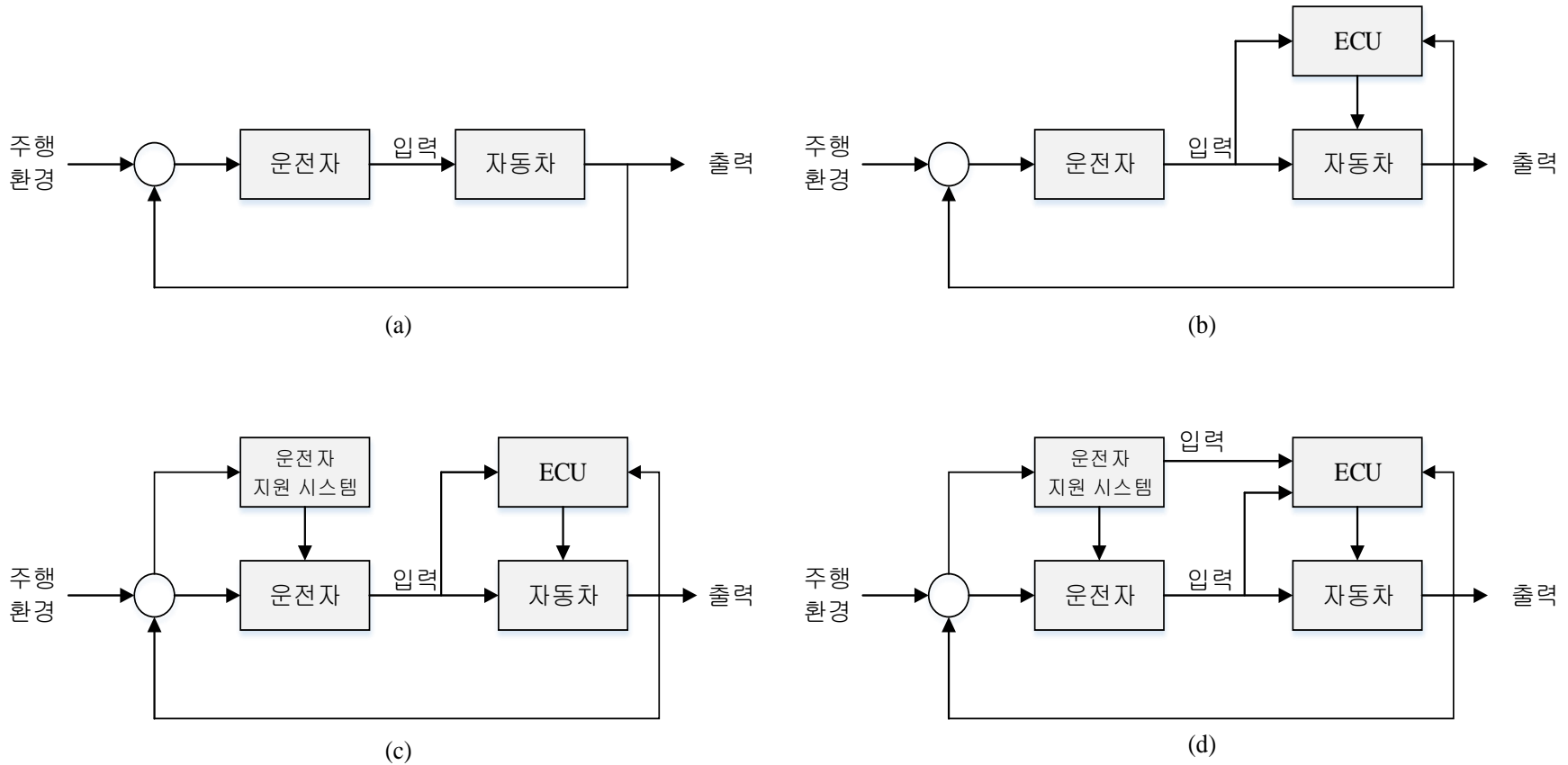


미래자동차 구조

CH. 2. 주행 안전 제어

운전자 지원 시스템의 개요

□ 운전자-자동차-운전자 지원 시스템의 관계



운전자 지원 시스템의 개요

□ 운전자-자동차-운전자 지원 시스템의 관계

- 그림 (a)는 전자 제어 장치를 사용하지 않는 기계식 자동차의 제어구조를 보여주고 있으며, 이러한 기계식 자동차의 경우 운전자가 주위의 환경에 따라 직접 자동차를 조정한다.
- 그림 (b)는 전자 제어 장치가 추가된 자동차의 제어 구조를 보여주며, 운전자의 조작에 ECU가 개입하여 자동차의 움직임을 조정한다.
- 그림 (c)는 운전자 지원 시스템이 추가된 자동차의 제어구조이다.
 - 추가된 운전자 지원 시스템은 주위 환경정보를 가공하여 운전자에게 정보를 제공한다.
 - 운전자 지원 시스템으로는 자동차 내비게이션 시스템, 나이트비전, AFS 등이 있다.
- 그림 2.1 (d)는 운전자 지원 시스템이 ECU 제어에도 개입하여 자동차의 운전 조작에 참여하는 최근 자동차의 제어 구조를 보여준다.
 - 이러한 자동차 구조에서, 운전자 지원 시스템은 주행 환경에 따라 자동차의 속도를 제어하며, 차선 이탈시 차선을 유지하도록 자동차를 제어하며, ACC, LKAS 등이 이러한 운전자 지원 시스템에 해당한다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동형 헤드램프

- 자동차 헤드램프는 광원이 발하는 빛을 반사하고 렌즈로 발산함으로써 시야를 밝게 비춘다.
- 1990년대에 들어서자 좀 더 효율이 높은 '프로젝터형' 헤드램프가 등장해 광량을 좀 더 효과적으로 이용할 수 있게 되었다.
- 프로젝트형은 그 이름처럼 빛을 모아서 투영하는 방식이다.
- 불필요하게 빛을 발산하지 않기 때문에 같은 광량으로도 시야를 더욱 밝게 비출 수 있다는 장점이 있다.
- 그런데 너무 확연하게 배광 어떤 물체를 비추려고 빛을 보내는 일을 하기 때문에 빛이 닿지 않는 부분은 보이지 않는다.
- 물론 직진 상태라면 별 문제가 아니지만, 코너에서는 자동차의 정면이 진행 방향이 아니기 때문에 전방을 내다보기가 어려운 경우도 있다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동형 헤드램프

- 게다가 앞에서 소개한 방전식 헤드램프의 경우, 광원이 매우 강력하기 때문에 빛이 닿지 않는 부분은 더욱 어둡게 느껴진다.
- 그래서 프로젝터형 램프의 우수한 배광 특성을 유지하면서 실제 주행 상태에 따라 배광을 조절할 수 있는 기구가 고안되었다.
- 그것이 바로 '능동형 헤드램프'다.
- 이것은 컴퓨터가 스티어링의 조타각이나 차속 등을 바탕으로 헤드라이트의 조사각(照射角)을 계산해 헤드램프 유닛 자체의 방향을 바꾸는 방식이다.
- 사실 프랑스의 자동차 제조 회사인 시트로앵이 1970년대 초반에 이런 스티어링 연동형 헤드라이트를 실용화했다.
- 그러나 구조가 복잡할 뿐만 아니라 당시는 헤드라이트 자체의 성능이 그다지 높지 않았던 탓에 보급되지 않았다.
- 기술 발전이 사라질 뻔한 아이디어를 되살린 것이다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 도로에 맞춰 빛의 방향을 바꾸는 능동형 헤드램프

- 프로젝트형 헤드램프는 빛이 닿지 않는 부분이 잘 보이지 않기 때문에 커브길의 전방을 내다보기가 어렵다 (왼쪽 그림).
- 능동형 헤드램프는 스티어링의 조타각 등에 맞춰 광축을 좌우로 바꿔 실제 진로에 맞는 방향으로 도로를 비춘다 (오른쪽그림).



일반 헤드램프



능동형 헤드램프

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 렉서스 RX 460h의 능동형 헤드램프

- 사진은 능동형 헤드램프를 시연하는 모습이다.
- 차가 직진 상태일 때 불이 꺼지고, 오른쪽으로 선회할 때 물이 들어온다.
- 헤드램프의 방향이 크게 바뀌었음을 알 수 있다.
- 그 밖에도 빛을 퍼트리는 역할을 하는 '보조 램프'를 상황에 맞춰 병용해서 더욱 안전하게 야간 주행을 한다.



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 나이트 비전의 개요

- 사람 눈으로 볼 수 있는 것에는 한계가 있다.
- 가시광선을 쏘여서 반사하는 것만 볼 수 있기 때문이다.
- 검은색은 빛을 흡수하지만 주위 물체가 빛을 반사하기 때문에 인식할 수 있다.
- 야간 주행은 가로등이나 건물의 불빛, 헤드 라이트의 조명에 의지한다.
- 그런데 고효율 헤드라이트 시스템이 등장하면서 라이트의 조명 범위를 넘어선 부분은 되레 상대적으로 더 어두워져 더욱 보이지 않게 되었다.
- 그래서 시야 확보를 보완하는 장치로 고안된 것이 적외선을 응용한 운전 지원 시스템이다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 나이트 비전의 개요

- 이 시스템은 원래 군사용으로 개발된 암시 장치 기술을 응용한 것이다.
- 전방의 장애물을 감지하는 방법으로는 레이더파를 이용한 것도 있지만, 단순히 레이더파의 반사를 이용한 시스템으로는 장애물과의 거리 측정은 가능해도 방향까지 알아내기는 어려웠다.
- 그래서 적외선 카메라를 이용한 시스템이 등장했는데, 열을 발산하는 물체라면 거리와 방향, 나아가 대략적인 크기까지 감지할 수 있다.
- 그 결과 도로위에 있는 사람이나 동물, 자동차 등을 어둠 속에서도 식별할 수 있다.
- 그 밖의 물체가 도로 위에 있는 경우는 거의 없으므로 대부분의 장애물을 감지할 수 있는 셈이다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 나이트 비전의 개요

- 또한 실제 시스템에서는 사람의 형태를 인식하면 운전석의 디스플레이가 그 모양을 강조해 표시함으로써 주의를 환기하고 사고를 방지하는 효과를 높였다.
- 보이지 않는 것을 보여줄 뿐만 아니라 운전자에게 확실한 경고를 보내고 안전한 운전이 가능하도록 보조해주는 것이다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 나이트 비전에는 근적외선 방식과 원적외선 방식의 2종류가 있다.

□ 원적외선 방식

- 원적외선 방식은 열원을 원적외선 카메라로 포착하여 디스플레이에 표시한다.
- 카메라, 렌즈가 고가이고 촬영된 화상도 파장이 긴 원적외선을 이용하고 있기 때문에 화질은 좋지 않다.
- 양안 스테레오 시야 원리로 열원인 야간의 보행자를 강조하여 표시하는 것도 있다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

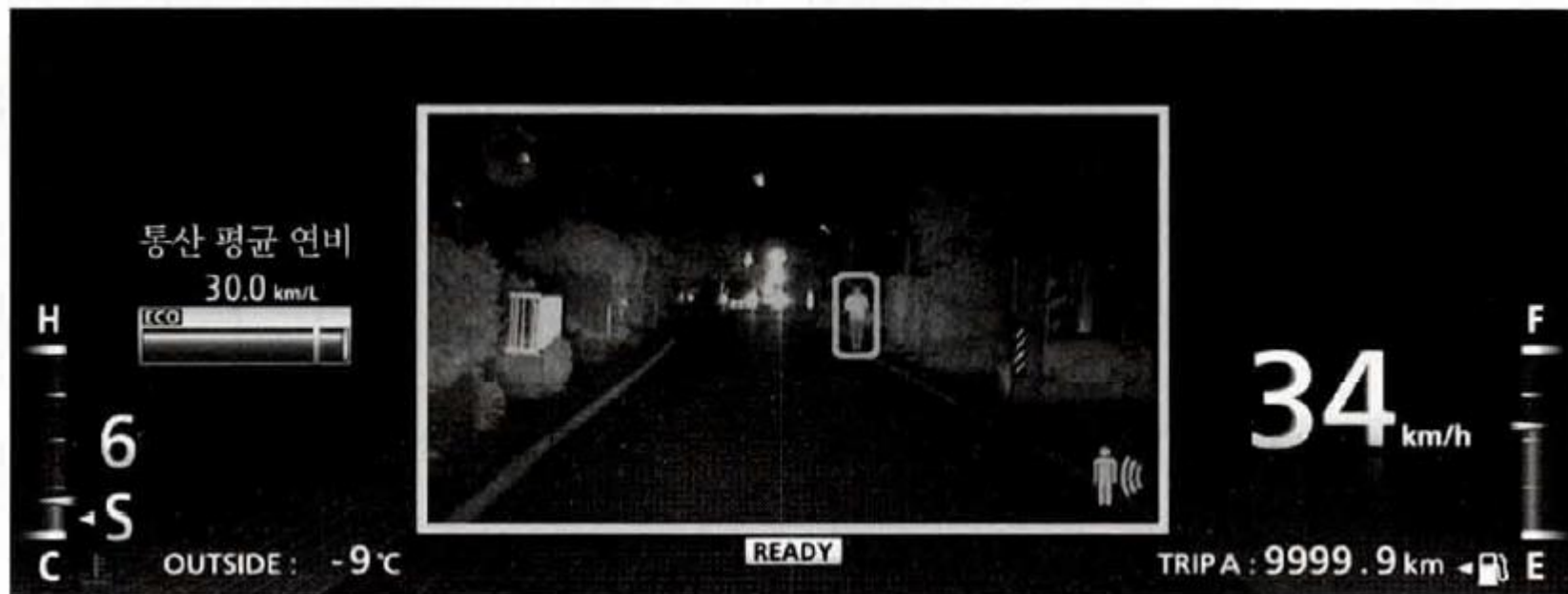
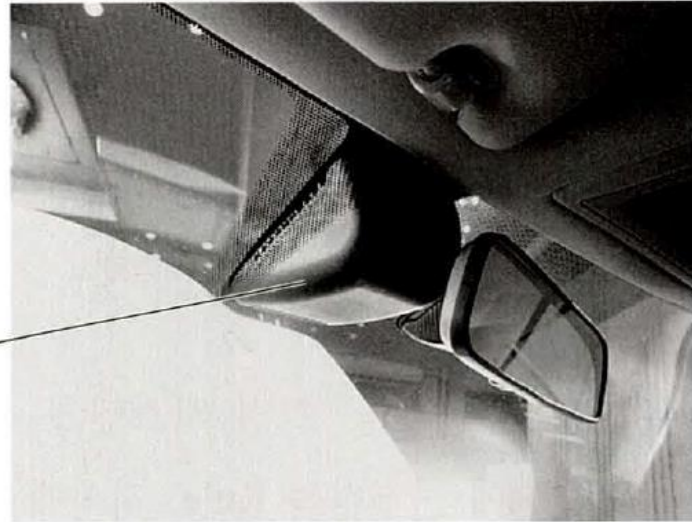
□근적외선 방식

- 근적외선 방식은 근적외선의 빛으로 전방을 조사하고 근적외선 감도가 있는 카메라로 촬영, 표시하는 것이다.
- 전용 램프를 갖는 것과 하이빔에 해당하는 빔에 가시광선 필터를 통과하여 조사하는 것이 있다.
- 근적외선은 일반적인 가시광 회상과 가깝기 때문에 야간의 보행자를 패턴 매칭으로 인식, 강조하여 표시하고 운전자에게 알려주는 것이 실용화되고 있다.
- 파장이 짧은 근적외선을 사용하고 있기 때문에 화상은 가시광에 가까워 보기 쉽다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

□근적외선 방식

근적외선
카메라



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ BMW의 나이트 비전 카메라

- BMW 7시리즈의 프론트 범퍼에는 열원(熱源)이나 사람, 동물 등이 방출하는 원적외선을 감지하는 카메라를 장착할 수 있다.



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ BMW의 나이트 비전 카메라



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 도요타의 나이트 뷰(보행자 감지 기능 탑재)

- 근적외선 카메라 시스템으로는 세계 최초로 보행자를 감지하는 기능을 탑재했다.
- 전방 40~ 100미터에 보행자가 있으면 해당 보행자를 사각형으로 둘러싼 영상을 내보내서 주의를 환기한다.



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ ACC (Adaptive Cruise Control)

- 고속도로로 장거리를 이동할 때는 상당한 시간 동안 일정한 속도로 순항하는 경우가 많다.
- 그럴 때 가속 페달을 계속 일정한 힘으로 밟는 것은 매우 괴로운 일이다.
- '크루즈 컨트롤'은 이런 상황에 빠진 운전자를 해방시켜주는 장치다.
- 이 장치는 설정된 차속을 유지하도록 자동으로 가속 페달의 깊이를 조절한다.
- 물론 스위치 혹은 브레이크를 밟으면 즉시 해제할 수 있다.
- 기존 크루즈 컨트롤은 차속 센서의 신호를 바탕으로 차속을 일정하게 유지하도록 엔진 회전을 조절하는 비교적 단순한 시스템이었다.
- 그러나 최신 ACC는 단순히 차속을 일정하게 조절하는 것이 아니라 주위의 차량과 보조를 맞추도록 유연하고 매끄러운 제어 능력을 보여준다.

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ ACC (Adaptive Cruise Control)

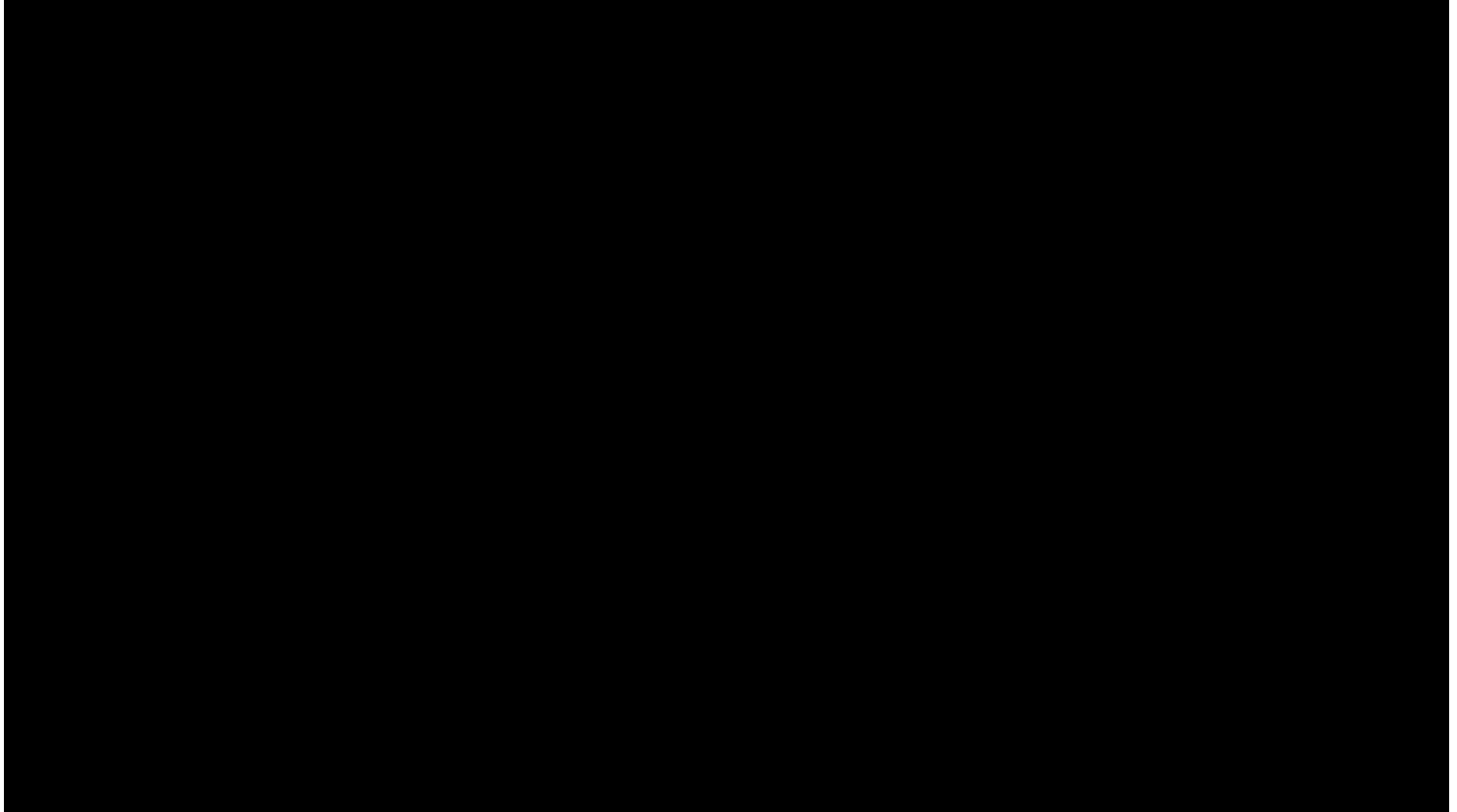
- ACC는 레이더라는 눈을 이용하여 설정속도보다 느린 주행 차량이 전방에 있는 경우, 브레이크를 제어하여 속도를 줄여 일정한 차간거리를 유지하며 전방의 주행 차량이 차선에서 이탈하면, 다시 가속하여 설정속도의 주행으로 돌아간다.
- ACC는 전방의 자동차가 설정 속도보다 빠르게 달린다고 해도 설정 속도를 넘어서지는 않는다.
- 따라서, ACC는 차량의 주행 속도나 환경이 변화할 때마다 운전자가 속도를 재설정하거나 모드 해제를 반복하는 번거로움을 해소하여 운전자의 편의를 향상시킨다.
- 또한, ACC 기술은 고속도로의 교통량이 많은 상황일수록 더욱 빛을 발하는 첨단기술이다.

