOV에서 촬영된 사진을 검안 사람들의 수고를 줄이는 것과 자동차 내부 탑승자의 인원수 파악에 대한 정확성을 높이기 위해 기존의 HOV 관련 기술을 개선할 필요가 있다.

본 논문은 위 문장에서 언급한 기존의 HOV용 차량 내부 탑승 인원수 확인 시스템의 단점을 극복하고자 무인 자동화 방식의 개념으로 시스템을 설계할 때 필요한 기술들을 조사하고 어떻게 적용할 것인지에 대한 내용을 담고자 한다.

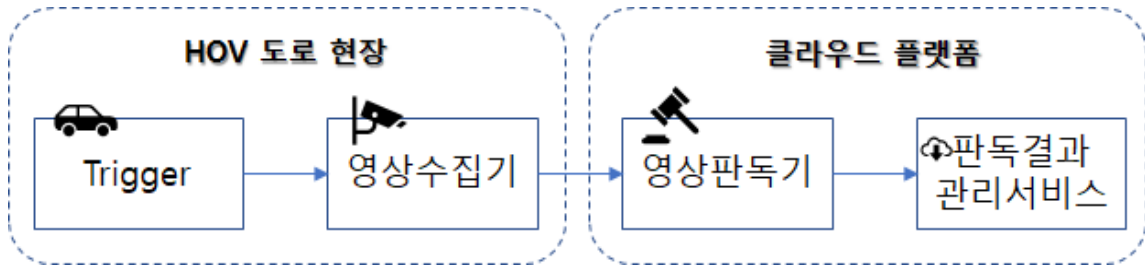


그림 1. 시스템 구성

## II. 시스템 구성

HOV 도로 현장에는 HOV에서 주행하는 차량 중 검사 대상을 선별하는 기능을 담당하는 ‘Trigger’와 Trigger에서 색출된 차량의 내부를 촬영하기 위한 ‘영상 수집기’로 구성된다. HOV 도로 현장에 설치된 두 구성요소 들은 유선 데이터 통신을 이용해 연결된다.

‘Trigger’는 16인승 미만의 차량을 기준으로 색출하여 영상 수집기에게 알림 메시지를 보낸다. Trigger는 1개 또는 2개 이상의 레이저 변위 센서를 이용해 HOV로 지나가는 차량의 높이 값을 측정해 판정하며, 이렇게 측정된 차량 높이 값은 영상 수집기에게 보내는 알림 메시지에 포함된다. ‘영상 수집기’ Trigger에서 보낸 알림 메시지를 받으면 대상 차량의 내부를 카메라를 이용해 촬영하여 정지영상을 수집하며, 추후 영상 판독기에서 판독 전 영상을 보정하기 위한 주변 환경 데이터를 추가로 수집한다. 영상 수집기에서 사진 촬영을 하기 위해 기본적으로 적외선 카메라 사용하며, 상황에 따라 적외선 플래시를 사용한다. 영상 수집기에서 수집된 정지영상 및 주변 환경 데이터는 인터넷을 통해 클라우드 플랫폼의 영상 판독기에 송신한다. 영상 수집기는 차량 내부의 앞 좌석 촬영을 위한 카메라와 뒷좌석 부분을 촬영하는 카메라로 구분되며 상황에 따라 카메라가 추가될 수 있다.

클라우드 플랫폼에는 영상 수집기에서 보낸 데이터를 수신하여 차량 내부 인원을 검출하는 기능을 담당하는 ‘영상 판독기’와 영상 판독기에서 판독한 내용을 보관 및 사용자에게 제공하는 ‘판독결과 관리서비스’로 구성된다. 이 두 구성요소는 인터넷 기술을 기반으로 하고 있어 클라우드 플랫폼에서 구현 가능하며, 상황에 따라 독자적인 서버 시스템으로 대체 될 수 있다.

‘영상 판독기’는 먼저 ‘영상 수집기’에서 보낸 데이터들을 수신한다. 수신된 데이터들은 큐(Queue) 구조로 된 대기 버퍼에 도착한 순서대로 저장되는데, 이는 판독 기능의 처리 속도를 고려하여 순차대로 처리하기 위함이다. 판독 기능에서는 차량 내부의 인원수를 파악하며, 이를 위한 알고리즘을 이용하여 처리된다. 이후 판독이 완료되면 판독결과 데이터와 근거 데이터(정지영상, 촬영 주변 환경 정보, 보정 경과 내용 등)를 판독결과 관리서비스로 보낸다. ‘판독결과 관리서비스’는 영상판독

기에서 판독한 결과 및 근거 데이터를 보관하는 기능을 담당하며, 사용자가 판독내용을 쉽게 열람하기 위해 웹(Web)을 통해 제공한다. 또한, 영상 판독기의 판독내용 중 모호한 결론이 난 경우 즉시 해당 사용자에게 알려주는 기능도 제공한다.

## III. 주요 시스템 구성요소의 기술 설계에 대한 고찰

이 절에서는 본 시스템의 ‘영상수집기’와 ‘영상 판독기’를 설계하기 위한 고려 될 내용을 위주로 논하고자 한다.

