

지능형자동차의 안전기술 동향

Safety Technologies of Intelligent Vehicle

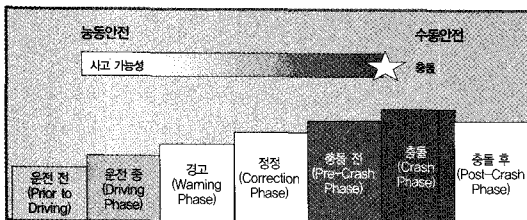


황 인 용 / 만도
In-Yong Hwang / Mando Corporation

이 글에서는 자동차 사고의 피해를 경감시키거나 회피할 수 있는 ABS, ESP, LDWS, ACC, 차량전복 방지장치 등 Active Safety 시스템과 최근 운전자 편의장치로 주목받고 있는 주차보조 시스템의 기술 동향과 앞으로의 전망을 소개하고자 한다.

Active Safety 기술 개요

자동차의 주행 단계를 구분해 보면 아래 그림에서 보는 바와 같이 크게 7단계로 나눌 수 있다. Active Safety 기술은 처음 5단계까지로 차량 안전시스템의 기능이 사고방지에 초점이 맞추어지며, Passive Safety 기술은 다음 2단계로 차량 안전시스템의 기능이 사고 전과 사고 후의 피해를 최소화 시키는 방향으로 기술 개발이 이루어지고 있다.



(미래형 자동차 안전 개념)

| Phase | Goals | Tools |
|---------------------|---|---|
| 1. Prior to Driving | • 목표경로 교통상황, 일반적인 차량상태에 관한 정보 | • Assistance for Optimum Seat Position, Mirror Adjustment, and Seat Belt Use |
| 2. Driving | • 운전자가 주행에 집중할 수 있는 피로도 해소안과 휴먼-머신 인터페이스 | • Night Vision, ACC(with Stop & Go), CDC, ESP |
| 3. Warning | • 위기상황을 예측 가능하게 할 수 있도록 다양하게 지원 • 위험한 차량과 운전상황에 관한 피드백 | • Existing Sensors • Advanced Sensing Technologies (Radar, Camera, ...) • LDWS, BSD |
| 4. Correction | • 능동적 차량 지원(제동, 조향, 현가) | • ESP, AFS, LKS • CDC, Air Suspension |
| 5. Pre-Crash | • 잠재적으로 다가올 충돌을 위해 승객과 차량에 대한 준비 | • ESP, AFS • Electric Pretensioner |
| 6. Crash | • 차량의 충돌 발생 시 안전장치의 사용으로 승객과 도로상의 사람들을 보호한다. | • Airbags • Adaptive Energy Absorbing Steering Column |
| 7. Post-Crash | • 구조 서비스 | • Mayday Calls |

Active Safety 기술의 특성

자동차의 안전 운전을 실현하기 위해서는 운전자가 운전 중에 정확하게 주행상황 및 도로상황을 인

지, 판단하여 주행, 정지, 회전 등의 차량 운동을 적절하게 제어할 수 있어야 하며, 주행 안전 시스템은 크게 종 방향 운동을 지원하는 시스템과 횡 방향 운동을 지원하는 시스템으로 구분할 수 있으며 주행안전 시스템의 최종 목표는 완전 자동운전이라 할 수 있다.

종 방향 운동 안전시스템에는 주행 중에 차간 거리를 자동으로 제어해주는 ACC(Adaptive Cruise Control)가 개발되어 있으며, 향후에는 제어가능 차속의 영역을 시속 40km까지 확대하여 차량의 정지와 발진을 조정하는 Stop & Go 시스템으로까지 발전될 전망이다. 횡 방향 운동 안전시스템에는 차선이탈 경보시스템인 LDWS(Lane Departure Warning System)이 이미 상용화 되어 있으며 차선 유지 지원시스템인 LKAS(Lane Keeping Assist System) 기술이 개발 중에 있다. 또한 향후에는 종 방향 운동 안전시스템과 횡 방향 운동 안전시스템이 상호 협조 제어하는 종합적인 주행안전 시스템이 개발될 전망이다.

을 자동으로 제어하고 차량의 자세를 안정적으로 유지시켜 주어 차량의 안정성을 향상 시켜주는 기술이며, 특히 차량의 Oversteer, Understeer, Rollover 상황에서 이를 방지하는 데 매우 유용하다.

