

# 차량용 지능형 Head-Up Display의 적용 실험

## Implement of Intelligent Head-Up Display for Vehicle

손희배\* · 반형진\*\* · 양권\*\* · 이영철\*

Hui-Bae Son and Hyeong-Jin Ban and Kwun Yang and Young-Chul Rhee

\* 경남대학교 정보통신공학과

\*\* 덴소풍성전자(주)

### 요 약

본 논문은 차량 안전시스템을 위한 지능형 HUD 시스템의 특성을 고찰하였다. HUD 시스템은 차량에서 항상된 운전자 정보 전달과 새로운 지능형 교통시스템을 제공한다. 자동차의 속도, 거리표시, 엔진 RPM, 내비게이션, 엔진 온도, 연료 게이지, 방향지시등, 경고 표시등에 대한 기본적인 정보를 운전자에게 전달한다. 본 논문에서 설계한 지능형 HUD 시스템은 TFT LCD, LCD 백라이트 LED, 평면 미러, 특수 제작된 렌즈 및 구동회로로 구성되었다. 본 논문은 운전자 안전성을 고려한 차량용 지능형 HUD 시스템을 제작, 분석하였다.

**키워드 :** 헤드업 디스플레이, 자동차 전면 유리, 자동차, 차세대 지능형 모니터, 디지털 정보 디스플레이

### Abstract

This paper deals with implementation of intelligent head up display for vehicle safety system. The Implanted new intelligent transport system offer the potential for improved vehicle to driver communication. The most commonly viewed information in a vehicle is from the Head up display, where speed, tachometer, engine RPM, navigation, engine temperature, fuel gauge, turn indicators and warning lights provide the driver with an array of fundamental information. TFT LCD, LCD Back light led, plane mirror, lens and controllers parts were designed to head up display system. Finally, In this paper, we analyze intelligent head up display system for vehicle of driver safety.

**Key Words :** HUD(Head-Up Display), Windshield, Automotive, Smart Display, Information Display

## 1. 서 론

전 세계적으로 자동차용 디스플레이 통합화에 대한 요구가 늘어나고 있으며, 자동차의 주행 안전시스템은 차량의 도로상황과 안전한 자동차의 운전자를 위해 새롭고 많은 기술들이 점점 부상하고 있다, 특히, HUD 시스템은 운전자 또는 조종사의 시선과 눈의 초점 수렴거리를 크게 변화시키지 않고 주행에 필요한 현재상태를 볼 수 있도록 하여 눈의 피로를 줄이고 시선의 이동에 의한 돌발사고의 위험을 감소시켜주는 장치이다[1]. 미국고속도로 협회에 따르면 2005년에 과속으로 인한 사고로 13,113명이 목숨을 잃었으며, 한해 미국에서 약 404만 달러의 비용이 모든 과속 사고의 30%를 차지한다[2]. 과속은 자동차 법률위반뿐만 아니라 우연한 사고의 중대한 이유이다. 이러한 자동차 안전기술들이 대두되고 있으며, 이를 방지하기 위한 장치로 야간에 보행자 감지를 위한 지능형 나이트비전과 후진경고와 카메라 및 차선이탈경고 시스템, 충돌 예방 브레이크 지원 시스템 등으로 예방이 가능하다[3].

