

# 국가 주도형 자동차 지능형 안전시스템 개발의 세계적 동향 분석

김정현

(경성대학교 메카트로닉스과 전임강사)

제우성

(경성대학교 메카트로닉스과 부교수)

## I. 서론

본 논문은 자동차 지능형 안전시스템을 개발하는 국가 주도형 사업들의 동향 분석을 담았다. 특히, 운전자 주의 분산에 의한 사고를 예방하기 위해 선진국들이 펼쳐온 Human Man Interface (HMI)에 관한 연구를 중점적으로 다루었다. 이를 위해, 유럽의 COMUNICAR [3] 사업과 AIDE[4,5] 사업 그리고 미국의 Save-it [2,6] 사업을 조사하였다.

### 1. 국가주도형 사업의 필요성

최근 자동차 예방안전이 사회적 이슈로 떠오르는데, 교통사고가 개인과 가족에게 엄청난 물질적인 정신적인 피해를 주는 상황이라는 인식을 넘어, 엄청난 사회적 비용을 초래하는 재해라는 현실에 있다. 도로교통공단의 발표에 의하면, 교통사고 사고로 인한 사회적 비용은 2000년 이후 연간 2.2%씩 꾸준히 증가하고 있으며, 「2007년 도로교통사고로 인한 사회적 비용」에 따르면 2007년 도로교통사고로 인한 사회적 비용은 전년 대비 약 7.1% 증가한 10조 3,441 억원으로, 이는 연간 GDP(901조 1,886억원)에 이르는 막대한 규모이다. 이처럼 자동차 예방안전은 공공성이 매우 강한 분야로서, 세계적으로도 이를 해결하려는 움직임은 자동차 및 부품 제조 회사들 그리고 학계가 참여하는 정부 주도형 사업으로 이루어진 사례가 대부분이다. 유럽의 경우에는 이미 1990년대부터 자동차 회사들과 EU연합을 통해서 자동차 예방안전에 관련하여 많은 연구(PreVENT, COMUNICAR, AIDE)를 진행해 오고 있으며, 미 교통국은 유럽의 영향을 받아서 특히 운전자의 주의 분산과 운전부하에 관한 연구를 2000년대 초반부터 100-Car Naturalistic Driving Study, CAMP(Driver Workload

Metrics Project), SAVE-IT 프로젝트를 통해서 수행해 오고 있다.

### 2. 운전자 주의분산

미국 NHTSA의 보고서에 의하면, 운전자 주의분산과 집중력 감소가 교통사고 중 70% 이상의 원인으로 판단되고 있다 [2]. 최근 휴대전화, 네비게이션 시스템, 무선 인터넷 기기 등 갈수록 복잡해지는 휴대 장치(nomadic devices)의 증가로 운전자 집중력 감소, 운전부주의, 주의분산 등 운전부하와 관련된 사고가 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 차량의 안전운전을 위해서 운전자는 대부분의 주의를 다른 차량들, 보행자들, 장애물 그리고 날씨와 같은 운전과 직결되는 주의 환경에 집중시킬 필요가 있다. 하지만 운전자에게 이러한 요소 이외에도, 상대방과의 대화, 잠생각, 또는 휴대폰으로 통화하기 등과 같이 운전과는 관계가 없는 일들로 주의를 요구하는 요소들이 있다. 이 모든 요소들은 운전자의 전체적인 운전부하에 한 몫을 한다. 운전자가 운전 이외의 일들에 주의를 집중된다면, 안전을 위해 필수적인 운전관련 일에 요구되는 주의를 그만큼 줄어드는 것이다. 이러한 상황에서 뜻하지 않은 사건이 일어난다면, 주의가 분산된 운전자는 적절하게 반응 못하는 상황에 놓일 수도 있다.

