

차량용 블랙박스 영상을 이용한 환경적응적 실시간 차선인식 연구

박대혁[○], 이정훈^{**}, 서정구^{*}, 김지형^{*}, 진석식^{*}, 윤태섭^{**}, 리 혜^{**}, 허 빈^{**}, 임영환^{**}

[○](주)세인전자, ^{**}송실대학교 대학원 미디어학과

e-mail : dh.park@sane-auto.com[○], jg.seo@sane-auto.com^{*}, ss.jin@sane-auto.com^{*}, jh.kim@sane-auto.com^{*},
lihui0928@gmail.com^{**}, xubinyj@126.com^{**}, ddacoray@ssu.ac.kr^{**}, rupy1014@gmail.com^{**},
yhlm@ssu.ac.kr^{**}

A Study on Environmentally Adaptive Real-Time Lane Recognition Using Car Black Box Video Images

Daehyuck Park[○], Jeong Goo Seo^{*}, Jihyung Kim^{*}, Seongsig Jin^{*}, Jung-hun Lee^{**}, Tae-sup Yun^{**}, Hye Lee^{**},
Bin Xu^{**}, Younghwan Lim^{**}

[○]SANE-AUTO Co., Ltd.

^{**}Dept. of Media, Soongsil University

[○]Dept. of Computer Engineering, Korea-Digital University

● Abstract ●

주행 중 차선 이탈 경고 시스템은 사고 발생 예방 차원에서 매우 높은 효과가 인정되어서 차선이탈 경고 장치(LDWS) 제품들이 출시되고 있다. 본 논문은 블랙박스의 영상을 이용하여 차선 검출에 정확도를 향상하기 위한 알고리즘을 연구한 것으로 특히 차량에 장착되어 있는 블랙박스 영상을 영상 변환 없이, 실시간 소프트웨어 만 으로 처리할 수 있는 알고리즘을 연구한다. 차선인식을 위한 최적의 영상 ROI를 결정하고, 차선 인식 정확도를 향상하기 위한 전 처리 과정을 적용하고, 동영상의 연속성을 잘못 된 차선인식에 대한 보정, 인식이 되지 않는 차선에 대한 후보 차선 추천 알고리즘과 시점 변환에 의한 야간, 곡선 도로에 대한 오인식 율을 최소화 하는 방법을 제안한다. 도로주행의 다양한 환경에 대한 실험을 진행했으며, 각각의 방법 적용에 의한 오인식 율의 감소와 많은 인식 알고리즘 적용에 의한 처리 속도 저하를 개선하기 위한 연구를 진행했으며, 본 논문은 블랙박스 영상을 이용하여 주행 차선 인식을 위한 최적 알고리즘을 제안한다.

키워드: Computer Vision, Lane Detection, Black Box, LDWS

I. Introduction

최근 들어 컴퓨터 비전을 이용하여 지능형 자동차에 대한 활발한 연구가 이뤄지고 있다. 본 논문에서는 차선인식에 관해 블랙박스 영상을 사용하여 효과적인 차선인식을 제시한다. 이러한 차선을 인식 하는 방법으로 B-sanke를 이용한 차선감지 알고리즘[1], 그리고 실시간 차선 감지 방법[2], 움직이는 차량과 차선 감지 방법[3] 들은 차선 경계로 간주 된 데이터에 맞게 수학적 모델을 활용하여 그곳에 맞는 데이터를 차선 경계로 간주하는 방법이다. 하지만 계산 시간이 많이 걸리고 필수 조건이 요구된다는 제약을 수반한다. 또한 이러한 문제를 해결한 다른 연구에서는 소멸 점 과 칼만 필터를 이용하여 차선 인식을 위해 도로를 제외한 불필요한 영역을 제거하고 관심영역

을 적응적으로 찾는 방법으로 적응적 ROI[4], V-ROI[5] 를 사용하였다. 하지만 환경적응적(야간환경, 곡선도로, 터널, 그림자 등)에 대한 한계를 나타내고 있다.

본 논문은 이와 같은 문제를 해결하기 위해 다이내믹 ROI를 사용하여 계산시간과 인식율을 개선하고, 추적 알고리즘을 통해 오인식 차선을 개선하며, TopView 알고리즘을 통해 환경적응적 문제에 대한 한계를 극복하는 차선인식 알고리즘을 제시한다.

II. 다이나믹 ROI 설정

1. 전처리

픽셀 데이터의 크기를 줄이고 한 픽셀 단위로 선분을 추출할 수 있는 소벨(Sobel) 가장자리 탐색 법을 사용하기 위해 입력 영상을 Gray영상으로 변환 시킨다. 이후 가장자리 선분을 소벨 을 이용하여 추출한다.



Fig. 1. Preprocessing

선들을 강조하기 위해 2진화를 시켜준다. 이후 이중에서 직선이 아닌 성분을 제거하기 위해 입력 영상에서 히프(Hough) 변환을 이용하여 픽셀들을 직선으로 근사 시켜 직선이 아닌 성분을 제거 한 뒤, 짧은 선들을 제거 한다.

