

운전자 정보 극대화를 위한 Augmented Driving System (ADS) 기술에 관한 연구

양승훈*, 김동중*, 김한울*, 이수민*, 황지환*, 김병규*
*선문대학교 컴퓨터공학과
e-mail : bg.kim@ieee.org

A Study on Augmented Driving System (ADS) Technology Development for Useful Driving Information

Seung-Hun Yang*, Dong-Joong Kim*, Su-Min Lee*, Ji-Hwan Hwang*, Byung-Gyu Kim*
*Dept. of Computer Engineering, SunMoon University

요 약

본 논문에서는 운전자의 안전을 보장하기 위해 영상 처리 기술을 기반으로 도로 정보를 검출해 운전자에게 알려주고, 버튼을 직접 손으로 눌러야 하는 물리적 인터페이스를 대체할 차세대 인터페이스 기술을 제안한다. 제안된 기술은 카메라 한대에서 입력 받은 영상 정보를 제안된 알고리즘을 통해 앞차와의 거리, 차선, 교통 표지판을 검출하고 차량 내부를 주시하는 카메라와 운전자의 음성을 인식할 마이크를 기반으로 음성인식과 동작 인식이 결합된 인터페이스를 제공한다. 본 논문에서 개발된 기술을 통해 실제 테스트를 실시해 본 결과 표지판인식, 차선검출, 앞차와의 거리 검출 등의 인식률이 약 90% 이상이었으며, 이러한 기술적 요소들은 운전자가 인지하지 못하는 상황 등에서도 적절한 정보를 운전자에게 제공해 줌으로써 교통사고 확률을 크게 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 차량의 자동주차시스템이나 운전보조시스템과 같은 지능형 자동차에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다 [1]. 따라서, 차량 운전의 안정성을 높이고 사고를 예방하기 위한 운전자 보조 시스템(Driver Assistance System)에 대한 연구가 선행되고 있다.

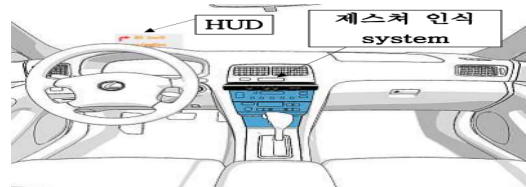
차량의 운전자 보조 시스템에 관한 연구가 활발하게 진행됨에 따라 인간과 정도 시스템 사이에 자연스럽게 정보를 교환할 수 있는 지적 인터페이스에 관한 관심이 날로 커지고 있다. 자연스럽게 지적인 인터페이스를 구축하기 위해서는 동작 (gesture)과 같은 비언어 적인 통신 수단에 대한 연구가 매우 중요하다 [2]-[3].

본 논문은 운전자의 안전을 위한 단일 카메라 기반 전방 차량검출, 차선검출, 표지판 검출 기법 및 다양한 정보 제공을 위한 인터페이스를 제공하여 생활의 질을 향상 시켜주는 통합 시스템 기술을 개발하였다. 이를 실제 차량에 장착하여 성능을 검증하였다.

2. Augmented Driving System (ADS)

그림 1은 본 연구에서 개발된 ADS의 전체적인 구조를 나타내고 있다. 운전석 전방의 계기판 위에 HUD(Head-Up display)가 장비되고 센터페시아의 가운

데 동작 (gesture) 인식을 위한 캠이 장비된다. HUD에 차량이탈, 앞차와의 안전거리, 표지판 인식 결과 등이 표시 된다. 운전자가 자신이 조작하고자 하는 시스템의 명칭을 부르면 시스템은 작동 대기상태로 들어가며 운전자가 선택하고자 하는 메뉴를 전방 HUD에 보여준다. 운전자가 원하는 메뉴를 다양한 동작 (gesture) 인식을 통해 컨트롤한다.



(그림 1) ADS: 전체 시스템 구조도

2.1 하드웨어 구조

그림 2는 ADS에서의 하드웨어 기반의 흐름도를 나타내고 있다. Augmented Driving System (ADS)은 원본 영상을 입력 받아 실시간 차량 검출, 차선검출, 표지판 인식을 통하여 운전자 보조 시스템을 구축하였다. HUD(Head-Up Display)를 통해 계기판의 다양한 정보 중 필요한 정보 일부를 전방 표시창에 투영하여 보여준다.