미국 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration) 연구결과(2004. 9)에 따르면 ESP를 사용할 경우 자동차 충돌 사고율이 아래 표와 같이 현저히 감소한다고 밝혀졌다.

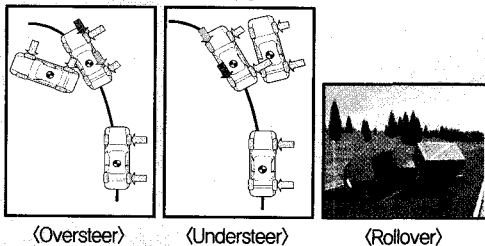
| 구분 | Single Vehicle Crashes | Fatal Single Vehicle Crashes |
|------------|------------------------|------------------------------|
| 승용차(ESP장착) | ESP 비 장착 차량에 비해 35% 감소 | ESP 비 장착 차량에 비해 30% 감소 |
| SUV(ESP장착) | ESP 비 장착 차량에 비해 67% 감소 | ESP 비 장착 차량에 비해 63% 감소 |

ESP는 특히 SUV와 같은 전복 사고에 취약한 차량들에 효과적이다. 미국에서는 매년 전복사고로 10,376명이 사망하고 있으며, 전체 차량사고 사망원인의 33%가 전복사고로 나타날 정도로 심각하다.

Active Safety 기술의 종류

1) ESP(Electronic Stability Program)

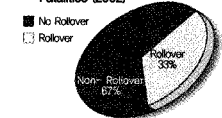
차량의 주행 조건 및 노면의 상태에 따라 4륜과 엔진 제어를 통해 운전자의 차량 주행방향 이탈 또는 눈길 또는 차량선회 시 긴급 제동상황에서 주행방향



Rollover Occurrences in Crashes(2002)



Rollover vs. Non-rollober Fatalities (2002)



2) Rollover 방지 시스템



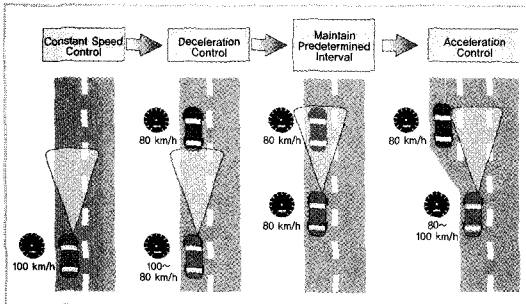
(출처 : NHTSA(2004))

Rollover 방지시스템은 차량에 설치되어 있는 다른 여러가지의 안전장치와 연동하여 전복을 가능성을 판단하고 필요한 예방조치를 취한다. 만일 차량

의 전복이 불가피하면 운전자에게 경고와 동시에 안전벨트와 에어백의 작동을 포함한 모든 운전자 보호 시스템을 작동시킨다.

3) ACC(Adaptive Cruise Control)

ACC는 가속페달과 브레이크페달의 조작을 통해 차간 거리를 제어해 주는 시스템으로 운전자의 안전 운전을 지원하며, 시스템 구성은 밀리파 레이더, 제동장치, 동력전달장치 등으로 이루어져 있다. ACC는 운전자가 선택한 속도까지 자동으로 차량의 속도를 증가시켜 주며, 전방에 느린 속도로 주행하는 차량이 발견되면 자동으로 차량 속도를 줄여주고, 전방의 상황이 정상화되면 다시 차량 속도를 증가시켜 선택된 속도까지 차량의 속도를 증가 시킨다. 이러한 차량속도와 차간거리 유지를 자동으로 조정하게 되면 운전자에게 운전의 부담을 덜어주고 동시에 안전운전을 지원해 줄 수 있다.

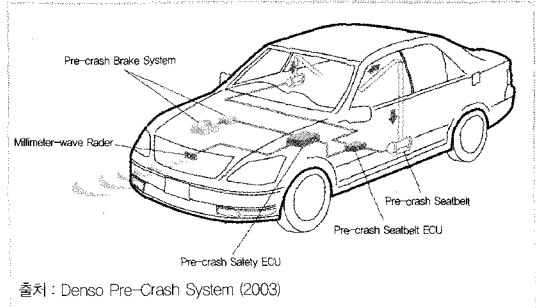


(ACC개념도)

4) Pre-safe System

밀리파 레이더를 통해 감지된 전방 장애물 또는 선행차량과의 거리가 급격히 감소할 경우, ESP에 의한 자동 긴급제동 및 Seatbelt 장력 자동조절을 통하여, 전방 충돌 사고 예방 및 운전자 상해를 최소화하는 시스템으로 외국에서는 PSS(Predictive

Safety System), APIA(Active Passive Integration Approach) 등이 개발되고 있다.