### 3. HMI 개발

최근 이러한 문제를 해결하기 위해 Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)와 In-vehical Information System (IVIS)와 같은 많은 종류의 기술들이 이미 시장에 소개되고 있다. 이러한 기술들은 차량 안전을 향상시키고 나아가 유익한 정보를 운전자에게 효율적으로 전함으로써 운전자의 삶의 질을 향상시킨다. 하지만, ADAS 시스템과 같은 기술들도



그림 1. Alfa 社 (a) 및 Volvo 社(b)에 의해 COMUNICAR 시스템 견본 <출처: [3]>

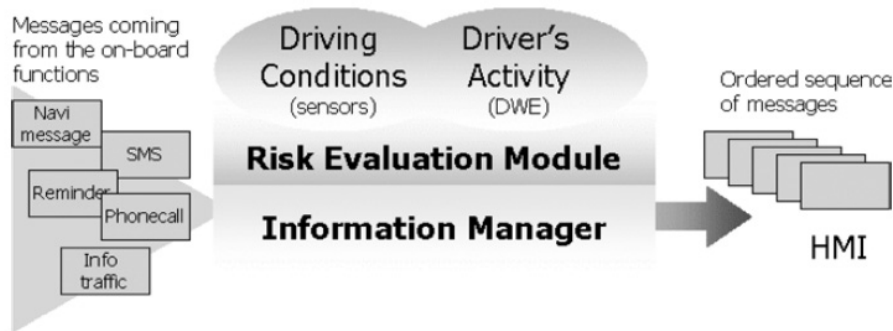


그림 2. COMUNICAR 멀티미디어 HMI의 개념도. 위험 평가 모듈은 전체적인 위험 수위를 계산한다. 이 계산을 바탕으로 정보 관리자 (information manager)의 결정이 이루어진다. <출처: [3]>

인간의 예상치 못한 반응들 때문에, 본래의 취지인 안전도를 되레 떨어뜨리는 결과를 가져올 수도 있다. 이렇듯, 인간과 기계의 점점, 즉 HMI의 효과적인 개발 없이는 통합적인 안전시스템의 성공적인 운영은 어렵다는 인식이 지배적이다.

선진국들에서는 이미 이러한 HMI의 개발을 위해 2000년 이후 많은 사업을 국가 주도형으로 활발히 펼치고 있다. 본 논문은 이러한 흐름을 조망하기 위해 유럽연합의 Comunicar 과 AIDE 사업 그리고 미국의 Save-it 사업을 조사하고 HMI 개발의 동향을 살펴보았다.

## II. 유럽의 COMUNICAR 프로그램

COMUNICAR ( communication multimedia unite inside car) 프로젝트는 유럽 연합 6개국에서 기업, 대학, 연구소를 포함한 11개의 단체들의 참여와 EU의 DG-INFOS의 공동 지원하에 진행되었다. 이 프로그램의 주목적은 주위 환경과 운전자의 상태를 인식하는 HMI의 디자인이다. 이를 위해 모두 3개국 (이태리, 오스트리아, 스웨덴)에서 100명을 대상으로 실차-실제 도로 시험을 시행했으며, 최종적으로 FIAT 社의 Alfa Romeo 147 과 Volvo 社의 S60 차량에 시범적으로 적용되었다 (그림 1).

COMUNICAR의 기본적인 원리는 차량 HMI에 대한 이른바 “dynamic approach”로서, 차량 내의 모든 ADAS, IVIS 및 휴대기기들은 운전자의 운전 부하 (Driver Load) 및 외부 환경과 조화를 이루기만 하면 운전자에게 유익할 수 있다는 것이다. 이러한 인식하에 COMUNICAR의 HMI는 지능적인 스케줄러 (scheduler)로서 운전자의 부하를 적정선에서 유지시키기 위해, 운전자에게 유입되는 정보의 양을 지능적으로 필터링하는 역할을 한다.

