

Vision 시스템의 차량 인식률 향상에 관한 연구

A Study on the Improvement of Vehicle Recognition Rate of Vision System

오 주 택*
(Ju-Taek Oh)

이 상 용**
(Sang-Yong Lee)

이 상 민***
(Sang-Min Lee)

김 영 삼****
(Young-Sam Kim)

요 약

차량의 전자제어 시스템은 운전자의 안전을 확보하려는 법률적, 사회적 요구에 발맞추어 빠르게 발달하고 있으며, 하드웨어의 가격하락과 센서 및 프로세서의 고성능화에 따라 레이더, 카메라, 레이저와 같은 다양한 센서를 적용한 다양한 운전자 지원 시스템 (Driver Assistance System)이 실용화되고 있다.

이에 본 연구의 선행연구에서는 CCD 카메라로부터 취득되는 영상을 이용하여 실험차량의 주행 차선 및 주변에 위치하거나 접근하는 차량을 인식하여 운전자의 위험운전에 대한 원인 및 결과를 분석 할 수 있는 Vision 시스템 기반 위험운전 분석 프로그램을 개발하였다. 그러나 선행 연구에서 개발된 Vision 시스템은 터널, 일출, 일몰과 같이 태양광이 충분치 않은 곳에서는 차선 및 차량의 인식율이 매우 떨어지는 것으로 나타났다.

이에 본 연구에서는 밝기 대응 알고리즘을 개발하여 Vision 시스템에 탑재함으로써 언제, 어느 곳에서도 차선 및 차량에 대한 인식율을 향상시켜 운전자의 위험운전에 대한 원인을 명확하게 분석하고자 한다.

Abstract

The vehicle electronic control system is being developed as the legal and social demand for ensuring driver's safety is rising. The various Driver Assistance Systems with various sensors such as radars, camera, and lasers are in practical use because of the falling price of hardware and the high performance of sensor and processor.

In the preceding study of this research, the program was developed to recognize the experiment vehicle's driving lane and the cars nearby or approaching the experiment vehicle throughout the images taken by CCD camera. In addition, the 'dangerous driving analysis program' which is Vision System basis was developed to analyze the cause and consequence of dangerous driving.

However, the Vision system developed in the previous study had poor recognition rate of lane and vehicles at the time of passing a tunnel, sunrise, or sunset.

Therefore, through mounting the brightness response algorithm to the Vision System, the present study is aimed to analyze the causes of driver's dangerous driving clearly by improving the recognition rate of lane and vehicle, regardless of when and where it is.

Key words : Driver assistance systems, vision system, brightness response algorithm

† 본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업(06교통행심CO!)의 연구비지원에 의해 수행하였습니다.

* 주저자 : 한국교통연구원 연구위원

** 공저자 및 교신저자 : 한국교통연구원 연구원

*** 공저자 : 한국교통연구원 선임연구위원

**** 공저자 : (주)이노시물레이션 S&T 연구소 부장

† 논문접수일 : 2010년 7월 26일

† 논문심사일 : 2010년 11월 12일

† 게재확정일 : 2010년 11월 13일

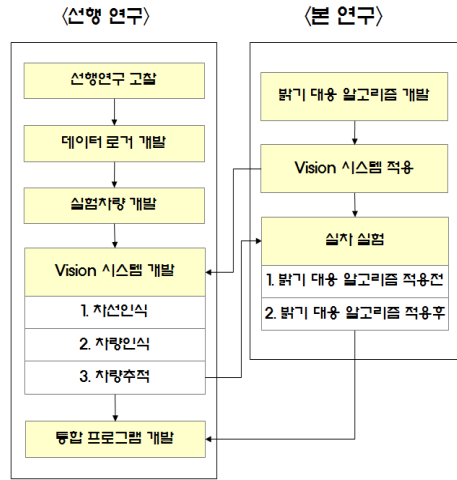
I. 서론

첨단 차량 전자제어 시스템의 발달과 더불어 다양한 운전자 지원 시스템(Driver Assistance System)이 실용화 되고 있다. 운전자 지원 시스템이란 운전자 상태, 차량 상태, 주변 환경을 인식하여, 운전자의 부담을 줄여주고 운전의 편의를 증대시키기 위하여 다양한 정보를 제공하거나 시스템 스스로 적절한 시기에 능동적으로 제어에 참여하는 시스템을 말한다. 이러한 시스템은 지능형 자동차(Intelligent Vehicle)개발의 한 분야로서 차량에 적용 가능한 하드웨어의 가격하락과 센서 및 프로세서의 고성능화에 따라 레이더, 카메라, 레이저와 같은 다양한 센서를 적용한 사례가 늘고 있다.

