

동영상에서 교통 신호등 위치 검출 및 신호인식 기법

오성* · 김진수*

*한밭대학교 정보통신전문대학원

Efficient Traffic Lights Detection and Signal Recognition in Moving Image

Seong Oh* · Jin-soo Kim**

*Hanbat National University

E-mail : o_s_5004@naver.com, jskim67@hanbat.ac.kr

요 약

국내외적으로 무인자동차에 대한 연구와 개발이 활발히 진행되고 있다. 기존에 2D 기반의 네비게이션과 같은 시스템의 단점을 보완하고 더 안전한 주행을 할 수 있도록 다양한 서비스를 제공하기 위해 연구되고 있다. 본 논문에서는 동영상에서 교통 신호등의 위치 검출 및 신호인식 기법을 구현하여 보다 효과적으로 실시간 영상처리가 가능하도록 그 방법을 제안한다. 차량 전방의 깊이 정보를 측정하는 방법의 한계와 무인자동차 구현을 위한 신호등 인식기능의 한계, 그리고 기존 신호등 인식 프로그램은 밝기변화에 민감하여 신호분석에 장애가 있다는 점을 고려하여 영상처리를 이용해 차량 전방의 깊이정보를 파악하고, 신호등을 검출하여 신호를 분석하고 전방에 검출된 신호등의 색성분과 신호등-차량 간의 거리를 구하는 프로그램을 구현한다.

ABSTRACT

The research and development of the unmanned vehicle is being carried out actively in domestic and foreign countries. The research is being carried out to provide various services so that the weakness of system such as conventional 2D-based navigation systems can be supplemented and the driving can be safer. This paper suggests the method that enables real-time video processing in more efficient way by realizing the location detection and signal recognition technique of traffic signals in video. In order to overcome the limit of conventional methods that have a difficulty in analyzing the signal as it is sensitive to brightness change, the proposed method realizes the program that grasps the depth data in front of the vehicle using video processing, analyzes the signal by detecting traffic signal and estimates color components of traffic signal in front and the distance between traffic signal and the vehicle.

키워드

자율주행, 교통신호등, 형태학적 해석, 인식률

I. 서 론

최근 차량의 증가로 인해 교통의 혼잡과 사고의 위험으로부터 운전자를 보호하기 위하여 운전자에게 자동으로 신호를 인식하여 디스플레이해 주고 음성으로 안내해주는 시스템이 제공되고 있다. 교통사고 통계를 보면 시내에서 발생하는 교통사고의 2/3가 교차로에서 발생하고, 이 사고의 약 80%가 교통신호등 무시에 의해 발생한다. 이러한 사례들로 인하여 교통신호 검출과 인식에

관련하여 컬러비전시스템을 이용한 방법이 많이 연구되고 있다. 본 논문에서는 검출마스크를 이용하여 교통신호등 위치를 검출하고 신호를 인식하는 기법을 제시한다. 또한 기존의 방법에서는 신호등의 비율, 사각형 근사화, 색 영역의 무게중심의 위치, 원형 근사화가 모두 만족해야 신호등이라고 판단했었는데 신호등 비율의 $2.5 < (WIDTH / HEIGHT) < 4.5$ (1587 frame 검출)에서 $2 < (WIDTH / HEIGHT) < 5$ (2457 frame 검출)으로 비율을 좀 더 넓게 뚫으로써 더

욱 많은 후보 frame을 검출하였다. 2장에서는 거리를 판단하는 연구방법들에 대하여 논하고 3장에서는 제시한 신호등 인식방법을 실험하여 데이터를 얻은 후 4장에서는 결론을 내린다.

II. 거리판단

제조사와 해상도가 다른 3가지의 카메라를 가지고 촬영하였다. 먼저 카메라로부터 전방 5m 지점으로 기준선을 설정한다. 관측선은 기준선으로부터 전방방향으로 2.5m 간격으로 10개를 생성하고 카메라의 높이는 지면으로부터 30cm 지점으로부터 시작해서 y축 방향으로 30cm 간격씩 6번 촬영하였다. 최대높이는 지면으로부터 180cm 지점이 된다. 각 해상도에 따른 영상들을 확인 후 카메라 높이 120cm의 각기 다른 카메라 기준선과 소실점을 비교해보았다.