이러한 HMI의 개념도는 그림 2에 자세히 그려져 있다. 이 시스템은 크게 두가지 요소로 나뉘는데, 우선 운전자의 부하 정도 및 외부 환경을 평가해 전체적인 위험 수위를 평가하는 위험 평가 모듈 (Risk Evaluation Module)이 있다. 외부적인 환경에 대한 평가는 속도계, 전방 레이더, 차선 이탈 감지 장치 등과 같은 센서로부터 받은 데이터에 의해 이루어진다. 운전자 부하에 대한 평가는 운전자 부하 예측기 (Driver Load Estimator, 이하 DLE)에 의해 이루어지는데, 이는 CEMVOCAS 프로젝트[5]에서 개발된 시스템이다. 이 시스템은 가속 페달, 브레이크, 클러치, 조향 각도, 속도계 및 깜박이로부터 받는 정보에 의해 운전자 부하 평가를 실행한다.

HMI 개념도의 두 번째 요소는 정보관리시스템

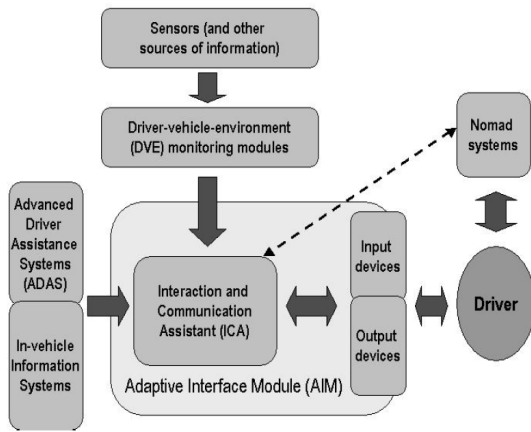


그림 3. AIDE 시스템의 개념도 <출처: [5]>

(Information Management System, 이하 IMS) 이다. 이 시스템은 운전자에게 전달되는 정보를 전체적으로 지능적으로 통제하는 시스템이다. 이 시스템이 구현하는 알고리즘은 위험 평가 모듈의 위험 수위에 따라 운전자에게 걸려오는 전화, 안전 경고, 네비게이터 정보, 등을 계획적으로 전달한다. 이를테면, 운전자가 전방차량을 추월하는 상황에서는 걸려오는 전화나 네비게이터 정보를 일정 시간 늦춰서 운전자에게 전달하는 것이다.

COMUNICAR 사업은 '운전자 중심' 이라는 대명제 하에, 차량 내의 정보 제공 시스템들을 통합-조율-관리한다는 전략을 선도적으로 실현했다는 데에 의의를 가진다. 하지만, 운전자 부하를 효과적으로 측정하는 문제에서, 운전자들의 수용도 면, 그리고 전체

시스템의 효과성 평가방법 개발에 있어서는 이후에 펼쳐진 사업들에 비해 미흡한 부분이 있다고 평가된다.

### III. 유럽의 AIDE 프로그램

AIDE (Adaptive Integrated Driver-vehicle Interface) 사업은 European Commission의 지원 아래, Volvo 社의 기획했으며, 기업(Bosch, CRF, PSD, BMW) 및 학계 (ICCS, TNO, Joint Research Centre)의 단체들이 주관하는 범 유럽형 사업이다. AIDE 프로젝트의 주목적은 늘어나고 있는 차량 정보 기기, 휴대 기기들을 통합 관리하는 적응형 (adaptive) HMI를 개발하는 것이다.

AIDE의 시스템은 (그림 3 참조) 크게 운전자 상태, 외부환경 및 차량의 (Driver-Vehicle-Environment) 상태를 실시간 감지하는 모듈들과 운전자와 차량내에 존재하는 각종 기기간의 교류를 통합 관리하는 ICA (Interaction and Communication Assistant)로 나뉜다.

ICA의 목적은 정보 기기들이 운전자에게 주는 악영향을 최소한으로 줄이고 정보기기들 간의 충돌이 일어나지 않도록 하는 데에 있다. ICA의 기능은 크게 세 가지로 분류될 수 있다: 1. 어떠한 정보가 언제 어떻게 전달되는지에 대한 판단 2. 환경 및 운전자에게 적응한다. 3. 맞춤형 적응형 HMI의 구현. 특히, 휴대 기기의 관리가 중요한 이슈로 떠오르는데, 블루투스와의 같은 근거리 통신을 통해 ICA의 통제를 받도록 한다.