따라서 수많은 정보시스템이 제공하는 여러 시각정보를 운전자의 시각적 간섭을 최소화하면서 효율적으로 전달할 수 있는 새로운 인터페이스의 설계는 지능형 고안전 차량의 실용화에 있어서 매우 중요한 문제이다[4,5]. 최근 고가의 차량에 장착되는 통합 스마트 모니터 시스템은 차량의 현재 속도, 연료 잔량, 내비게이션 길안내 정보 등을 운전자 바로 앞 윈드실드에 그래픽 이미지로 투영함으로써 운전자가 불필요하게 시선을 다른 곳으로 옮기는 것을 최소화시켜주는 첨단 차량 디스플레이 장치이다[6,7]. 다른 디스플레이 장치와 차별화된 점은 운전자의 즉각적인 반응을 유도함과 동시에 편의성을 제공해준다는 것이다[8,9]. 미래의 첨단안전장치 ASV(Advanced Safety Vehicle)은 오래전부터 연구하고 실용화하면서 지능형 안전시스템을 끊임없이 개발하고 있다[10,11,12]. 사고가 나면 자동으로 내비게이션에 의해 고객센터로 알리는 지능형 긴급 알림 시스템, 지능형 화재 자동 소화시스템, 차량용 블랙박스, 차간/차선 간 충돌방지 센서 경고시스템, 운전자가 계기판을 보지 않고도 운행정보를 알 수 있는 지능형 HUD 시스템 등이 있다. 특히, 지능형 HUD 시스템은 운전자의 시야를 분산 시킬 수 있는 기존의 디스플레이와는 달리 운전자의 주시선 위치에 주행에 필요한 정보를 외부 시야와 함께 중첩시켜 표시함으로써 시선이동에 따른 사고의 위험으로부터 운전자를 보호한다[13,14]. 또한 나이트비전(Night Vision : 야간 운전 시 운전자의 시야를 확보하도록 도와주는 카메라 영상) 영상을 보여 줌으로써 야간 운전 시 보행자나 방해물의 시야를 확

접수일자 : 2000년 5월 1일

완료일자 : 2000년 11월 1일

“본 논문은 본 학회 2010년도 춘계 학술대회에서 선정된 우수논문입니다.”

감사의 글 : 본 연구는 2010년 동남 광역경제권 선도 산업 지원사업에 의해 수행되었음.

보하여 충돌 사고 등을 미연에 예방한다[15-18]. 따라서 본 논문에서는 운전자 통합 스마트 모니터를 위한 지능형 Head-Up Display장치를 개발하여 분석 및 적용함으로써 자동차 운전자의 편의성 및 안전성을 확보할 수 있도록 구현하였다. 향후, HUD를 적용이 가능한 운송 교통수단인 기차의 야간운행에 안전한 철길 상황이나 선로의 방향 지시의 기능적용이 가능하며 위성 항법장치기능을 추가한 선박용 통합 스마트 모니터는 육안으로 식별하기 어려운 선박의 야간 충돌 및 항해 때 생기는 각종 위험 요소들을 해결 하는 등에 응용이 가능하다.

## 2. 지능형 HUD 시스템 구성

HUD란 운전자 또는 조종사의 시선과 눈의 초점 수렴거리를 크게 변화시키지 않고 주행에 필요한 요소 즉, 속도, 안전표지, 방향안내 등의 운전자가 볼 수 있는 현재 상태를 볼 수 있도록 하여 눈의 피로를 줄이고 시선 이동에 의한 돌발 사고의 위험을 감소시켜 주는 장치이다. 근래에는 항공기뿐만 아니라 자동차에도 응용하기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다[3,7].

본 논문에서 적용한 통합 스마트 모니터 HUD 시스템은 표시기 TFT LCD와 LCD 백라이트 LED를 광원으로 이미지를 생성하고 TFT LCD로부터 생성된 디스플레이 이미지는 평면 미러와 다중초점 곡면미러를 통해 이미지왜곡을 보정하며, 특수 제작한 렌즈를 사용하여 윈드실드로 전송된 이미지를 투사 및 이중상이 제거되어 운전자의 시선에 수많은 자동차 정보가 표시된다. 통합 스마트 모니터 시스템의 패키지는 밝고, 또렷한 이미지 확보를 위한 효율적인 광학 경로 확보를 최우선으로 하여 설계되었으며, TFT LCD로부터 발생되는 열은 효과적인 방출과 회로기판의 최적화된 배치를 모두 고려하여 설계되었다. 그림 1은 구현한 통합 스마트 모니터 지능형 HUD 시스템의 전체 구성도를 보여 주고 있다.

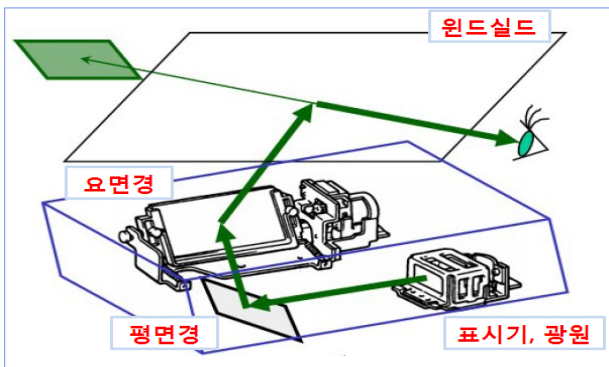


그림 1. 통합 스마트 모니터 지능형 HUD 시스템 구성도  
Fig. 1. The diagram of integrated smart monitor HUD system

