

스마트 폰 용 블랙박스 어플리케이션을 위한 차량 검출 및 차간 거리 추정 메커니즘

도선영, 김영석, 지정희, 박소영
건국대학교 인터넷·미디어공학부
{dsy0409, clown26, jhchi, soyoungpark}@konkuk.ac.kr

Vehicle Detection and Inter-Vehicle Distance Measuring Mechanism for Smart Phone-based Black-box Application

Sun-Young Do, Young-Seok Kim, Jeong-Hee Chi, So-Young Park
Dept. of Internet & Multimedia Engineering, Konkuk University

요약

안전 거리 미확보는 교통 사고 원인 중 3 위에 이르는 큰 위험 요소이다. 이러한 차간거리 미확보로 인한 사고는 조금만 빨리 대응하여도 사전에 방지할 수 있다. 따라서 주행 중 실시간으로 차간 거리를 추정하여 제공하는 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 안드로이드 기반의 실시간 촬영 영상에서 차량의 에지와 후미등을 이용하여 차량을 검출하고, 검출된 차량의 폭을 이용하여 차간 거리를 추정하여 제공하는 시스템을 제안하고, 구현 결과를 제시한다.

1. 서론

경찰청 사고 통계 자료에 따르면 교통 사고의 원인 중 안전 거리 미확보로 인한 사고는 안전운전 불이행, 신호위반에 이어 3 위에 이른다. 이처럼 자동차를 주행함에 있어서 안전 거리의 확보는 매우 중요하다. 그러나 주행 중 사람의 시각만으로 안전 거리를 추정하고 판단하기에는 부정확하고 위험하다. [1]의 연구 결과에 따르면 운전자가 0.5 초만 사전에 대응했다면 60% 이상의 사고를 방지할 수 있었고, 1 초만 사전에 대응했다면 90% 이상의 사고를 방지할 수 있다. 따라서 주행 중 실시간으로 안전 거리를 판단하여 제공할 수 있는 시스템이 필요하다.

최근 차량의 전방에서 촬영한 영상을 이용하여 차간 거리를 추정하는 다양한 연구들이 수행되어 왔다 [2-4]. [2]에서는 차량의 후미등을 검출하고 카메라와 후미등이 이루는 각도를 이용하여 차간 거리를 추정하는 기법을 제안하고 있다. 그러나 이 기법은 차간 거리가 멀어질수록 각도의 변화가 미세하기 때문에 오차가 커진다는 문제점이 있다. 또한 [3]에서는 차량의 그림자와 에지 성분을 이용하여 차량을 검출하고 영상의 세로축 위치를 이용하여 차간 거리를 추정하는 기법을 제안하고 있다. 그러나 이 기법은 노이즈의 영향을 크게 받고, 카메라와 전방 차량이 위치한 곳이 평평하여야 한다는 문제점이 있다. [4]에서는 전방 차량의 폭을 이용하여 차간 거리를 추정하는 방식의 연구들이 제안하였으나, 이 기법은 영상에 나타나는 실제 차량의 폭과 카메라의 초점 거리가 항상 일정해야지만 적용할 수 있다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 안드로이드 기반의 주행 중 실시간 전방 촬영 영상으로부터 전방 차량과의 거리를 추정하여 제공하는 시스템을 제안한다. 이를 수행하기 위하여 차량의 에지와 후미등을 이용하여 차량 검출을 수행하고, 검출된 차량의 영상정보로부터 획득된 차량의 폭을 기반으로 차간 거리를 추정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 전체 시스템 흐름에 대하여 기술하고 3 장과 4 장에서는 제안하는 차량 검출 방법 및 차간 거리 추정 방법에 대하여 기술한다. 5 장에서 구현 결과를 기술하고 6 장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

2. 시스템 흐름도



본 논문에서 제안하는 시스템 흐름도는 [그림 1]과 같다. 스마트 폰으로 촬영되는 영상에서 ROI(Region of Interest)를 설정하고, ROI에서 HSI 값을 이용하여 후미등을 추출하며, Canny 알고리즘을 이용하여 가로선을 추출한 후, 이 두 가지 수행결과를 이용하여 차량을 검출한다. 검출된 차량의 폭을

이용하여 차간거리를 추정한다. 본 논문에서 사용하는 주요 표기들은 [표 1]에 요약 정리되어 있다.