운전자 지원 시스템 적용 사례



ACC의 작동 예

운전자 지원 시스템 적용 사례



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ FSRA (Full Speed Range ACC)

- ACC는 60km/h 이상의 고속에서 동작하도록 설계되어 있어, 이보다 낮은 속도대에서 동작하는 시스템의 필요성이 대두되었다.
- 저속에서는 좀더 세밀한 차량 제어가 필요할 뿐만 아니라 시내 정체 구간에서 정차와 가속의 반복을 고려하기 때문에 ACC보다 어려운 기술로 인식되고 있다.
- FSRA는 저속에서 고속까지 전 속도 구간에 사용할 수 있는 장치이며, 저속 제어에서 고속 제어 모드로의 전환은 자동으로 진행된다.
- 또한, FSRA는 앞의 주행차량이 감속하여 정지한 경우 같이 정지하며, 앞의 주행 차량이 지정된 시간 이내에 발진하면, 차량도 자동으로 발진한다.
- 전방의 주행차량의 정지시간이 일정시간을 초과하면, FSRA 기능을 자동으로 꺼지지만, 운전자의 간단한 조작으로 FSRA 기능을 재개할 수 있다.

운전자 지원 시스템 적용 사례



https://youtu.be/-jAS_B3x8Es?si=CNG8T_ycW3ELht8P

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 차선 이탈 경고 시스템 (LDWS)

- 빗길이나 안개와 같은 악천후 상황으로 인해 차선이 잘 보이지 않거나 졸음운전으로 인해 차선을 넘어가 큰 사고로 이어지는 경우를 막기 위해 LDWS(Lane Departure Warning System) 기술이 개발
- LDWS를 구현하기 위해서는 차량 전방에 장착된 카메라를 통해 주행 차선만을 정확하게 인식할 수 있는 기술이 필요
- 차선을 인식하는 조건은 기본적으로 흰색, 황색, 청색에 대해 인식하며, 야간/터널/빗길에서도 인식이 가능
- LDWS의 기본적인 경고 원리는 아래 그림과 같이 직선의 도로에서는 소실점의 위치가 차량의 중심점과 일치할 때는 정상 주행으로 판단하고 소실점과 차량의 중심이 일치하지 않으면 차선이탈을 경고
- 차선이탈 경고의 조건은 LDWS 스위치가 ON인 상태에서 차량의 속도가 60km/h 이상이고 와이퍼 작동 단수가 저단이며 방향지시등이 작동하지 않을 때

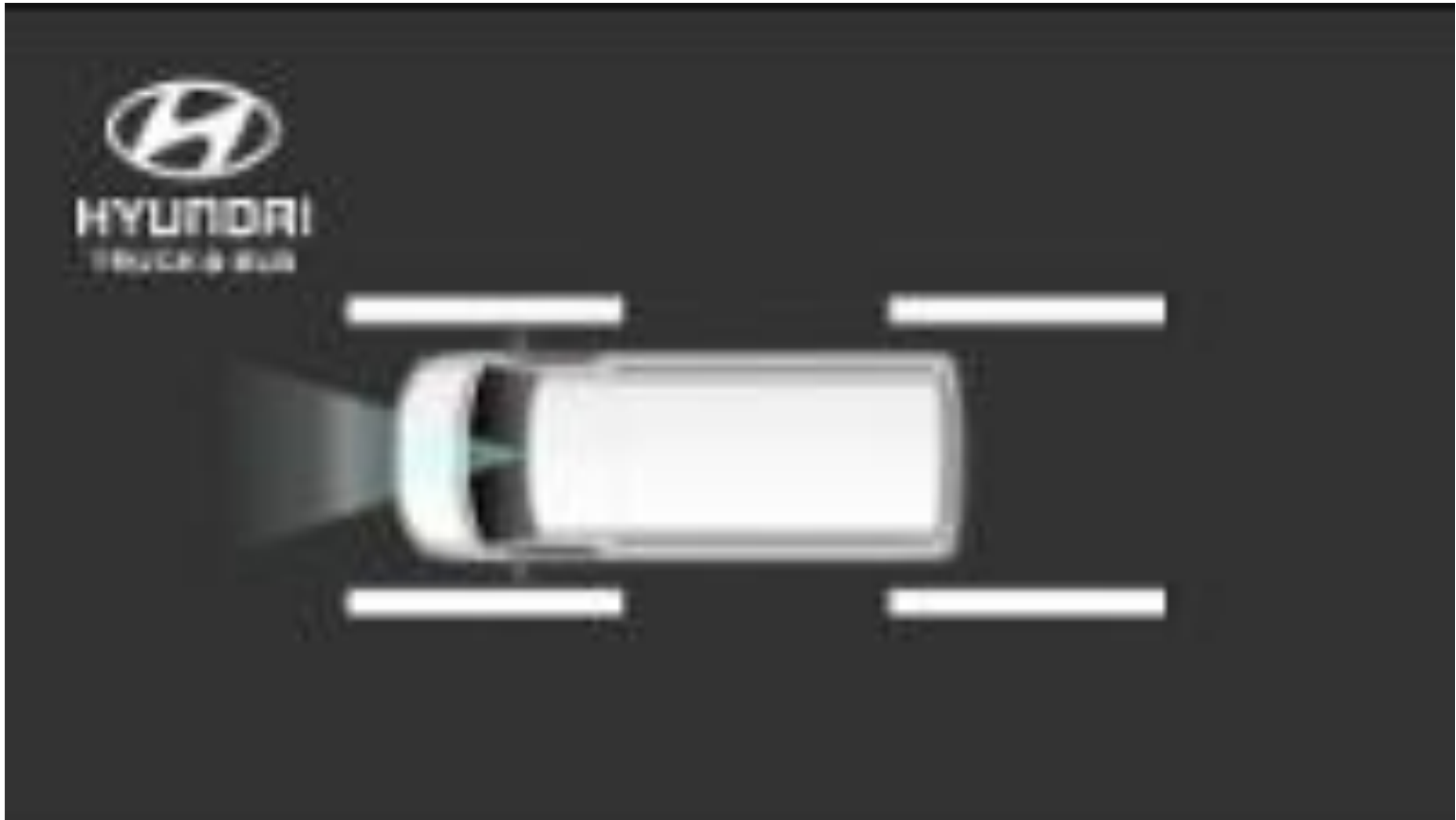
운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 차선 이탈 경고 시스템 (LDWS)

- LDWS는 경고음, 차량 시트의 진동, 계기판의 경고등을 통해 운전자에게 차선이탈을 경고
- 커브길을 만날 때는 소실점이 한쪽으로 쏠리게 되는데 이때 스티어링 휠을 커브 방향으로 꺾으면 경보가 울리지 않음
- 하지만 스티어링 휠이 직진을 향하거나 소실점의 방향과 다른 방향으로 되어 있다면 경보가 울림



운전자 지원 시스템 적용 사례



https://youtu.be/Juzu2Ca6d_g?si=w7870ADGun-iKsle

운전자 지원 시스템 적용 사례

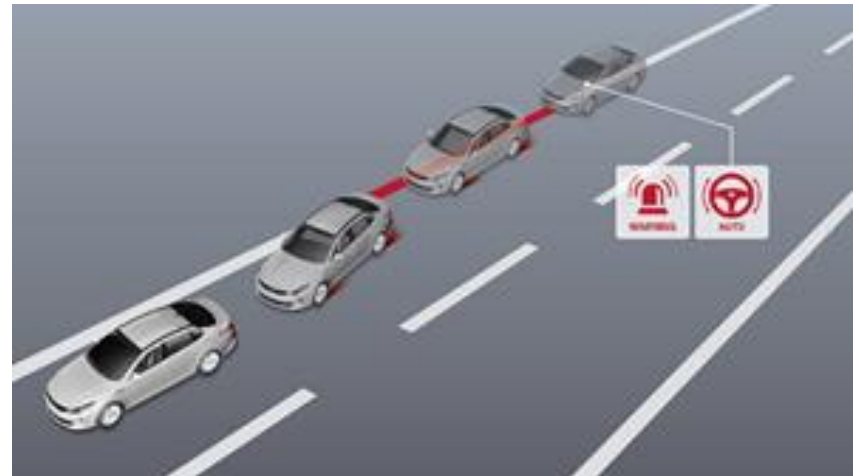
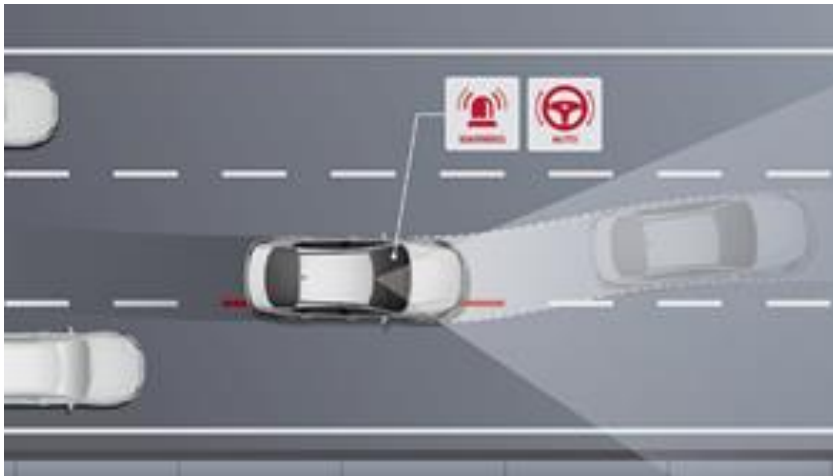
□ 주행 조향 보조 시스템 (LKAS)

- LKAS(Lane Keeping Assist System)는 LDWS보다 업그레이드 된 기능으로 단순히 차선 이탈 경보만이 아니라 스티어링 휠(MDPS)을 제어하여 운전자가 차선을 유지할 수 있도록 보조해 주는 역할을 수행
- LKAS는 스티어링에서 손을 떼면 제어가 되지 않도록 설계
- LKAS는 다음과 같은 조건일 때 작동을 하지 않음
 - 방향지시등을 사용하거나 비상등을 사용하는 경우
 - 차속이 60km/h 이하인 경우
 - 양쪽 차선이 모두 인식되지 않는 경우
 - VDC(Vehicle Dynamic Control; 차체 자세 제어장치)가 작동되는 경우
 - 방향 지시등 없이 갑작스러운 조향을 했을 경우

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 주행 조향 보조 시스템 (LKAS)

- 자율주행자동차의 일종이라 볼 수 있는 LKAS는 자율주행을 완전히 수행하는 것이 아닌 차선을 유지시켜주는 자율주행의 한 가지 요소일 뿐
- 따라서 LKAS가 작동한다고 해서 스티어링 휠에 손을 떼거나 전방을 주시해야 함



운전자 지원 시스템 적용 사례



<https://youtu.be/UPT09970mCo?si=glk7IBFjHZUSOncN>

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

- 대부분의 운전자는 운전이 익숙해지면 일상 주행을 할 때 주의력이 산만해지거나 무의식적으로 차량을 조작하는 경우가 있다.
- 또 피곤하거나 몸 상태가 좋지 않은데 운전을 해야할 때도 있을 것이다.
- 그 결과 전방의 장애물이나 앞차를 늦게 발견해 충돌이나 추돌을 일으키는 사고가 끊이지 않고 있다.
- 그래서 등장한 안전개념이 능동안전시스템(Active Safety System)이다.
- 운전자가 자칫 놓칠 수 있는 순간의 위험을 줄여주는 게 핵심이다.

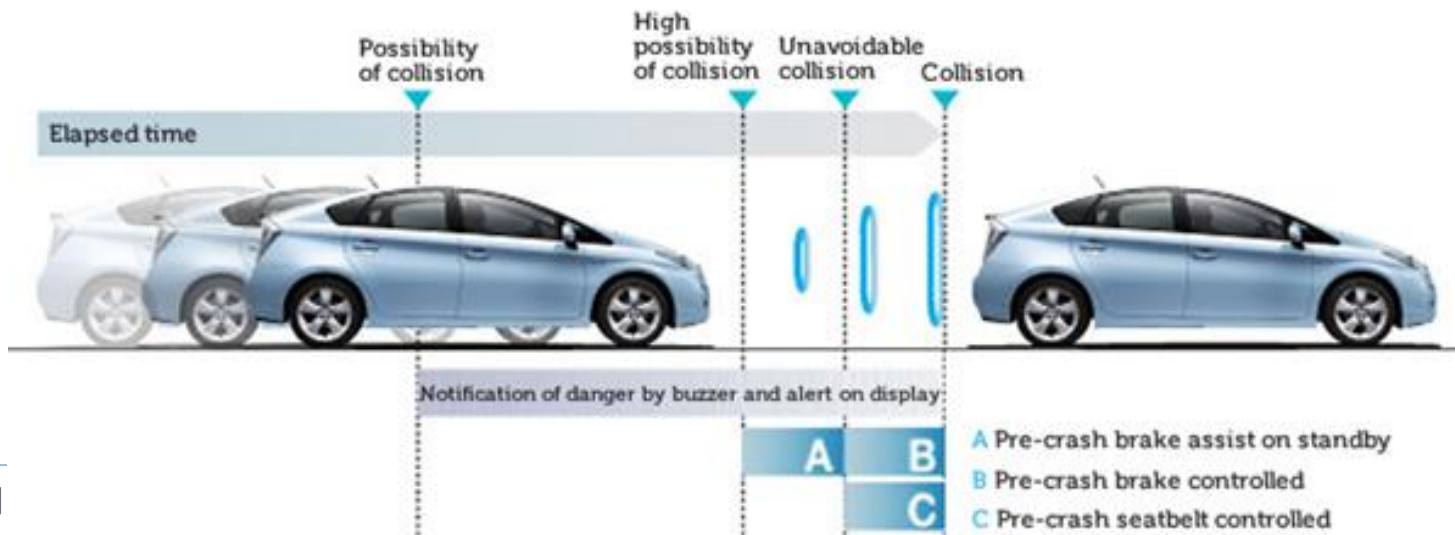
운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

- 사전 충돌 안전 시스템(PCS, Pre-crash safety system)
 - PCS 기술은 충돌 이전에 충돌을 예측하고 경고함으로써 피해를 줄이는 기술
 - PCS 시스템은 전방감시센서로부터 전방장애물과의 거리, 상대속도 등을 측정하여 장애물 (예 : 선행 차량)을 감지하고 충돌 가능성이 높으면 경고 버저를 사용하여 운전자에게 경고
 - 그런 다음 프리 크래시 브레이크 보조 장치를 활성화시켜 브레이크 오일을 가압하여 운전자가 브레이크를 밟을 때 제동력을 증가
 - 만일 운전자가 브레이크를 밟지 않으면 자동 브레이크를 작동시켜 차속을 줄인다. 충돌이 불가피하다고 판단되면, 사고로 인한 운전자의 부상을 줄이기 위해, PCS 시스템은 전동식 안전 벨트를 작동
 - 기존의 PCS 시스템은 충돌속도를 5 ~ 10 km/h 정도 감소시켜 충돌피해를 경감하는 것에 머물러 있었지만 최근에는 15 ~30 km/h 정도의 저속 주행시에는 충돌을 회피하는 기능도 시장에 보급

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

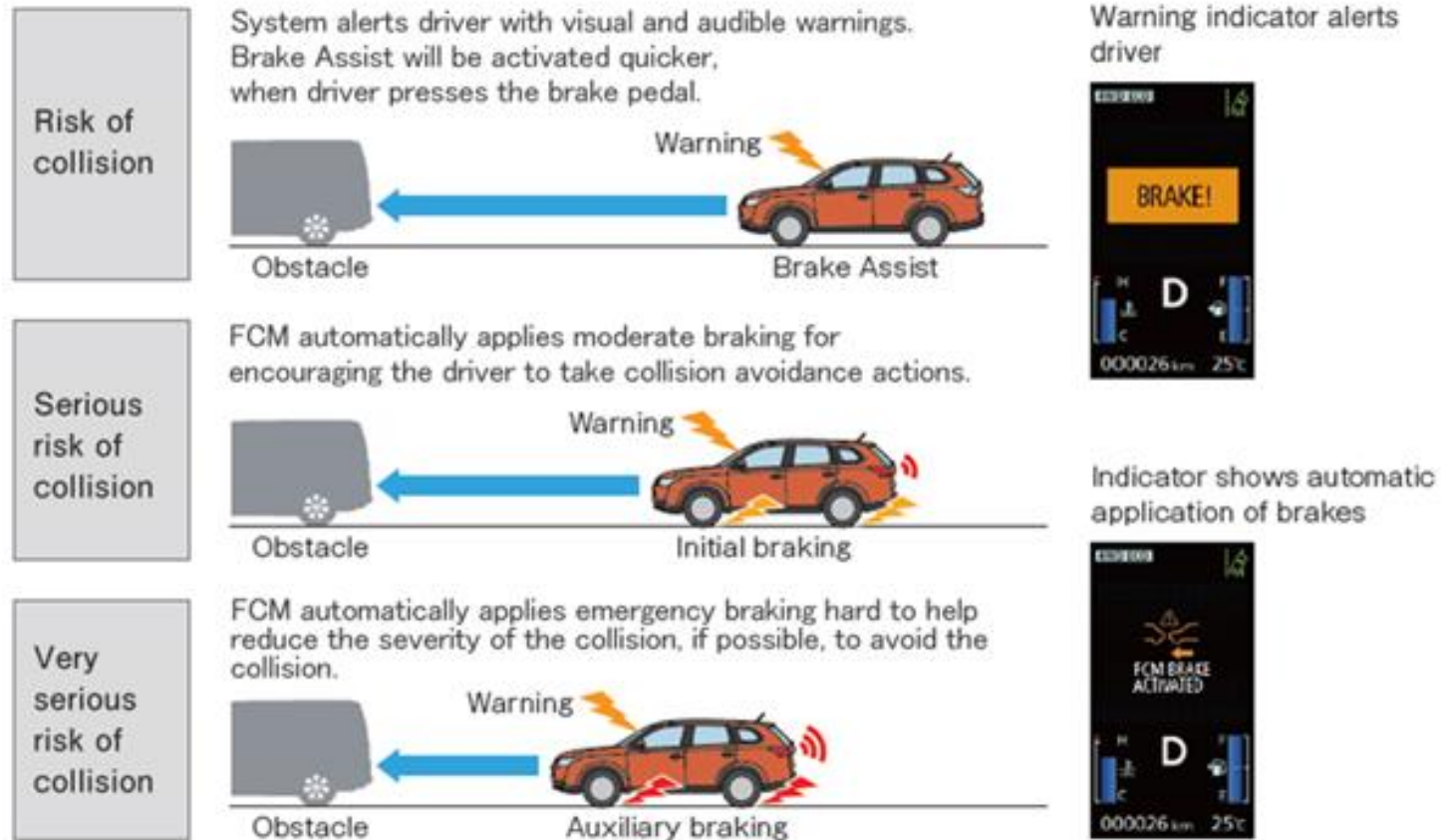
- **전방 충돌 위험 경고 시스템**(FCWS, Forward Collision Warning System)
 - **전방 충돌 경고 시스템**(FCWS)은 정면 충돌이 임박한 경우 운전자에게 경고하는 적극적인 안전 기능
 - FCWS 시스템은 주행 차량이 앞에 있는 다른 차량과 너무 가까워지면 경고장치가 작동하여 운전자에게 상황을 전달
 - 일부 최신 FCWS 시스템은 다양한 수준의 브레이크 시스템을 제공
 - 운전자가 충돌 경고에 응답하지 않았다는 것을 시스템이 감지하면 FCWS 시스템은 차량을 느리게 하기 위해 약한 제동력을 브레이크 시스템에 적용
 - 심지어 운전자가 응답하지 않는 경우 더 강한 제동력을 적용
 - FCWS 시스템의 브레이크 작동은 차량을 완전히 멈추지는 못하지만 차량의 속도를 실질적으로 감소시켜보다 강력한 충돌을 방지

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

- 전방 충돌 위험 경고 시스템(FCWS, Forward Collision Warning System)

[System Operating Patterns]



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

- 전방 충돌 위험 경고 시스템(FCWS, Forward Collision Warning System)



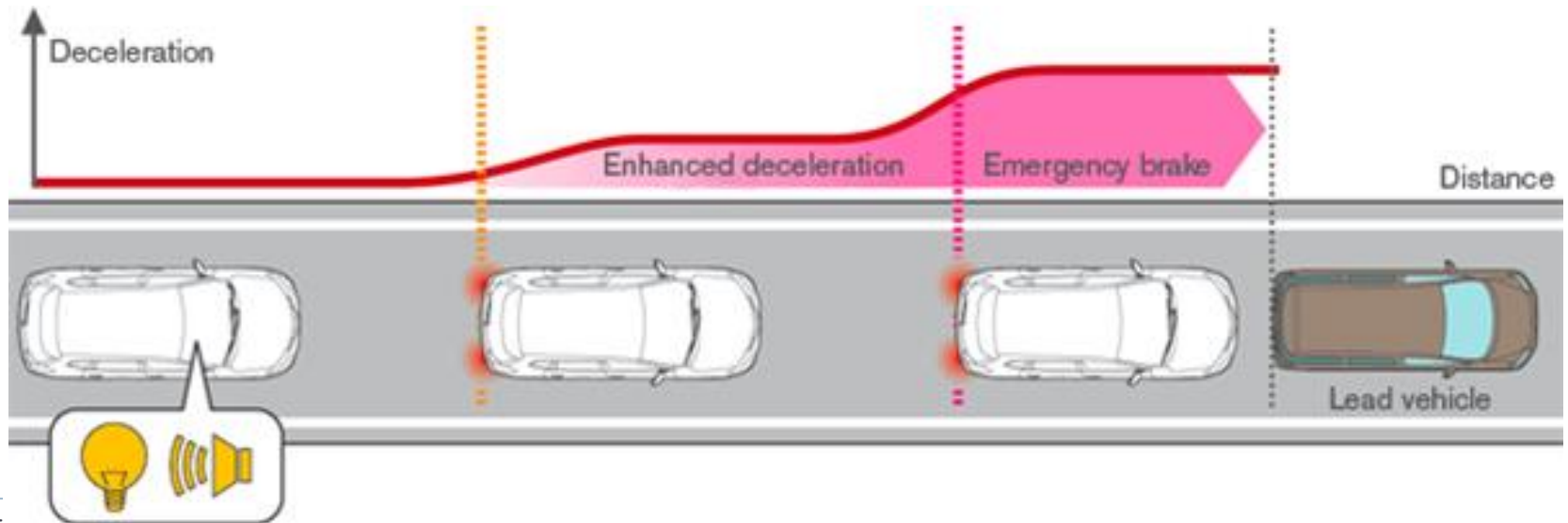
https://youtu.be/1dUdg5_TgN4?si=iqNFggZ2p5ibPCYb