이렇듯 빠르게 발전하는 운전자 지원 시스템에 부응하기 위하여 본 연구의 선행연구에서는 카메라를 이용한 Vision 시스템을 개발하였다.

Vision 시스템은 차량의 전방 및 후방, 측방을 감시할 수 있으며, 차량의 주행 영상을 취득하게 된다. 취득된 영상은 이미지 알고리즘을 통하여 차선과 차량으로 구분되며, 후 처리를 통해 차선의 위치, 차량의 위치 및 거리 등을 계산 할 수 있다. 이렇게 계산된 차선 및 선행 차량의 위치를 통하여 운전자의 위험운전에 대한 원인을 정확히 분석 할 수 있다[1].

그러나 터널 또는 일조, 일몰시와 같이 해가 비치지 않거나 차량의 그림자가 길게 드리워졌을 경우 차선 및 선행 차량의 인식율이 매우 저조한 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 밝기 대응 알고리즘을 개발하여 Vision 시스템에 적용함으로써 터널, 일조, 일몰시에 대한 차선 및 차량 인식율을 향상시켜 위험운전에 대한 명확한 원인 분석을 통하여 운전자의 안전운전관리에 기여하고자 한다. <그림 1>은 본 연구의 연구절차이다.



<그림 1> 연구 절차
(Fig. 1) Procedure of study

II. 선행연구

지능형 자동차는 현재 자동항법제어(ACC-Adaptive Cruise Control), 차선이탈경고(LDW-Lane Departure Warning), 차선 유지 보조(LKS-Lane Keeping System), 사전 충돌 예방(Pre-Crash) 등의 시스템 개발이 이루어지고 있다. 이런 시스템을 구성하기 위해서는 주행 차량 관점에서 차선의 위치 및 곡률, 대향차/선행차 구분, 도로의 경사도 등을 인식 할 수 있어야 하며, 이러한 기능을 구현하기 위하여 가장 중요한 역할을 하는 것이 바로 사람의 눈 역할을 하는 카메라 센서이다[2].

현재 주변상황(선행차량, 차선 등)을 인식하기 위한 센서로는 <표 1>과 같이 초음파, Vision 센서, 레이저 센서, 그리고 레이더 센서를 사용하는 기술이 있으며,

<표 1> 각종 센서의 성능비교
(Table 1) Performance comparison of various sensors

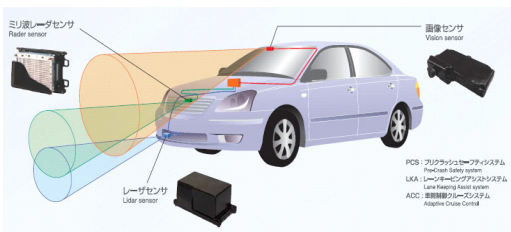
종류/성능	약천후시 식별력	정지목 표검지	이동목 표검지	Multiple 목표	원거리 성능	상대 가격
초음파	나쁨	○	○	○	×	저가
Vision	나쁨	○	○	○	○	중가
레이저	나쁨	○	○	○	△	중가
레이더	impulse	중음	○	○	×	고가
	FMCW	중음	○	○	○	고가
	FSK	중음	○	○	○	고가

이와 같은 기술을 토대로 PCS(Pre-Crash Safety system), LKA(Lane Keeping Assistance System), ACC (Adaptive Cruise Control system)등에 적용하고 있다[3].

카메라 센서는 다른 센서에 비해 저렴한 가격과 활용범위가 넓기 때문에 폭넓게 사용되고 있지만 다른 센서와 달리 날씨 및 시간 등 주위 환경 변화에 대해 민감하게 영향을 받기 때문에 이러한 문제점을 해결하기위하여 많은 연구가 진행되고 있다.

