

# 차량에 장착되어 있는 영상의 전방의 차량 인식 및 추적에 관한 연구

박대혁<sup>○</sup>, 이정훈<sup>\*\*</sup>, 서정구<sup>\*</sup>, 김지형<sup>\*</sup>, 진석식<sup>\*</sup>, 윤태섭<sup>\*\*</sup>, 리 혜<sup>\*\*</sup>, 허 빈<sup>\*\*</sup>, 임영환<sup>\*\*</sup>

<sup>○</sup>(주)세인전자, <sup>\*\*</sup>숭실대학교 대학원 미디어학과

e-mail : dh.park@sane-auto.com<sup>○</sup>, jg.seo@sane-auto.com<sup>\*</sup>, ss.jin@sane-auto.com<sup>\*</sup>, jh.kim@sane-auto.com<sup>\*</sup>,  
lihui0928@gmail.com<sup>\*\*</sup>, xubinyj@126.com<sup>\*\*</sup>, ddacoray@ssu.ac.kr<sup>\*\*</sup>, rupy1014@gmail.com<sup>\*\*</sup>,  
yhlm@ssu.ac.kr<sup>\*\*</sup>

## A Study on Real-time Vehicle Recognition and Tracking in Car Video

Daehyuck Park<sup>○</sup>, Jeong Goo Seo<sup>\*</sup>, Jihyung Kim<sup>\*</sup>, Seogsig Jin<sup>\*</sup>, Jung-hun Lee<sup>\*\*</sup>, Tae-sup Yun<sup>\*\*</sup>, Hye Lee<sup>\*\*</sup>,  
Bin Xu<sup>\*\*</sup>, Younghwan Lim<sup>\*\*</sup>

<sup>○</sup>SANE-AUTO Co., Ltd.

<sup>\*\*</sup>Dept. of Media, Soongsil University

<sup>○</sup>Dept. of Computer Engineering, Korea-Digital University

### ● Abstract ●

차량 인식 기술은 운전자에게 차량 충돌과 같은 위험요소를 사전에 인식시키거나 차량을 자동으로 제어하는 기술로 각광 받고 있다. 본 논문에서는 입력 영상에서 차량이 나타날 수 있는 관심 영역을 설정한 다음 미리 학습된 검출기를 통한 Haar-like와 Adaboost 알고리즘으로 차량 후보 영역을 검출하고 중복된 영역을 제거하기 위인식 기술해 클러스터링 기법을 적용하고, 칼만 필터로 프레임 영상에서 차량을 추적 하고, 다시 중복된 영역에 대해 클러스터링 기법을 적용하는 방법을 제안하였다.

**키워드:** Vehicle recognition, vehicle tracking, black box, real time

## I. 서론

본 논문에서는 우선 입력 영상에서 차량이 나타날 수 있는 관심 영역을 설정하고 미리 학습된 검출기를 통한 Haar-like와 Adaboost 알고리즘으로 차량 후보 영역을 검출한다. 중복된 영역을 제거하기 위해 클러스터링 기법을 적용하고, 칼만 필터로 프레임 영상에서 차량을 추적 한 후, 다시 중복된 영역에 대해 클러스터링 기법을 적용하였다.

센서들이 주로 사용되었다. 레이더를 기반으로 한 시스템은 정확하게 종 방향 거리를 측정할 수 있으며 차량들이 고속으로 주행하는 고속도로 환경에서 좋은 성능을 보여준다. 그러나 레이더 센서를 이용한 차량인식 방법은 차량이 근접하여 동일한 속도로 주행 시 이를 구분하지 못하고 레이더 신호의 난반사로 인해 정지된 차량을 인식하지 못하는 등 복잡한 주행 환경에서 성능이 떨어지는 문제점을 갖고 있다. 레이저 스캐너의 경우 근거리 차량인식은 뛰어나지만 검출거리의 한계로 원거리 차량의 검출이 어렵다. 또한 이러한 능동센서들은 카메라를 사용하는 수동센서보다 가격이 비싸다.