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

• 자동 긴급 제동 시스템(AEB, Automatic Emergency Braking System)

- 자동 긴급 제동 시스템(AEB)은 필요할 때 차량의 브레이크 시스템을 어느 정도 자동으로 작동시키는 안전 기술
- AEB는 미리 브레이크 유압을 충전시켜서 차량을 감속시켜 손상을 줄임
- 일부 고급 시스템은 충돌이 발생하기 전에 차량을 완전히 장악하고 주행을 중지
- AEB는 보통 PCS 또는 FCWS 시스템과 함께 사용



운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

- 자동 긴급 제동 시스템(AEB, Automatic Emergency Braking System)



<https://youtu.be/Qu65Cwv27l4?si=vdJ7mtM0Hwu5S5OA>

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

- 프리 세이프 시스템(Pre-Safe System)

- 프리 세이프 시스템은 후방 범퍼의 레이더 센서가 뒤쪽의 교통량을 스캔하여 임박한 후방 충돌을 감지
- 위험한 상황이 감지되면 시스템은 위험 경고등을 빠르게 점등하여 차량의 운전자에게 경고
- 운전자의 차량이 정지하고 후진 충돌 가능성이 있을 때 프리 세이프 시스템은 차량의 브레이크를 잠그고 안전벨트를 조여 탑승자의 몸을 더욱 강하게 고정하는 등의 예방적인 사전 안전 탑승자 보호 조치를 시작
- 또한 시트의 등받이를 세우고 좌면의 각도도 조정해 몸이 앞쪽 밑으로 들어가지 않게 함
- 선루프가 열려 있으면 자동으로 닫아서 탑승자의 차외 방출을 방지
- 차량의 브레이크를 잠그면 2차 충돌을 추가로 방지 가능

운전자 지원 시스템 적용 사례

□ 능동안전시스템 (Active Safety System)

- 프리 세이프 시스템 (Pre-Safe System)



<https://youtu.be/EcPzeFiwNOA?si=EtM7274RVvAKINhv>

운전지원 시스템의 센서

□ 밀리미터 파 레이더

- 차량 탑재용에 이용되는 밀리미터파 레이더에는 다양한 검출 방식이 있지만, 주로 FMCW(Frequency Modulation-Continuous Wave) 라는 방식으로 거리와 상대속도를 검출하고 DBF(Digital Beam Forming) 이라는 방식으로 방위를 검출하고 있다.
- ADC를 통해 얻은 이산 신호 데이터는 송신한 신호와 수신된 신호의 편차이고, 이를 비트 주파수라고 한다.
- DBF 레이더는 방위의 검출원리로 출력 펄스는 1 채널의 안테나에서 송신하지만, 반사해 온 펄스는 5채널의 안테나로 수신한다.
- 되돌아온 방위에 의해서 채널 사이에 도달하는 반사파의 진로 길이가 변하기 때문에 채널 사이의 위상의 차이를 검출하면 방위를 알 수 있다.
- 최신의 센서에서는 이 외에도 MUSIC(MUltiple Signal Classification) 이라고 부르는 최신의 신호처리기술로 보완하여 접근한 목표 사이의 분리성능을 향상시키고 있다.

운전지원 시스템의 센서

□ 밀리미터 파 레이더



<https://youtu.be/j5OH4vLpd3c?si=kwqLyajTJAgbZHH2>

운전지원 시스템의 센서

□ 카메라

- 카메라를 이용한 차선 인식에 관한 많은 연구 중 두 가지 방식을 대표적인 예로 들 수 있다.
- 첫 번째 방식은 feature-based 방식이다.



(a) 입력영상



(b) 가장자리
검색, 이진화



(c) 차선인식

운전지원 시스템의 센서

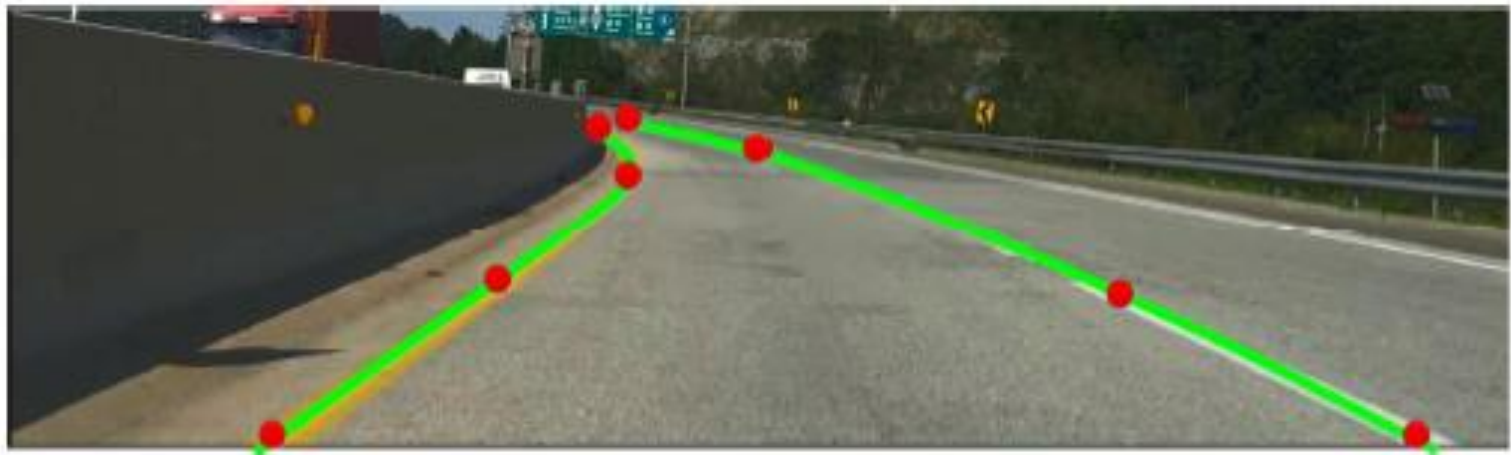
□ 카메라

- feature-based 방식
 - feature-based 방식은 입력영상(a)로부터 컬러 정보를 이용하여, 가장 자리 영역 탐색(b)을 통한 선분 인식 및 분석을 통한 차선 경계선 인식(c) 방법
 - 비교적 간단한 방식으로 구현되지만 입력 영상이 선명하고 잡음이 적은 경우에는 좋은 인식률을 보이거나, 빗방울, 햇빛을 포함한 선명하지 않은 영상들에서 발생하는 여러 잡음 현상 등이 인식률에 크게 영향을 미친다.
 - feature-based 방식은 가장 자리 영역 탐색을 거쳐 선분을 인식하여 소실점을 찾아 도로 영역으로 분리하고, 입력 영상의 흑백 이진화를 통하여 차선정보를 검출

운전지원 시스템의 센서

□ 카메라

- model-based 방식
 - model-based 방식의 경우 feature-based 방식보다 복잡한 방식으로 parabola, hyperbola, B-snake나 Spline 방식 등이 해당된다.
 - model-based 방식의 경우 정확한 차선 경계선을 인식할 수 있는 장점이 존재하지만, 복잡한 알고리즘으로 성능이 느리며 해결 방안인 이미지 가속기 GPU의 사용은 차선 인식 장치에 있어 장치 자체의 비용을 증가시킨다.



운전지원 시스템의 센서

□ 카메라

- 카메라는 밀리미터파 레이더에 비해 외란의 영향을 받기 쉽다.
- 주야, 터널의 출구와 입구, 햇빛과 그늘, 석양, 비, 노면의 젖음, 백선의 끊김, 눈부신 빛, 흐릿해지는 현상 등 다양한 외란에 대해 안정하게 동작하는 가가 열쇠가 되고 있다.
- 그렇기 때문에 이미지 센서, 노광 제어, 렌즈 경통의 광학설계라는 광학기술이 중요하게 된다.
- 최근에는 밀리미터파 레이더와 카메라를 조합하여 Pre-crash brake용에 차량을 인식하는 소프트웨어가 도입

운전지원 시스템의 센서

□ 스테레오 카메라

- 스테레오 카메라는 삼각법을 기반으로 거리 정보를 획득할 수 있는 센서로서 상과 거리정보를 동시에 제공할 수 있다는 장점을 갖는다.
- 이 방식은 모노(단안) 카메라 사용 방식에 비해 하드웨어 가격 및 알고리즘 복잡도가 높다는 단점을 갖지만, 최근 하드웨어 가격의 하락, 프로세서 성능의 향상, 효율적인 알고리즘의 개발로 인해 장점이 부각되고 있는 상황이다.
- 최근, 스테레오 비전이 근중거리 주행 환경 인식 분야에서 부각되는 이유는 크게 두 가지로 설명될 수 있다.
 - 첫 번째 이유는 스테레오 비전이 자율 주행 측면에서 3D Scanning Lidar와 단안 카메라의 조합을 대체하는 용도로 주목받고 있기 때문이다.
 - Google과 대부분의 대학들은 자율 주행 자동차의 주행 환경 인식 목적으로 3D Scanning Lidar와 단안 카메라의 조합을 선호하고 있다.
 - 하지만 완성차 및 자동차 부품 업체에서는 센서의 높은 가격, 구동장치로 인한 약한 내구성, 차량 외관을 심하게 변형시켜야 하는 센서 부착 방법 등의 이유로 3D Scanning Lidar의 사용을 기피하고 있는 상황이다.

운전지원 시스템의 센서

□ 스테레오 카메라

- 최근, 스테레오 비전이 근중거리 주행 환경 인식 분야에서 부각되는 이유는 크게 두 가지로 설명될 수 있다.
 - 이러한 이유로 차량용 인식 시스템 개발의 선두 업체인 독일 Daimler의 경우, 3D Scanning Lidar와 카메라조합을 스테레오 비전으로 대체하여 103km 완전 자율주행을 수행하였다.
 - 스테레오 비전이 부각되는 두 번째 이유는 ADAS(Advance Driver Assistance System) 측면에서의 필요성 때문이다.
 - 유럽 자동차 안전성 등급 판정기관인 Euro NCAP(New Car Assessment Programme)은 AEB(Autonomous Emergency Braking System)를 자동차 안전등급 판정항목으로 추가할 예정이다.
 - 이를 제공하지 않을 경우 최고 등급을 받지 못할 것으로 보이며, 단계적인 의무장착 규제가 진행될 가능성 또한 높다.
 - 다양한 종류의 장애물을 매우 낮은 오인식률로 인지해야 하는 AEB의 특성으로 인해, 3차원 거리 정보와 물체의 형상 정보를 동시에 제공하는 스테레오 카메라가 이를 위한 효율적인 센서로 대두되고 있다.

운전지원 시스템의 센서

□ 스테레오 카메라



<https://youtu.be/hqqM3P5gomE?si=jdINsn2P8CaQonNc>

운전지원 시스템의 센서

□ 라이다(LiDAR)

- 레이저 레이더는 센서로부터 장애물까지의 레이저광이 왕복하는 시간을 측정하는 것으로 선행차 등의 거리를 측정하는 센서이다.
- 레이더(RADAR)와 비슷한 이름에서도 알 수 있듯, 두 장치의 기본 원리는 비슷하다.
- 레이더는 전자기파를 주기적으로 쏘았을 때 물체에 부딪쳐 반사되는 전자기파를 읽어 물체와의 거리, 움직이는 방향, 높이 등을 확인한다.
- 라이다는 물체의 물리적 특성을 확인하기 위해 전자기파 대신 레이저를 쏜다는 것이 레이더와 다르다.
- 파장이 짧은 레이저를 사용하므로 레이더보다 측정 정밀도와 공간 해상도가 높아, 물체 형태를 빠르게 입체적으로 파악할 수 있다.
- 또한, 물체 특성에 따라 레이더가 감지하지 못하는 것도 확인할 수 있다는 장점도 있다.

운전지원 시스템의 센서

□ 라이다(LiDAR)

- 요즘 부분 자율주행 기술이 쓰인 자동차에서는 주변 물체를 감지하기 위해 여러 종류의 장치를 쓴다.
- 주로 장거리는 레이더, 단거리는 카메라를 이용하고 차와 아주 가까운 주변은 초음파 센서의 도움을 받는다.
- 레이더는 멀리 떨어진 물체를 확인하기에는 좋고 주변 밝기나 날씨의 영향을 거의 받지 않지만 해상도가 떨어지는 한계가 있다.
- 카메라는 다양한 사물을 인식할 수 있지만 환경이나 날씨에 따라 정확도가 떨어질 수 있고 거리를 파악하려면 스테레오 카메라와 별도의 처리기술이 필요하다.
- 초음파 센서는 다른 장비보다 값이 싸지만 감지 거리가 짧고 물체를 뚜렷하게 확인하기 어려워 주차할 때와 같은 제한적인 조건에서만 활용한다.
- 그러나 라이다는 레이저의 특성상 레이더와 카메라의 약점을 효과적으로 보완할 수 있어서 주목받고 있다.

운전지원 시스템의 센서

□ 라이다(LiDAR)

- 실제 높은 수준의 자율주행차에 필요한 정보를 얻으려면 차 주변 전체를 감지할 필요가 있다.
- 이를 위해 구글은 일찍부터 자율주행차에 전방위 라이다 기술을 적극 활용하고 있다.
- 구글이 쓰는 라이다는 64개의 레이저 센서가 분당 900회 회전하며 차 주변 360도 범위를 감지해 실시간으로 3차원 입체 지도로 만든다.
- 이 입체 지도는 다른 종류의 센서가 감지한 정보와 내비게이션에 연동된 지도 정보를 비교해 주변 상황에 맞춰 차가 달리는 데 필요한 자료로 활용한다.

운전지원 시스템의 센서

□ 라이다(LiDAR)



<https://youtu.be/nGyVvxCh3Es?si=AdTnZxdeO4QPUqLi>

운전지원 시스템의 센서

□ 라이다(LiDAR)



<https://youtu.be/AlvSe-7L9Ig?si=T5TJ7YBJXgkSkHPm>

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 목적

- 자율주행의 목적은 크게 다음의 3가지로 나눌 수 있다.
- 교통사고의 저감
 - 교통사고의 요인으로서 발견 지연, 판단 오류, 조작 오류 등 인적요인이 90% 이상을 차지하고 있다고 알려지고 있다.
 - 자율주행에 의해 운전자의 운전부하를 경감함과 동시에 인적 미스를 보완함으로써 교통사고 저감이 기대된다.
- 환경부하의 저감
 - 정체 발생과 운전자의 불필요한 가감속에 의해 연료가 불필요하게 사용되어 이산화탄소의 배출량도 증가하고 있다.
 - 자율주행에 의해 교통류를 원활하게 하고 정체를 완화하여 적절한 가속도를 수행하여 환경부하의 경감을 도모할 수 있다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 목적

- **고령자 등의 이동수단의 확보**

- 국내에서 65세 이상의 고령자 비율은 향후도 증가가 예측되고 있고 일시정지 무시나 역주행 등 고령자에게 많은 사고도 증가하고 있다.
- 자율주행에 의해 운전부하를 경감함과 동시에 이동수단을 제공함으로써 고령자의 QOL(Quality Of Life)를 확보할 수 있다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 목적

- 고령자 등의 이동수단의 확보



https://youtu.be/ps4o_3_PUHQ

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

• 레벨 0

- 레벨 0은 숫자가 말하듯 자율주행기술의 탑재 수준이 '0', 즉 '무(無)'를 뜻한다.
- 가장 낮은 단계인 레벨 0은 기본적으로 좌석과 운전대만을 의미하며 자동화 요소는 전혀 없다.
- 자동변속기어는 자율주행을 구분하는 요소에 해당하지 않는다.
- 볼보의 차선이탈 경고나 닛산의 이동사물 감지처럼 시각 및 청각 경고를 지원하는 운전자 보조 시스템 장착 차량도 여기에 해당된다.
- 신호음과 불빛을 낼 뿐, 자동차 조종 및 속도 제어는 전적으로 운전자에게 달려있기 때문이다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

• 레벨 1

- 자율주행기술은 여기부터 시작이다.
- 레벨 1은 특정 기능을 자동화하는, '선택적 능동제어' 단계다.
- 요즘 거리를 다니는 대부분의 자동차에 탑재된 기능이 이 레벨 1에 해당한다.
- 당신의 차에도 적용된 '차선 이탈 경보 장치(LDWS)', '크루즈 컨트롤(Cruise Control)' 그리고 '자동 브레이크 제어 시스템(AEB)'이 그것이다.
- 차선 이탈 경보 장치는 차선을 유지하려는 사람의 기능을 '선택적'으로 가져와 차가 알아서 '능동'적으로 '제어'하는 시스템이다.
- 레벨 1의 사전적 정의인 선택적 능동제어와 제대로 맞아 떨어진다. 크루즈 컨트롤도 마찬가지다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

• 레벨 1

- 고속도로 등에서 운전자가 정속 운행하려는 기능을 능동적으로 제어한다.
- 국내에서는 1985년 출시된 현대 쏘나타에 최초로 탑재됐다.
- AEB 역시 전방 차량 충돌 위험이 있음에도 운전자가 조작에 개입하는 시점이 늦을 경우 작동된다.
- 레벨 1은 그 기술이 아직 '도우미' 정도에 그치기 때문에 레벨 0에서와 같이 높은 수준의 운전자 주의가 요구된다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

• 레벨 2

- 오늘날 대부분의 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS)은 레벨 2에 해당한다.
- 이러한 레벨 2 자동차로는 테슬라의 오토파일럿, 캐딜락의 슈퍼크루즈와 볼보의 파일럿 어시스트 등이 있다.
- 속도나 조향 가운데 하나를 제어하는 레벨 1차량과 달리, 레벨 2차량은 동시에 두 기능을 제어할 수 있고 차선의 중앙을 따라 주행하도록 유지하는 ‘레인센터링(lane centering)’ 등의 기능이 포함되기도 한다.
- 자율주행 모드는 일부 상황에서만 작동하도록 제한되며, 고속도로나 차선 구분이 확실한 도로 외 복잡한 구간에서의 주행은 여전히 운전자가 제어해야 한다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

• 레벨 2

- 현재 레벨 2 차량이 도로를 누비고 있지만, 레벨 2에는 발전 가능성이 있다.
- 바로 차량 내외부에 장착된 센서의 입력 정보를 하나로 통합하는 것으로, 이를 통해 자동차는 운전자 및 주변 환경에 보다 지능적으로 대응할 수 있게 된다.
- 자동차가 스스로 주행하는 것은 아니어도, 운전자와 탑승자의 안전을 위해 조치를 취하는 것이 가능해진다.
- 엔비디아에서는 이 단계를 슈퍼 레벨 2로 칭하고 있으며, 여기에는 상당한 컴퓨팅 파워가 요구된다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

- 레벨 2

- 레벨 2 수준의 자율주행 기술은 현대 제네시스 G80에도 들어갔다.
- 차선 이탈 경보 장치에서 한발 더 나아간 '주행 조향 보조 시스템(LKAS)'이 바로 그것이다.
- 차선 이탈 경보 장치는 차선 이탈 시 경보음만 울리지만 주행 조향 보조 시스템은 자동으로 주행 차로로 복귀시켜 준다.
- 제네시스 최상위 모델, 'EQ900'에는 앞차가 멈추면 거리를 유지하면서 멈추고 다시 출발하는 '차간거리 제어기능'도 있다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

- 레벨 2



잠시 후 노틸러스 기능 설명이 시작됩니다.

<https://youtu.be/L2RKyeY3R3E>

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

- 레벨 3

- 레벨 3 자동차는 사람의 개입 없이 조향, 가속 및 감속, 추월이 가능하다.
- 또한 사고나 교통 혼잡을 피해 움직일 수도 있다.
- 레벨 2 자동차에서는 운전자가 운전대를 잡고 있어야 하지만, 레벨 3 시스템에서는 운전자가 운전대와 페달에 손과 발을 올려두지 않아도 된다.
- 운전자는 자동차가 요청하는 경우, 자동차를 다시 제어할 수 있도록 준비 상태에 있어야 하는 등 아직 특정 상황에서만 가능하다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

• 레벨 3

- 일부 제조업체는 자율주행에서 운전자 주행으로 전환되는 과정에서 위험할 가능성이 있다고 판단해, 포드와 볼보 등 선도 기업들은 레벨 3를 도입하지 않고 건너뛰겠다는 입장이다.
- 하지만 아우디는 이에 동의하지 않는다.
- 독일 자동차 브랜드인 아우디는 아우디의 대표적인 모델인 아우디 A8을 사상 첫 상용 레벨 3 자동차로 출시할 예정이다.
- 신형 아우디 A8은 최대 시속 60km까지 스스로 주행해, 정체 구간이나 혼잡 시간대에서의 교통 상황도 직접 조율할 수 있으며, 운전자가 주행에 복귀할 수 있도록 10초의 시간을 제공할 수 있다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

- 레벨 3



<https://youtu.be/Rg94oNM3BIM>

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

• 레벨 4

- SAE 가이드라인에 따르면, 레벨 4 차량은 ‘운전자가 차량 제어에 개입하라는 요청에 적절히 응하지 못하는 상황’ 에도 스스로 안전한 주행이 가능해야 한다.
- 레벨 4 차량은 심지어 비포장도로나 지도에 표시되어 있지 않은 도로처럼 탐색이 어려운 상황에서, 운전자가 차량 제어 요청에 응하지 않는 경우에도 알아서 속도를 줄여 안전한 곳에 정차하거나 주차가 가능하다.
- 이는 엄청난 컴퓨팅 파워를 필요로 하는 작업이다.
- 또한, 현재 자율주행 시범 차량은 대체로 트렁크에 수많은 컴퓨팅 장비를 탑재하고 있다.
- 엔비디아는 소형 패키지에 초당 30조 회의 연산 성능을 제공하는 엔비디아 드라이브 자비에 시스템 온 칩을 통해 레벨 4를 구현한다는 계획이다.
- 구글은 2020년까지 자율주행차 앞에 '선택'이니 '통합'이니 하는 수식을 없앤, 완전한 의미의 '자율주행차' 출시를 선언했다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

- 레벨 4



<https://youtu.be/RxD8kz8uabg>

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

- 레벨 5

- 레벨 5 차량의 경우, 차량에 원하는 목적지를 말하고 나면 사람의 개입을 완전히 중단해도 된다.
- 이들 차량은 운전자가 할 수 있는 모든 것을 제한 없이 할 수 있다.
- 레벨 5 차량은 자동화된 이동 수단으로, 도심 주행부터 비포장도로에 이르기까지 어떠한 상황에서도 주행이 가능하다.