## 3. HUD 시스템 광학계 특성 분석

통합 스마트 모니터 시스템은 운전자의 시야를 분산 시킬 수 있는 기존의 디스플레이와는 달리 운전자의 주시선 위치에 주행에 필요한 정보를 외부 시야와 함께 표시함

으로써 시선이동에 따른 위험요소를 제거 할 수 있다. 그림 2는 Eye mark 기록계를 통한 운전자 시선 빈도 및 이미지 표시 영역을 시뮬레이션 결과이다. 윈드실드 정면 아래쪽으로 운전자의 시선이 집중되는 현상을 보였으며, 이는 HUD 광학 경로 시뮬레이션에서 이미지가 다중초점 곡면미러와 평면경을 통하여 윈드실드에 상이 맺어지는 광학경로를 분석할 수 있다.

본 시스템의 광학계 특성은 차량에 장착이 용이 하도록 최대한 작은 사이즈의 패키지로 제작하여 윈드실드 아래쪽에 표시할 수 있도록 광학적인 시뮬레이션을 통하여 더 적절한 위치를 선정하였다. 그림 3은 운전자가 주변 환경에 대한 반응 시간을 Cluster 와 HUD를 비교하였으며, 그림 4는 무한대에 맞춰져 있는 운전자의 눈동자의 초점 변화 없이 영상 인식이 가능한 최소 표시 거리는 2m ~ 2.5m가 영상 이미지가 최적인 운전자 눈에 맺히는 거리와 초점시간 관계를 나타내었다.

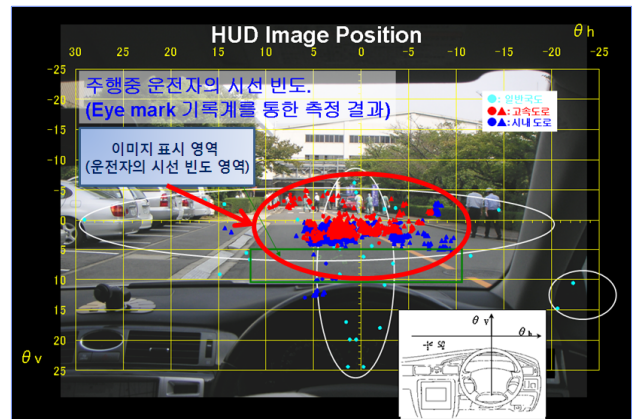


그림 2. 운전자 시선 빈도 및 통합 스마트 모니터 시스템 이미지 표시 가능 영역  
Fig. 2. Image indication available area of driver's eyes frequency and integrated smart monitor system

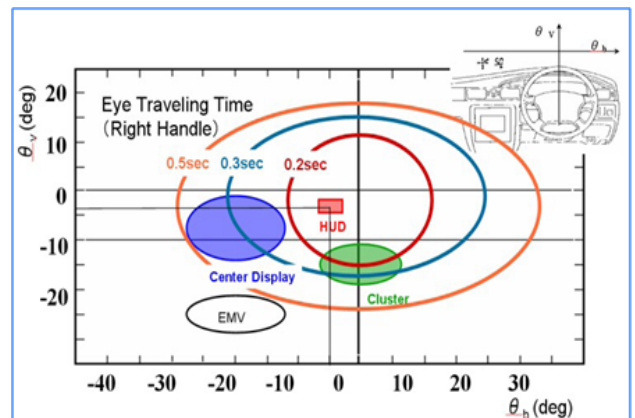


그림 3. 운전자 반응 시간 비교도  
Fig. 3. Image indication available area of driver's eyes frequency and integrated smart monitor system

그림 5는 운행 중 운전자에게 보여지는 실제 이미지에 대한 시뮬레이션이며, 그림 6은 밝고 선명한 디스플레이 및 빛의 반사 구조, 효율적인 반사와 확대/축소를 위한 미러의

고확대 광학기술 및 왜곡 보정을 고려한 광학 경로 시뮬레이션이다.