출처 : Denso Pre-Crash System (2003)



출처 : Mercedes-Benz PRE-SAFE System (2003 S-Class)

5) LDWS(Lane Departure Warning System)

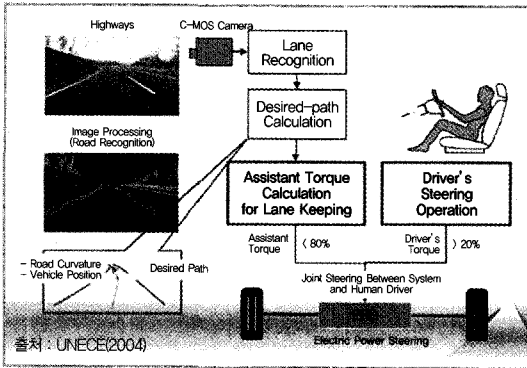
2001년 미국 NHTSA의 '운전자 사고유형 분석보고서'에 따르면 운전자의 부주의 또는 졸음운전 등으로 인해 차량이 차선 및 도로를 이탈하여 발생한 사고가 전체의 43%를 차지하고 있다. 이러한 사고 방지를 위해 LDWS가 이미 개발되어 상용차에 장착되고 있으며 최근에는 승용차에도 적용되었다.

주요 특징은 첫째, Vision Sensor와 Image 인식 Software를 갖춘 LDWS로 차선인식과 차량위치 결정하고 둘째, 의도하지 않게 차선을 벗어날 경우 차량이 요철미 위를 운전하는 것과 같은 소리를 내거나 운전대를 진동시켜 운전자에게 경고하고 셋째, 운전자가 의도적으로 차선을 변경할 경우에는 회전 신호 표시기를 통해 LDWS를 Off시켜 잘못된 경고를 방지한다.

6) LKAS(Lane Keeping Assist System)

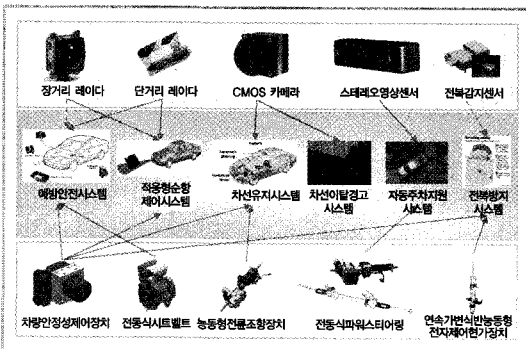
LKS는 LDWS를 통해 차선이탈이 감지되면

EPS(Electric Power Steering) 등을 이용하여 운전자의 조향 조작을 보조하여 도로 상에서 차량의 위치를 정확하게 유지하여 차선 이탈을 방지하고 차선 유지를 지원하는 안전시스템이다.



Active Safety 기술의 전망

미래의 Active Safety 시스템은 탑승자 보호를 최우선으로 하는 개념으로 개발될 전망이다. 이 시스템은 주행하는 노면이나 주위 환경의 인식뿐만 아니라 전방 도로와 차량의 인식을 포함한 신호등, 도로 안내판, 보행자의 인식까지도 포함한다. 또한 향후 기술발전의 방향은 여러가지 기술이 복합되어 더욱 향상된 Active Safety 기술로 발전될 전망이다.



(Active Safety 시스템 구현에 필요한 기술)

주차보조 시스템 개요

J. D. Power의 2001 Emerging Technology Study에 의하면 66%의 운전자들이 주차보조 시스템을 구매할 의향이 있다고 대답하였다. 이것은 대다수 운전자들이 일상적인 주차과정에서 많은 불편함을 느끼고 있으며, 주차보조 시스템에 대한 잠재적 시장 욕구가 높음을 의미한다. 이를 반영하듯, Aisin Seiki, Denso, Siemens VDO Automotive, Valeo SA, Toshiba, Yazaki, Bosch, Continental Automotive 등 많은 부품업체들이 다양한 형태의 주차보조 시스템을 개발하고 있다.