유럽에서는 운전자의 운전행태와 차량의 거동 및 주변 환경을 실시간으로 분석하여 운전자에게 다양한 정보를 제공해 주는 첨단 운전자지원시스템의 연구가 진행되고 있으며, 특히 차선과 차량, 교통신호와 같은 주변 환경을 인식하기 위하여 Vision 센서, 초음파 센서, 레이더 센서, 레이저 센서 등과 같은 다수의 다양한 센서를 차량에 접목시키고 있다[4-7].

일본의 Denso社는 ADAS(Advanced Driver Assistance System)을 구현하기 위하여 <그림 2>와 같은 Sensing System을 제안하고 있다.



<그림 2> Denso 센싱 시스템 구성도
<Fig. 2> Configuration of Denso sensing system

ADAS 시스템 중 ACC(advanced cruise control), SCC(smart cruise system)는 라이다 센서를 이용하여 전방의 차량을 검출하는데 이용되고 있으나, 센서가 매우 고가이므로 현재 고급차량에만 적용되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구의 CCD 카메라를 통한 선행 차량을 검출할 수 있는 기술을 이용한다면 모든 차종에서 첨단 시스템을 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

III. Vision 시스템

선행 연구에서 개발된 Vision 시스템을 간략히 설명하면 다음과 같다

Vision의 메인 알고리즘인 차선 및 선행차량 인식 알고리즘은 크게 차량 및 차선의 정보를 취득할 수 있는 차선 및 차량인식 모듈(Processed image)과 선행 차량 인식을 통한 차량 추적 모듈(Detected vehicle information)로 구성되어 있으며, 위험운전 판단 알고리즘은 실험차량의 데이터를 취득할 수 있는 데이터 취득 모듈(Vehicle dynamic data)과 운전자의 위험운전을 판단할 수 있는 위험운전 판단 모듈(Dangerous driving case)로 구성되어 있다[1].

1. 데이터 취득 모듈(Vehicle dynamic data)

실험차량은 기아자동차의 그랜드 카니발 2007년형으로 차량 내부 통신 네트워크와 CAN (Controller Area Network) 인터페이스 장치를 이용하여 차량 주행 데이터를 취득할 수 있도록 구성 하였다. 병진 가속도와 회전 각속도, 차량 내부 통신 네트워크를 이용하여 취득할 수 없는 운전자 조작관련 데이터는 AD(Anaolog to digital conversion), DA(Digital to analog conversion), DIO(Digital input and output) 및 PWM(Pulse width modulation) 기능을 갖는 다기능 USB 제어 장치를 이용하여 DAQ 시스템을 구성하였으며, Gyro 센서로는 Crossbow社(미국)의 6축 Gyro 센서로 온도 변화에 따른 보정 기능을 갖춘 IMU440CA-200을 사용하였다. USB 인터페이스를 지원하는 GPS 19" Rack 시스템은 두 대의 산업용 컴퓨터가 설치되어 있으며 다기능 USB 제어기 등 데이터 취득용 차량 내부 모든 배선이 완성되며, 탈부착이 용이하도록 하였으며, 주행 중 노면으로부터의 진동을 흡수 할 수 있도록 제작하였다.

엔진룸의 배터리와 보조 배터리를 병렬로 처리하여 1kw급 정현파 인버터에 연결하여 컴퓨터 및 각종 센서에 전원을 안정적으로 공급할 수 있는 전원 공급 장치와 seeingmachines社(호주)의 faceLAB 4.5(운전자 머리 및 눈동자 측정을 위한 운전자 인지 검출 시스템)를 설치하였다.

2. 차선 및 차량인식 모듈(Processed Image)

Vision 시스템의 차선 및 차량인식 모듈은 CCD 카

메라로부터 취득된 영상을 이용하여 차선 및 주변 차량에 대한 영상을 인식하기 위하여 LabVIEW를 사용하였으며, LabVIEW vision builder AI 3.0을 사용하여 실제 영상의 이미지 처리 알고리즘을 구현하였다.

3. 위험운전 판단 모듈(Dangerous Driving Case)

메인 프로그램에서 위험운전을 실시간으로 구분하기 위하여 선행연구에서 분류하고 있는 위험운전 유형을 적용하였다[8].

또한, 「위험운전 유형 분류 및 데이터 로거개발, 한국ITS학회지 제7권, 제3호, 2008, 6」 논문에서 분류한 위험운전 유형에 대하여 시뮬레이션 및 실차 실험을 통하여 임계값을 설정하였다[9].