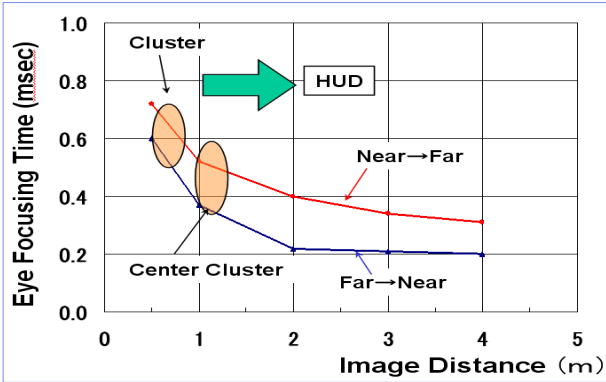


그림 4. 영상 이미지가 운전자 눈에 맺히는 거리와 초점시간 관계

Fig. 4. Relation eye focusing time and distance of image

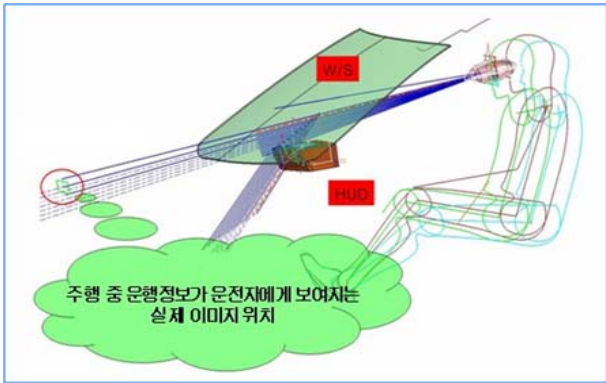


그림 5. 운행 중 운전자에게 보여지는 실제 이미지  
Fig. 5. Real image of driver's eyes for driving

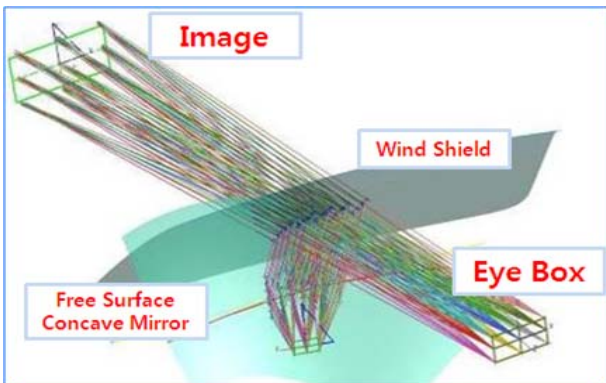


그림 6. 운전자 시선 빈도 이미지 표시 가능 영역 시뮬레이션

Fig. 6. Simulation of image indication available area of driver's eyes frequency

그림 6과 같이 광학계 시스템에서 TFT LCD로부터 생성되는 이미지는 다중초점 곡면미러 및 평면경을 통하여 윈드실드에 상이 맺어지며 실제 보이는 효과는 윈드실드 앞에서 이미지의 상이 맺히도록 그 특성을 시뮬레이션 하였다.

그림 7은 시뮬레이션을 통해 제작된 다중초점 곡면미러와 평면경의 외형 구조이다.



그림 7. 다중초점 곡면미러(좌) 및 평면경(우)의 외형 구조  
Fig. 7. The outline of concave mirror (left) and plane mirror (right)

## 4. HUD 제어기 시스템 분석

### 4.1 하드웨어 시스템

통합 스마트 HUD 시스템의 하드웨어 구성은 중앙 처리 신호, 그래픽 처리 회로, 전원회로, 통신 등으로 구성되어 있다. 고성능 32Bit 마이크로프로세서는 TFT LCD 그래픽 처리 및 LCD 백라이트 LED를 구동할 수 있게 설계되었고 Night vision 및 후방 카메라 입력신호와 그래픽 컨트롤러 IC를 사용하여 영상신호를 아날로그 또는 디지털로 그래픽 처리를 하였다. 자동차의 ECU와 HUD의 인터페이스는 자동차의 핵심통신망인 CAN 통신을 채택하였고, 전원회로에서 EMI, EMC 문제로 마이크로프로세서와 그래픽 처리 부분의 회로를 분리, 고성능의 DC-DC 컨버터의 노이즈를 고려한 설계, 그래픽 컨트롤러의 고주파 노이즈 억제에 필요한 회로를 추가하여 설계 및 분석하였다. 운전 중에 카메라에서 입력되는 영상신호는 비디오처리 회로에서 신호처리 되어 TFT LCD에 화면이 출력되며, 윈드실드에서 보이는 화면밝기를 LCD 백라이트에서 효율적으로 밝기를 제어해주는 LED 구동회로로 구현 하였다. 또한, 여러 운전자의 다양한 시야조건을 만족할 수 있도록 다중초점 곡면미러와 평면경에 높이 조절용 모터를 구동할 수 있는 미러 구동 모터 회로로 H/W를 구성하였다.