(그림 2) 개발된 ADS의 흐름도

2.2 소프트웨어 구조

Augmented Driving System 은 .Net Framework4.0 을 기반으로 하며, 영상처리 라이브러리를 바탕으로 차선이탈 방지와, 앞차와의 거리인식을 해주는 안전 정보 제공 엔진 (Safety Engine)과 표지판을 검출하는 교통 표지판 (Sign Panel) 검출 엔진으로 구성된다. 그림 3 은 본 논문에서 개발된 시스템을 위한 소프트웨어 구조를 보여 주고 있다.



(그림 3) ADS: 소프트웨어 구조도

3. 제안된 ADS 를 위한 세부 기술

본 논문에서는 영상 처리 알고리즘 기반의 운전자 보조 시스템을 개발 하였다. 차량 보조석 천장에서 촬영한 640 x 480 해상도의 동영상상을 초당 33 프레임으로 재생시켜 사용하였다. 동작 인식에 사용된 카메라는 130 만 화소, 최대 해상도 640 x 480 의 사양의 웹캠을 사용하였다.

3.1 차량 검출을 통한 거리 측정

차량과 배경 사이에서는 색상이나 조명 등이 큰 변화를 가지기 때문에 에지 정보가 두드러지게 나타난다 [4].



(그림 4) 제안된 차량 검출 및 거리 인식 과정

차량은 가운데를 중심으로 매우 유사한 패턴을 가지기 때문에 차량에서의 유사도(Matching rate)는 차량이 아닌 것에 비해 차량 영역에서도 높게 나타나기 때문에 차량과 비차량을 구분하여 나타낼 수 있다[8].

안정된 차량을 검출하기 위해 제안된 영상처리 과정은 그림 4 와 같다. 세부 과정에 대한 설명은 다음과 같다.

- 흑백 영상 변환
카메라로부터 얻어온 컬러 영상을 흑백영상으로 변환시킨다.
- 수직선분 검출
다른 환경보다 차량에 많이 검출되는 수직 선분을 검출한다.
- 영역지정 및 Blob Labeling
Labeling 기법 후에 가장 큰 크기의 영역을 차량으로 인식한다.
- 앞차와의 거리 검출
인식된 차량의 중심점을 찾아 그 점까지의 픽셀 수와 단위거리를 이용하여 다음과 같이 거리를 구한다.

$$\text{pix} \% 10 = R \quad (1)$$

$$\frac{(\text{pix} - R)}{10} = \text{cnt}$$

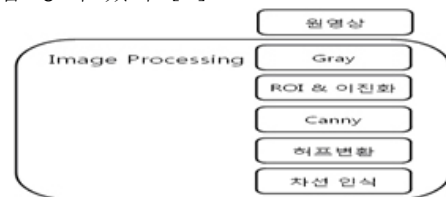
$$\text{total} = (D + a) + (a \times 1.2) + (a \times 1.2^2) \dots (a \times 1.2^{\text{cnt}-1})$$

$$(1) + \frac{(a \times 1.2^{\text{cnt}-2})}{10} \times R$$

여기서 pix 는 차량의 중심점까지의 픽셀 수, cnt 는 단위픽셀(10pix)단위로 나누었을 때의 수, R 은 단위픽셀보다 작은 픽셀 수, total 은 결과 값, D 는 영상에 나오지 않는 기본거리(300Cm), a 는 단위픽셀의 초기값으로 정의된다.

3.2 차선 검출을 통한 이탈 경고 시스템

지금까지 개발된 차선검출 기법은 칼라 성분들을 이용하는 방법 [5], 이동 창 기법을 이용하여 입력 영상의 체크 포인트를 경정하고 차선을 검출하는 방법 [6], 직선 성분을 찾는 대표적인 알고리즘인 허프 변환 기법 등이 있다 [4].



(그림 5) 제안된 차선 검출 과정

안정된 차선을 검출하기 위해 본 연구에서 그림 5 와 같은 과정을 사용하였다.

- 흑백 영상 변환
카메라로부터 얻어온 컬러 영상을 흑백영상으로 변환시킨다
- 영역지정 및 이진화
흰색과 황색을 검출하여 이진화를 시킨다.
- Canny 연산을 통한 에지화
이진화한 이미지에서 외곽선을 추출하기 위해 Canny 연산을 통해 윤곽선 정보화를 추출한다.
- Hough 변환
Hough 변환을 통해 일정길이 이상의 선분들을 검출하여 차선으로 인식한다 [9].