〈표 2〉 위험운전 유형 및 임계값
(Table 2) Dangerous driving type and threshold

위험운전 유형		임계값 (Ki)	
		시뮬레이션 임계값	실차 실험 임계값
선회구간 과속	ay	0.2 G	0.22 G
	yaw rate	8.6 deg/sec	9.48 deg/sec
급출발	ax	0.2 G	0.14 G
급가속	ax	0.1 G	0.06 G
급정지	ax	-0.4 G	-0.32 G
급감속	ax	-0.4 G	-0.34 G
급차선변경	주기	4초	5.8초
	ay	0.2 G	0.21 G
	yaw rate	5.0 deg/sec	5.34 deg/sec
연속적인 급차선변경	주기	10.0초	8.25초
	ay	0.2 G	0.31 G
	yaw rate	5.0 deg/sec	7.4 deg/sec

4. 차량 추적 모듈(Detected Vehicle Information)

차량추적 알고리즘은 근거리에 위치한 3대의 차량까지 추적이 가능하며, 인식된 차량은 고유의 아이디인 식별자를 부여하여 각각의 아이디를 통해 다수의 차량에 대한 주행 정보를 분석할 수 있다.

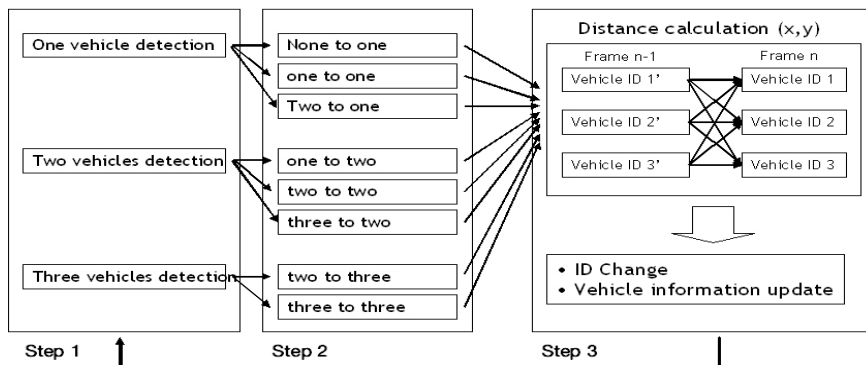
차량의 추적은 2개의 프레임간 위치 정보를 분석하여 차량을 추적할 수 있으며, <그림 3>은 차량추적 모듈의 알고리즘을 설명하고 있다.

IV. 차선 및 차량인식에 따른 밝기변화 대응 알고리즘 개발 및 실차 실험

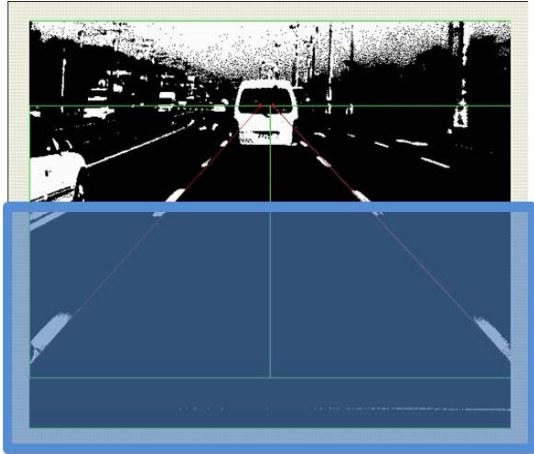
1. 밝기변화 대응 알고리즘 개발

선행연구에서 개발된 Vision 시스템은 노면과 차선, 차량의 구분에 있어 도로환경 변화(날씨, 시간, 기후 등)를 고려하지 않고 단순 노면의 밝기 정도로 구분하여 인식률이 떨어지는 것으로 분석되었다. 이에 본 연구는 햇빛의 반사량, 건물 그림자 및 터널 등에서 노면의 밝기가 변화되는 것에서 착안하여 ROI(Region of interest)의 노면 밝기에 따른 기준을 실제 도로 주행 실험을 바탕으로 설정하여 차량인식률을 향상시키고자 실차 실험을 기반으로 한 밝기 변화 대응 알고리즘을 개발하였다.