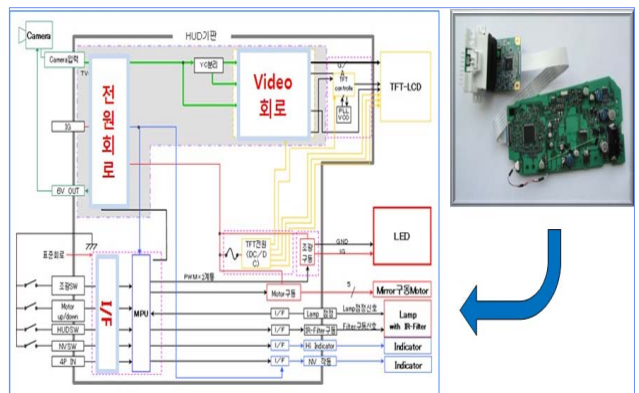


그림 8. 통합 스마트 모니터 시스템 H/W 블록도  
Fig. 8. H/W block diagram of integrated smart monitor system

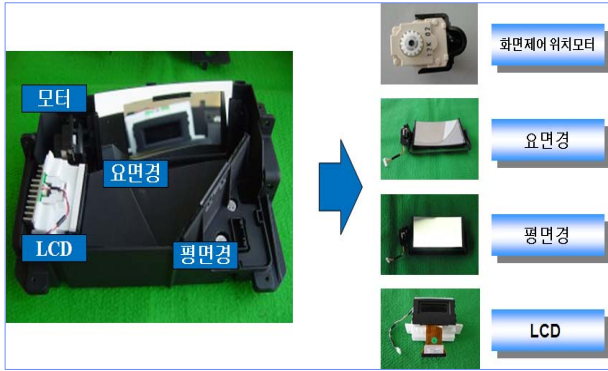


그림 9. 실제 제작한 지능형 HUD 시스템 구성  
Fig. 9. Developed HUD system



그림 10. 통합 스마트 모니터 시스템  
Fig. 10. The integrated smart monitor system

그림 8은 통합 스마트 모니터 시스템의 H/W 전체 블록도를 나타내고 있으며, 그림 9는 운전자의 보시 거리에 따라 높이 조절이 가능한 위치제어 모터와 다중초점 곡면미러와 평면경 LCD로 구성된 HUD 시스템의 구성이다. 그림 10은 실제 제작된 통합 스마트 모니터 시스템이다. 통합 스마트 모니터 시스템은 고속의 통신 신호로 각종 영상신호를 처리하기 때문에 전자파에 민감하게 반응할 가능성이 존재하므로 전자파를 고려한 부품선정 및 회로구성, PCB 설계로 H/W를 구현하였으며, HUD 시스템의 S/W 구성으로는 마이크로 컨트롤러의 디스플레이 알고리즘, 그래픽 컨트롤러의 TFT LCD 및 LCD 백라이트 LED 제어, 나이트비전의 입력신호 제어, CAN 통신을 통한 속도, RPM, 방향지시등, 각종 경고등의 신호를 처리 할 수 있도록 모듈 단위로 S/W를 구현하였다.