자율주행으로의 진화

□ 자율주행 기술의 종류

- 레벨 5



<https://youtu.be/XPNgBVNZaKc>

자율주행차의 요소 기술

□ 동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)

- 최근 주목받고 있는 자율주행 자동차를 구현하기 위해서는 크게 네 분야의 핵심기술(인식, 측위, 의사결정 및 경로생성, 차량제어)이 완성돼야 한다.
- 그중 측위는 의사결정 및 경로생성을 위해 자차 위치를 추정하는 기술로, 자율주행 자동차의 안정성을 위해 높은 정확도가 요구된다.
- 지도 기반 측위는 카메라나 라이다(Light Detection And Ranging, LiDAR) 같은 환경 센서를 통해 정밀 지도를 생성하고, 생성된 지도와 현재 데이터를 비교해 현재 위치를 파악하는 방법론이다.
- 지도의 정밀도가 측위 정확도에 영향을 주기 때문에 정밀한 지도를 만드는 것이 자율주행에 있어 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

자율주행차의 요소 기술

□ 동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)

- ‘동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)’이란, 로봇이나 자율주행 자동차가 미지의 환경을 돌아다니면서 부착되어 있는 센서만으로 외부의 도움 없이 정확한 지도를 작성하는 알고리즘
- 여기서, 지도를 작성한다는 말은 자율주행 자동차가 미지의 환경 정보를 인식하여 자신의 위치를 파악함과 동시에 환경 정보 또는 환경의 변화를 지속적으로 파악한다는 의미이다.
- 이 알고리즘은 자율 주행 자동차가 반드시 갖추어야 하는 기본적인 기술이다.

자율주행차의 요소 기술

□ 동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)

- 하지만, 자율 주행 자동차의 위치는 환경 지도에 의해 추정되고, 환경 지도는 반대로 자율주행 자동차의 위치 정보에 의해 추정되는 관계에 놓여 있기 때문에 지난 몇 십년간의 연구에도 불구하고 제대로 해결하지 못하고 있는 상황이다.
- SLAM 알고리즘은 주로 닭과 계란에 비유되는데, 로봇의 위치와 환경 정보 관계가 불가분 분리될 수 없으면서 동시에 회귀적 연관성을 갖은 두 사안이 서로 얽혀 있기 때문이다.
- 실제 자동차의 주행 상황에서는 환경 지도의 불확실성으로 인해 자동차의 위치 추정에 오차가 발생하고, 동시에 자동차로 입력되는 센서값의 오차로 인한 부정확한 자동차 위치 정보가 다시금 환경 지도의 부정확성으로 이어져 지속적으로 누적된다.

자율주행차의 요소 기술

□ 동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)

- 이러한 오차를 줄이기 위해서 여러 가지 센서를 장착하게 되는데 대표적으로 엔코더, 자이로 센서, 지자기 센서, 레이저 센서, 초음파 센서, 적외선 센서, 비전 센서 등이 쓰이고 있다.
- 이들 센서는 각각의 장단점을 가지고 있기 때문에 선별적으로 활용되고 있다.
- 또한, 자동차 주행 시 사용하는 모터에 거의 대부분 장착되어 있는 엔코더는 모터의 이동거리를 어느 정도 알려 주지만 여러 가지 요인에 의하여 많은 오차를 포함하고 있어서 주로 다른 센서 정보와의 융합(Fusion)을 통한 개선을 시도하고 있다.

자율주행차의 요소 기술

□ 동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)

- SLAM은 주변의 지형 지물에서 레이더, 레이저, 초음파 비전 센서 등을 통해 주변 환경의 형상 정보를 얻어내고 여기서 특징점 (feature point)를 추출해 내는 과정에서부터 시작된다.
- 이러한 특징점은 위치나 자세가 변하더라도 신뢰도 있게 추출해 낼 수 있는 지점을 의미하며 대부분 모서리 등과 같은 지점이나 명암이 확연히 구별되는 곳으로 결정된다.
- 단, 이러한 특징점들은 이동하지 않는 물체에서 추출되어야 한다.

자율주행차의 요소 기술

□ 동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)

- 레이더, 레이저 센서를 사용하는 경우 특징점의 위치를 단일 측정치에서 추정 해 낼 수 있다.
- 이러한 경우 특징점의 위치를 이용해서 현재의 위치를 추정 해 낼 수 있게 된다.
- 비전 센서 등을 사용하는 경우는 방위각 정보만을 제공하기 때문에 단일 측정치만으로 특징점의 위치를 추정해 내는 것이 불가능해 지나 복수의 측정치를 가지고 위치를 알아 낼 수 있으며, 레이더, 레이저 센서를 사용하는 경우와 같이 위치 정보를 추정 해 낼 수 있게 된다.
- 그러나 기본적으로 불확실한 위치 및 자세 정보를 이용하여 특징점의 위치를 추정해 내고, 다시 불확실한 특징점의 위치에서 현재 위치를 추정해 내기 때문에 이러한 과정을 거듭할수록 오차가 누적되게 되며 시간에 따라 오차가 발산하는 문제가 발생하게 된다.

자율주행차의 요소 기술

□ 동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)

- SLAM에서 사용되는 센서의 요구 사항을 거리를 제외하고 방위각만 측정하는 것으로 낮춘다면 응용 분야는 훨씬 더 넓어질 수 있다.
- 비전 센서는 방위각 정보를 제공하기 위한 최적의 센서로써 저렴하고 소형이기 때문에 무인기 탑재가 용이할 뿐 아니라 레이저나 전파 같은 신호를 방출하지 않기 때문에 군사적 응용에서도 그 활용 분야를 넓힐 수 있다는 장점이 있다.

자율주행차의 요소 기술

- 동시적 위치 추정 및 지도 작성(SLAM, Simultaneous Localization And Mapping)



https://youtu.be/mzeWI18PrUQ?si=4F0j2Xe0xhg_fFUV

자율주행차의 요소 기술

□ 운전자 상태 모니터링 (DSM)

- 최근 운전자 건강에 기인하는 사고나 졸음 등의 만연 운전, 결눈질 운전 등 운전자의 실수나 부주의에 기인하는 사고가 증가하고 있다.
- 위험 항상성 이론에 의하면 자동차가 안전하면 그만큼 운전자는 위험한 운전을 하는 경향이 있다고 알려지고 있다.
- 따라서, 자동화가 진행되어 일정시간 시스템이 조작을 담당하게 되면 운전자의 상태를 항상 검출하고 언제라도 운전자가 조작권한을 돌려받을 수 있는 것을 담보할 필요가 있다.
- 현 시점에서 이와 같은 기능을 갖는 센서는 실용화되고 있지 않지만 운전자 상태를 감시하는 목적으로서 카메라를 사용하여 운전자의 운전 상태를 검출하는 운전자 상태 모니터링 (DSM) 시스템이 개발되었다.

자율주행차의 요소 기술

□ 운전자 상태 모니터링 (DSM)

- DSM은 운전자를 식별해 운전자에 기호에 따라 편의장치, 시트위치 등을 자동으로 설정해주며, 적외선 카메라와 LED 조명 등을 이용해 운전자의 시선방향과 깜빡거림을 모니터링해 졸음운전 등 부주의한 운전상황을 판단해 운전자에게 경고해 주는 시스템이다.
- 이 시스템은 계기판에 장착된 적외선 카메라가 운전자의 얼굴을 감지해 운전자의 시선과 머리 움직임을 지속적으로 모니터링해 운전자가 피로하거나 운전자 시선이 도로를 주시하고 있지 않은지를 확인한다.
- 또한 ADAS와 연결되어 차량 전방의 위험상황을 감지해 만약 사고위험이 있는데도 운전자가 졸고 있거나 다른 곳으로 시선을 두고 있는 상황에서 운전자의 얼굴에 조명을 길게 비추거나 섬광(번쩍거림) 작동시켜 운전자가 본능적으로 도로 위를 집중하도록 해준다.

자율주행차의 요소 기술

□ 운전자 상태 모니터링 (DSM)

- DSM은 촬상부와 ECU로 이루어져 있으며 주로 계기판의 아래에 탑재된다. 카메라로 촬영된 운전자의 얼굴 영상을 기반으로 ECU가 얼굴의 방향과 눈의 뜬 정도등을 해석하여 정해진 시간 눈꺼풀을 닫거나 정면을 바라보지 않은 상태가 지속되면 운전자에게 경고를 알려주며 안전운전을 지원한다.



자율주행차의 요소 기술

□ 운전자 상태 모니터링 (DSM)

- DSM은 컴퓨터 비전을 이용하고 있으며 우선 카메라로 촬영한 운전자의 화상을 바탕으로 ECU가 얼굴의 윤곽과 눈, 코, 입 등의 부분을 검출한다.
- 다음으로 각 부분의 상대적인 위치관계에 의해 얼굴의 방향을 검출하며, 운전자의 시선의 방향을 검출한다.
- 또한, 눈꺼풀의 열림 정도나 움직임에 따라 운전자의 이상 정도를 추정하는 구조로 되어 있다.
- 카메라는 항상 촬영을 하고 있기 때문에 실시간으로 운전자의 상태를 검출할 수 있다.

자율주행차의 요소 기술

□ 운전자 상태 모니터링 (DSM)

- **찰상부는 카메라와 투광기로 구성된다.**
- **카메라는 CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 이미지 센서를 이용하여 화소수 640 x 480, 프레임레이트 30 fps, 광학계는 운전자의 체격과 자세변화를 고려한 화각으로 되어 있다.**
- **찰상시는 LED (발광 다이오드)에 의해 근적외광(파장 860 nm)를 조사하여 야간 등 저조도시의 찰상감도를 보충함과 동시에 야간에 있어서 외란광의 영향을 저감하고 있다.**
- **적외선 광을 이용하는 것은 비가시광인 야간에도 운전자에게 번거롭지 않게 하기 위해서이다.**

자율주행차의 요소 기술

□ 운전자 상태 모니터링 (DSM)

- 실차환경에서 안정한 화상인식 성능을 얻기 위해서는 ① 빛 환경변화, ② 운전자(얼굴)의 개인차나 착용물체의 대응, ③ 자세변화로의 대응이 필요하게 된다.
- 다양한 각도, 강도에서 얼굴에 태양광 등의 외란광이 비추기 때문에 같은 운전자라도 보이는 얼굴 부분이 항상 변화하고 미검출과 오검출이 발생하기 쉽다.
- 또, 운전자의 얼굴은 다양하고 운전 중의 자세도 변화하기 때문에 화상인식 알고리즘에는 높은 강건성이 요구된다.
- 그래서 촬상계 및 인식계에서 다양한 대책이 이루어지고 있다.
- 예를 들면, 카메라 내부에 대역통과필터 (BPF)를 내장하고 근적외 조명광의 파장성분 이외의 불필요한 광을 차단함으로써 하루종일 화상의 S/N (신호대잡음)비를 향상시키고 있다.
- 또, 글로벌 셔터방식의 CMOS 이미지 센서를 채용하여 노출되는 광의 타이밍에 동기화하여 근적외 조명을 발광시켜 강한 발광을 가능하게 하여

자율주행차의 요소 기술

□ 운전자 상태 모니터링 (DSM)



<https://youtu.be/sRKJ7QO9t8U?si=2l2by0nads4N8nkr>

자율주행차의 요소 기술

□ 운전자 상태 모니터링 (DSM)



<https://youtu.be/CgJ2FDP36gl>

자율주행 자동차의 미래



<https://youtu.be/fSMs9KU5VBE>

브레이크 제어

□ 브레이크 제어의 개요

- 브레이크 제어는 차량안전을 향상시키기 위해 브레이크를 최적으로 제어하는 기능으로 그 대표적인 시스템으로서 ABS, TCS, ESC가 있다.
- 1970년대에 도입된 ABS는 제동시 차량 바퀴의 잠김을 방지하는 시스템이다.
- 이 ABS 제어기술을 바탕으로 가속시 차량 바퀴의 공회전을 방지하는 TCS, 선회시의 옆방향 미끄러짐을 방지하는 ESC, 그리고 최근에는 이들 시스템들을 통합 제어하는 시스템으로 진화하고 있다.

브레이크 제어

□ ABS (Anti-lock Braking System)

- 자동차 브레이크를 밟으면 회전하는 바퀴의 회전 속도가 느려지면서 속도가 떨어진다.
- 그런데 브레이크를 힘껏 밟으면 브레이크가 만들어내는 마찰력이 타이어와 노면이 만들어내는 마찰력보다 커지는 경우가 있다.
- 고속 주행 중에 힘껏 브레이크를 밟으면 바퀴는 멈추지만 자동차는 계속 움직이는 것이다.
- 이 상태가 타이어의 잠김이다.
- 이 경우, 바퀴의 회전을 멈춘 브레이크의 제동력이 타이어의 바닥을 움켜쥐는 힘을 전부 써버렸기 때문에 스티어링을 돌려도 자동차가 선회하지 않는다.
- 자동차는 관성의 법칙에 따라 미끄러지면서 계속 이동하려 하므로 자동차는 타이어가 잠겼을 때의 방향으로 계속 나아가 조종 불능 상태가 된다.

브레이크 제어

□ ABS (Anti-lock Braking System)

- 노면이나 타이어의 조건에 따라서 다르지만, 제동시 발생하는 차량 바퀴의 미끄럼 비율 (Slip Rate) S 와 타이어 노면간의 마찰계수 μ , 그리고 코너링 힘의 계수를 그림에서 보여준다.
- 차량 바퀴의 미끄럼 비율은 다음과 같이 계산할 수 있다.

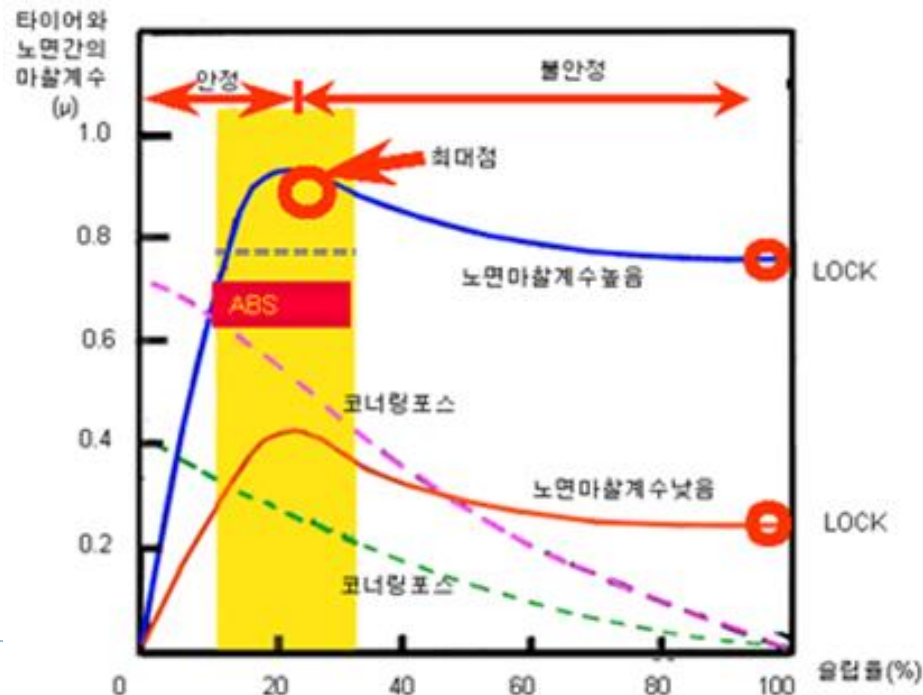
$$Slip\ Rate = \frac{V - V_m}{V} \times 100[\%]$$

- 여기서 V 는 차량의 속도를 의미하며, V_m 은 차량 바퀴의 속도를 의미한다.

브레이크 제어

□ ABS (Anti-lock Braking System)

- 최대마찰계수는 미끄럼 비율 20% 근처에서 얻어지며, 미끄럼 비율 100%(차량 바퀴 잠김 상태)에서는 안전성과 조작성에 기여하는 코너링 힘이 거의 0이 되어버린다는 것을 알 수 있다.
- 이 특성으로 뒷바퀴가 잠기게 된 경우에는 차량이 불안정하게 되고 앞바퀴가 잠기게 된 경우에는 조향을 제어할 수 없게 된다.



브레이크 제어

□ ABS (Anti-lock Braking System)

- ABS (Anti-lock Braking System)는 운전자가 브레이크 페달을 밟고 있는 동안에도 일시적으로 제동력을 약화시켜 타이어가 회전할 수 있도록 해준다.
- 타이어의 회전 상태가 지속되면 속도가 낮아지지 않기 때문에 타이어가 회전한 뒤에 다시 브레이크를 강화시킨다.
- 이러한 상태의 반복을 짧은 시간에 몇 번이나 자동적으로 반복하는 장치가 ABS이다.
- 이렇게 급브레이크를 밟고 있는 중이라도 타이어가 회전과 멈춤을 반복적으로 계속하여 핸들을 조작하는 대로 자동차가 방향을 바꾸어서 위험을 회피할 수 있게 된다.
- ABS는 독일의 보쉬가 1986년에 실용화한 시스템으로, ECU가 타이어의 잠김 현상을 감지하면 브레이크의 제동력을 느슨하게 한다.
- 브레이크의 제동력이 느슨해지면 타이어와 노면의 마찰력이 유효해지므로 스티어링 조작이 가능하다.

브레이크 제어

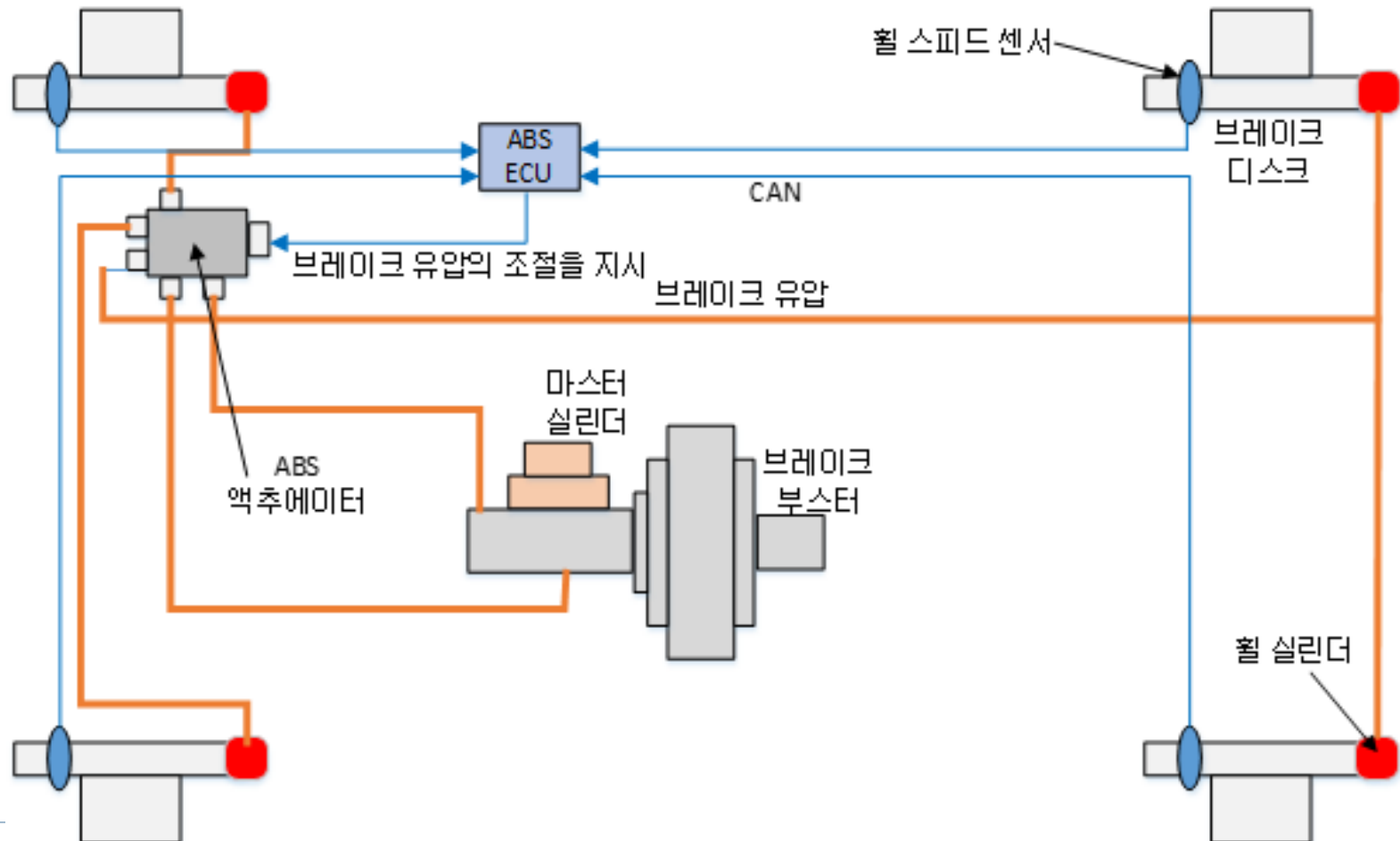
□ ABS (Anti-lock Braking System)

- ABS는 급제동이나 미끄러지기 쉬운 노면에서 제동한 경우에 발생하는 차량 바퀴 잠김을 방지하고 각 차량 바퀴의 미끄럼 비율 S 를 적정하게 유지함으로써 코너링 힘의 저하를 방지하고 제동시 방향 안정성과 조향성을 확보함과 동시에 최적의 제동력을 얻는 시스템이다.
- 다시 말해서, ABS는 바퀴 안쪽에 탑재된 센서가 각 타이어의 회전 상태를 감지해 잠긴 타이어를 발견하면 브레이크의 압력을 우회시켜 잠김 현상을 해소하고, 잠김 현상이 해소되면 다시 압력을 높인다.
- 이 작업을 반복하는 시간 간격은 0.05초에 불과하다.
- 인간에게는 불가능한 속도로 제동력을 조정하는 것이다.