[표 1] 기호 및 정의

기호	정의 (단위)
W	전방 차량의 실제 폭 (m)
D	카메라와 전방 차량이 떨어진 실제 거리 (m)
w	영상에 나타난 전방 차량의 폭 (화소)
f	화소로 환산한 초점 거리 (화소)
h	스마트 폰으로 촬영된 영상의 세로 길이 (화소)
θ_r	카메라 세로 화각의 1/2

3. 차량 검출

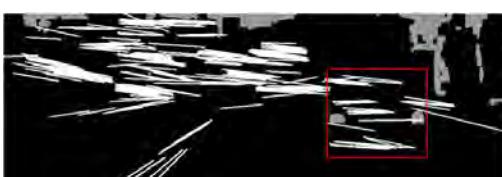
스마트 폰으로 촬영되는 영상에서 주로 영상 상단에는 하늘이 촬영되고, 하단에는 주행하는 차량의 범퍼가 촬영되고, 좌우에는 다른 차선의 차량들이 촬영되기 때문에, 전방 차량과의 차간 거리만을 측정하기 위하여, 특정 비율로 중앙 영역만을 ROI로 설정한다. ROI 내에서 전방 차량을 검출을 위한 후미등 및 가로선을 추출한다.

3.1 후미등 영역 추출

전방 차량의 후미등 영역을 추출하기 위하여 ROI 내의 HSI 값을 계산한 후, 노이즈로 인한 오류를 제거하기 위하여 모폴로지(Morphology) 연산을 수행한다. 후미등은 일정크기 이상의 영역으로 추출되므로, 추출된 후보영역 중 일정크기 이상을 가진 영역을 후미등 영역으로 설정한다.

3.2 가로선 추출

차량의 뒷부분에서는 범퍼와 번호판 등으로 인하여 가로 예지가 강하게 나타난다[3]. 따라서 ROI에서 Canny 알고리즘을 이용하여 가로선을 추출하고, 앞서 설정한 후미등 영역에서 가로선이 추출되면 최종적으로 차량 영역으로 검출한다. 후미등 영역만을 추출할 때보다 가로선을 추출하여 차량을 검출함으로써 검출 오류를 줄일 수 있다. [그림 2]는 ROI에서 후미등 영역과 가로선 추출 결과이고 [그림 3]은 최종적인 차량 검출 결과이다.



[그림 2] ROI에서 후미등 영역과 가로선 추출 결과



[그림 3] 차량 검출 결과

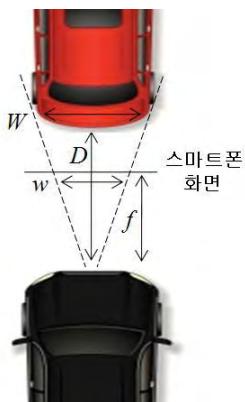
4. 차간 거리 측정

차간 거리와 영상에 나타나는 차량의 폭은 거의 반비례하기 때문에 차간 거리가 멀어질수록 영상에 나타나는 차량의 폭은 좁아진다. [그림 4]는 전방 차량이 스마트 폰으로 촬영될 때의 모습을 나타낸 것이다. 이 때 (식 1)과 같은 비례식이 성립한다.

$$W : D = w : f \quad (\text{식 } 1)$$

여기서 실제 차량과의 거리를 구하는 식은 (식 2)이다.

$$D = \frac{f \cdot W}{w} \quad (\text{식 } 2)$$



[그림 4] 실제 차량이 카메라에 촬영되는 모습

초점 거리 f 는 (식 3)과 같이 구할 수 있다.

$$f = \frac{h}{2 \tan \theta_r} \quad (\text{식 } 3)$$

이 방법은 시간에 따른 차량의 거리 변화를 비교하고 예측하기는 좋으나 절대적인 차간 거리 값을 얻기 위해서는 전방 차량의 실제 폭과 카메라의 초점 거리를 정확하게 알고 있어야 한다. 따라서 기존 연구[4]에서는 항상 같은 차량과 같은 카메라로 촬영한다고 가정하고, 실제 차량의 폭과 초점 거리를 상수로 제한하였기 때문에 실제 상황에 적용하기에는 부적합하다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 안드로이드 기반의 어플리케이션이므로 카메라의 세로 화각과 촬영되는 영상의 세로 길이에 대한 정보는 스마트 폰으로부터 얻을 수 있기 때문에 초점거리를 정확하게 계산할 수 있다. 또한 차량 검출단계에서 구한 차량의 영역정보에서 w 를 얻을 수 있다.

그러나, 영상에 나타난 차량의 실제 폭 W 는 차량의 종류별로 상이하기 때문에 일정하다고 가정한다. 본 논문에서 차량의 실제 폭과 차량의 평균 폭 값을 사용하였을 경우 발생하는 오차를 추정하기 위한 테스트를 수행하였다. [표 2]는 차종 별 차량 폭의 평균 값을 나타내고 있다. 이 실험에서는 차종 별 차량 폭 평균 값인 1822mm를 차량 폭 W 로 사용하였다.

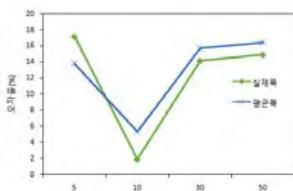
[표 3]과 [그림 5][그림 6]은 실제 차량의 폭이 1855mm와 1700mm인 차량 A, B와 평균 차량 폭 1822mm를 사용하여 추정한 결과와 오차율을 보여준다.