#### 4.2 소프트웨어 구성

복잡한 통신 및 영상 알고리즘 처리를 위해 최대한 간결한 소스코드 설계 및 임베디드 분야에 널리 사용되고 있는 C 언어를 사용하여 설계하였으며, 모듈단위로 소프트웨어를 작성하여 소프트웨어의 품질 강화 및 재사용성을 확보하였다. 그림 11은 통합 스마트 모니터 시스템의 소프트웨어 블록도를 나타내었으며, 입력부는 HUD 전원, CAN통신, 하이빔, 시트벨트, 미러모터, 나이트비전 전원, 조광등으로 구성되며, 출력부에서는 TFT LCD, 미러 높이조절부, 후방 카메라, 나이트비전, 속도, 시트벨트등 각종 경고등으로 구성되어있다. 그림 12는 조명의 밝기를 조절하는 조정 모드와

나이트비전 모드 방방감지카메라 모드 등의 모든 이벤트의 상태를 운전자가 설정할 수 있도록 나타낼 수 있는 사용자 인터페이스의 흐름도를 나타내었다.

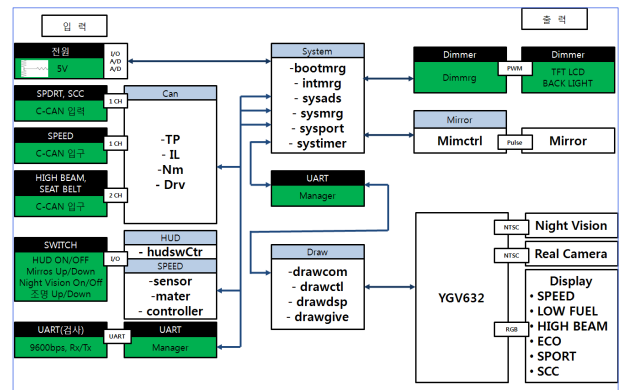


그림 11. 통합 스마트 모니터 시스템 S/W 블록도  
Fig. 11. S/W block diagram of integrated smart monitor system

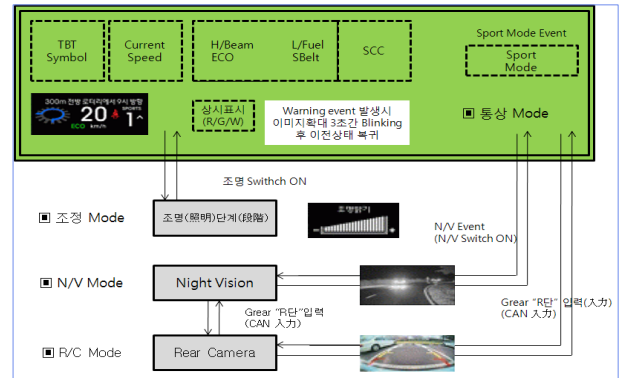


그림 12. 통합 스마트 모니터 시스템 S/W GUI 흐름도  
Fig. 12. GUI flow diagram of integrated smart monitor system

### 5. HUD 시스템의 차량 장착 및 평가

차량시스템의 전면에 윈드실드 디스플레이를 통하여 편의 장치 증대에 대한 요구를 만족 시키고, 안전 주행을 도와주는 자동차 통합 스마트 모니터 시스템은 운전자 시야 확보를 통한 안전성 및 편의성을 강화한 나이트 비전, 방향 지시등, 내비게이션과 연동하여 Turn by Turn 신호 표시 등은 운행 중 내비게이션을 보기위해 시선을 옮기는 불편함을 덜어주며, 시야 이동 없이 운전에만 집중함으로 인한 안전성이 증대된다. 야간에 보행자가 영상으로 보이게 하는 첨단장치인 나이트 뷰는 이미지를 운전자 앞 윈드실드에 선명하게 표시하여 야간 주행 시 인명사고 예방가능하다. 이러한 나이트비전은 야간 및 터널구간에 넓은 시야를 확보함에 따라 운전이 용이해질 뿐 아니라 안전 운행에도 큰 도움이 된다.

그림 13은 나이트 비전을 사용 했을 시 시야 확보 정도를 보여준다. 야간에 운전자 안전성을 위해 나이트비전을 사용함으로써 물체를 확인할 수 있는 시야를 확보하였음을

나타낸다. 그리고 일반적인 운행 정보의 이미지를 나타내는 운전자 통합 스마트 모니터 이미지이다. 그림 14는 실제 차량에 장착되어 주행 테스트를 통한 HUD 시스템의 기능 및 특성분석을 위한 운전자 통합 스마트 모니터 HUD 시스템의 실장 이미지이다.