밝기 변화 알고리즘은 노면의 밝기를 적용하기 위하여 <그림 4>와 같이 차선 및 차량 인식에 영향을 미치는 부분을 ROI(Region of interest)로 설정하



〈그림 3〉 차량 검출 알고리즘
(Fig. 3) Vehicle detection algorithm



〈그림 4〉 ROI 설정
(Fig. 4) ROI setting

고 실제 도로 노면의 밝기 변화 프로파일 데이터를 획득하였다.

여기서 ROI(Region of interest)란 카메라의 영상 중 차량을 인식하거나 차선인식을 위한 설정한 영상 범위를 말한다.

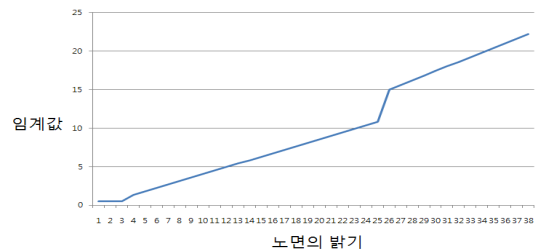
〈그림 5〉는 상암동 도로변을 주행하면서 측정된 밝기 데이터로서 〈그림 5〉의 ㉠는 노면 밝기가 일반적인 경우로 주변 환경은 단순하나 구름의 유무 및 햇빛의 방향에 따라 노면의 밝기가 변화하여 차량의 그림자에 영향을 주는 상황이며, ㉡는 도로 주변의 큰 건물에 의하여 그림자가 노면에 크게 드리워져 도로 전체의 이미지가 어둡게 나타날 수 있는 일출, 일몰시의 상황을 말한다. 마지막으로 ㉢는 터널 내를 주행하여 광량이 극히 적어지는 상황으로 구분 할 수 있다.



〈그림 5〉 ROI 데이터
(Fig. 5) Mean value of ROI

따라서 동일 시간에 주행하더라도 구름의 유무, 햇빛의 방향, 터널 내 주행, 도로주변의 높은 빌딩, 노면의 상태 등이 노면의 밝기에 많은 영향을 주는 것으로 분석되었다. 이에 본 연구에서는 노면의 밝기에 가장 큰 영향을 주는 요소를 바탕으로 주행 환경의 일반적인 경우, 주변의 큰 건물의 그림자가 드리워질 경우, 터널 내의 3가지 경우로 구성하였다.

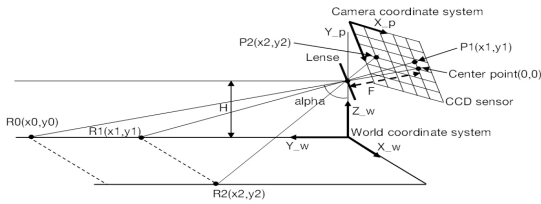
〈그림 6〉은 〈그림 4〉에서 설정한 ROI의 영역인 노면의 밝기를 취득하여 노면과 차량으로 분류하기 위한 임계값이다. 노면의 밝기 24에서의 임계값은 10이므로 10이하인 경우는 노면으로 인식하고, 10 초과인 경우를 차량으로 인식할 수 있는 것이다. 결론적으로 차량 인식을 위한 차량의 그림자 그레이 레벨과 도로의 그레이 레벨 사이의 경계치리를 위한 임계값을 나타내고 있다.



〈그림 6〉 노면 임계값
(Fig. 6) Threshold value

카메라 픽셀 좌표로 획득된 차선과 차량의 위치는 실제도로에서의 차선과 차량좌표로 변환할 필요가 있다. 일반적인 역 원근 변환에서는 렌즈 초점거리, 카메라 기울기, 카메라 장착 높이 등의 정보를 토대로 카메라 좌표계인 픽셀좌표를 월드 좌표로 변환하게 되며, 본 연구에서는 실험차량에 적용된 Vision 시스템의 좌표계를 새롭게 정의하였다.

윈드셀드 내에 장착된 CCD 카메라로부터 획득된 카메라 좌표계의 좌표들을 실제 도로상의 x, y, z 위치로 표현하기 위하여 월드좌표계로 변환시킨다. 〈그림 7〉은 카메라좌표계와 월드좌표계 사이의 관계를 보이고 있다.