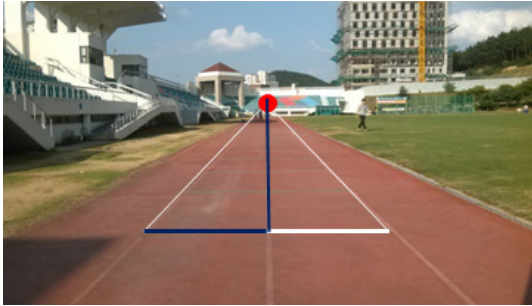


그림 1. 카메라1 (PANTECH - 2000 x 1200) 의 카메라 기준선과 소실점 비교



그림 2. 카메라2 (LG - 3264 x 2448) 의 카메라 기준선과 소실점 비교

측정결과 영상 내에서 기준선이 나타나는 위치와 소실점의 위치는 모두 다르다는 것을 알 수 있다. 이에 반해, 기준선과 소실점으로 그려지는 삼각형의 좌우각이 가지는 tangent 값은 거의 같다. 측정선은 다른 높이에서 동일한 카메라를 가지고 촬영하였을 때 실제의 같은 위치선은 모두 같은 픽셀값을 가진다. 또한, 실제로 동일한 길이의 선들이 카메라로부터 떨어진 거리와 비례하여 짧아진다.



그림 3. 카메라3 (SONY-4320 x 3240) 의 카메라 기준선과 소실점 비교

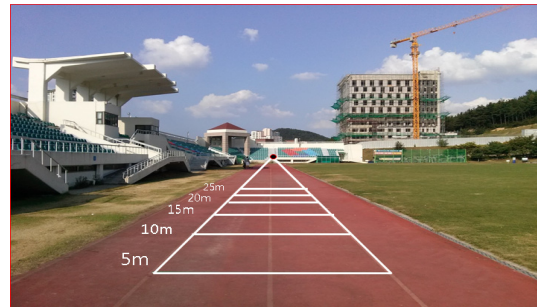


그림 4. 거리 예측 측정선 그리기 실험 결과

III. 신호등 인식

검출마스크를 이용하여 신호등을 검출, 인식하는 방법은 크게 네 가지로 구분된다. 색 분할을 이용하여 신호등의 빛을 검출하는 신호검출과 외곽 검출, 신호등의 빛이 검출되었을 때 신호등의 여부를 판단하기 위한 교통신호등을 감싸는 엣지 부분을 검출하여 후보영역을 설정하는 부분, 이 모든 검출결과를 토대로 교통신호등을 인식하는 인식부이다. HLS 색 변환을 하여 각각의 색상 및 신호등 외곽을 추출한다. 교통신호등의 최대 특징이며 신호 빛의 점등색인 빨강, 노랑, 초록색의 점등색을 검출하기 위하여 순수 원색을 판별하기 쉽도록 RGB에서 HLS로 컬러모델을 변환하고 정한 임계값에 따라 색조, 채도, 밝기값에서 신호의 빨강, 노랑, 초록을 분할하여 검출한다.

표 1. 색구분 임계값들

	H	L	S	L-S
빨강색 (B _R)	0-15, 150-255	30-230	130-255	X
노랑색 (B _Y)	15-40	60-220	120-255	X
초록색 (B _G)	50-100	80-200	50-255	X
외곽 (B _T)	0-70	0-30	X	X

국내의 4색 교통신호등은 일반적으로 정지, 주의, 좌회전, 직진 신호의 순으로 구성되어 있다. 이러한 신호등은 외곽부에 같은 크기와 모양으로 등이 구성되고 방향지시의 경우 선형의 화살표 모양인 녹색으로 점등하고, 그 외에는 원형의 각기 다른 빨강, 황색, 녹색으로 점등된다. 주행 중 얻어지는 교통신호등의 크기는 설치되는 카메라의 환경(초점거리, 설치각)에 따라 달라지나, 본 논문에서는 최대 가로 x 세로로 80x20[pixel]으로 설정하였다.