## II. 차량 인식 관련 연구

### 2.1 소개

기존의 차량인식 방법에는 레이더나 레이저 스캐너와 같은 능동 센서를 이용하거나 단일 카메라와 스테레오 카메라와 같은 수동

### 2.2 관련 연구

차량을 인식함에 있어서 주로 사용되는 알고리즘은 Haar-like특징 추출법, Adaboost 알고리즘, 칼만 필터, 클러스터링 기법 등이 있다. 차량 인식 관련 기술로는 기존의 Knowledge-based와 Motion based 기반의 차량 검출 법, SIFT Matching과 Edge Map을 이용한 차량

인식, 차량 하단의 경계선 검출을 통한 차량 인식, 스테레오 비전기반, Optical Flow의 이용 등 여러 가지 다양한 방법들이 나와 있다.[4]

### III. 제안하는 방법

한국컴퓨터정보학회 발전방안을 위한 관련연구로서 다양한 의견들이 제시되고 있다. 먼저, 발전방안의 기술을 살펴보면 이해그림의 장점과 단점을 살펴보고, 이를 통하여.

제한한 알고리즘은 입력 영상에서 차량이 나타날 수 있는 관심 영역을 설정하여 해당 영역에서만 연산을 수행함으로써 연산속도를 향상한다. 다음 미리 학습된 검출기를 통한 Haar-like와 Adaboost 알고리즘으로 차량 후보 영역을 검출한다. 중복된 영역을 제거하기 위해 클러스터링 기법을 적용하였고, 칼만 필터로 프레임 영상에서 차량을 추적하고, 다시 중복된 영역에 대해 클러스터링을 하여 차량을 인식하였다.

기존의 Haar-like와 Adaboost, clustering 기법, 칼만 필터를 적용하여 기존의 Knowledge-based방법인 image entropy, 히스토그램 분석, 차량의 기하학적 특징을 이용한 방법에서 영상의 밝기, 날씨 등에 의해 일어나는 영상변화에 취약한 문제, motion based기반의 차량 검출 법인Optical flow의 카메라가 움직이는 경우 등속도로 운동하는 차량을 검출하기 어려운 문제, SIFT Matching의 연산이 복잡하여 속도가 느린 문제 등을 개선하였다.

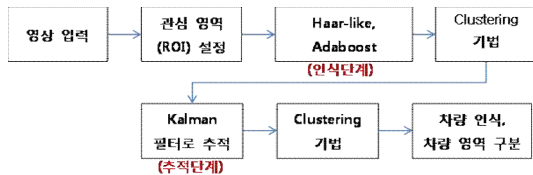


Fig. 1 Proposed vehicle recognition algorithms Flow

모델을 생성한다. 본 논문에서는 영상에 전처리 과정을 거쳐 추출된 특징들을 이용하는 특징 기반 기법을 이용한다. 특징 기반 기법은 영상의 밝기 값의 변화 량을 계산하고 변화 량이 심한 부분을 검출한다. 이를 바탕으로 물체의 윤곽선이나 물체의 윤곽에 근사 하는 선분, 곡선 등을 구하기도 한다. Haar-like 특징을 이용한 차량 감지는 학습 시간이 오래 걸린다는 단점이 있지만, 실행 속도가 다른 방법에 비해 빠르고 인식률도 다른 방법에 비해 낮은 편이 아니므로 실시간 차량 인식에 적합하다.[1]

실시간으로 차량을 검출하기 위해 간단하고 효율적인 Adaboost 알고리즘을 Haar-like와 결합한다. Adaboost 알고리즘은 차량의 훈련단계에서 얻은 모델 된 데이터와 파라 미터들을 이용하여 물체를 판별한다. 보다 나은 인식률을 위해서 Adaboost의 약 분류기 들은 차량을 잘 인식할 수 있도록 선택된다.[2]

차량을 인식하는데 에러 율이 적은 순서대로 약 분류기를 결합하여 잘못 분류되는 영상이 적어지는 Threshold 값을 구하게 된다. Adaboost알고리즘은 입력단계, 초기화 단계, 약 분류기 추출단계, 강 분류기 추출단계로 이루어 진다. 입력단계에서 N개의 인식대상과 배경으로 이루어진 훈련 데이터 입력력 쌍과 N개의 훈련 데이터에 대한 분포 D, 약 분류기에 사용할 약 분류기 학습 알고리즘, 반복 횟수 T를 결정한다. 초기화 단계에서는 가중치를 초기화 한다. 약 분류기 추출단계에서 반복 횟수 T번 반복하여 T개의 약 분류기를 추출한다[1].