[표 2] 차종 별 차량 폭 평균

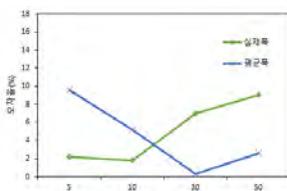
구분	승용	RV	상용	전체
평균 (mm)	1809	1876	1600	1822
개수 (대)	206	76	6	288

[표 3] 차량 A에 대한 실험 결과

실제 거리	실제 폭에 의한 추정 거리		평균 폭에 의한 추정 거리	
	차량 A	차량 B	차량 A	차량 B
5m	5.86m	5.11m	5.69m	5.48m
10m	9.81m	9.82m	9.47m	10.52m
30m	25.75m	27.90m	25.29m	29.90m
50m	42.54m	45.46m	41.79m	48.72m



[그림 5] 차량 A에 대한 오차



[그림 6] 차량 B에 대한 오차

실험 결과, 실제 폭이 차량의 평균 폭과 비슷한 실험 A의 경우 비슷한 경향을 오차율이 비슷한 경향을 나타내었고, 평균 폭과 차이가 많이 나는 차량 B에 대한 실험 결과에서는 오차가 비교적 많이 발생하지만, 전체 평균으로 살펴보면 실제 폭과 평균 폭에 의한 추정의 오차는 약 0.6%의 근소한 오차를 보이고 있음을 알 수 있었다. 이 실험을 통해 우리는 실제 차량의 폭 정보 대신에 차량의 평균 폭 값을 사용하여도 큰 오차는 없을 것으로 판단하였으며, 시스템에서는 차량의 평균 폭 값을 W로 사용하였다.

5. 구현 결과

[그림 7]은 제안하는 시스템의 구현 결과를 나타내고 있다. 스마트 폰에서 실시간으로 촬영되는 영상에서 차량을 검출하고 차간 거리를 추정하여 제공한다.

[표 4] 실행 환경

기호	값 (단위)
W	1822 (mm)
D	5, 10 (m)
w	328, 196 (화소)
f	1055 (화소)



(1) 5m, 차간거리 5.86m (2) 10m, 차간거리 9.81m

[그림 7] 차량 A에 대한 차간 거리 실행 결과

이 시스템에서 제안된 방법으로 차간거리를 추정할

경우 [표 3]에서 보여주고 있는 바와 같이 실제 거리에 비해 평균적으로 약 -8.6% 정도의 오차율을 보이고 있다. 이러한 오차가 발생하는 이유는 영상에서 앞 차량이 정면에 있을 경우 비교적 잘 추정할 수 있지만, 정 중앙이 아닌 경우 인식된 영역이 작아질 수 있으므로, 오차가 발생 할 수 있는 것으로 판단된다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문은 안드로이드 기반의 주행 중 실시간 전방 촬영 영상으로 후미등 영역과 가로선을 추출하여 차량을 검출하는 방법을 제안하고, 검출된 차량의 폭으로 전방 차량과의 거리를 추정하여 제공하는 시스템을 제안하였다. 기존 연구와 달리 영상에서 차량의 후미등을 검출하여 차량을 검출하기 때문에 밤낮에 관계없이 차량을 추출할 수 있고, 가로선을 이용하여 차량의 오검출률을 줄였다. 또한 차간 거리 추정 방법에서 스마트 폰의 초점거리를 활용하여 비교적 정확하게 추정할 수 있다.

향후 연구로는 차량의 종류를 인식하여 실제 차량의 폭을 적용할 수 있는 연구를 수행할 계획이며, 또한 정 중앙이 아닌, 앞 차량의 각도를 인식하여 폭을 결정할 수 있는 방안도 연구할 계획이다.

7. Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 서울어코드 활성화 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2015-R0613-15-1150). 본 연구는 교육부의 이공분야기초연구사업의 연구결과로 수행되었음 (NRF-2014R1A1A3053491)

참고문헌

- [1] An, Xiangjing, Mo Wu, and Hangen He. "A novel approach to provide lane departure warning using only one forward-looking camera." Collaborative Technologies and Systems, 2006. CTS 2006. International Symposium on. IEEE, 2006.
- [2] 이준형, 유종호, and 정성윤. "영상 센서 기반 차량 간 거리 추정 기법." 한국통신학회 종합 학술 발표회 논문집 (동계) 2013 (2013): 78-79.
- [3] 김기석, and 조재수. "영상 기반의 차량 검출 및 차간 거리 추정 방법." 전자공학회 논문지 49 (2012): 284-292.
- [4] Lu, Ming-Chih, et al. "A practical nighttime vehicle distance alarm system." Systems, Man and Cybernetics, 2008. SMC 2008. IEEE International Conference on. IEEE, 2008.