브레이크 제어

□ ABS (Anti-lock Braking System)

- ABS 시스템의 구성



브레이크 제어

□ ABS (Anti-lock Braking System)

- ABS 시스템의 구성

- 각 차량 바퀴에 설치한 차륜속도 센서의 회전정보를 바탕으로 ABS ECU가 각 차량 바퀴의 슬립 상태를 판정한다.
- 왼쪽 앞의 타이어가 잠긴 경우 그 정보는 휠 스피드 센서로부터 ABS 컴퓨터로 전해진다.
- ABS 컴퓨터는 자동차의 각도로부터 판단하여 액추에이터로 브레이크 유압을 약화시킨다는 지시를 내리면 액추에이터가 왼쪽 앞 브레이크의 유압을 낮춘다.

브레이크 제어

□ ABS (Anti-lock Braking System)

• ABS 제어 방법

- ① 브레이크 페달을 밟아 각 바퀴의 호일 실린더 유압이 상승해 가면 차륜속도가 저하(슬립률 증가)해 간다. 급브레이크 등으로 차륜 슬립률이 최대마찰계수를 넘으면 차륜속도는 급격하게 잠기는 방향으로 가기 때문에 차륜 슬립률, 가속도와 함께 크게 변화가 일어난다. 차륜속도가 설정된 슬립 기준, 가속도 기준을 넘으면 차륜 잠김 경향이 있다고 판단하여 감압 모드 신호를 보내고 호일 실린더 유압을 감소시켜 브레이크 힘을 완화시킨다.
- ② 그 후, 유압 유지상태에서 차륜속도의 회복을 갖는다.
- ③ 차륜속도가 재차 상승(슬립률이 저하)해 가면 펄스 증압 모드(증압과 유지의 반복)으로 전환, 호일 실린더 유압을 서서히 증가시켜 다시 차륜속도를 저하(슬립률 증가)시켜간다.
- ④ 이 사이클을 차량정지까지 반복함으로써 차륜 잠김을 방지하고 적절한 차륜 슬립률을 유지해간다.

브레이크 제어

□ ABS (Anti-lock Braking System)

- ABS 제어 방법



<https://youtu.be/Zg6zufVDqUY?si=fwH6KGMvSPiBleh->

브레이크 제어

□ TCS (구동력 제어 장치)

- 눈길, 빙판길 등의 미끄러운 도로를 주행할 때에는 운전자는 바퀴를 공회전 시키지 않도록 하기 위해 신중한 가속페달의 조작이 필요하다.
- 그러나 구동력 제어장치 (Traction Control System, TCS)가 설치되어 있으면 미끄러운 도로에서 출발 또는 가속할 때 구동바퀴의 휠 스핀(공회전)을 가능한 억제하여 구동력을 도로면에 효율적으로 전달할 수 있다.
- 즉, TCS는 구동 바퀴의 휠 스핀을 감지하면 엔진 출력을 억제하거나 공회전하고 있는 휠에만 제동을 가해 타이어의 바닥을 움켜쥐는 힘을 되찾는다.
- 또 주행 빈도가 높은 일반도로에서 선회할 때 지나치게 빠른 주행속도로 선회를 하면 자동차의 뒷부분이 밖으로 밀려 나가는 테일 아웃(tail out)현상이 발생하는데 이것을 제어하기 위해서는 고도의 운전기술이 필요하다.
- 이런 경우에도 TCS는 운전자가 가속 페달을 밟아 스로틀 밸브를 완전히 열더라도 이와 관계없이 기관의 출력을 제어하여 운전자의 의지대로 안전한 선회가 가능하도록 한다.

브레이크 제어

□ TCS (구동력 제어 장치)

- TCS의 종류

- TCS는 기관조정 구동력 제어장치, 브레이크 제어 구동력 제어장치, 통합제어 구동력 제어장치등이 있다.
- 기관조정 구동력 제어장치(ETCS, Engine intervention traction control system)는 기관의 회전력을 감소시켜 구동력을 제한하는 것으로 국내에 처음 TCS가 도입되었을 당시에 주로 사용하였다.
- 브레이크 제어 구동력 제어장치(BTCS, Brake traction control system)는 구동력 제어장치를 제어할 때 브레이크 제어만을 수행한다.
- 통합제어 구동력 제어장치(FTCS, Full traction control system)는 별도의 부품 없이 ABS ECU가 TCS 제어를 함께 수행한다.
- 즉, ABS ECU가 앞바퀴(구동바퀴)와 뒷바퀴의 휠 스피드 센서 신호를 비교하여 구동바퀴의 미끄럼을 검출한다.

브레이크 제어

□ TCS (구동력 제어 장치)

• TCS의 제어

- ① 미끄러운 도로변에서 출발 및 가속할 때 미세하게 기속페달을 조작할 필요가 없기 때문에 주행성능을 향상시킨다. (미끄럼 제어)
- ② 일반적인 도로에서 선회하면서 가속할 때 운전자의 의지대로 가속을 보다 안정되게 하여 주행성능을 향상시킨다. (추적 제어)
- ③ 가속페달의 조작빈도를 감소시켜 선회능력을 향상시킨다. (추적제어)
- ④ 미끄러운 도로면에서 뒷바퀴 휠 스피드 센서로 구한 차체 주행속도와 앞바퀴 휠 스피드 센서로 구한 구동바퀴의 회전속도를 검출 비교하여 구동바퀴의 미끄럼 비율을 적절히 감소시켜 주행성능을 향상시킨다.
- ⑤ 구동력 제어장치 OFF 모드 선택으로 구동력 제어장치를 설치하지 않은 자동차와 동일하게 작동이 가능하므로 스포티(sporty)한 운전 및 다양한 운전영역을 제공한다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

- 자동차가 커브에 도달했을 때 안전하게 돌아나갈 수 있는 속도까지 감속하는 것은 운전의 기본이다.
- 그러나 커브를 돌 때 상태를 잘못 예측하여 속도 초과 상태로 커브를 돌기 시작하는 등의 운전자 실수가 일어 나지 않는다고는 말할 수 없다.
- 이때 자동적으로 4개의 타이어 중 1바퀴에 브레이크를 작동시켜 속도를 낮추면서 커브를 벗어나지 않도록 하는 기능이 있다.
- ESC는 차량의 움직임을 각종 센서로부터 감지하고 자동가압에 따른 브레이크 제어와 엔진 토크 제어로부터 횡방향 미끄러짐을 억제하고 선회시의 차량안정성을 확보하기 위한 예방안전 시스템이다.

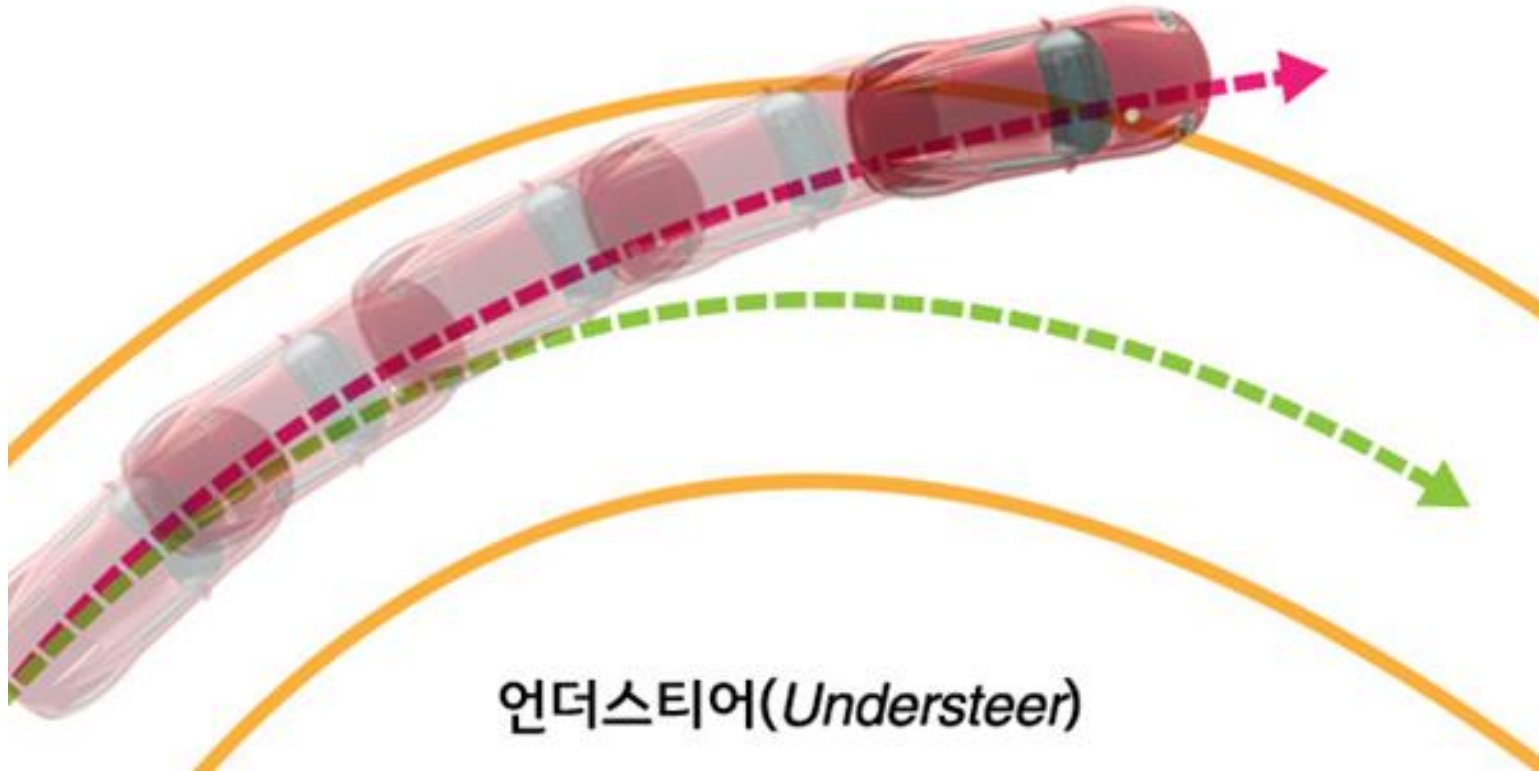
전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ 언더 스티어링

- 코너링 중 발생하는 현상으로 타이어 접지력의 한계를 벗어나는 상황에서 하나인 언더스티어링 (Understeering)은 앞쪽 타이어가 접지력의 한계를 넘어 미끄러지게 되며 의도했던 조향 각도로 선회하지 못하여 계속 코너 중심점에서 멀어지는 현상을 말한다.
- 쉽게 말해 자동차의 회전 반경이 점점 커지는 현상이다.
- 즉, 언더스티어링은 너무 빠른 속도로 코너에 진입해 코너 바깥쪽 타이어에 무게 중심이 쏠리게 돼 타이어의 코너링 능력이 상실되는 것이다.
- 언더스티어링이 일반 도로에서 발생하면 운전자가 원하는 방향으로 가지 못해 차선 간섭이나 차선 이탈을 하게 되고 교통사고를 초래하게 된다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ 언더 스티어링



전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ 언더 스티어링

- 언더스티어링을 억제하려면 첫 번째, 가속을 멈추면 즉시 사라지고, 두 번째, 제동을 하는 경우에는 완전히 사라지며 원하는 각도로 선회할 수 있게 된다.
- 세 번째로 스티어링 휠을 원하는 방향으로 조금 더 꺾을 경우 사라지기도 한다.
- 즉, 오른쪽 앞 타이어가 접지력을 잃어버리고 도로의 바깥쪽으로 자동차가 나가려고 할 때 왼쪽 뒤의 타이어에 브레이크를 작동시키면 자동차를 좌회전 시키려는 힘이 작용하여 원래 나아가고 싶은 방향으로 수정된다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ 오버 스티어링

- 오버스티어링 (Oversteering) 역시 언더스티어링과 마찬가지로 지나친 속도로 코너 진입 시 나타나는 현상이다.
- 언더스티어링과는 반대로 뒤쪽 타이어가 접지력을 잃어 발생하게 된다.
- 뒤쪽이 미끄러지기 때문에 언더스티어링과 다르게 코너 안쪽을 향해 의도치 않은 각도로 파고들게 된다.
- 보통 후륜 구동 차량에서 발생하긴 하나, 반드시 그런 것만은 아니고 노면이 젖어있거나 눈과 얼음으로 덮여있는 요즘 같은 환경에서도 종종 겪을 수 있는 현상이다.

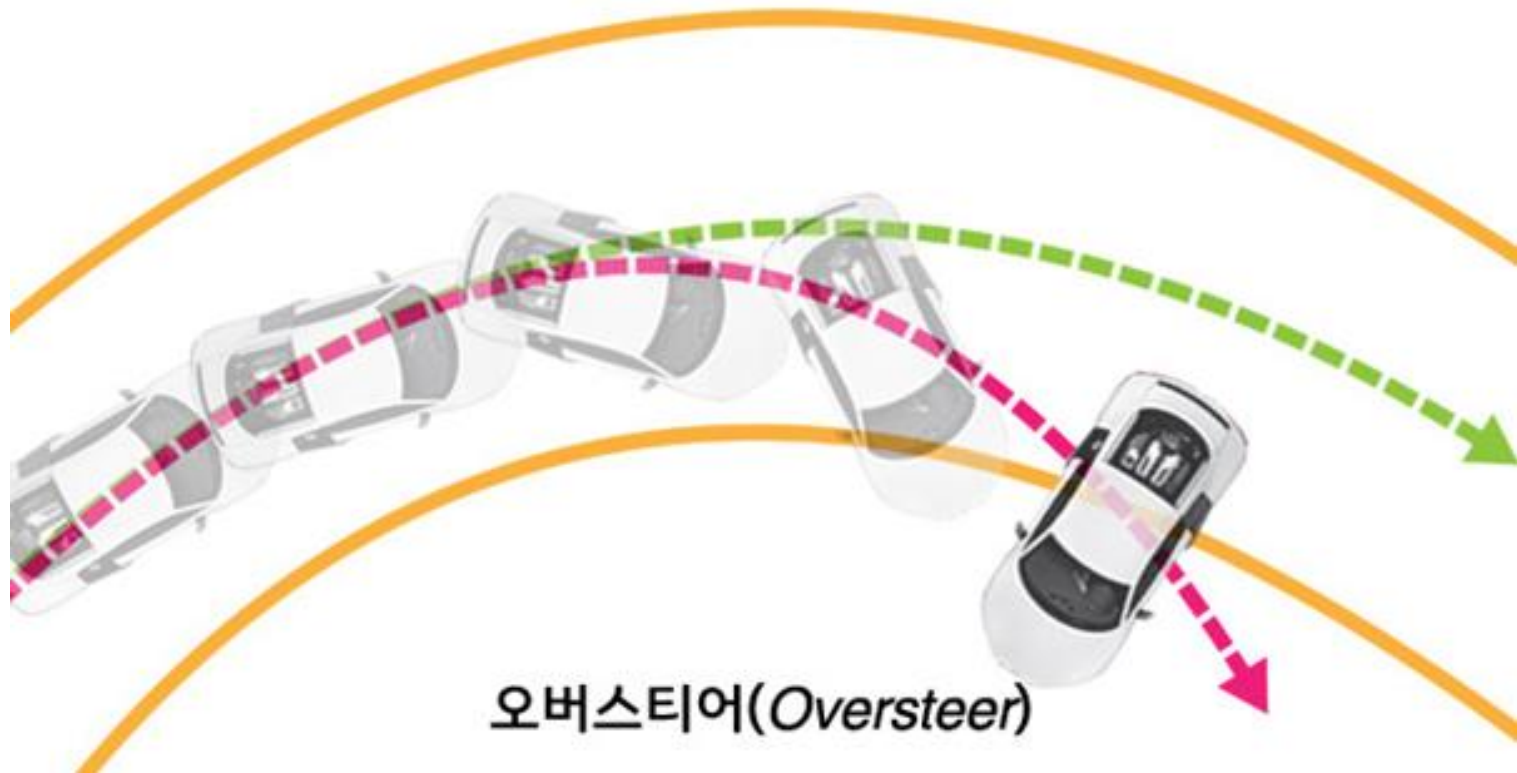
전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ 오버 스티어링

- 오버스티어링이 발생하면 진행하는 방향의 반대 방향으로 스티어링 휠을 돌려 각도를 보정해주는 조작이 필요하다.
- 따라서, 커브를 돌다 당황한 운전자가 급히 핸들 조작을 하는 바람에 오히려 자동차가 커브의 안쪽으로 파고 들어가는 상황이 되거나 그 결과로 뒷바퀴가 옆으로 미끄러지면서 스핀하려는 움직임이 감지되는 경우는 커브 바깥쪽의 앞바퀴에만 브레이크를 작동시켜 안쪽으로 파고 들어가는 오버 스티어링을 억제한다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ 오버 스티어링



전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ 오버 스티어링

- 오버 스티어링을 억제하려면, 오른쪽 뒤의 타이어가 그림을 잃어버리고 자동차가 도로의 안쪽으로 파고들려고 할 때 오른쪽 앞의 타이어에 브레이크를 걸면, 자동차를 우회전 시키려고 하는 힘이 작용하면서 원래 진행하고 싶은 방향으로 수정된다.
- 이렇게 일부의 타이어에만 브레이크를 작동시킬 수 있는 것은 ABS가 4바퀴에 개별적으로 브레이크를 작동시킬 수 있는 장치이기 때문으로 ECS는 ABS의 응용 기능이라 할 수 있다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ 오버 스티어링

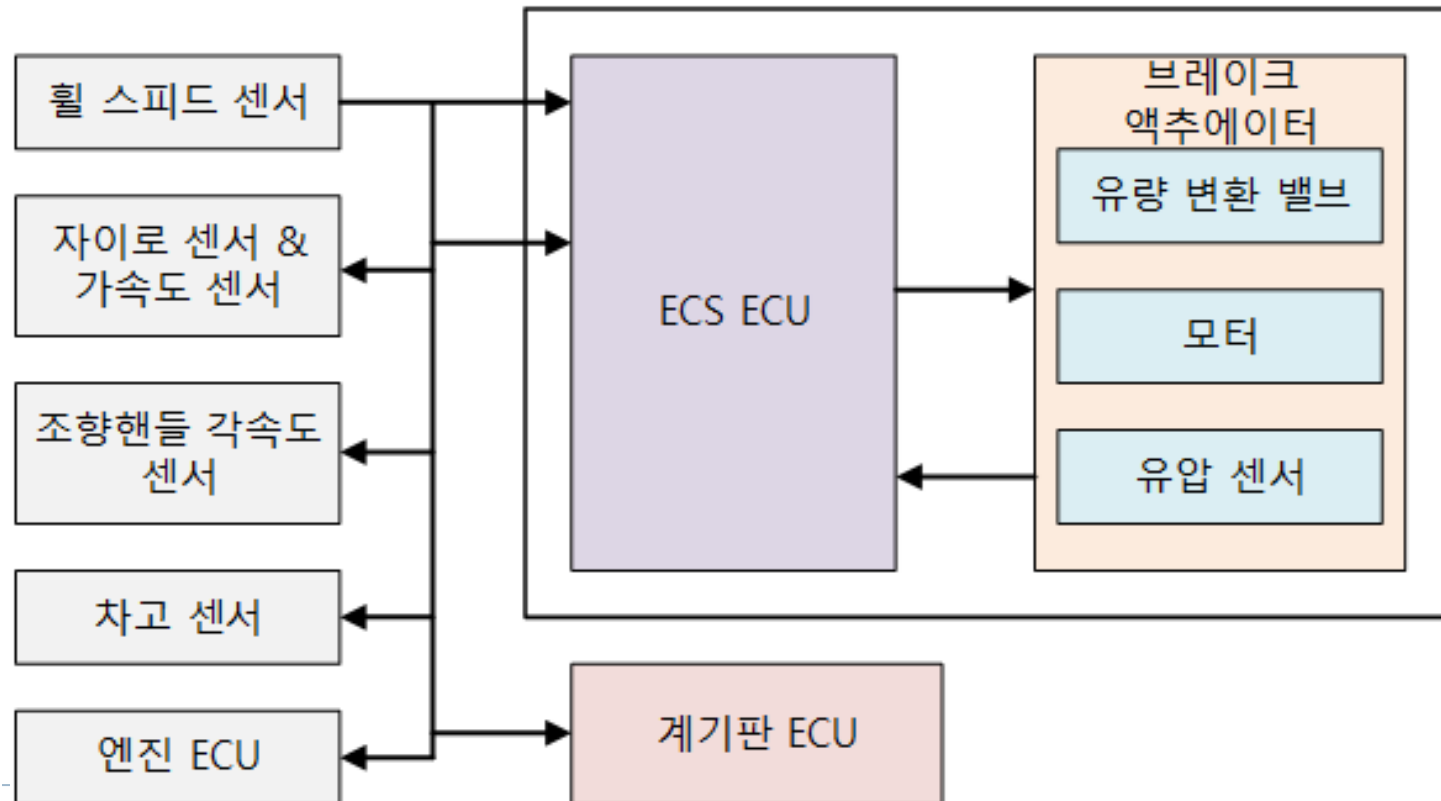


<https://youtu.be/QXypoo3gKHo?si=bHlcvv37HYH1rw4M>

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 시스템의 구성

- ECS 시스템은 ABS와 마찬가지로 각 휠 스피드 센서 이외에 차량의 움직임을 감지하는 센서, 운전자 조작을 감지하는 센서등의 많은 센서와 바퀴의 브레이크를 구동하기 위한 액추에이터, ECS ECU로 구성된다.