그림 13. 나이트비전 및 운전자 통합 스마트 모니터 이미지  
Fig. 13. Night vision (left) and photograph (right) of driver integrated smart monitor system



그림 14. 실제 차량에 장착된 HUD 시스템  
Fig. 14. Installation to test vehicle

고품질의 이미지 구현을 위한 통합 스마트 모니터 시스템은 HUD 전용 윈드실드 개발이 필요하다. 효과적인 이미지의 투사를 위해 새로운 타입의 윈드실드 개발요소이지만 현재 차량에 사용되는 일반적인 윈드실드 사용 시 이미지의 품질이 낮아지며 특히, 이미지가 겹쳐 나오는 이중상의 표시 문제가 있다. 이러한 문제는 광학 시뮬레이션을 통한 고 확대 광학기술 및 왜곡 보정으로 밝고 선명한 디스플레이를 위한 빛의 반사 구조, 빛의 효율적인 반사와 확대/축소를 위한 미러 설계로 문제를 해결 할 수 있다. 그림 15는 통합 스마트 모니터 시스템의 HUD를 적용하여 윈드실드에 나타난 이미지이다.



그림 15. 윈드실드에 나타난 실제 이미지  
Fig. 15. Illustration of alerts used

## 6. 결 론

본 논문에서는 차량 안전시스템을 위한 운전자 보조 통합 스마트 모니터 지능형 HUD 시스템을 제작 및 분석하였다. 운전자의 눈의 초점을 이동하게 되는 결상 영상의 경우 HUD의 본연의 목적에서 벗어나므로, 눈의 초점이동 없이 차량 전방 감시와 차량 정보를 습득할 수 있도록 결상 영상과 눈의 거리를 논의하며, 시험 및 검증하여 시인 성능을 광학 시뮬레이션을 통해 개선하였다. 제작된 지능형 HUD 시스템은 TFT LCD와 LCD 를 광원으로 하여 이미지를 생성하고 TFT LCD로 부터 생성된 디스플레이 이미지는 평면경 미러와 다중초점 곡면미러를 통해 이미지왜곡을 보정하며, 특수 제작한 렌즈를 사용하여 윈드실드로 전송된 이미지를 투사하여 운전자의 시선에 자동차 안전 및 편의 정보가 표시된다. 주위 배경 및 밤과 낮의 밝기에 따라 이미지가 두 개로 보이는 이중상의 표시 문제와 이미지가 기울어지는 현상을 볼 수 있었다. 이러한 문제는 고 확대 광학기술 및 왜곡 보정 시뮬레이션으로 밝고 선명한 디스플레이를 위한 빛의 반사 구조, 이미지의 확대/축소를 위해 미러의 광학계 설계 및 윈드실드 문제를 해결 할 수 있다. 향후 이러한 문제점을 보완 할 수 있도록 TFT LCD의 광원 소스를 대체하는 레이저 다이오드를 사용하여 레이저 다이오드의 장점인 빛의 직진성을 이용한 레이저 프로젝터 HUD 시스템의 적용 및 연구분석이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] NHTSA National Center for Statistics and Analysis, *Traffic Safety*: U.S. Dept. Transp., Nat. Highway Traffic Safety Admin.
- [2] Doshi, A; Shinko Yuanhsien Cheng; Trivedi, M.M; "A Novel Active Heads-Up Display for Driver Assistance", Systems, Man, and Cybernetics, Part B: *Cybernetics, IEEE Transactions on Volume: 39 ,Issue:1, 2009, Page(s): 85-93.*
- [3] S. Nakajima, S. Ino, K. Yamashita, M Sato, A. Kimura, "Proposal of Reduction Method of Mixed Reality Sickness using Auditory Stimuli for Advanced Driver Assistance Systems", *Industrial Tech, 2009. IEEE International Conf, 2009, Page(s):1-5*
- [4] L. Angell, H. Auflick, P. Austria, D. Kochhar, L.Tijerina, W. Biever, T. Diptiman, J. Hodgsett, and S. Kiger, "Driver workload metrics project: Task 2 final report," *U.S. Dept. Transp., NHTSA, Washington, D.C., Tech. Rep. DOT HS 810 635, nOV. 2006.*
- [5] K. Takemura, J. Ido, Y.Matsumoto, and T. Ogasawara, "Drive monitoring system based on non-contact measurement system of driver's focus of visual attention,' in *Proc. IEEE Intell. VEH. Symp., Jun. 2003, pp. 581-586*".
- [6] L. Petersson, L. Fletcher, and A. Zelinsky, "A framework for driver in the loop driver assistance systems, " in *Proc.IEEE Intell. Transp.*

Syst., Sep 2005, pp.771-776.