2. ROI 영역 설정

잡음이 제거된 영상에 히프(Hough) 변환 시 3번째 인자 값 (method)을 CV_HOUGH_STANDARD로 하면 직선들이 모이는 교차점으로 소멸 점을 결정 지을수 있고, 3 번째 인자 값(method)를 CV_HOUGH_PROBABILISTIC로 하면 직선의 끝 지점을 알아 낼 수 있다.

이후 소멸 점부터 차선의 끝 부분까지 ROI로 설정하여 블랙박스 영상들의 위치가 달라도 최대한 도로 영역만 관심영역을 가질 수 있는 다이나믹 ROI를 만들 수 있다.



Fig. 2 ROI Setting

3. 추적 알고리즘

동적 ROI 영역을 설정하여 차선을 인식해도 도로 위에 차선이 여러 개일 경우나 혹은 차선을 한쪽만 인식하는 경우 올바른 차선을 검출 할 수 있는 알고리즘이 필요하다.



Fig. 3 The wrong lane recognition

본 논문에서는 올바른 차선을 잡기 위해 Left, Right영역을 따로 분리하여 차선을 여러 개 인식 할 경우나, 한쪽 차선만 인식하였을 때 각각의 차선의 가중치를 뒤서 왼쪽 차선과 오른쪽 차선과의 거리, 각각의 경우의 수를 뒤 가중치를 더하여 아래 표와 같은 조건으로 올바른 차선을 검출한다.

다중 차선 인식의 경우 1번 4번 조건을 적용하면 최적의 차선을 구할 수 있다. 하지만 이런 경우는 왼쪽차선, 오른쪽차선 모두 구한 상태 여야만 한다. 선이 약하거나 인식 못할 경우 한쪽차선 혹은 차선을 구하지 못할 경우 이전프레임의 데이터를 이용하여 후보차선을 구하여 차선을 검출해낼 수 있다. 이를 이용하여 차선을 잡고 있지 않아도 차선을 지속적으로 인식 할 수 있다.

Table 1. Lane track conditions table

①	왼쪽차선, 오른쪽차선 모두 찾았을 경우 왼쪽차선과 오른쪽차선의 차이 값을 이용하여 진짜 차선을 찾는다.
②	왼쪽차선만 찾을 경우 왼쪽차선의 위치 값 이용하여 오른쪽차선을 찾는다.
③	오른쪽차선만 찾을 경우 오른쪽차선의 위치 값 이용하여 왼쪽차선을 찾는다.
④	차선이 유지 될 때는 가중치를 증가시켜 차선이 바뀔 때마다 가중치를 감소시켜 차선의 오차범위를 줄인다.

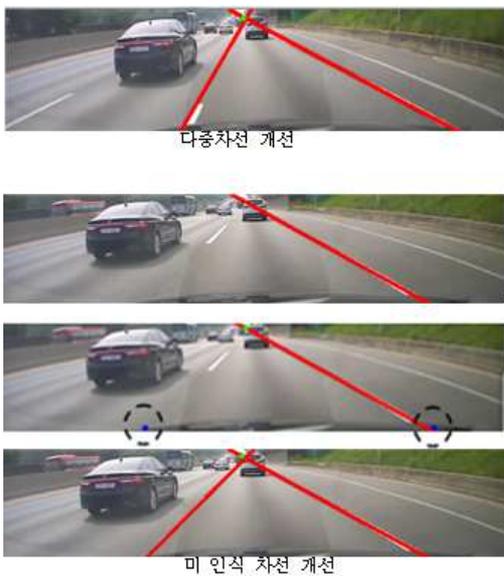


Fig. 4 The wrong lane recognition improvement

한쪽차선만 인식할 경우 한쪽 차선의 끝 지점과 소실점과의 거리를 이용하여 다른 쪽의 후보 차선의 위치를 구한 뒤 이전에 인식된 차선 데이터와 비교하여 평균값으로 미 인식된 차선도 개선할 수 있다.

4. TopView 알고리즘

최적의 차선을 구한다고 하더라도 외부환경에 따라 차선이 잘못 인식 될 수 있다. 이를 위해 차선인식 알고리즘을 적용 뒤 검출된 차선을 이용하여 영상을 TopView로 변환시켜 차선인식을 재적용하여 차선 오류검출을 최소화 한다. 관계행렬을 알 경우 역으로 Image로부터 Object(TopView)을 구할 수 있다.

차선이 직선으로 보이는 TopView영상의 원리는 차선의 앞부분을 세로로 확대 후 길이를 늘려 직선처럼 보이게 만드는 것으로 Homography 역행렬을 이용한 투시 변환 수행하여 TopView로 변환 한다. 일반 영상에서의 차선은 대각선인데 비해 TopView영상의 경우 차선이 직선으로 보여 짐에 따라 대각선 보다 차선의 색조차 및 대비율이 차선인식에 유리하게 적용된다.