전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 시스템의 구성



<https://youtu.be/uq2R3h07hi8>

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 센서

- 차고센서 (Vehicle high sensor)
 - 차고센서는 차량의 앞, 뒤에 설치되며, 차체와 차축의 위치를 감지하여 ECU로 감지한 정보를 전송한다.
 - 차고 센서는 레버에 설치된 원판(disc plate)이 자동차의 높이 변화에 따라 발광다이오드와 포토 트랜지스터사이에서 회전하며, 원판의 홈(slot)을 통해 발광다이오드의 빛이 포토트랜지스터로 입력되어 발생한 출력에 의해 자동차 높이가 검출된다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 센서

- 조향핸들 각속도 센서 (steering wheel angle speed sensor)
 - 조향핸들 각속도 센서는 조향핸들 아래쪽에 설치되어 있으며, 조향핸들의 회전속도, 회전방향 및 회전 각도를 검출하여 자동차의 선회여부를 판단하는 센서이다.
 - 이 센서는 2개의 포토 단속기와 1개의 원판으로 구성되어 있으며, 포토 단속기는 조향 칼럼에 고정되어 있으며, 원판은 조향축에 연결되어 조향핸들을 돌리면 함께 회전한다.
 - 이때 조향핸들을 일정하게 돌리면 컴퓨터는 롤(roll)상태로 판단하여 안티 롤(anti-roll)제어를 한다.
 - 조향핸들 각속도 센서는 포토 단속기의 발광 다이오드와 포토 트랜지스터사이에 설치된 원판이 조향핸들의 회전운동에 따라 회전하며, 발광다이오드의 빛이 포토트랜지스터로 통과여부에 따라 전기적인 신호 즉, 조향핸들의 회전속도 및 회전방향, 회전각도를 검출한다.
 - 그러나 조향핸들을 매우 적게 회전할 때에는 출력신호가 발생하지 않는다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 센서

• 가속도 센서

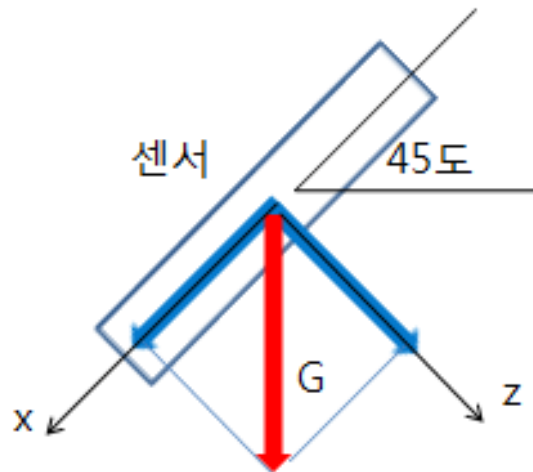
- 가속도 센서는 말 그대로 가속도를 측정하는 센서이다.
- 가속도 센서가 3축이라 함은 센서가 3차원에서 움직일 때 x축, y축, z축 방향의 가속도를 측정할 수 있다는 의미이다.
- 기본적으로 가속도 센서는 가만히 정지한 상태에서 중력 가속도를 감지하기 때문에 z축 방향으로 $-g$ 만큼의 값을 출력한다.
- 그러면 이러한 가속도 센서를 이용해서 어떻게 자세, 즉 기울어진 각도를 측정할 수 있을까?
- 먼저 센서가 가속도를 측정하고자 하는 물체와 견고하게 장착되어 있는 상태에서 시작한다.
- 센서의 초기 출력은 모두 0이라고 가정한다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 센서

• 가속도 센서

- 이 상태에서 물체를 y축 방향으로 45도 기울여 보면, 기울어진 상태에서 z축 방향과 x축 방향으로 동일한 값의 가속도가 측정된다.
- 그림에서 중력방향으로 g 가 측정되어야 하므로 만큼 z축과 x축 방향으로 값이 출력된다.
- 결과적으로는 z축과 x축 값의 비율을 atan 에 넣으면 그 결과값이 45도, 즉 기울어진 값을 알 수 있다.



전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 센서

• 자이로 센서

- 자이로 센서는 물체의 회전속도인 각속도의 값을 이용하는 센서이기 때문에 ‘각속도 센서’ 라고도 한다.
- 각속도는 어떤 물체가 회전 운동할 때 생기는 코리올리 힘(Coriolis Force)을 전기적 신호로 변환하여 계산할 수 있다.
- 코리올리 힘이란 운동하는 물체의 속도에 비례하며 운동방향에 수직인 힘을 의미한다.
- 자이로 센서는 회전하는 물체의 회전각과 기울기 등을 알 수 있기 때문에 물체의 가속도나 충격의 세기를 측정하는 ‘가속도 센서’ 와 함께 사용되어 동작 인식을 효과적으로 하는 역할을 하고 있다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 센서

• 자이로 센서

- 각속도에서 각도를 구하려면 전체 시간에 해당하는 만큼 적분을 해야한다.
- 자이로 센서는 이와 같이 각속도를 출력으로 내보내기 때문에 전체 시간동안 이 각속도를 적분하면 기울어진 각도를 계산할 수 있다.
- 그런데 자이로 센서에도 문제점은 존재한다. 적분 자체의 문제점 때문이다.
- 센서에서 측정되는 각속도는 노이즈가 생기든 어떠한 이유에 의해 측정값에 에러가 계속 생기는데, 이 오차가 적분시에는 누적이 되어서 최종 값이 드리프트 되는 현상이 생기게 된다.
- 따라서, 자이로 센서에서 측정되는 각속도를 이용하면 시간이 지날수록 각도는 오차가 생겨 기울기 값이 변하게 된다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 센서

• 자이로 센서

- 정지상태의 긴 시간의 관점에서 보면 가속도 센서에 의해 계산된 기울어진 각도는 올바른 값을 보여준다.
- 그러나 자이로 센서에서는 시간이 지날수록 틀린 값을 나타낸다.
- 반대로, 움직이는 짧은 시간의 관점에서 보자면 자이로 센서는 올바른 값을 보여준다.
- 하지만 가속도 센서는 기울어진 각도와는 영 다른 계산값이 나오게 된다.
- 결론적으로는 물체의 기울기를 측정하기 위해서는 가속도센서와 자이로센서를 모두 사용해서 각각의 단점을 보상할 수 있는 알고리즘을 적용해서 롤 또는 피치 값을 계산한다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 센서

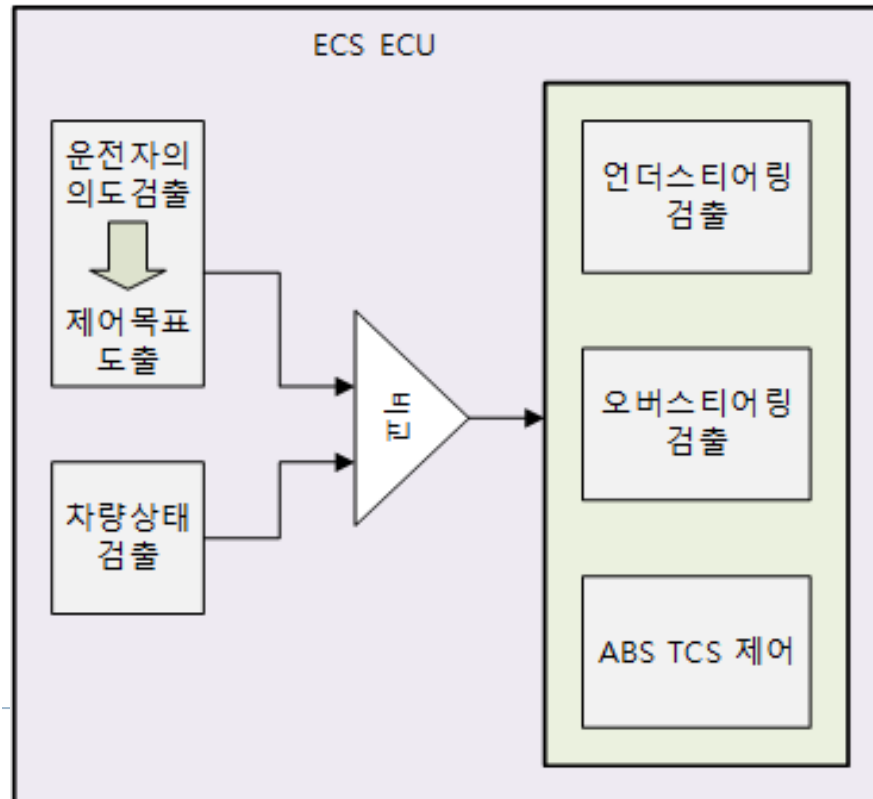
• 차속 센서

- 차속센서는 홀(hall)소자를 사용하고 있으며, 자동차의 주행속도를 ECU로 전송한다.
- ECU는 차속센서의 신호를 기준으로 자동차가 선회할 때 롤(roll) 정도를 예측하고, 제동할 때 차체가 앞으로 기울어지는 다이브(dive)현상을 방지하는 안티-다이브(anti-dive)제어, 출발할 때 차체의 앞쪽이 들리는 스쿼트(squat)현상을 방지하는 안티-스쿼트 (anti-squat)제어 및 고속안정성을 제어한다.

전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

□ ECS 제어

- ECS는 전륜 또는 후륜의 횡방향 미끄러짐을 검출하고 차량이 안정된 방향으로 각 바퀴의 브레이크 힘과 엔진 토크를 제어한다.
- ECS용 ECU는 그림과 같이 운전자가 의도하는 방향 (제어 목표)과 자이로 센서, 가속도 센서, 차륜속도 센서로부터 검출한 차량 상태를 상시 비교하고 있다.



전자 제어 현가 장치 (ECS, Electronic Control Suspension System)

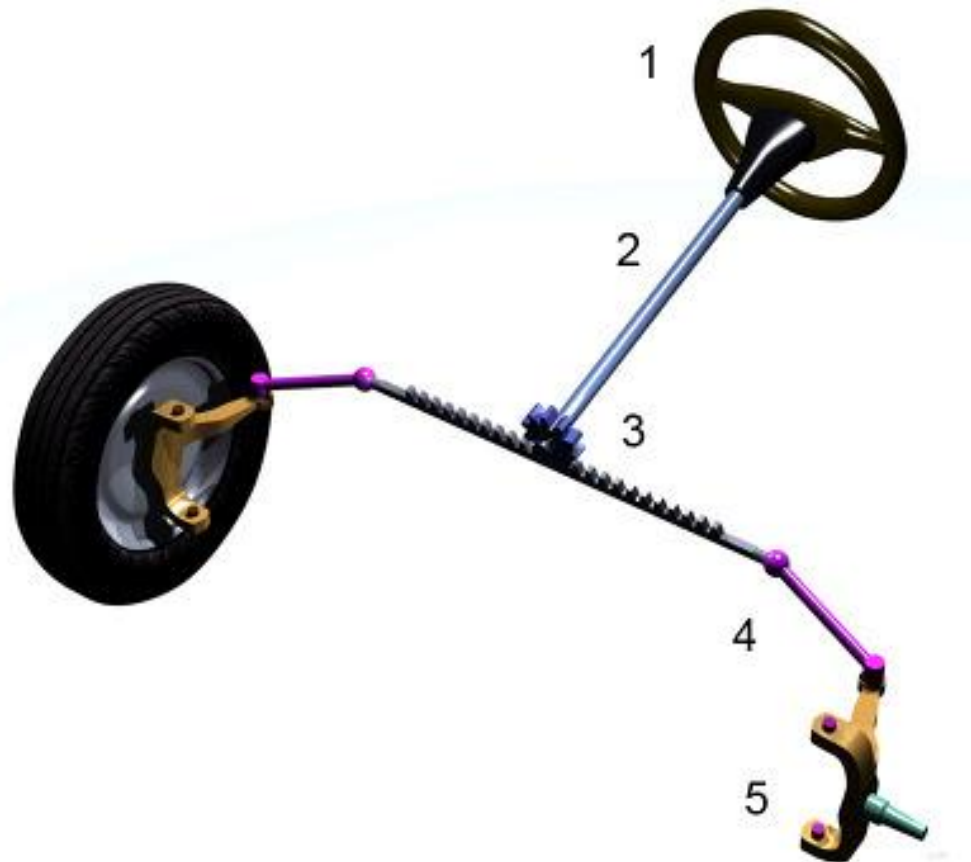
□ ECS 제어

- 전륜 횡방향 미끄러짐이 일어나는 경우에는 차량 안쪽 방향의 모멘트를 주기 위해 주로 선회 안쪽 후륜에 브레이크 가압을 명령한다.
- 또, 후륜 횡방향 미끄러짐이 일어나는 경우에는 바깥 방향의 모멘트를 주기 위해 선회 바깥쪽의 전륜에 브레이크 가압을 명령한다.
- 이러한 브레이크 가압 제어와 함께 엔진 토크 억제 제어를 조합하여 차량을 안정한 방향으로 제어하고 있다.

스티어링 제어

□ 스티어링 제어의 개요

- 스티어링 시스템은 1. 핸들 (Steering wheel), 2. 조향축(Steering column), 3. 랙 앤드 피니언 (Rack & pinion type), 4. 타이로드 (Tie rod), 5. 너클암 (Knuckle arm) 등으로 구성되어 있다.



스티어링 제어

□ 스티어링 제어의 개요

- 핸들은 둥근 모양으로 되어 있으며, 운전자가 조작하는 부품으로 조향축의 상단에 설치되어 있다.
- 조향축의 반대쪽 끝에는 기어 박스가 설치되어 있으며 이 속에는 조향축쪽의 피니언 기어와 반대쪽에 랙rack의 톱니가 서로 맞물린 상태로 설치되어 있다.
- 운전자가 핸들을 돌리는 움직임은 조향축을 통하여 피니언 기어에서 랙으로 전달된다.
- 그러면 핸들의 [회전 운동]이 랙을 통하여 [좌우직선 운동]으로 변환된다.
- 랙의 좌우 움직임을 랙의 양끝에 설치되어 있는 타이로드로 전달하고 그 타이로드는 차축에 설치된 허브의 너클 암에 전달한다.
- 이 너클 암이 좌우로 움직임으로써 상하를 지주 (支柱)로 지지된 허브가 회전운동을 하여 타이어의 방향이 바뀌게 된다.
- 운전자가 핸들을 돌리는 회전운동이 기어 박스에서 좌우의 가로 방향으로 직선운동이 되고 허브에서 다시 회전운동으로 변환되어 타이어의 방향이 바뀌는 것이다.

스티어링 제어

□ 스티어링 제어의 개요

- 스티어링의 대표적인 시스템에는 파워 스티어링을 꼽을 수 있다.
- 파워 스티어링은 보조 동력에 의해 어시스트 토크를 발생시켜 운전자의 조작력을 경감하는 장치이다.
- 자동차는 속도가 빨라질수록 타이어의 회전으로 마찰이 작아져 핸들을 돌리기가 수월해지지만 느린 속도 또는 주차시에는 엄청난 힘을 필요로 한다.
- 그래서 그 힘을 보조하여 적은 힘으로도 핸들을 쉽게 돌릴 수 있게 하기위해 기계식에 파워 스티어링 시스템이 장착되게 된 것이다.
- 파워 스티어링 시스템에는 유압식과 전동식이 있다.

스티어링 제어

□ 스티어링 제어의 개요



https://youtu.be/OD_dfIZXfls

스티어링 제어

□ 스티어링 제어의 개요

- 유압식 파워 스티어링 (Hydraulic Power Steering : HPS)
 - 유압식 파워 스티어링은 조향감과 직결감이 우수하지만 스티어링 휠 조작시 다소 무겁다.
 - 또한, 작동 시 엔진의 힘을 빌려 유압을 발생시키므로 동력 손실과 연비에 영향을 준다.
 - 이를 개선하고자 유압식 파워 스티어링은 일부 전기모터를 도입했다.

스티어링 제어

□ 스티어링 제어의 개요

- **전기유압식 파워 스티어링** (EHPS: Electric Hydraulic Power Steering)
 - 전기유압식 파워 스티어링은 오일펌프를 구동해 조향하는 점은 일반 유압식과 동일하다.
 - 대신 엔진동력을 이용해 오일펌프를 작동키는 기존 유압식과는 달리 별도의 전기모터를 달아 오일펌프를 작동시킨다.
 - 동력손실과 연비저하를 최소화 시킬 수 있다는 장점이 있다.
 - 유압을 안정적으로 제어할 수 있기 때문에 직결감이 우수한 유압식의 장점은 유지하면서 부드러운 조향감을 더한 것이 특징이다.
 - 비교적 최근까지 고급세단 위주로 사용되었다.
 - 하지만, 가장 큰 문제는 ACC 같은 반자율주행 장치와 결합이 불가능하다는 점이다.
 - 레벨2 정도의 반자율주행 시스템을 달려면 전동모터를 이용한 조향 보조가 기본이다.
 - 이런 점에서 전기유압식 파워 스티어링은 한계가 명확하다.

스티어링 제어

□ 스티어링 제어의 개요

- **전동식 파워 스티어링** (EPS: Electric Power Steering)
 - 전동식 파워 스티어링은 최근 자동차 제조에 가장 널리 사용되는 파워 스티어링 방식이다.
 - 전동식 파워 스티어링은 유압을 활용하지 않고 오로지 전기모터를 이용해 조향을 돕는다.
 - 유압장치를 장착하지 않아도 돼 동력손실을 줄여 연비와 성능을 개선할 수 있다.
 - 오일 누유가 없으며 부피가 작아 엔진룸 설계가 용이한 게 특징이다.
 - 구조가 간단해 유압식에 비해 원가가 저렴한 것도 장점이다.
 - 유압식 파워 스티어링과 달리 전자제어장치(ECU) 스티어링 개입이 가능하다.
 - 운전자 기호나 차량 속도에 따라 스티어링의 답력을 조절하거나 차선이탈보조 등 주행보조장치 작동 시 조향을 직접 수행할 수 있다.
 - 단점도 있다. 모터 안쪽의 작은 톱니바퀴에 커다란 힘이 실리는 구조라 장기간 사용하면 부품 마모가 일어나 조향감이 떨어질 수 있다.

스티어링 제어

□ 스티어링 제어의 개요

- 전동식 파워 스티어링 (EPS: Electric Power Steering)



<https://youtu.be/dQGoMIKx3AY>

스티어링 제어

□ EPS

- EPS는 1980년대에 들어서 일본에서 개발되었다.
- 엔진의 배기량이 작고 힘이 약한 경자동차 엔진에 부담을 주지 않는 방식으로 고안이 되었다.
- 조향축에 장착된 모터로 핸들을 돌려서 보조력을 얻는다.
- 오늘날은 엔진의 배기량이 큰 승용차에서도 엔진에 부담을 주지 않고 연비가 좋아지는 이유 때문에 전동 파워 스티어링을 적용한다.
- 전기 자동차에서는 원래 엔진이 없기 때문에 파워 스티어링을 장착한다면 반드시 모터로 보조력을 얻는 EPS 방식을 사용한다.
- EPS 모터에 공급되는 전기는 다른 보조 기계와 마찬가지로 12V 납 축전지에서 얻는다.