〈그림 7〉 카메라 좌표와 월드 좌표계
 〈Fig. 7〉 Relationship between camera coordinate system and world coordinate system

실제 도로상의 좌표 R0, R1, R2는 카메라 좌표계에서 center point, P1, P2로 각각 픽셀단위로 표현된다. 이때 R0은 카메라 중심축이 지면과 만나는 점의 좌표이며 R1과 R2는 도로위에 위치한 임의의 오브젝트 좌표이다. 월드좌표계의 Rn(x1, y1)은 다음과 같은 간단한 역원근변환식으로 나타낼 수 있다.

$$Rn_yn = H \times \tan \left(\alpha - \tan^{-1} \left(\frac{Pn_yn \times k_p}{F} \right) \right)$$

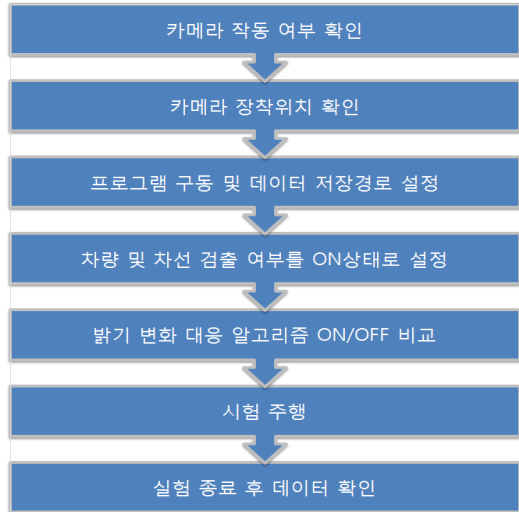
$$Rn_xn = \frac{\sqrt{H^2 + (Rn_yn \times k_p)^2} \times (Pn_xn \times k_p)}{\sqrt{F^2 + (Pn_yn)^2}}$$

이때 H는 도로면에서 카메라 렌즈의 중심까지의 거리(mm)이며 alpha는 도로와 카메라 사이의 기울기(degree), F는 카메라 초점거리(mm)를 나타낸다. 본 실험에 사용된 CCD 센서의 Cell 크기는 7.4μm×7.4μm로서 좌표변환에 사용된 상수 kp는 0.0074mm/pixel이다.

2. 밝기 변화에 따른 Vision 시스템 실차 실험

본 연구에서는 밝기 대응 알고리즘을 평가하기 위하여 Vision 시스템에 적용하여 일조, 일몰, 터널, 평상시로 구분하여 차선(4차선)에 따라 3차례를 반복 주행하여 밝기변화 대응 알고리즘 적용 전·후의 데이터를 취득하였으며 <그림 8>은 밝기 대응 알고리즘을 적용하여 기존 시스템과의 비교실험을 위한 실험 절차이다.

<그림 9>는 밝기변화 대응 알고리즘을 적용하여 차량검출 테스트를 실시한 모습을 보이고 있으며, 차량속도 90km/h에서 위험상황 발생시 운전자에게



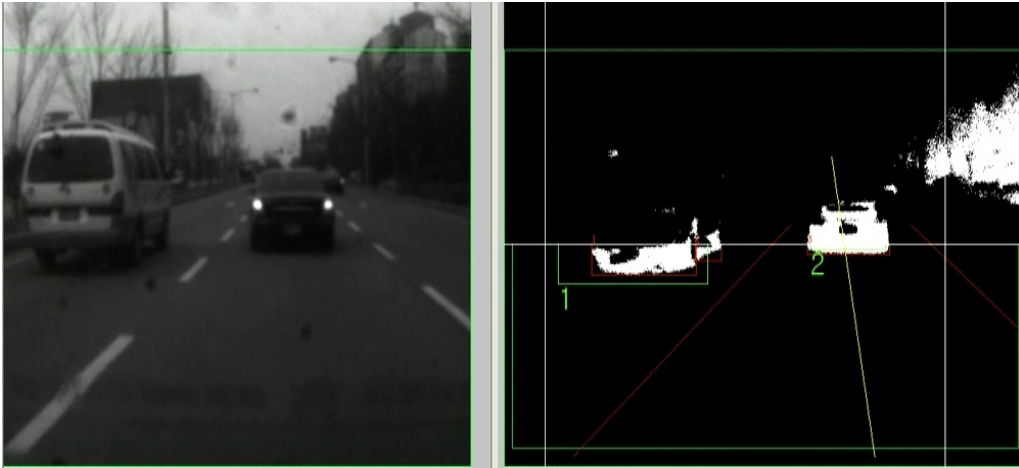
〈그림 8〉 실험 절차
 〈Fig. 8〉 Experiment Procedure

경고음을 제공하기 위한 최소 거리인 25m를 기준으로 실험을 진행하였다.