Fig. 5 TopView conversion principle

TopView는 차선인식이 안되었을 때 파란 점들 기준 즉, 차선영역을 빨간 영역으로 역 투영 시키는 방식이다.

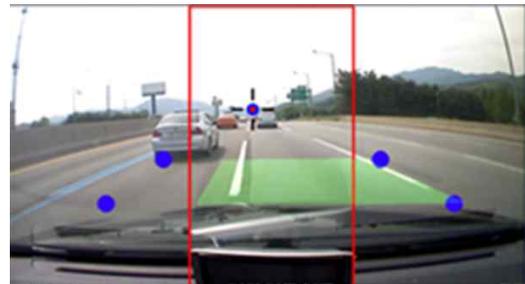


Fig. 6 TopView conversion area

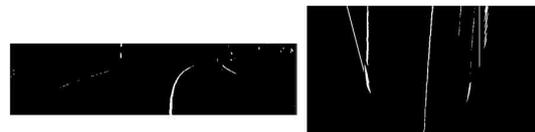


Fig. 6 TopView before conversion, and then compare

이후 히프변환을 통해 차선을 나타내주고 가장 가까운 차선들의 평균값으로 하나의 차선으로 묶어준다. 그 후 가울기와 차선의 간격을 이용하여 차선이 아닌 선들을 제거해준다.



Fig. 7 Preprocessing TopView

그 후 인식된 차선을 다시 원본영상으로 투영시켜 차선을 나타낸다. 한번 인식된 차선 기준과 소멸 점 을 이용하여 동적 TopView를 적용 하여 차선영역에서만 TopView영역을 만들 수 있게 해줌으로써 오차율을 줄인다.



Fig. 8 Lane markings on the original image

5. 구현 결과 비교 분석

1. 평가 기준



Fig. 9 Evaluation criteria

차선인식 기준은 ROI영역 안에 동그라미 영역처럼 실제 차선과 차선을 인식하여 그려진 선이 (+)10픽셀 이내 들어왔을 경우 차선인식으로 판정한다.

고속도로		
	TopView알고리즘 적용전	TopView알고리즘 적용후
총 프레임	2154	2154
오차인식 프레임	77	20
인식 프레임	2075	2130
인식률	96.4%	99.0%
증가율	0%	2.6%

Fig. 10 Lane recognition rate of highway

일반 고속도로의 경우 차선인식에 방해 받는 요소가 적기 때문에 기존의 알고리즘을 사용해도 높은 차선인식률을 보여준다.

곡선도로		
	TopView알고리즘 적용전	TopView알고리즘 적용후
총 프레임	2159	2159
오차인식 프레임	633	53
인식 프레임	1339	2074
인식률	76.5%	97.5%
증가율	0%	21%

Fig. 11 Lane recognition rate of curve road

TopView알고리즘 적용 후 인식률이 21% 증가된 곡선 도로의 경우가 차선을 인식하는 경우 직선이 유리하다는 것을 보여준다.

기존 알고리즘은 터널 도로의 경우 터널의 진입 직전과 터널 안 터널 나오는 순간이 인식률이 많이 저하되었지만 TopView알고리즘은 이러한 환경에서도 인식률이 높게 나왔다.

터널도로		
	TopView알고리즘 적용전	TopView알고리즘 적용후
총 프레임	1321	1321
오차인식 프레임	982	320
인식 프레임	339	1001
인식률	25.6%	75.7%
증가율	0%	50.1%

Fig. 12 Lane recognition rate of tunnel road

6. Conclusions

본 논문에서는 블랙박스 영상에서의 환경 적응적 차선검출을 위한 알고리즘을 제시하였다. 먼저 전처리를 통한 잡음정리와 허프변환을 이용한 동적 ROI설정, 오차선 인식에 대비한 추적알고리즘, 환경적응에 대응한 TopView알고리즘을 이용하여 최적의 차선을 구한다. 하지만 알고리즘의 추가 적용의 의해서 실시간 처리 능력의 저하가 발생하는 문제점을 갖는다. 또한 다양한 환경에의 차선 인식에 대해서 관심이 많으며, 특히 강우량의 정도에 따른 차선 인식 문제점에 대해서 알고리즘을 연구를 진행하고 있다.

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] Wang, Y., E.K Teoh and D. Shen "Lane detection and tracking using B-Snake," Image Vision Comput., volume 22, Issue4, 269-280, April 2004

[2] Aly, M, "Real time Detection of Lane Markers in Urban Streets," Proceeding of the IEEE Symposium on Intelligent Vehicles, pp.7-12, Eindhoven, Netherlands. June 2008.

[3] Cheng. H.Y., B.S. Jeng. P.T. Tseng and K.C.Fan, "Lane Detection With Moving Vehicles in the Traffic Scenes," Intell. Transport. syst., Vol. 7, no. 4, Dec 2006.

[4] 이찬호, 정대균, "차선 인식을 위한 적응적 도로 관심영역 결정 알고리즘" 2014

[5] Ding Dajun, 이찬호, "V-ROI를 이용한 고효율 실시간 차선 인식 알고리즘" 2012