스티어링 제어

□ EPS

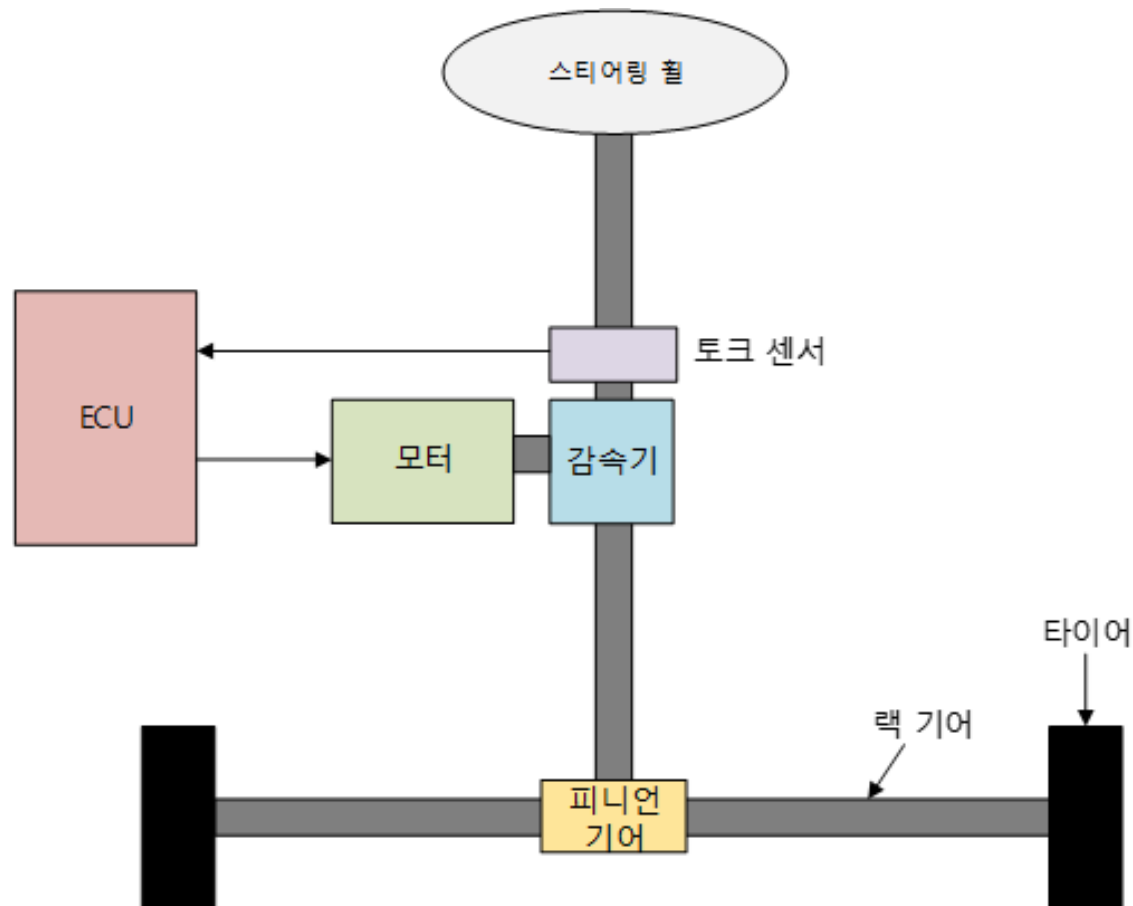
- EPS 시스템 구성

- EPS는 토크 센서와 모터로 구성된다.
- 토크 센서에서 입력되는 핸들의 동작에 따라 ECU에서 모터를 제어한다.
- ECU에서는 속도 등의 운전 상태에 따라 제어 모드를 변화 시킨다.
- 토크 센서는 핸들 축의 비틀림(Torsion) 힘을 측정하는 센서이다.
- 토크 센서는 기본적으로 핸들에서 가해지는 힘을 측정하지만 타이어에서 전해지는 힘도 함께 측정될 수 있다.
- 하지만, 토크 센서는 그 힘이 핸들에서 오는지 타이어에서 오는지 알 수 없다.
- 모터에서 출력하는 힘을 함께 측정하여 타이어에서 전해지는 힘을 추정할 수 있다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템 구성



스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템 구성

- EPS 모터

- ❖ EPS에 이용되는 모터는 브러시가 있는 모터와 브러시가 없는 모터가 있다.
 - ❖ 브러시가 있는 모터는 브러시와 정류자에 의해 회전과 동시에 전류를 전환하기 때문에 전원과 연결되는 것만으로 회전하여 비교적 저렴한 가격으로 구성할 수 있다.
 - ❖ 다만, 권선이 로터측에 배치되어 있기 때문에 대출력화가 동반되어 로터의 관성 모멘트가 증대하고 조향 감각의 악화에 대해 대책이 필요하게 된다.
 - ❖ 브러시가 없는 모터는 그 자체가 정류작용을 갖지 않기 때문에 회전각 센서를 내장하여 회로측에서 회전각 신호에 따른 전류를 전환할 필요가 있고 복잡하고 고가이다.
 - ❖ 하지만, 권선은 고정자측에 배치되고 로터측은 자석이기 때문에 대출력이 되어도 브러시가 있는 모터와 같은 관성 모멘트의 증대는 억제할 수 있다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템 구성

- 토크 센서

- ❖ 토크 센서는 운전자의 조향토크를 검지하기 위한 센서이고 EPS를 제어하기 위해 기본정보를 검출하는 중요한 장치이다.
 - ❖ 그 구조는 스티어링축 상에 설치된 토션 바와 그 비틀림 각을 검출하는 센서로 이루어진다.
 - ❖ EPS의 토크 센서는 상당히 중요한 부품이기 때문에 신뢰성을 가질 수 있는 비접촉식이 대부분이다.
 - ❖ 자기유도식 토크 센서는 토션 바의 상하에 부착된 검출코일, 보상코일의 요철 상대위치가 토션 바의 비틀림에 의해 변화하고 이로 인한 자기회로의 변화를 바깥쪽에 설치한 검출코일로부터 추출하는 방식으로 비접촉식으로 광범위하게 이용되어 왔다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템 구성

- 토크 센서

- ❖ 홀 IC식 토크 센서는 토션 바에 다극의 자석을 설치하고 토션 바의 비틀림에 의한 자력의 불균형을 주위에 설치한 자기 집전 고리에 집약하고 홀 IC를 이용하여 검출하는 방식이다.
 - ❖ 홀 IC는 온도특성을 갖지만, IC내에서 보정할 수 있는 것이 나오고 있어 실제 생활에 사용할 수 있도록 제공되고 있다.
 - ❖ 트윈 리졸버식 토크 센서는 토션 바의 상하에 회전각 센서(리졸버)를 갖고 있어 각각의 회전각 검출값을 직접 검출하여 그 차이로 비틀림 양을 산출하고 토크로 환산한다.
 - ❖ 회전각 센서를 직접 이용함으로써 토크뿐만 아니라 조향각도 검출할 수 있다는 것이 특징이다.
 - ❖ 한편, 리졸버를 이용하는 경우, ECU쪽에 회로를 설계할 필요가 있다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템의 종류
 - EPS는 전동 모터의 종류와 어시스트 위치에 따라 크게 3종류로 구분된다.
 - 컬럼 어시스트, 피니온 어시스트, 랙 어시스트가 바로 그 3종류이다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템의 종류

- 컬럼 어시스트 EPS (C-EPS)

- ❖ 컬럼 어시스트 EPS (C-EPS)는 운전자와 가까운 컬럼에 모터를 장착하기 때문에 설치가 쉽고 가격이 저렴하다.
 - ❖ 이 방식의 장점은 모터와 ECU를 엔진룸이 아닌 실내에 적용할 수 있어 방수 작업이 필요하지 않으며, 엔진과 변속기를 배치하는 레이아웃에 영향을 미치지 않아 엔진룸에 여유 공간이 확보된다는 것이다.
 - ❖ 이러한 장점으로 인해 공간이 중요한 경차 또는 소형차에 주로 사용되고 있다.
 - ❖ 하지만, 모터의 도움을 받아 바퀴까지 전달하는 거리가 길고 거기엔 유니버설 조인트, 랙앤 피니언, 타이로드, 너클암등 많은 부품들이 위치해 있기 때문에 조향 반응이 느리다는 단점이 있다.
 - ❖ 조향 반응이 느리다는 것은 또한, 스티어링 휠 바로 앞에 모터가 위치하기 때문에 모터의 운동에 따른 그 느낌과 소음이 운전자에게 바로 전달된다는 단점을 가지고 있다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템의 종류

- 피니온 어시스트 타입 (P-EPS)

- ❖ 조향 반응이 느린 C-EPS의 단점을 개선하기 위해 피니온 어시스트 타입 (P-EPS)은 모터를 피니온 근처에 배치한다.
 - ❖ C-EPS와 P-EPS는 크게 차이가 없다.
 - ❖ 모터 동력이 피니언 기어를 보조해 주는 것은 동일하며, 단지 모터의 위치만 스티어링 휠 바로 아래 칼럼에 있느냐, 아니면 칼럼의 끝 피니언 근처에 있느냐에 차이이다.
 - ❖ 이렇듯 P-EPS는 C-EPS와 별 차이가 없고 공간 확보에 유리한 C-EPS의 장점도 가지지 못하기 때문에 쓰이는 차종은 별로 없다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템의 종류

- 랙 어시스트 타입 (R-EPS)

- ❖ 랙 어시스트 타입 (R-EPS)는 핸들의 조향축을 통해 회전하는 피니언이 랙과 만나 직선운동으로 전환되는 곳인 바퀴의 조향축에 모터가 위치하고 있어 유압식과 유사한 느낌을 주며 조향 감각이 뛰어나고 안정적이다.
 - ❖ 그러나 엔진룸 아래의 바퀴 조향축 쪽에 장착되어 있기 때문에 방수처리를 해야 하고 사용온도가 높아서 단가가 높은 단점이 있다.
 - ❖ 이렇게 C-EPS에 비하여 R-EPS가 구조적으로 안정적이고 뛰어난 핸들링을 제공함에도 불구하고 C-MDPS가 많이 사용되는 것은 비용의 문제가 가장 큰 요인이다.
 - ❖ 그러나 C-EPS라고해서 무조건 핸들링이 좋지 않거나 안정감이 떨어지는 것은 아니다.
 - ❖ 자동차 회사마다 누적된 데이터와 노하우에 따라 얼마나 잘 세팅하느냐에 따라 천양지차의 감각을 주는 것이다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템의 제어

- 어시스트 기본 제어

- ❖ 토크 센서의 신호에 대해 계의 응답 지연 차이를 보상하기 위해 위상 보상(위상 이동)을 건다.
 - ❖ 그리고 위상 보상 후의 값에 대해 어시스트 양을 결정한다.
 - ❖ 이것들은 차량 특성 등에 따라 적합되어 맵의 형태로 주어지는 것이 많다.
 - ❖ 또, 여기에서는 차속으로 어시스트 양을 조정하는 말하자면 차속감응특성도 주어진다.
 - ❖ 그 후, 보조 제어 양을 가산하여 최종 어시스트 명령값으로서 전류 제어부에 전달한다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템의 제어

- 어시스트 보조 제어

- ❖ 스티어링은 운전자의 조향뿐만 아니라 노면에서 타이어에 토크가 걸려 차량측으로부터 회전하는 상황이 발생하기 때문에 항상 어시스트에 더하여 어시스트 보조 제어가 실시된다.
 - ❖ 주요한 것은 ① 모터의 관성 모멘트가 영향을 주는 때의 어시스트 시작을 자연스럽게 하기 위한 『관성 보상』 ② 선회후 셀프 얼라이닝 토크에 의해 스티어링이 되돌아가는 경우에 대응하는 『복원 보상』 ③ 손을 떼고 되돌아갈 때 등의 스티어링의 수속을 좋게 하기 위한 『댐퍼 보정』 ④ 모터나 기구부의 마찰에 의해 발생하는 어시스트 지연에 대응하기 위한 『마찰 보정』 등이 있다.
 - ❖ 보정량은 어시스트 맵과 동일하게 차량 특성에 따라 변화하는 값으로서 적절한 선에서 결정된다.

스티어링 제어

□ EPS

- EPS 시스템의 제어

- 모터 전류 제어

- ❖ 위에서 결정한 모터 전류 명령값에 대해 모터를 지연없이 추종시키기 위해 모터 전류를 제어한다.
 - ❖ 모터 전류를 검출하고 명령값에 대한 차이를 보정하는 피드백 제어가 일반적이다.
 - ❖ 이 제어 주기는 어시스트 명령값을 구하는 주기의 반 정도로 설정되어 있다.
 - ❖ 기본적으로는 명령값과 전류 검출값과의 차이에 대해 PI(비례적분) 제어가 걸리며, 전압 명령값으로 변환된다.
 - ❖ 이 전압 명령을 PWM의 듀티비로 환산하여 MOSFET을 그 듀티 (duty)로 ON · OFF시키는 모터를 제어한다.

스티어링 제어

□ 기타 스티어링 제어 시스템

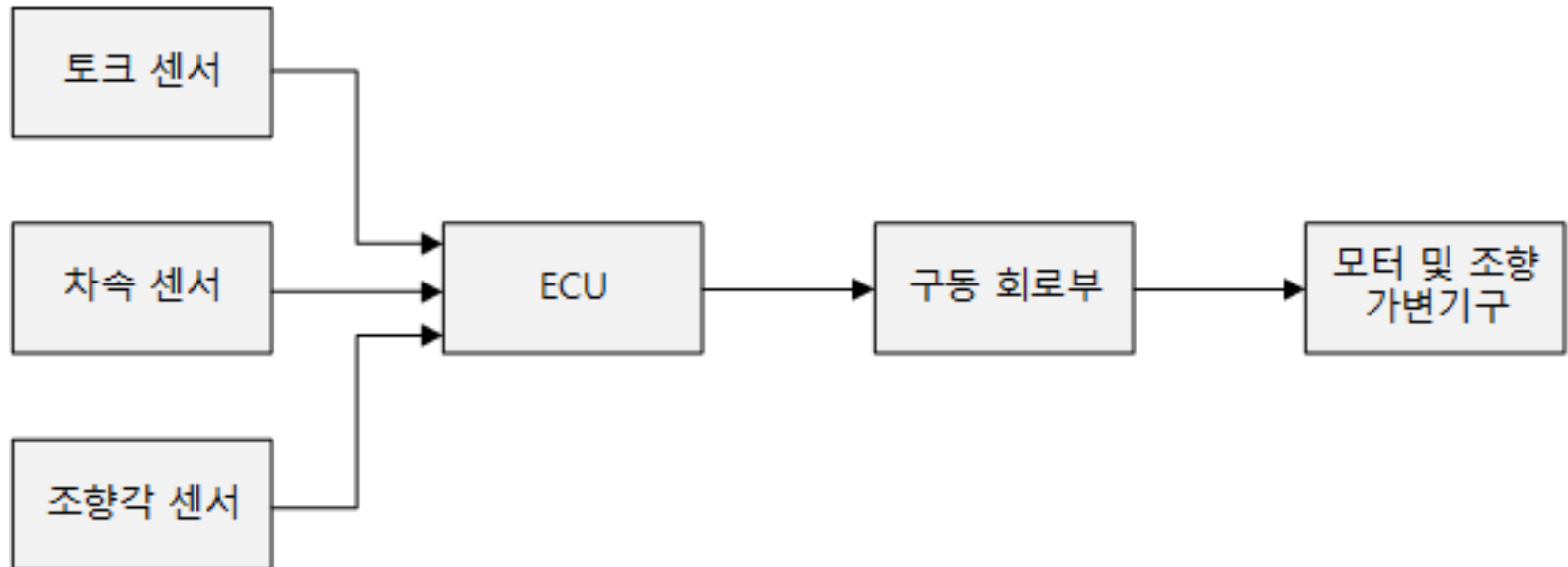
• 기어비 가변기구

- EPS는 조향력의 어시스트이지만, 기어비 가변기구는 조향의 양을 어시스트하는 것이다.
- 낮은 차속 영역에서는 오버올 기어비(스티어링 각도/타이어 각도)를 작게 하여 빠른 스티어링을 하게 함으로서 잡고 돌리는 성능의 향상을 꾀하였다.
- 또, 높은 차속 영역에서는 기어비를 작게 하여 불필요한 조작에 의한 불필요한 차량 거동을 억제하고 안정성, 안전성을 향상시킨다.
- 브러시리스 모터를 스티어링축 상에 배치하여 그 출력축을 조향과 같은 방향으로 돌려서 속도를 증가시키고, 반대 방향으로 돌려서 감속하는 것으로 지금까지 일정하였던 조작량과 타이어 회전각의 기어비를 변경한다.

스티어링 제어

□ 기타 스티어링 제어 시스템

- 기어비 가변기구

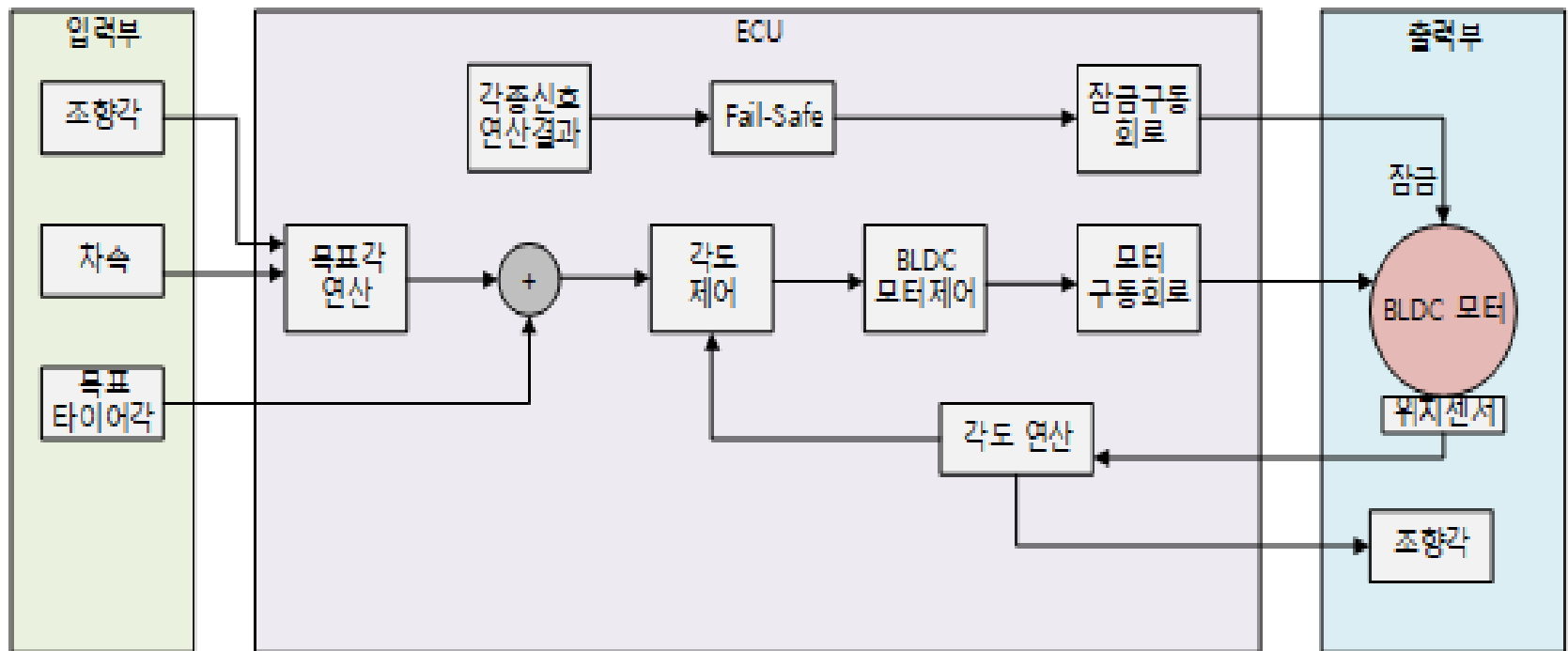


스티어링 제어

□ 기타 스티어링 제어 시스템

• 기어비 가변기구

- 기어비 가변기구는 파워 스티어링보다 운전자 쪽으로 배치할 필요가 있기 때문에 현재는 유압식 파워 스티어링 또는 랙 어시스트 타입 EPS와 같이 사용되고 있다.
- 그림은 기어 가변 제어 시스템의 구성 예를 보여준다.



스티어링 제어

□ 기타 스티어링 제어 시스템

• 기어비 가변기구

- 조향각 센서와 차속 센서의 신호로부터 차속감응전달특성 맵을 참조하여 목표 타이어 각도를 연산한다.
- 또, 차량안정 제어를 위해 ECB(전동유압 브레이크)로부터 보정각이 전달되는 경우도 있다.
- 그 목표 타이어 각도에 도달하도록 모터 내에 있는 위치 센서의 신호를 피드백하여 모터를 제어한다.
- 또, 시스템에 무엇인가의 이상이 생겼을 경우에는 기어비가 변화하지 않도록 기구적으로 잠김을 거는 처리도 이루어져 있다.

스티어링 제어

□ 기타 스티어링 제어 시스템

- 4WS 시스템 (4Wheel Steering)
 - 4WS 시스템은 1990년대에 많은 제조사가 실용화하였다.
 - 앞바퀴의 방향 각에 대해, 저속시에는 뒷바퀴를 반대 방향으로 틀어, 작은 회전성을 향상시키고 고속시에는 앞바퀴에 대해 같은 방향으로 틀어서 요레이트를 억제하면서 진로 변경을 가능하게 하고 안정성을 향상시킨다.
 - 또, 앞에서 서술한 기어비 가변기구라는 다른 시스템과의 조합으로 능동적으로 제어하여 보다 고성능인 운동성능을 낼 수 있는 시스템도 있다.

스티어링 제어

□ 기타 스티어링 제어 시스템

• 자동 주차 시스템

- 지능형 주차 보조 시스템은 세우고 싶은 주차 공간의 앞에서 일단 정지하고 시스템에 주차 위치를 입력하면 차량이 자동으로 스티어링을 조작한다.
- 브레이크나 가속 페달을 밟지 않으면 자동 변속기의 크립 현상 (변속기의 위치를 D나 R에 놓고 브레이크에서 발을 떼면 가속 페달을 밟지 않아도 차가 움직이는 현상)만으로 움직이면서 주차 공간에 자동차를 깔끔하게 주차시킨다.
- 운전자는 자동차가 주차 공간에 들어간 시점에 브레이크를 밟아서 정지시키기만 하면 된다.

스티어링 제어

□ 기타 스티어링 제어 시스템

• 자동 주차 시스템

- 유럽의 자동차 제조 회사들은 주차 가능한 공간인지를 센서로 판단하고 그 공간에 주차하도록 스티어링만을 자동으로 조작해주는 시스템도 개발했다.
- 이 기술은 폭과 길이를 재는 센서와 카메라의 영상을 인식하는 컴퓨터, 여기에 전동 파워 스티어링의 제어를 통해 구현된다.
- 자동 주차 시스템은 초음파 센서와 카메라를 이용한 공간 인식, 인식한 공간에 자동차를 유도하기 위한 스티어링 조타 검출, 초음파 센서를 이용한 접촉 방지 등이 세 가지가 자동 주차 시스템을 이루는 큰 기둥이다.
- 먼저 운전자는 스위치를 누른 뒤에 주차 공간 앞에서 일시 정지한다. 그리고 주차하고 싶은 장소를 자동차에게 알린 다음 대각선 앞까지 전진한다.
- 그러면 자동차가 크립 현상을 이용한 후진과 스티어링의 자동 조작으로 스스로 주차한다.

스티어링 제어

□ 기타 스티어링 제어 시스템

- 자동 주차 시스템



https://youtu.be/OAYqik2phwc?si=Jgo95X_kDFxdJ6f4

충돌 안전 제어

□ 충돌 안전 제어의 개요

- 자동 주차 시스템은 초음파 센서와 카메라를 이용한 공간 인식, 인식한 공간에 자동차를 유도하기 위한 스티어링 조타 검출, 초음파 센서를 이용한 접촉 방지 등 이 세 가지가 자동 주차 시스템을 이루는 큰 기둥이다.
- 먼저 운전자는 스위치를 누른 뒤에 주차 공간 앞에서 일시 정지한다.
- 그리고 주차하고 싶은 장소를 자동차에게 알린 다음 대각선 앞까지 전진한다.
- 그러면 자동차가 크립 현상을 이용한 후진과 스티어링의 자동 조작으로 스스로 주차한다.