[7] S. Y. Cheng and M. M. Trivedi, "Turn intent analysis using bodypose for intelligent driver assistance," *Pervasive Comput.*, vol. 5, no. 4, pp. 28-37, oct.-Dec. 2006

[8] A. Doshi and M. M. Trivedi, "A comparative exploration of eye gaze and head motion cues for lane change intent prediction," in *proc. IEEE Intell. Veh. Symp.*, 2008

[9] J. McCall and M. M. Trivedi, "Driver behavior and situation aware brake assistance for intelligent vehicles," *Proc. IEEE*, vol. 95, no.2, pp. 374-387, Feb. 2007.

[10] M. M. Trivedi, T. Gandhi, and J. McCall, "Looking in and looking out of a vehicle: Computer vision based enhanced vehicle safety," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 8, no. 1, pp. 108-120, Mar. 2007.

[11] Y. -C. Liu and M. -H. Wen, " Comparison of head-up display(HUD) vs. head-down display(HDD): driving performance of commercial vehicle operators in Taiwan," *Int. J. of Human-Computer Studies*, vol. 61, no. 5, pp. 679-697, 2004.

[12] *Development of Human Factors Guidelines for Advanced Traveler Information Systems and Commercial Vehicle Operations Components of the Intelligent Transportation Systems: Identification of Strengths and Weaknesses of Alternative Information Display Formats*, Publication No. FHWA-RD-96-142, Federal Highway Administration, Washington, DC.

[13] Y. Suzuki, S. Ino and N. Onda, "A guideline for the design of a mixed reality environment based on physiological and psychophysical measurements", *Mixed Reality Systems Laboratory Inc.*, 2001.

[14] S. Nakajima, S. Ino, and T. Ifukube, "A preliminary study of MR sickness evaluation using visual motion aftereffect for advanced driver assistance systems," *Proceedings of the 29th International Conference of the IEEE EMBS 2007*, pp. 3044-3047, 2007.

[15] Z. Wang, B. Chen, H. H. Cheng, B. D. Shaw and J. Palen, "'Performance analysis for design of a high-precision electronic opto-mechanical system for vehicle delineation detection on the highway,'" *ASME J. Mech. Des.*, vol. 125, no. 4, pp. 802-808, Dec. 2003.

[16] W. G. Najm, Jr. M. Mironer, J. S. Wang and R. R. Knippling, *Synthesis Report: Examination of Target Vehicular Crashes and Potential ITS Countermeasures. DOT HS 808 263, NHTSA, U.S. Dept. of Transportation*, 1995.

[17] V. Leinonen, M. Kankaanp, H. Vanharanta, O. Airaksinen and O. Hanninen, "Back and Neck Extensor Loading and Back Pain Provocation in Urban Bus Drivers with and without Low Back

Pain," *Pathophysiology*, Vol.12, pp.249-255, 2005.

[18] P. Bouchner, S. Novotn and M. Hajn, "Analysis of Technical and Biological Outputs from Simulated Driving, Focused on Driver's Fatigue Detection," *Proceeding of Driving Simulation Conference Asia/Pacific. Tsukuba: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)*, pp.176-188, 2006.

## 저 자 소 개



**손희배 (Hui-Bae Son)**  
2009년~현재: 경남대학교 대학원  
정보통신공학과 박사과정

관심분야 : Head-Up Display, Video SoC, Mobile Display



**반형진 (Hyeong-Jin Ban)**  
1988년~현재: 덴소풍성전자(주) 부장

관심분야 : Head-Up Display, Laser HUD System, Cluster Display



**양 권 (Kwun Yang)**  
1992년~현재: 덴소풍성전자(주) 팀장

관심분야 : Head-Up Display, Laser HUD System, Cluster Display



**이영철 (Young-Chul Rhee)**  
1981년~현재: 경남대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : Video SoC, Panel Display, Laser Display, 지능형시스템