운전자-차량-환경 (이하 DVE) 모니터링 시스템은

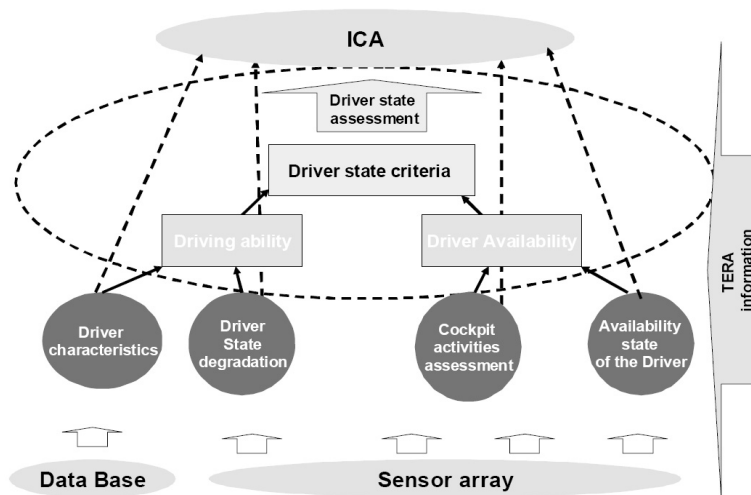


그림 4. 실시간 운전자 모니터링 시스템 <출처: [5]>

HMI의 실시간 적응성의 구현을 가능하게 한다. 특히 운전자의 상태를 실시간으로 모니터링 하는 것이 핵심 요소에 속한다 (그림 4 참조). 이를 위해서 속도계, 차량의 조향 각도와 같은 기본적인 정보들뿐만 아니라 운전자의 시선 및 머리 자세를 자동으로 추적하는 시스템을 개발해, 운전자의 주의 분산 정도를 직접적으로 측정할 수가 있다. 뿐만 아니라, 운전자 개인의 프로파일을 저장해 각 운전자에게 맞춤형으로 적응하는 HMI를 구현할 수도 있다.

AIDE 사업이 개발한 HMI 시스템은 확실히 COMUNICAR의 것보다 한발 앞서 있다고 평가할 수가 있다. 특히 운전자의 상태를 모니터링 하는 데에 있어 발전된 기술을 이용해 큰 효과를 봤다는 평가를 내릴 수가 있다.

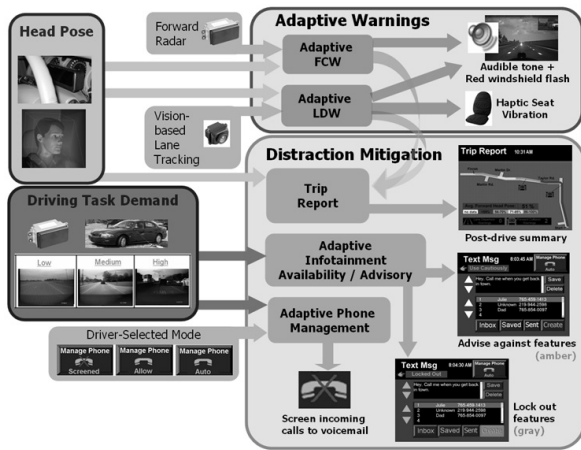


그림 5. Save-it 적응형 HMI의 개념도 <출처: [4]>

#### IV. 미국의 Save-it 프로그램

SAVE-IT 프로젝트는 미국 교통국(US DOT), NHTSA, Volpe의 지원 프로젝트로서 2003년에 시작된 총 5년, 2단계 프로젝트이고 2008년에 종료되었다. 부품업체인 Delphi가 프로젝트를 이끌면서 FORD, IOWA대학, 미시간대학의 UMTRI(University of Michigan Transportation Research Institute)를 중심으로 연구를 진행하였다. 프로젝트의 주요 목적은 운전자 주의분산으로 인한 교통사고를 감소시키고 충돌 예방 시스템의 효과를 극대화 할 수 있는 적응형 운전자 인터페이스를 개발하고 그 효과를 검증하는데 있다. 다음은 Save-it 시스템의 각 요소에 관한 설명이다.