실험은 총 120회(적용 전 60회, 적용 후 60회)를 실시하여 25m 이상의 거리에서 차량을 검출할 경우 만점인 1.0점을 부여하였으며, 25m 이하의 거리에서 검출될 경우 0.5점, 전혀 검출되지 않을 경우 0점을 부여하여 알고리즘 적용 전과 적용 후에 따른 향상도를 평가하였다.

실험 결과 일조와 일몰시 알고리즘 적용 전 4.5점, 4점으로 분석되었으며, 밝기 대응 알고리즘 적용 후 일조, 일몰 모두 12점으로 분석되었다. 터널의 경우 1차 실험에서 적용 전 3.5점에서 적용 후 10점으로 향상되었으며, 2차 실험에서 적용 전 2.5에서 적용 후 12점으로 향상되었다. 마지막으로 평상시와 같이 맑은 날의 경우 알고리즘 적용 전 9.5점에서 적용 후 12점으로 분석되었다.

따라서 노면의 밝기 또는 그림자 등이 차량 인식률에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 전체 실험 결과 밝기 대응 알고리즘 적용 전 평균점수는 0.4점(24.5/60), 알고리즘 적용 후 평균점수는 0.97점(58/60)으로 본 연구에서 개발된 밝기대응 알고리즘 적용에 따른 차량 인식률이 241.67% 향상되는 것으로 분석되었다.



〈그림 9〉 밝기 대응 알고리즘 적용 후 차량인식화면
 〈Fig. 9〉 Vehicle recognition of after brightness response algorithm

〈표 3〉 실험 결과
 〈Table 3〉 Result of test

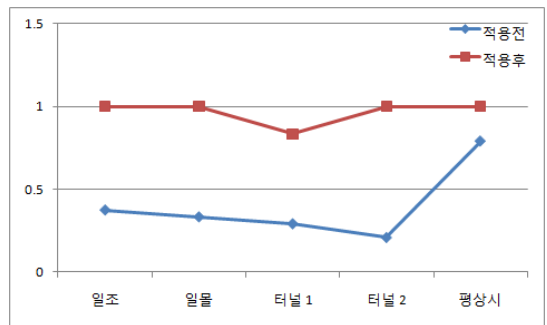
회차	일조					
	적용 전			적용 후		
	1회	2회	3회	1회	2회	3회
①	1.0	0.5	0.0	1.0	1.0	1.0
②	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0	1.0
③	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0	1.0
④	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0

회차	일몰					
	적용 전			적용 후		
	1회	2회	3회	1회	2회	3회
①	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0	1.0
②	0.0	0.5	0.0	1.0	1.0	1.0
③	0.5	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
④	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

회차	터널 1차					
	적용 전			적용 후		
	1회	2회	3회	1회	2회	3회
①	0.0	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0
②	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
③	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0
④	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	1.0

회차	터널 2차					
	적용 전			적용 후		
	1회	2회	3회	1회	2회	3회
①	0.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0
②	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
③	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
④	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0

회차	평상시					
	적용 전			적용 후		
	1회	2회	3회	1회	2회	3회
①	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0
②	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
③	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
④	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0



〈그림 10〉 실험 결과
 〈Fig. 10〉 Result of test

V. 결 론

차량에 적용된 Vision 시스템 기반 안전운전 지원 통합 시스템의 성능 검증을 위하여 급정지 실험을 수행하였으며, 차선 및 차량 인식과 추적을 통하여 획득된 추가적인 정보를 활용하여 운전자의 위험운전 상황을 좀 더 객관적이고, 정확한 분석이 가능함을 확인 할 수 있었다.

이에 선행 연구에서는 위험운전 행태의 원인 분석을 위하여 실험 차량에 Vision 시스템을 적용하였다. Vision 시스템은 차선 및 주변 차량과의 거리를 인식하여 운전자의 위험운전상황을 실시간으로 분석하였으며, 특히 위험운전이 발생된 원인을 운전자 차량의 거동분석과 주변차량의 거동분석을 통하여 위험상황이 포함된 다양한 주행상황에서의 위험운전 판단의 정확도를 향상시켰다.