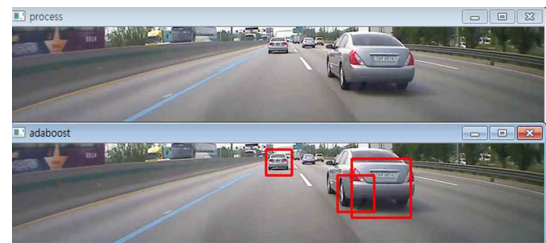


Fig. 2 Video applied Haar-like and Adaboost Algorithm

#### 3.1 관심 영역(ROI) 설정

영상 부분 중 차량이 존재할 수 있는 부분만을 관심영역(ROI, region of interest)으로 설정함으로써 해당 부분만을 처리하면 연산 량을 최대한 줄인다. 관심영역은 행렬의 범위를 사용하여 만들 수 있다. 관심영역의 범위는 시작 첨자부터 마지막 첨자(제외)까지 의 연속적인 sequence이다. 원본 영상과 ROI는 같은 데이터를 공유한다. [7]

본 논문에서 제안한 방법은 소실점보다 상단에 위치한 영역을 관심영역에서 제외한다. 관심 영역을 설정 함으로써 특정 영역에서만 연산을 실행하므로 연산속도를 향상 시킨다.

#### 3.2 Haar-like와 Adaboost를 통한 차량 후보 검출

Haar-like와 Adaboost 기법으로 차량후보를 추출하고 차량특징기 반의 차량후보를 검출한다.

Haar-like기법은 도로에서 차량을 인식하기 위해서 인식 대상의

약 분류기를 추출하는 단계는 다섯 단계로 이루어 진다. 현재 가중치를 이용하여 정규화된 가중치를 얻는다. 가중치를 적용한 훈련 데이터에 약 분류기 알고리즘을 적용하여 작은 오류 율을 가진 가설을 생성한다. 가설에 의해 발생하는 오류 율을 계산한다. 이 오류 율을 이용하여 가중치를 갱신하기 위해 사용되는 인자를 계산한다. 다음에 반복할 단계에서 사용할 가중치를 갱신한다. 강 분류기 출력 단계에서 는 약 분류기 추출 단계에서 얻은 가설들을 조합하여 최종 분류기를 생성한다. [1]

#### 3.3 중복영역에 대한 클러스터링

수평 엣지, 수직 엣지를 이용하여 차량 후보 영역을 교정하고 그림자로 차량 후보를 결정한 후 중복되는 영역을 클러스터링 한다. Feature matching을 통해 동일한 대응점을 찾으면 많은 연산이 필요하므로 feature들을 clustering을 통해 제거한다. 사용된 feature clustering에서 분류 기준은 일정 거리 내의 이웃하는 feature들의

개수를 사용하였다. 이는 3차원상 기하학적 특징이 강한 형상으로부터 추출된 feature를 제외한 나머지 feature를 제거 할 수 있다. 특징이 강하지 못한 부분에서 추출된 feature들의 경우 그 분포가 집중적이지 못하기 때문이다. 다 차량 감지 전방 이미지에서 수평성분 edge와 특정 형상추출을 통한 장애물 검출방법을 적용한다. [8]

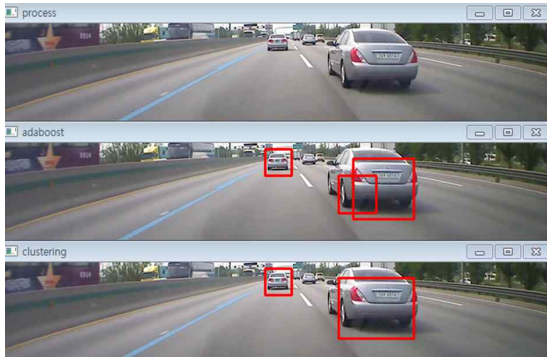


Fig. 3 Video applied clustering algorithm

### 3.4 Kalman Filter로 추적

차량을 추적하기 위해서는 배경이나 물체에 대한 갱신이 수반되기 때문에 이를 위한 각종 필터를 사용하여 수행된다. 이러한 방법 중 가장 대표적인 두 방법이 칼만 필터(Kalman Filter)를 이용한 방법과 파티클 필터(Particle Filter)를 이용한 방법이다. [6]