##### 1. 운전자 모니터링

Save-it 프로그램이 진행되는 동안, 델파이사는 생

산을 목표로 하는 운전자 상태 모니터(Driver State Monitor, DSM)을 개발하였다. 그림 6에 나와 있는 이 시스템은 하나의 카메라와 이미지 프로세싱 기법들을 이용해 운전자의 머리 자세가 앞으로 향해있는지를 결정한다. 자동화되지 않은 학습기간을 필요로 하는 연구형 장치들과는 달리, 델파이의 시스템은 완전히 자동화된 시스템으로서 운전자 혹은 실험자로부터의 어떠한 사전 입력을 요구하지 않는다. DSM은 운전자 졸림을 감지하는 능력도 가지고 있었으나, Save-it 프로그램의 영역 밖이라 이 데이터는 이용되지 않았다.

비록 운전자 시선 측정이 머리 자세 측정보다 더 예민한 방법이긴 하지만, 머리 자세 측정은 그럼에도 불구하고 운전자 주의 분산에 대한 좋은 추정치를 제공한다. 많이 벗어나거나 혹은 시간이 긴 비전방 머리 자세를 취하는 운전자는 대부분의 경우 머리와 시선을 동시에 돌리는 경향이 강하다. 그렇게 하는 것이 편하기 때문이다. 그러므로 기술적으로 머리 자세 측정이 더욱 용이하고, 머리 자세 측정이 위험성이 높은 상황들을 감지할 수가 있기 때문에, Save-it 프로그램에서는 시선 측정 대신 머리 자세 측정 DSM 시스템이 이용되었다.



그림 6. 운전자 모니터링 장치 <출처: [4]>

##### 2. 적응형 전방 추돌 경보 (AFCW)

전통적인 전방 추돌 경보 (Forward Crash Warning, FCW) 시스템들처럼, Adaptive Forward Crash Warning (AFCW)는 전방 차량과의 곧 일어날 추돌 가능성을 알리는 델파이 사의 전방 레이더를 이용한다. 하지만, FCW와는 달리, AFCW는 실시간 운전자 머리 자세를 감지하여 운전자의 전방 주의의 정도에 따라 경보의 타이밍을 적응시킨다. 이 전략은 부주의한 운전자들에게 충분한 반응시간을 제공함과 동시에 주의가 집중된 운전자들에게 불필요한 경보를 제공하지 않는, 즉 기존의 FCW 시스템들이 가졌던 타협에서부터 자유롭게 한다.

### 3. 적응형 차선 이탈 경보 (ALDW)

전통적인 차선 이탈 경보 (LDW) 시스템들처럼, ALDW는 델파이의 전방 카메라 그리고 이미지 프로세싱 시스템을 이용해 차선 위치를 감지하고 운전자가 차선을 넘었을 때 운전자에게 경보를 울린다. 이전의 Save-it 연구에 의하면, LDW는 운전자가 전방을 주시하고 있을 때는 별 효과를 발휘 못한다. 그렇기 때문에, ALDW 시스템에서는, 운전자의 머리가 전방을 향해있을 때는 경보들은 울리지 않았다. 차선 변경하기 전에 운전자는 많은 머리 자세 변경을 하기 때문에, ALDW는 잠깐동안의 그리고 한참 동안의 전방에서의 머리 방향 이탈을 구분할 필요성이 있다. 운전자의 머리 자세가 전방에서 일정 시간 이상 동안 이탈했을 때만 경보가 울렸다. 운전자가 차선 변경하기 전에 잠깐 머리 자세를 변화시키는 것이라면, 차선이탈을 충분히 인식하고 있다고 볼 수 있기 때문이다. 2초를 기준으로 잠시 전방 이탈 그리고 일정 시간 이상의 이탈을 구분하는 것이 100대 차량 연구 보고서[1] 에 의해 뒷받침된다.