그러나 차량 인식의 경우 실제 차량의 형상특징과 주위 환경 조건에 민감하게 반응하여 차량 인식의 성능이 떨어짐을 확인 할 수 있었다.

이에 본 연구에서는 밝기 대응 알고리즘을 개발하여 기 개발된 Vision 시스템에 적용하였다. 밝기 대응 알고리즘은 일조, 일몰시의 차량의 그림자를 차량으로 인식하는 오류를 보정하였으며, 또한 터널과 같이 어두운 곳에서의 차량인식률을 향상시키기 개발된 Vision시스템의 문제점을 보완하여 한 단계 업그레이드시킴으로써 향상된 차량인식을 통하여 운전자의 위험운전에 따른 명확한 원인분석이 이루어질 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 선행차량의 기준 거리를 25m로 설정하여 실험을 진행하였으며, 또한 환경적인 요인 즉, 비, 눈, 안개 등의 기후변화에 따른 차량인식에 대한 연구가 제외되어있으므로 향후 연구에서는 선행차량의 거리에 따른 정확성과 구체적인 기호조건이 반영된 추가적인 연구를 진행하여 보다 향상된 알고리즘을 개발하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 오주택, 이상용, “Vision 시스템을 이용한 위험운전 원인 분석 프로그램 개발에 관한 연구,” 한국 ITS 학회 논문지, 제8권, 제6호, pp.150-162, 2009. 12.
- [2] 김홍룡, 카메라 기반 야간 차선 인식을 개선을 위한 최적 알고리즘 연구, 계명대학교 지능형 자동차 대학원, 2009
- [3] <http://www.globaldanso.com>
- [4] M. Betke, E. Haritaoglu and L. S. Davis, “Real-time multiple vehicle detection and tracking from a moving vehicle,” *Machine Vision and Applications*, vol. 12, no. 2, pp.69-83, Sept. 2000.
- [5] L. Fletcher, L. Petersson and A. Zelinsky, “Driver assistance systems based on vision in and out of vehicles,” *Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symp.*, pp.323-327, June 2003.
- [6] S. Tokoro, K. Moriizumi, T. Kawasaki, T. Nagao, K. Abe and K. Fujita, “Sensor fusion system pre-crash safety system,” *Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symp.*, pp.14-17, June 2004.
- [7] S. Nedevschi, R. Danescu and T. Marita, “A sensor for urban driving assistance systems based on dense stereovision,” *Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symp.*, pp.276-283, June 2007.
- [8] 오주택, 조준희, 이상용, 김영삼, “위험운전유형 분류 및 데이터로거 개발,” 한국ITS학회 논문지, 제7권, 제3호, pp.15-28, 2008. 6.
- [9] 오주택, 이상용, 김영삼, “위험운전 유형에 따른 임계값 개발,” 한국도로학회지, 제11권, 제1호, pp.69-83, 2009. 3.

저자소개



오 주 택 (Oh, Ju-Taek)

1995년 2월 : 한양대학교 도시공학과 학사
1998년 8월 : Rutgers, The State of New Jersey 도시 및 지역계획 석사
2002년 12월 : Georgia Institute of Technology 교통공학 박사
2003년 5월 : University of Arizona Post. doc
2003년 5월 ~ 현 재 : 한국교통연구원 연구위원



이 상 용 (Lee, Sang-Yong)

2002년 2월 : 국민대학교 공과대학 토목환경공학과 학사
2005년 3월 : 국민대학교 건설시스템공학부 교통공학과 공학석사
2004년 9월 ~ 현 재 : 한국교통연구원 연구위원



이 상 민 (Lee, Sang-Min)

1985년 2월 : 연세대학교 건축공학과 학사
1987년 2월 : 연세대학교 건축공학과 도시계획 석사
1998년 12월 : University of Leeds, Institute for Transport Studies 박사
1989년 2월 ~ 현 재 : 한국교통연구원 선임연구위원



김 영 삼 (Kim, Young-Sam)

1997년 2월 : 국민대학교 공과대학 자동차공학과 학사
1999년 2월 : 국민대학교 대학원 자동차공학과 공학석사
1999년 3월 ~ 2001년 8월 : (주)HME
2001년 10월 ~ 현 재 : (주)이노시물레이션 팀장