그림 5와 같이 TR, TB, TY 세 이미지를 각각 평균값 필터링하고 변환하여 12 근방에 존재하는 점들로부터 신호등의 빨강, 초록, 노란색의 확률을 추정한다.

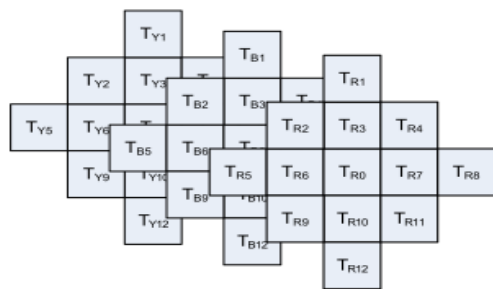


그림 5. 평균값 필터링 (검출 확률) 마스크

본 논문에서는 실시간 처리를 위해 마스크를 이용하여 신호등 빛이 검출되고 그 빛의 주변에 신호등 외곽선 색이 검출되면 교통신호등 후보로 설정한다. 정지, 주의, 좌회전, 직진 신호의 순으로 구성된 신호등을 표준으로 하여 카메라로 투영되었을 때, 적색등을 기준으로 좌측 외곽부의 끝은 우측 외곽부의 끝의 거리에 비해 짧고, 녹색등을 기본으로 하였을 때는 그 반대이다. 외곽 검출 마스크를 통한 후보영역을 설정하고 후보 영역 좌표를 이용하여 신호등을 판단한다. 색 영역 무게중심의 위치를 이용하고 그 중심좌표가 알맞은 부분에 위치하는지 확인한다. 색 영역을 원으로 근사화해서 그 일치성을 확인하고 이전 프레임의 신호등을 가지고 현재 프레임 관심영역에서 템플릿 매칭을 이용해 위치를 찾아 매칭된 템플릿의 좌표를 가지고 colorImage를 생성한다. 후보 영역은 매칭된 템플릿보다 넓게 만들어 3차 사각형 근사화를 하는데, 화살표 방향으로 진행하면서 색이 존재할 때 양옆 영역에 색이 존재하지 않으면 교통신호등이라고 판단한다. 3, 4색등 신호등의 구별은 입력 신호등의 가로/세로 비율로 판단하여 3.8이상이면 4색등 신호등, 3.8이하이면 3색등 신호등이라 판단한다.

IV. 결론

본 논문에서는 차량의 정지등이나 다른 유사한

물체들이 존재하는 환경에서도 신호등의 색상정보와 외곽선색상 검출이 용이하도록 오류 없이 교통신호등을 추적하고 인식하는 실시간으로 처리가 가능한 교통신호등 인식 기법에 대해 제시하였다. 비율을 좀 더 넓게 뚫으로써 차량을 주행하면서 블랙박스 동영상 2분 40초 구간 내 검출된 사각형의 개수가 $2.5 < (WIDTH / HEIGHT) < 4.5$ 였을 때는 1587 frame이 검출되었지만 $2 < (WIDTH / HEIGHT) < 5$ 로 구간을 설정하였을 때는 총 2,457개의 frame을 검출하여 더욱 많은 후보 frame을 검출함으로써 앞 차량의 정지등과 기타 환경에 따라 인식을 제대로 하지 못했던 환경에서도 오류 없이 교통신호등을 추적하고 인식함을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] 정준익, 노도환, 성분차 색분할과 검출마스크를 통한 실시간 교통신호등 검출과 인식”, 전자공학회 논문지, 제43권 SP편, 제2호, 2006년 3월.
- [2] T. H. Hwang, I. H. Joo, and S. I. Cho, “Detection of traffic lights for vision-based car navigation system,” *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4319, 2006.
- [3] R. Duda, P. Hart, D. Stork, *Pattern Classification*, John Wiley & Sons, 2001.
- [4] Escalera, A., Moreno, L., et al., “Road Traffic Sign Detection and Classification”, in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol.44, pp. 848-858, 1997.
- [5] Michael Shneier, “Road Sign Detection and Recognition”, *IEEE Computer Society International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, June 2005.