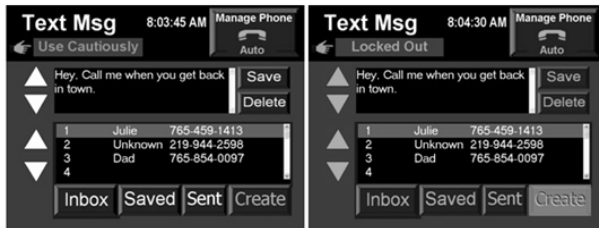


그림 7. 권고 (호박색) 사용제한 (회색) <출처: [4]>

### 4. 적응형 인포테인먼트

운전자의 부하가 증가함에 따라, 운전자들은 인포테인먼트 기기들의 이용을 강제적으로 제한받거나 혹은 제한받을 것을 권고 받는다(그림 9). 권고 사항은 이용이 제한된 기능의 색을 호박색으로 바꿔줌으로써 운전자에게 전달된다. 색깔의 변화 이외에, “조심해서 사용”이라는 문구가 표시되어 운전자에게 조심할 것을 권유한다. 운전자의 부하가 더욱 증가함에 따라, 더 많은 운전자의 주의가 요구되는 기능들은 아예 접근이 차단된다. 접근이 차단된 버튼들은 옅은 회색으로 변하는데, 이는 요즘 많은 유저 인터페이스에서 사용되는 방법으로써 운전자들의 혼란을 줄이기 위해 채택되었다.

### 5. 운전후 보고서

실시간 운전 분산 경보를 울리기 보다는, 운전후

보고서라는 지연된 피드백 메커니즘이 구현되었다. 그림 8에 나와 있듯이 이 보고서는 운전후 운전자에게 보고 되었으며, 머리 자세 전방 향방 비율 및 전체적인 주의 레벨에 대한 정보를 포함하고 있다. 읽기 쉽도록 이 모든 정보는 각각 다른 색깔로 표현되었다. 또한, 각각 FCW와 LDW 경보들이 여행 중 언제 발생했는지도 함께 표시된다. 이러한 시스템이 상용화 된다면 자발성을 띤 시스템이 되겠지만, 운전자의 호기심을 불러일으킬 수 있는 방법으로 구현한다면 사용률을 높일 수 있을 것이다. 호기심을 유발하기 위해선, 몇 마일을 운전했는지 그리고 연비가 얼마인지에 대한 정보도 표시할 수 있다.

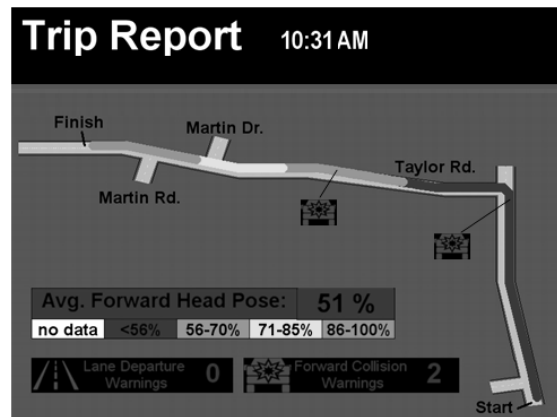


그림 8. 운전후 보고서 <출처: [4]>



그림 9. 외생적인 디스플레이<출처: [4]>

### 6. 경보 HMI

Save-it 프로그램의 목표중에 하나는 FCW 와 LDW 시스템들의 HMI를 더욱 발전시키는 것이었다. 전통적으로 쓰이는 HUD위에 아이콘을 표시하는 방법 대신, Save-it 프로그램에서는 값이 더욱 저렴하고 더욱 효과적인 시각적 디스플레이 방법을 개발하였다. 그림 9에 나와 있는 이러한 외생적인(exogenous) 디스플레이 방식은 운전자 전방의 한 가운데에 빨간 불을 깜빡이게 함으로써 운전자의 시선을 도로 한 가운데로 모이게 한다. 불이 반짝이는 시간은 0.5초 정도로 매우 짧는데, 이것은 운전자가 빨리 위험 상황에 주의를 기울일 수 있도록 하기 위한