주차보조 시스템은 주위환경을 인식하기 위한 다양한 형태의 센서와 인식기술을 필요로 한다. 가장 많이 사용된 센서는 초음파센서이며, 최근에는 카메라를 이용하는 시스템이 늘어나는 추세이다. 반자동/자동 주차보조 시스템과 같이 능동적 제어를 제공하는 주차보조 시스템의 경우는 능동적 조향시스템(Active Steering System)과 능동적 제동시스템(Active Braking System)을 필요로 한다. 또, 주차보조 시스템은 제품의 형태에 따라 음향(Sound), 음성(Voice), 증가된 후방영상 (Augmented Rear-view Image), 전용 표시장치(Display Unit) 등의 운전자 인터페이스를 사용한다.

주차보조 시스템의 종류

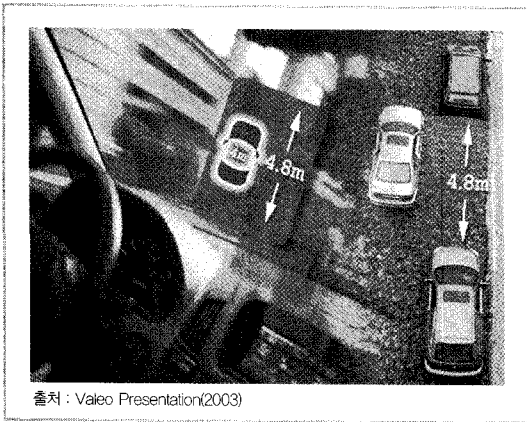
주차보조 시스템에는 주차 가능 여부를 확인해 주는 주차공간측정 시스템, 예상경로를 후방영상에 표시하면서 음성으로 조향조작을 안내하는 주차안내 시스템, 주차 경로 추적을 능동 조향시스템으로 자동화한 반자동 주차보조 시스템(Semi-automatic Parking Assist System), 능동 제동 시스템과 능동

조향 시스템으로 주차 전 과정을 자동화한 전자동 주차보조 시스템(Automatic Parking Assist System) 등이 있다.

1) 주차공간측정 시스템

(Parking Slot Measurement System)

주차공간측정 시스템은 평행주차(Parallel Parking)시에 초음파센서와 같은 거리 센서를 이용하여 주차공간이 충분한지를 확인하여 주는 시스템이다. 측면에 부착된 거리센서가 장애물까지의 거리를 연속하여 측정하고, 차륜속도센서(Wheel Speed Sensor)/차속센서(Vehicle Speed Sensor)와 조향각센서(Steering Angle Sensor)를 조합하여 차량궤적을 인식하여, 빈 주차공간을 3차원적으로 인식한다. 인식된 빈 주차공간의 길이를 운전자에게 표시하거나 주차 가능여부를 운전자에게 표시하여 운전자의 판단을 돕는다.

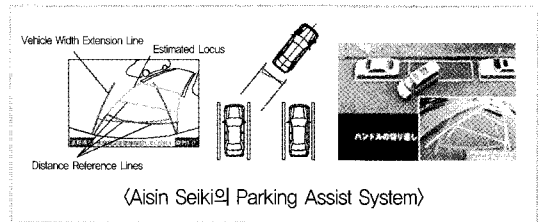


2) 주차안내 시스템(Parking Guidance System)

주차안내 시스템은 평행주차 또는 차고주차(Garage Parking)시에 운전자에게 증가된 후방영상(Augmented Rear-view Image)을 제공하여, 조

향조작의 적합성을 판단하고 수정할 수 있도록 도와 준다. 일반적으로 주차에 사용되는 후방 카메라는 넓은 범위를 촬영하기 위하여 광각렌즈(Wide Angle Lens)를 사용하기 때문에, 후방영상만으로 장애물까지의 거리를 판단하기는 매우 어렵다. 증가된 후방영상에는 거리에 대한 정보와 현재 조향각도에 따른 예상경로가 표시된다.