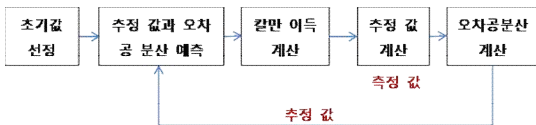


Fig. 4 Process of Kalman Filter algorithm

전방 차량의 가동을 파악하고, 추적하기 위해서는 대상차량에 대한 데이터가 연속적으로 주어져야 한다. 그러나 많은 차량이 고속으로 주행할 경우 일시적으로 대상을 측정하지 못하는 경우가 발생한다. 대상 차량에 대한 추적을 위해 칼만 필터(Kalman filter)를 사용한다. 칼만 필터는 대상 시스템의 확률적인 모델과 측정값을 이용하여 시스템의 상태변수를 찾아내는 최적 추정기법이다. [3]

### 3.5 칼만 필터로 추적한 차량을 다시 클러스터링 하여 중복 영역을 제거

전 단계에서 클러스터링한 차량을 칼만 필터로 추적해 인식할 경우 중복 영역이 다시 나타날 수 있다. 중복되는 차량 영역을 클러스터링 하여 제거 한다.

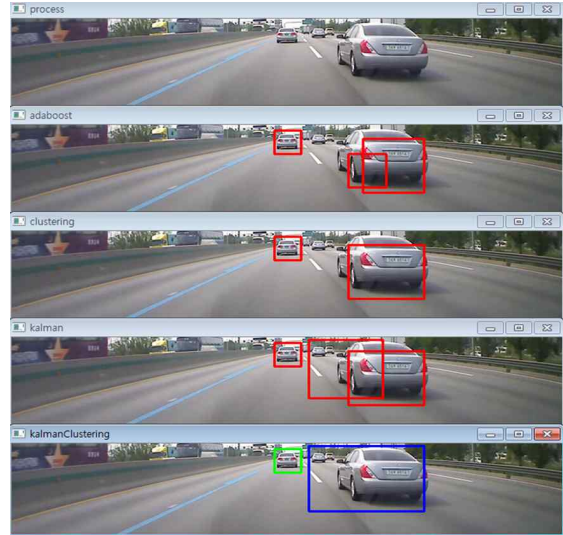


Fig. 5 The result of clustering algorithm with kalman filter

## IV. 실험 및 결과

차량 인식 알고리즘의 성능을 평가할 때 사용되는 성능 지표에는 다음과 같은 것들이 있다. [5]

주행 중 촬영된 동영상 데이터에서 모든 프레임에 대한 이미지 정보를 추출하고, 총 1444장 이미지 중에서 차량이 존재하는 1358개 프레임에 대해서 평가한 결과, 총 3021대 차량에서 2997대의 차량을 인식했고 24대의 차량을 인식하지 못했다. 이에 근거해 계산한 결과 총 차량 인식 율은 98.71%로 집계되었고 미 인식 율은 1.29%였다. 오인식은 없었으므로 정확도가 100%였다. 영상 정보를 분석하면, 차량이 측방에 있거나, 멀리 떨어져서 희미하게 보일 경우, 두 대의 차량이 서로 인접하여 한대가 가려진 경우, 하나로 인식하는 상황이 발생한다.

인식 율을 표현하는 방법으로 0-1.0까지의 치수를 이용하여 인식이 된 정도를 표현하였다. 총 1444개의 프레임 이미지에 대해서 0-1/ 21-22/ 24-25/ 169-172,174 / 191-192/1186-1187프레임에서 미인식이 발생 했다. 260-344,346 프레임에서는 차량이 없었다. 프레임에 따른 인식 율의 정도를 표현하면 다음과 같은 그래프로 표현 된다.

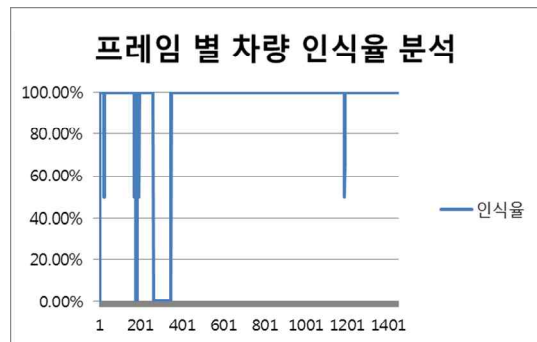


Fig. 6 Frame-by-frame analysis of vehicle recognition rate

두 번째 영상에서는 총 1281장 이미지 중 존재하는 차량 3698대 중 인식한 차량은 3569대였고 미 인식된 차량이 129대였다. 오인식은 0대, 차량 총 인식율은 97.1%였고 정확도는 100%였다.