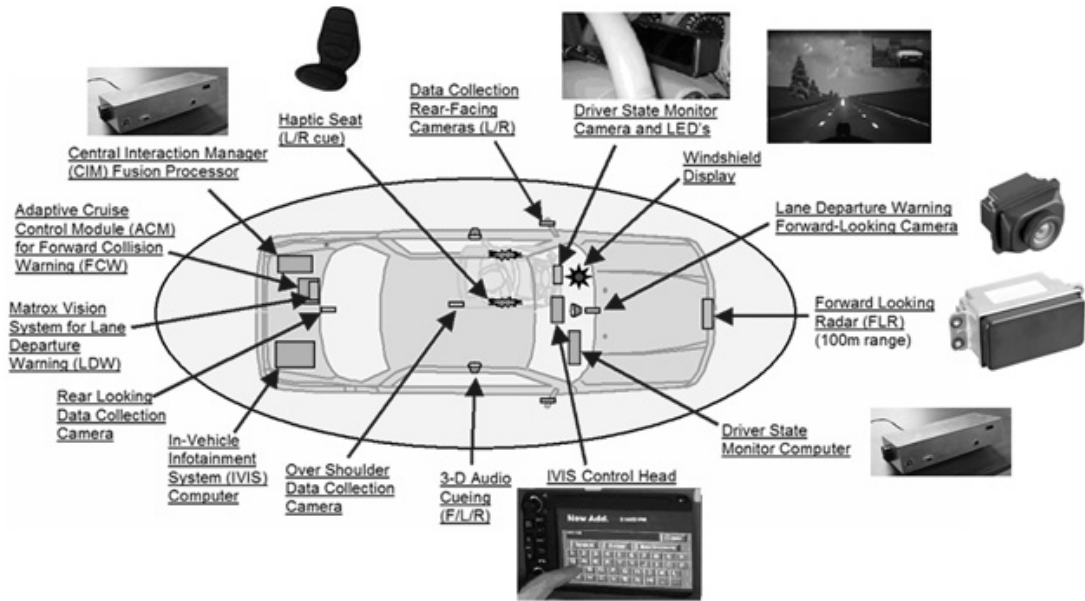


그림 10. Save-it 차량 구조 <출처: [4]>

이다.

주의가 분산된 운전자에게 경보가 전달되지 않았을 경우, 운전자가 위험을 발견하는 데에는 몇 초가 걸릴 수도 있다. 시각적 아이콘이 디스플레이 되었을 경우, 주의 분산을 끊을 수도 있지만, 운전자가 시각적 아이콘을 보고 분석해야하는 추가적인 단계가 발생한다. 운전자들은 경보를 완전히 믿지 않으려는 경향이 있기 때문에, 운전자들은 실제 위험을 제 눈으로 직접 확인하고 나서야 브레이크를 밟는다.

운전 시뮬레이터에서의 실험에 의하면 외생적인 디스플레이가 HUD 아이콘 디스플레이의 경우보다 훨씬 빠른 가속페달 후퇴시간을 갖는다. 또한 외생적인 디스플레이의 가격 경쟁력 및 단순함이 HUD 시스템보다 실제 생산하기에도 훨씬 유리하게 만든다. 이러한 이유들 때문에, 외생적인 디스플레이 시스템은 Save-it 프로그램의 FCW 및 LDW 시스템의 시각적 정보 방법으로 채택되었다.