3.3 교통 표지판 검출

기계학습을 통한 학습데이터를 통하여 표지판을 검출하였다. 기계학습을 위한 이미지 데이터를 제작하였고 500x342 해상도의 데이터를 학습 시켰다. 이미지 비율은 1:2 와 1:3 비율을 유지해 주었다.

• Adaboost

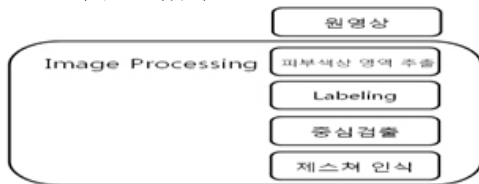
이미지 데이터를 Adaboost 분류기 알고리즘을 통해 샘플링 과정을 통해 벡터 데이터를 만들고 생성된 벡터 데이터 파일을 통해 Haar 특징 기반 학습 과정을 통해 학습된 데이터 (xml) 파일을 추출한다 [7].

• Supported Vector Machine (SVM)

정규화 시킨 이미지에 SVM 매칭 기법으로 인식하여 표지판 검출을 수행한다.

3.4 동작 인식을 통한 제어기술

센서 장비를 착용하게 되면 인식률과 보다 많은 동작을 인식할 수 있지만 운전자에 방해가 되는 요소가 많기 때문에 일반 컬러 영상을 통하여 동작을 인식할 필요가 있다. 그림 6 은 개발된 동작인식 과정을 보여주고 있다.



(그림 6) 개발된 동작 검출 및 인식 과정

3.4.1 강인한 색상 모델

YCbCr 칼라 공간의 히스토그램 피부색 분포 결과는 Y 성분을 제외한 Cb, Cr 성분의 값이 밀집도가 크고 조도의 변화에 따른 변화가 거의 없다는 결과를 얻었다. H, Cb,Cr 각 성분 값은 정규화 된 R, G, B 값을 이용하여 구한다

3.4.2 손 후보 영역 검출

수행된 영상에 가장 큰 영역을 검출하게 되면 손에 가장 정확한 영역이 추출된다.

3.4.3 손 중심점 추출에 의한 동작 인식

손 영역의 무게 중심을 구하여 이에 움직임을 통해 제스처를 인식하는 방법을 사용한다. 추출된 손 영역에서 무게중심은 식(3)와 같이 화소들의 합으로 나타낼 수 있다.

$$M00 = \sum_x \sum_y I(x,y) \quad (3)$$

여기서, I(x,y)가 영상의 x,y 위치에서 픽셀의 값을 나타낼 때 식 (3)을 이용하여 다음과 같이 손 영역의 1차 모멘트를 구할 수 있다.

$$M01 = \sum_x \sum_y xI(x,y), \quad M10 = \sum_x \sum_y yI(x,y) \quad (4)$$

식 (3)과 (4)를 이용하면, 손 영역의 중심점은 다음 식으로 구할 수 있다.

$$x = \frac{M10}{M00}, \quad y = \frac{M01}{M00} \quad (5)$$

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 영상 기반의 차간 거리 인식



(그림 8-1) 원본영상



(그림 8-2) 수직성분 검출



(그림 8-3) ROI & BlobLabeling



(그림 8-4) 결과영상

(그림 7) 차량 검출 결과 영상

검출된 차량에서의 바닥 점과 차량의 폭에 대해서는 매우 정확하게 검출되는 것을 알 수 있다. 차량 검출에서 가장 중요한 자 차량 바로 앞의 차량에 대해서는 90% 가량의 검출률을 얻을 수 있었다.

<표 1> 차량 검출에 따른 거리 인식률

	전방 차량
일반 도로	87.3%
고속 도로	91.3%

4.2 차선 검출을 통한 이탈 방지 시스템

그림 9 는 개발된 알고리즘을 통하여 실시간으로 영상 처리되는 과정을 보여주고 있다. 본 프로젝트에서는 맑은 날 낮에 촬영한 영상들을 사용하여 인식률을 실험하였다.



(그림 9-1) 원본영상



(그림 9-2) ROI & 이진화



(그림 9-3) Canny



(그림 9-4) 결과영상

(그림 8) 차선 검출 결과영상

<표 2> 차선 이탈 감지 인식률

	차선 이탈경보 횟수(회)
총 이탈 횟수	187
이탈경보 횟수	173

표 2 는 차선이탈 감지 인식 결과를 보여주고 있다. 표에서 알 수 있듯이 약 92.5% 정도의 인식률을 나타내었다. 인식 되지 못한 차선들은 훼손이 되었거나 차선과 비슷한 색을 지닌 주변 환경들에 방해를 받은 것으로 고려할 수 있다.