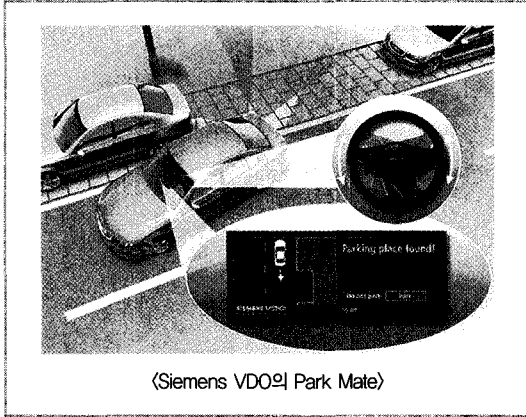
주차안내 시스템에는 주차를 수행하는 동안 필요한 조향조작을 안내해주는 시스템도 있다. 자동으로 인식되거나 터치스크린을 통하여 지정된 목표 주차 위치까지 진행하기 위한 경로를 계획하고 진행과정에 필요한 조향조작을 음성 또는 그래픽 표시를 통하여 운전자에게 제공함으로써, 운전자가 주차에 필요한 조향조작을 성공적으로 수행할 수 있도록 도와 준다.



3) 반자동/자동 주차보조 시스템(Automatic/Semi-automatic Parking Assist System)

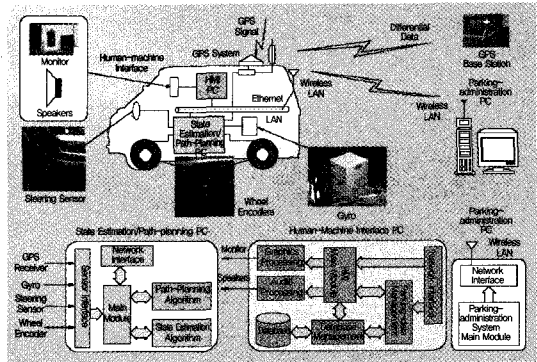
반자동/자동 주차보조 시스템은 주차안내 시스템에 능동적 조향시스템과 능동적 제동시스템을 결합하여 구현된다. 반자동 주차보조 시스템은 주차에 필요한 조향조작을 자동화한다. 운전자는 브레이크 페달을 이용하여 차량속도를 조절하면서 보행자나 주변 차량과 사고가 발생하지 않도록 주의하여야 한다. 자동 주차보조 시스템은 조향조작과 제동조작을 모두 자동화한다. 운전자는 주차과정 중에 발생할 수 있는 사고를 방지하기 위하여 주변을 주의 깊게

관찰하여야 하며, 브레이크 페달을 사용하여 주차과정을 지연 또는 중단시킬 수 있다.



(Siemens VDO의 Park Mate)

목표 주차위치를 설정하는 방법으로는 터치스크린을 이용하여 수동으로 지정하는 방법, 초음파센서를 이용하는 방법, SRR(Short Range Radar)를 이용하는 방법, 카메라 영상을 해석하는 방법 등이 있다. 주차과정을 관찰하기 위하여 후방 카메라를 장착하는 경우가 늘어나면서, 컴퓨터 비전 기술을 이용하는 방법에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히 반자동/자동 주차보조 시스템이 대중화되기 위해서는 주변 장애물에 대한 인식이 병행되어야 하기 때문에, 컴퓨터 비전을 포함한 센서융합(Sensor Fusion) 기반 주변 인식 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다. 한편, 주차장 인프라구조가 국지 GPS(local GPS)를 이용하여 빈 주차공간에 대한 정밀한 위치를 제공하는 방식의 주차 자동화에 대한 연구도 진행되고 있다.



(Toshiba, Yazaki의 ICAN)

주차보조 시스템의 전망

조향 및 제동이 전자화되면서 주차보조 시스템에 필요한 능동적 조향 및 능동적 제동 기술은 이미 달성되어 있다. 또, 주차경로 계획 및 추적은 이동로봇(Mobile Robotics) 분야에서 오랫동안 개발해 온 연구결과를 활용하여, 조기에 개발될 수 있을 것이다. 따라서, 주차보조 시스템 개발은 주변 환경인식 기술개발에 좌우될 것으로 전망된다.

주차공간측정 시스템과 주차안내 시스템의 경우 성공적인 주차를 도와 줄 수 있지만, 계속적으로 주변 환경을 주의하면서 음성 또는 그래픽 표시에 의한 지시를 정확하게 수행하기 위한 운전자 부담이 상당하다는 연구결과가 있다. 따라서, 궁극적으로 주차보조 시스템이 시장에 일반화되기 위해서는 반자동주차보조 시스템 이상의 시스템이 필요할 것으로 전망된다.

(황인용 중앙연구소장 : iyhwang@mando.com)