## V. 결론

본 논문은 지능형 안전시스템을 개발하는 국가 주도형 사업들의 동향 분석을 담았다. 특히, 운전자 주의 분산에 의한 사고를 예방하기 위해 선진국들이 펼쳐온 Human Man Interface (HMI)에 관한 연구를 중심으로 다루었고, 이를 위해, 유럽의 COMUNICAR 사업과 AIDE 사업 그리고 미국의 Save-it 사업을 조사하였다. 각 사업을 조사한 결론을 다음과 같이 정리하였다.

- 운전자가 편안하게 느끼면서 (운전자의 수용도) 운전자에게 효과적인 예방안전을 제공하는 데에는 적응형 HMI가 유리하다.

- 적응형 HMI를 제대로 실현하기 위해선, 운전자 상태 모니터링이 무엇보다 중요하며, 이를 위해서는 운전자 눈동자 및 머리 자세 추적과 같은 새로운 기술이 이용되어야한다.

- 각종 HMI 시스템들의 사고 예방 효과를 실험하기위해서 실제 도로, 실차량이라는 조건 이외에도 실제 사고와 같은 긴박한 상황이 일어나야하는 경우가 많다. 그러므로 장시간 많은 사람들을 상대로 실험을 진행하지 않는 한, 통계적으로 유의미한 결과를 얻기란 쉽지 않다. 이를 극복하기 위해서는 예방 가능성을 가늠하기 위한 효율적인 운전 시뮬레이터들을 개발해 실험 방법론의 정당성 입증해야 한다.

- 마지막으로, 반자동 차량들(semi-autonomous vehicles) 과 관련된 인간 행동의 영향에 관한 연구가 필요한 시점이다. 세계는 반자동 차량들이 구입이 가능하고 법적으로 허용되는 시대에 진입하고 있다. 이 차량들에서 인간은 단순히 감독의 역할을 하고 자동 차량의 능력 밖에 있는 문제가 발생했을 때에 운전자가 끼어드는 식의 역할을 할 것이다. 이러한 상황들은, 기계가 인식할 수 있는 상황도 있겠지만, 기계로부터의 어떠한 경보도 없이 인간이 중재해야할 상황이 생길 수도 있다. 그렇기 때문에 운전자를 모니터링할 필요성은 그만큼 커질 것이다. 반자동 차량들의

이슈들을 이해하는 것이 다음 세대의 안전경보들을 이해하는 데에 핵심이 될 것이다.

본 과제(결과물)는 지식경제부의 지원으로 수행한 에너지자원인력양성사업의 연구결과입니다.

## VI. 참고 문헌

- [1] Wang, J. S., Knippling, R. R., & Goodman, M. J. (1996). The role of driver inattention in crashes: New statistics from the 1995 crash worthiness data system. The 40<sup>th</sup> Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine, October 7-9, 1996, Vancouver, British Columbia.
- [2] 정도현, “미국의 지능형자동차 개발 및 실용화 지원 프로젝트,” 자동차 공학회 저널, 2009-12, p. 63-69
- [3] F. Bellotti, A.D. Gloria, R. Montanari, N. Dosio, “COMUNICAR: designing a multimedia, content-aware HMI for cars”, 5Cogn Tech Work(2005) 7:36-45
- [4] A. Bolvinou, A. Amditis, L. Andreone, J. Engström, H. Kussmann “Driver vehicle environment monitoring for an adaptive automotive HMI: the AIDE approach” Proc. EAM2005 conference, Athens, Greece, 17 - 19 October 2005
- [5] A. Amditis, L. Andreone, A. Polychronopoulos, J. Engström “Design and Development of an Adaptive Integrated Driver-Vehicle Interface: Overview of The AIDE Project” Proc., IFAC 16th World Congress, Prague, Czech Republic, 4 - 8 July 2005
- [6] M. R. H. Smith, G.J. Witt, D.L. Bakowski, “A Final Report of SAFETY VEHICLES using adaptive Interface Technology” Delphi Electronics and Safety, May 2008