‘영상 수집기’ 같은 경우 차량 내부를 촬영하여 정지영상을 확보할 경우 그 시점의 환경정보가 함께 필요하다. 이는 카메라에서 사용되는 적외선 플래시의 밝기와 실시간 영상 필터를 주변 환경에 따라 자동으로 설정하기 위해서이다. 영상 판독기에서도 일부 영상 보정을 거치지만, 판독처리 과정의 시간 절감 및 판독결과의 정확도를 높이는 것을 도모하기 위해서 HOV에 설치된 영상 수집기에서 이런 필터가 적용된 사진을 촬영해야 한다. 본 논문의 영상 수집기는 주변 환경정보의 범위를 온도, 낮/밤 유무, 날씨까지로 정하며 추후 이것이 설치된 HOV 주변 환경에 따라 추가되는 정보가 있다. 이후 영상 수집기가 촬영한 대상 차량 내부의 정지영상 및 주변 환경 데이터는 인터넷을 통해서 영상 판독기로 송신하는데, 이때 사용될 데이터 통신망은 유선을 기본으로 하지만 상황에 따라 무선 이동통신망을 사용할 수 있다.

‘영상 판독기’는 영상 수집기에서 보낸 데이터(차량 내부 정지영상 및 환경정보)를 바탕으로 탑승자 수를 계수하는 방법을 무인 자동화를 위해 컴퓨터 비전(Computer Vision)과 딥 러닝(Deep learning)의 사람 검출 알고리즘을 사용하여 기능을 설계한다. 이 두 분야의 사람 검출 알고리즘을 동시에 사용하여 사람 검출의 정확도를 높이기 위해서다. 차량 내부의 사람 검출에 있어 많은 변수가 있다. 예를 들어 차량의 앞 두 좌석은 정확하게 촬영되어 사람 검출이 용이하지만, 뒷좌석 같은 경우 앞 좌석 때문에 가려지는 상황이 많아 정확하게 사람 검출이 되지 못하는 경우가 있다[3]. 이런 경우 이외에도 많은 경우의 수를 염두에 두어 검출 알고리즘을 설계해야 한다.

컴퓨터 비전에서는 대상의 특성을 파악하여 발견하는 알고리즘을 이용하면 이 기능을 설계할 수 있다. 본 논문의 시스템에서 적용 적합한 영상 특징 발견 알고리즘은 특징점 단위로 비교하는 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)와 템플릿 매칭 방식인 HOG(Histogram of Oriented Gradient) 등이 있다[4-5]. 여기서 언급된 두 가지 알고리즘의 장점을 융합하여 차량 내부 사람의 위치 특성상 상반신 부분만 인식하는 새로운 알고리즘을 설계해야 한다. 이때 상반신을 인정할 수 있는 모든 경우의 수를 생각해서 알고리즘을 설계해야 한다.

에는 현재 이미지에서 사물을 인식할 때 많이 사용되는 CNN(Convolutional Neural Networks)이 적합하다고 생각된다. 이미 국내외 기업에서 이미 지 관련 인공지능 기술에는 기본적으로 사용되는 것을 볼 때 기술적으로는 검증이 된 것으로 생각된다[6]. 본 논문의 시스템에서 이 기술을 설계할 때에는 상반신으로 인정할 수 있는 여러 정지영상 데이터를 확보해야 한다. 이는 모든 경우의 수를 수식화하여 설계되는 컴퓨터 비전 알고리즘과 달리 CNN은 스스로 상반신 부분을 찾는 것을 대상 정지영상을 통해 학습시켜야 되기 때문이다[7]. 이후 실제로 운영할 때에도 검출 성능 향상을 위해 반복적으로 학습을 시키는 과정이 필요하다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 HOV(다인승 전용차로) 용 차량 내부 탑승 인원수 확인을 위한 무인 자동 시스템을 설계에 필요한 내용을 다루었다. 기존 HOV 관련 시스템의 단점을 극복하기 위해 주변 환경 정보를 이용한 실시간 카메라 필터 기능 설계와 컴퓨터 비전 및 딥 러닝을 이용해 자동으로 차량 내부 탑승 인원을 최단시간 동안 정확하게 검출하는 알고리즘을 설계하기 위한 내용을 다루었다.

추후 ‘영상 판독기’의 기능을 설계 및 구현하기 위해 컴퓨터 비전과 딥 러닝을 이용한 새로운 차량 내부 탑승자 검출 알고리즘을 컴퓨터 비전 라이브러리인 OpenCV와 딥러닝 라이브러리인 TensorFlow를 이용하는 방법으로 진행할 예정이다.

#### Acknowledgement

이 논문은 2018년도 BB21+사업에 의하여 지원되었음.

이 논문을 작성할 때 많은 도움을 주신 동의대학교 소프트웨어융합학과 석사과정 정동훈 님(idh1992@naver.com)께 감사의 뜻을 표합니다.

#### References

- [1] High-occupancy vehicle lane [Internet]. Available : [https://en.wikipedia.org/wiki/High-occupancy\\_vehicle\\_lane](https://en.wikipedia.org/wiki/High-occupancy_vehicle_lane).
- [2] Road traffic law in R.O.K [Internet]. Available : <http://www.law.go.kr/법령/도로교통법.>
- [3] Advanced technology review seminar for the development of future technologies to collect the number of passengers in the vehicle [Internet]. Available : <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201700000317>.
- [4] N. Dalal, B. Triggs, “Histograms of Oriented Gradients for Human Detection”, *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)*, Vol. 2, pp. 886-893, June. 2005.
- [5] D. Lowe, “Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints”, *International Journal of Computer Vision*, Vol. 60, No. 2, pp. 91-110, Nov. 2004.
- [6] J.W. Kim, “Deep learning algorithms and applications”, *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 33, No. 8, pp. 11-24, Aug. 2015.
- [7] S. Lawrence, A. D. Back, “Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach”, *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol. 8, No. 1, pp. 98-113, Jan. 1997.