세 번째 영상에서는 총 1157장 이미지 중 존재하는 차량이 3415대, 인식한 차량이 3273대, 미 인식한 차량이 142대였고 오인식은 13번 발생했으며 차량 총 인식율은 95.79%, 정확도는 99.69%였다.

네 번째 영상은 추적+신뢰도를 비교하였고 기준영상은 세 번째 영상으로 하였다. 차량 영상 ROI영역(640\*120)에서 차량 인식.상단에서 32pixel, 하단에서 88 pixel 떨어진 곳에 그려진 적색 라인을 기준으로, 라인아래에 있거나 라인에 걸치는 차량을 인식하여 기준 영상에서의 인식한 결과와 비교한다.

총 1176장 이미지 중 존재하는 차량은 총 3453대, 인식한 차량은 3194대, 미 인식된 차량은 259대, 오인식 58번, 차량 총 인식률 92.17%, 정확도 98.61%였다.

## V. 결론

차량 인식은 기계, 전자, 통신 제어 기술을 융합하여 안전성과 편의성을 향상 시키는 기술로 자동차의 구현이 필수적이다.

본 논문에서는 현재 연구된 차량 인식 관련 알고리즘들을 분석하고 차량 인식 관련 기술에 대해 연구 학습 한 후 각 방법의 장단점을 정리하고 주요 알고리즘을 채택하여 새로운 차량 인식 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 우선 입력 영상에서 차량이 나타날 수 있는 관심 영역을 설정하여 해당 영역에서만 연산을 수행함으로써 연산속도를 향상한다. 다음 미리 학습된 검출기를 통한 Haar-like와 Adaboost 알고리즘으로 차량 후보 영역을 검출한다. 중복된 영역을 제거하기 위해 클러스터링 기법을 적용하였고, 칼만 필터로 프레임 영상에서 차량을 추적 하고, 다시 중복된 영역에 대해 클러스터링 기법을 적용하였다.

제안한 알고리즘을 차량에 장착한 카메라에 적용한 결과 높은 차량인식률을 유지하는 전제하에 실시간 검출이 가능함을 보여 주었다. 향후 검출 성능을 높이기 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 특징추출방법에 대해서는 다른 특징 벡터의 고려와 셀 및 블록의 크기에 따른 변화에 대한 연구가 추가적으로 이루어져 할 것이다.

## ACK

This work was supported by the Technology Innovation Program (or Technology Innovation Program, "0043358, Information Composition and Recognition System for surrounding images possible for top view and panorama view of resolving power less than 10cm) funded By the Ministry of Trade, industry & Energy (MI, Korea)" and "R&D Infrastructure for Green Electric Vehicle (RE-EV) through the Ministry of Trade Industry & Energy (MOTIE) and Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT)".

## References

- [1] Sangkyun Park. "Design of Pedestrian and Vehicle Recognition Circuit using Haar-like Features" Hankuk University of Foreign Studies, Master's Thesis pp.13-15
- [2] Seo, Jiwon, Kwak, Nojun, "Image Processing Algorithm for Vehicle Detection at Blind Spot," pp. 67
- [3] <http://blog.naver.com/hms4913?Redirect=Log&logNo=30166486895>
- [4] Juyong Shin, "Vision Based Vehicles Recognition for Safety Driving" Graduate school of Hanyang university Master's Thesis pp.10-15
- [5] <http://darkpgmr.tistory.com/53>
- [6] Gyuhee Choi, "Vehicle Detection and Tracking Using Laser Scanner for An Integrated Longitudinal-Lateral Control," Graduate School of Hanyang University Master's Thesis, pp26
- [7] Robert Laganiere, "OpenCV2 Computer Vision Application Programming Cookbook," pp.98
- [8] Junyeon Hwang, Kunsoo Huh, "Development of Stereo a Vision-Based Vehicle Detection system," pp.43