4.3 교통 표지판 검출 및 인식



(그림 9) 실제 입력 영상에서 인식된 표지판의 모습

SVM 매칭 기법은 기타 추적 알고리즘 보다 많은 양의 데이터를 기반으로 인식을 수행하기 때문에 높은 인식률을 가능케 한다.

<표 3>은 실제 교통 표지판의 인식률 결과를 보여주고 있다. 영상 처리 단계에서 발생하는 프레임 문제나 조도 변화, 그림자 등 환경에 따른 영상 자체의 특성 변화에도 불구하고 하고 약 98%이상의 가까운 인식률을 나타내었다.

<표 3> 교통 표지판 인식률

	표지판 개수(개)
30Km 제안속도 표지판	16
과속 방지턱 표지판	12
인식된 표지판	27

4.4 동작 검출 및 인식에 의한 공조기 제어



(그림 9) 손 동작 검출에 의한 제어 과정

그림 9 는 동작 검출에 의한 인식 과정 결과를 보여 주고 있다. 손의 중심점을 추적하여 중심점이 움직이는 좌표에 따른 상, 하, 좌, 우의 네 가지 동작을 학습시켜 인식하도록 하였다.

<표 4>는 제어 동작 인식 결과를 나타내고 있다. 결과표에서 알 수 있듯이 약 80%이상의 인식률을 보여주고 있다. 빛의 밝기에 따라 손의 색상을 인식하지 못하는 문제를 해결하기 위해서는 초기 검출 학습

데이터가 다양한 조도 변화에 따라서 수행되어야 할 것이다.

<표 4> 동작 검출에 따른 제어 동작 인식률

동작	수행횟수	인식횟수
상	50	40
하	50	41
좌	50	45
우	50	46

5. 결론

본 연구에서는 기존의 자동차에서의 영상 센서 기반의 정보가 보강된 증강 운전자 정보 시스템 (Augmented Driving System) 개발을 통해 다양한 가능성을 검증하였다. 특히 차선 이탈 경고, 차간 거리 인식, 교통 표지판 인식 기술을 제안된 처리 구조를 통하여 개발하였으며, 차량 간 거리 측정과 같은 새로운 기술도 제안하였다. 또한 현재 비접촉식 사용자 인터페이스로 각광받고 있는 동작 인식 (gesture recognition) 기술을 차량용 운전자 제어 기술로 접목하여 그 가능성을 검증하였다.

본 연구에서 개발된 기술은 운전자가 인지하지 못하는 상황 등에서도 적절한 정보를 운전자에게 제공해 줌으로써 교통사고 확률을 크게 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 유환신, “충돌회피 및 차선추적을 위한 무인 자동차의 제어 및 모델링,” 한국향행학회, 제 11 권, 제 4 호, 359~370, 2007 년
- [2] 김효성, 정현기, 김병규, “적외선 카메라를 이용한 에어 인터페이스 시스템 (AIS) 연구” 한국정보처리학회 논문지 B, 제 18-B 권 3 호, June 2011.
- [3] Asanterabi Malima, “A Fast Algorithm for Vision-based Hand Gesture Recognition for Robot Control”, Signal Processing and Communications Applications, pp. 1-4, 2006.
- [4] 송광열, “에지 분석과 에이다부스트 알고리즘을 이용한 차량검출,” 한국자동차공학회, pp. 27~34, 2007 년
- [6] Hsu Yung Cheng, Lane detection with moving vehicles in the traffic scences, IEEE Transactions on intelligent transportation systems, December 2006.
- [6] 최승욱, “Lane recognition and obstacle detection using moving windows,” 전자공학회, 1 월 1999.
- [7] PAUL VIOL, MICHAEL J. JONES, “Robust Real-Time Face Detection,” International Journal of Computer Vision 57(2), 137~154, 2004
- [8] 한성지, “수평 및 수직 에지 성분의 대칭성 기반 차량 검출 기법”, 2009 년도 대한전기학회 하계 학술대회 논문집 14 - 17 200. 7.
- [9] 최종주, 정채영, “영상처리를 위한 일반화된 허프 변환에서의 검출 방법들에 대한 고찰,” 한국컴퓨터정보학회, 2 월 1997.