충돌 안전 제어

□ 충돌 안전 제어의 개요

- 충돌안전 장치는 인간과 부딪치는 상대방과의 사이에 쿠션을 넣는(예를 들어 에어백)하거나 관성으로 움직이지 않도록 시트에 구속하는(예를 들어 시트벨트) 것으로 2차 충돌에 따른 피해를 경감한다.
- 측면 충돌과 같은 충돌 형태에서는 충돌 상대방의 자동차 내부로의 침입에 따른 1차 충돌도 문제가 된다.
- 이 경우도 에어백과 시트벨트로 승객을 보호하는 원칙은 변하지 않는다.

충돌 안전 제어

□ 충돌 안전 제어의 개요

- 최근에는 보행자가 자동차와 부딪치더라도 안전하게 지켜주는 보행자 충돌안전 기술이 개발되고 있다.
- 예를 들어, 충돌안전 장치 기술은 보행자가 차와 충돌하는 즉시 후드를 들어 올려 보행자의 머리에 가해지는 충격을 줄이는 액티브 후드, 보행자의 다리를 보호하기 위해 충격을 흡수하는 프런트 앤드와 범퍼기술, 보행자 충돌 감지 장치, 보행자를 보호하기 위한 에어백, 그리고 솟아오르는 후드 기술도 실용화되고 있고 충돌 상대방을 보호하는 기술로 진화하고 있다.

충돌 안전 제어

□ 충돌 안전 제어의 개요

- 직접적인 승객 보호 이외에도 차량 안전 시스템으로 연료 차단, 전원 차단, 긴급통보 시스템 등이 있다.
- 연료 차단 시스템은 에어백이 전개할 정도로 심한 충돌이 발생한 경우에 연료탱크의 밸브를 잠궈 화재에 따른 2차 피해를 방지한다.
- 마찬가지로 HEV, EV와 같이 고전압원을 갖는 차에서는 전원을 차단하여 승객 구출시의 감전 피해를 방지한다. 3G 통신 모듈을 장착한 차의 경우, 충돌 후에 차량 관제 센터까지 긴급통보하는 서비스도 실용화 되고 있다.

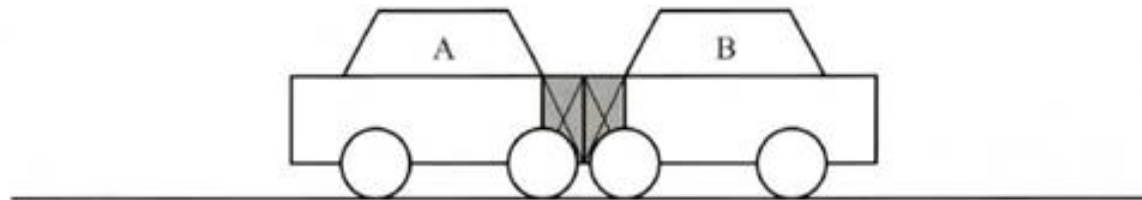
충돌 안전 제어

□ 충돌 안전 제어의 개요

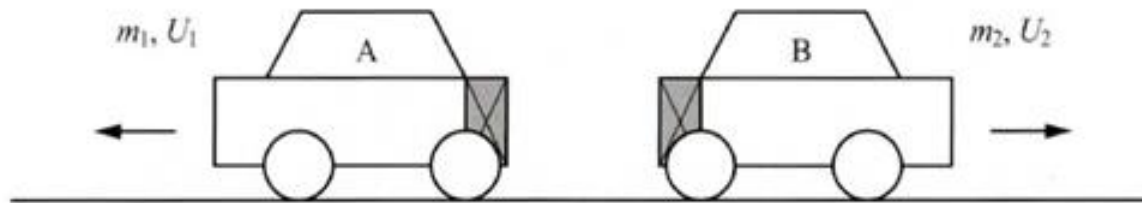
- 그림은 두 차량의 정면충돌하는 예를 보여준다.



(a) 충돌 전



(b) 충돌 종료



(c) 충돌 후

충돌 안전 제어

□ 시트 벨트

- 시트벨트는 처음에는 허리만을 구속하는 것이었지만 1959년에 스웨덴 볼보사가 상반신도 구속할 수 있는 3점식 시트벨트를 발명하였다.
- 이 후 볼보사가 특허를 무상공개하여 현재 시트벨트 방식의 주류가 되었다.
- 탑승자는 시트벨트를 의무적으로 매야 하지만, 시트벨트가 안전을 완전하게 보장하는 것은 아니다.
- 충돌이 일어났을 때 시트벨트가 충격으로 살짝 늘어나면서 몸이 시트에서 떨어질 수도 있다.
- 그래서 레이서는 레이싱 중에 시트벨트를 힘껏 조여서 몸을 시트에 밀착시킨다.

충돌 안전 제어

□ 시트 벨트

- 그러나 일반 시가지를 달리는 탑승자가 레이서처럼 시트벨트를 매는 것은 현실과 동떨어진 행동이다.
- 매우 불편하고 갑갑하기 때문이다. 운전자들은 좀 더 간단하고 확실하게 맬 수 있으면서도 쾌적한 주행을 가능케 하는 시트벨트를 원했고, 그래서 등장한 것이 시트벨트 텐셔너 (Seat belt tensioner)다.
- 시트벨트 텐셔너는 충격을 받으면 시트벨트의 앵커 부분을 끌어들이어서 시트벨트를 조이는 보조 장치이다.

충돌 안전 제어

□ 시트 벨트

- 현재 시트벨트는 천천히 벨트를 당기면 자유롭게 밖으로 나오지만 급하게 당기면 고정되는 ELR (Emergency Locking Retractor) 기구를 갖추고 있어 장착을 쉽게 할 수 있다.
- 또한, 최근 에어백과 연동하여 충돌시에 벨트를 감아올려 초기 구속의 효과를 높이는 프리텐셔너도 일반화되고 있다.
- 또한, 포스리미터라고 불리며 벨트에 걸리는 하중이 어느 일정 이상이 되면 벨트를 풀어 승객에게 걸리는 힘을 억제하는 기구도 장착되어 있다.
- 앞에서 설명한 것과 같이 심한 충돌에서는 상당히 큰 힘이 승객에게 걸리기 때문에 벨트에 의한 쇠골과 늑골의 골절을 방지하기 위해 이러한 기능이 개발되었다.

충돌 안전 제어

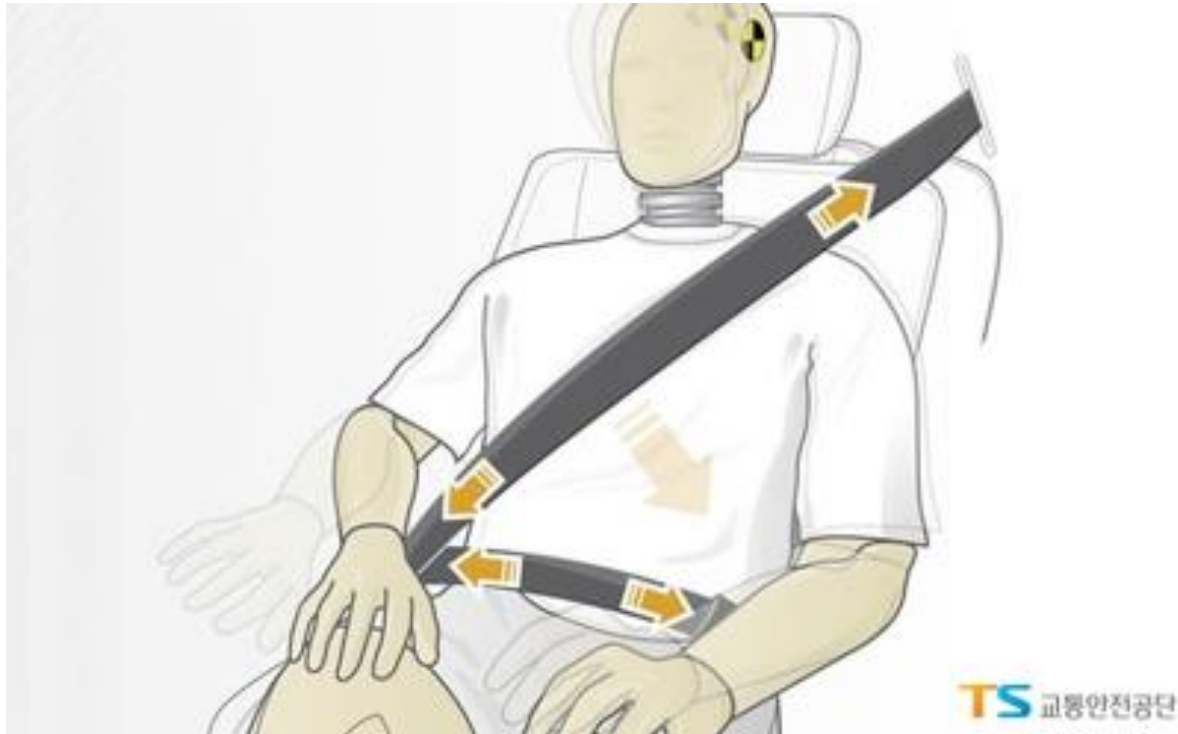
□ 시트 벨트

- 최근에는 레이더를 이용한 Pre-crash safety system을 장착한 차량에서는 Pre-crash 시트벨트도 장착되어 있다.
- 이것은 가속도 센서와 레이더에 의해 위험성을 예측하고 사전에 모터에 의해 시트벨트를 감아 느슨해지지 않게 하여 초기 구속력을 높여 승객보호 성능을 향상시키는 것이다.
- 초기 구속력이 높으면 2차 충돌하는 대상과의 거리를 늘릴 수 있으므로 에어백에 부딪칠 때의 속도를 억제하는 효과가 있다.

충돌 안전 제어

□ 시트 벨트

- 시트벨트 텐서너는 충돌 시에 작동하여 시트벨트를 조인다.
- 충돌 시에 벨트가 늘어나거나 몸이 휘어져 벨트의 구속력이 저하되는 것을 막음으로서 탑승자가 상처 입을 가능성이 줄어든다.



충돌 안전 제어

□ 시트 벨트

- 시트벨트 텐셔너는 에어백과 마찬가지로 화약을 사용해 순간적으로 견인력을 발생시킨다.
- 길쭉한 통 모양의 부품 속에 작은 로켓이 들어 있으며 이 로켓이 발사되면 벨트를 잡아당긴다.
- 프리 크래시 세이프티 시스템에 채용된 시트벨트 텐셔너는 충돌 위기가 임박했을 때 운전자에게 위험을 알리기 위해, 또 안전벨트의 구속력을 높이기 위해 충돌 전에 안전벨트를 감는다.
- 이 시스템에는 시트벨트를 감기 위한 모터가 설치되어 있다.

충돌 안전 제어

□ 시트 벨트



<https://youtu.be/qQtMkNitRYk>

충돌 안전 제어

□ 시트 벨트



https://youtu.be/r977cpP_Z9Y

충돌 안전 제어

□ 에어백

- 에어백은 전면 충돌시 피해를 줄이기 위해 운전석의 스티어링 휠과 대시보드 선반 안에 장착되어 운전자와 동승자의 안전을 지켜준다.
- 또한, 시트 안에 사이드 에어백이 장착되어 측면충돌 사고나 전복 사고시 운전자와 승객들의 머리를 보호해주고 탑승자가 차량 밖으로 튕겨 나가는 것을 방지해준다.
- 자동차의 측면 충돌 사고나 전복 사고시 작동하는 커튼 에어백은 자동차의 천장과 기둥이 만나는 부분에 내장되어 있다.
- 커튼 에어백은 사고시 자동차 유리 파편등으로 운전자와 승객이 부상을 입지 않도록 보호해준다.
- 또한, 커튼 에어백은 전복시의 차량 밖으로 빠져나가는 것을 방지하는 것을 목적으로 상하의 길이를 크게 한 것도 있다.
- 무릎 에어백은 사고시 대시보드와 무릎부위가 충격을 보호하기 위해 인패널 하부에 내장된 에어백이다.

▶ 163 무릎 에어백은 처음에는 운전석에만 한정되어 있었지만, 최근에는 조수석 글로브 박스에도 설치되고 있다.

충돌 안전 제어

□ 에어백



충돌 안전 제어

□ 에어백

- 최근에는 보행자와 사고를 대비하여 사고를 당한 보행자를 보호하는 에어백도 개발되었다.
- 볼보사가 최초로 개발한 보행자 에어백은 보행자 사고의 대부분이 차량 보닛 하부의 엔진과 전면 유리 하단, 강성이 강한 A 필러에 부딪혀 발생한다는 점을 감안해 개발된 에어백이다.
- 보행자 에어백은 전면 유리 하단부의 3분의 1과 양쪽 A필러를 감싼 U자 형태의 에어백을 팽창함으로써 보행자의 머리가 여기에 직접 닿지 않도록 충격을 완화해주는 역할을 한다.



충돌 안전 제어

□ 에어백

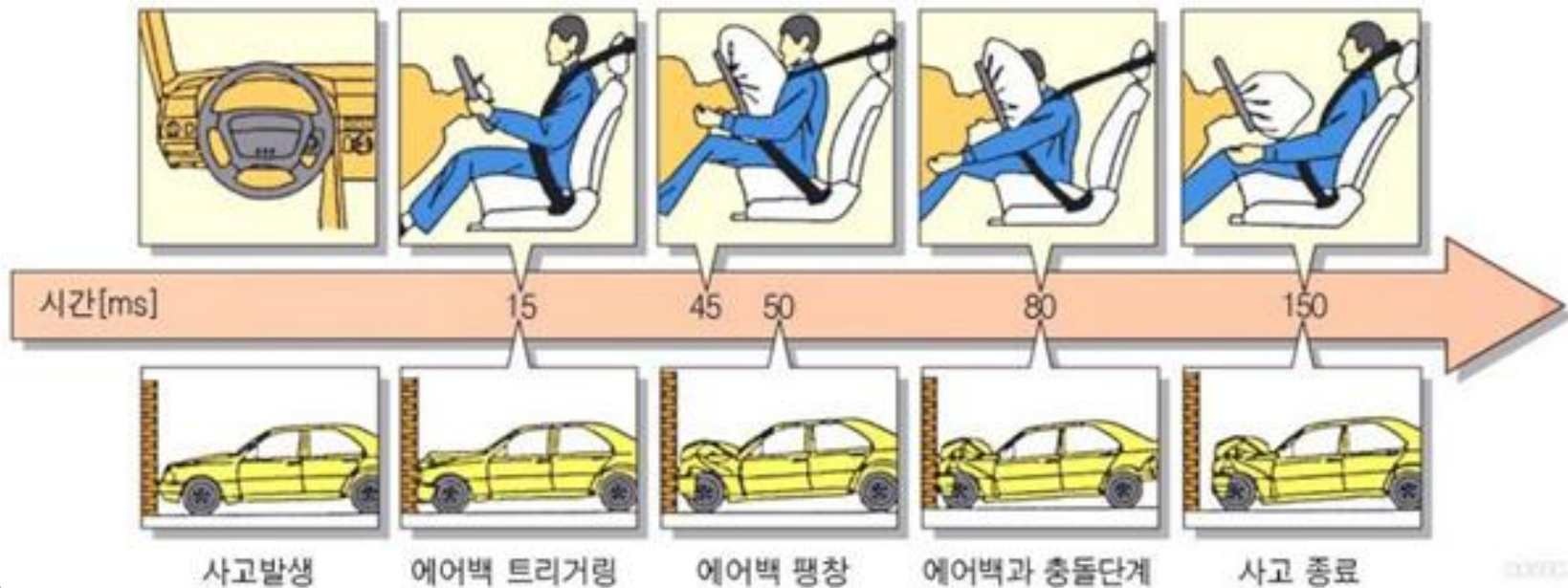
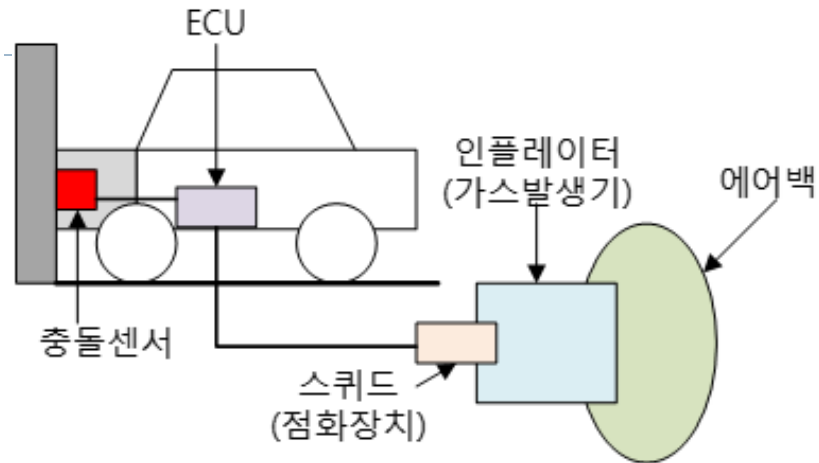
• 에어백의 동작 원리

- 그림에서, 충돌 발생 시, 차량 전방에 설치된 충돌 감지 센서와 ECU 안에 설치된 가속도 센서가 충돌을 감지하면, ECU는 에어백의 전개여부를 판단한다.
- 만일 에어백의 전개가 필요하다고 판단하면 점화장치에 신호를 보내어 점화시키고, 불꽃을 가스발생기에 유도한다.
- 점화가 되면, 작동 기체가 폭발하여 대량의 가스를 발생시킨다.
- 발생한 가스는 에어백 안에 주입되어 압력을 높여 스티어링 휠의 표피를 뚫고 나와 전개한다.
- 에어백에는 벤트홀이라고 불리는 구멍이 있어서 승객이 에어백에 충돌하여 에어백의 내압이 오르면 이 구멍에서 가스가 빠져나가게 되어 있어 에어백의 압력이 너무 높아지는 것을 방지하고 있다.

충돌 안전 제어

□ 에어백

• 에어백의 동작 원리



충돌 안전 제어

□ 에어백

• 에어백의 동작 원리

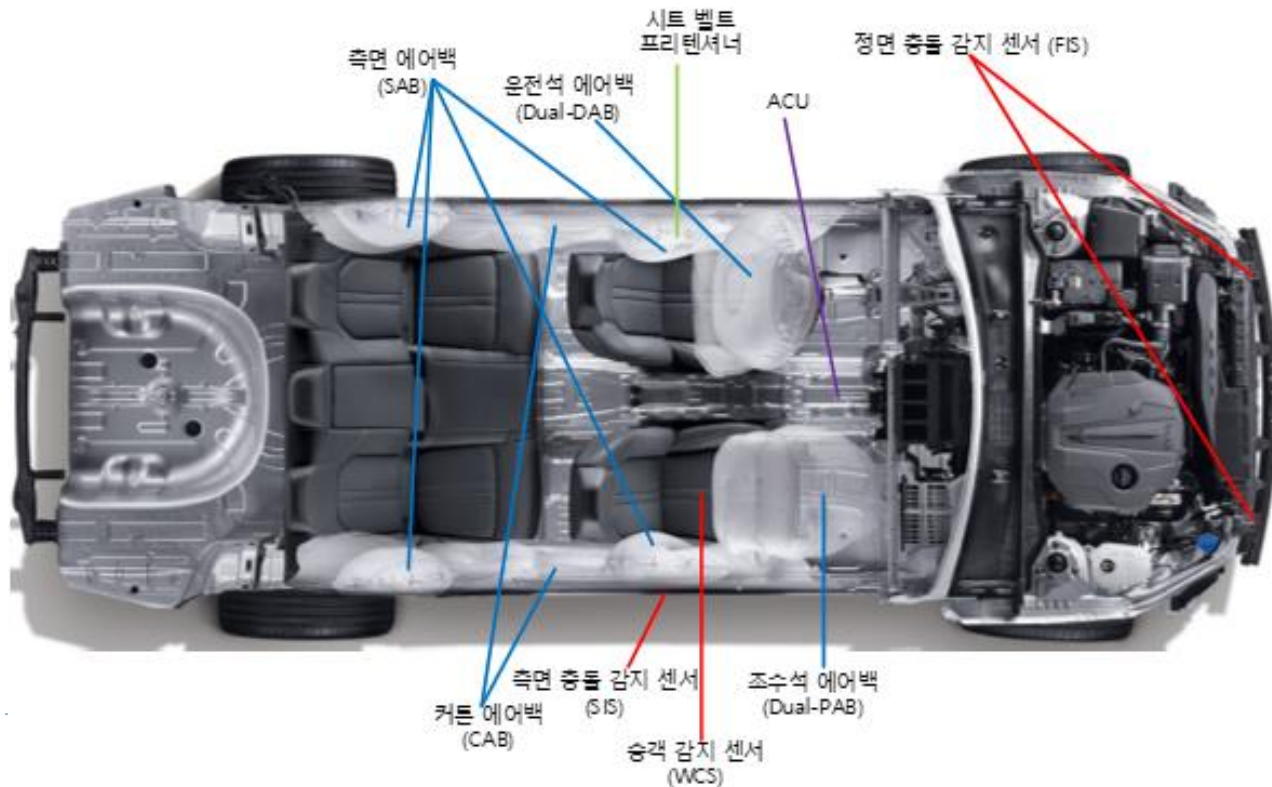
- 충돌 발생으로부터 약 15ms 후, 에어백 전개가 필요한 충돌이라고 판단하면 ECU가 점화장치를 동작시키고, 점화장치에 의해 에어백은 힘차게 표피를 뚫고 나오고 (1차 팽창), 계속해서 가로로 팽창한다 (2차 팽창).
- 여기까지 45ms가 걸리고 충돌 후 50ms 시점에서 2차 팽창을 완료하여 승객을 받을 준비를 완료한다.
- 충돌 후 80ms에서 승객의 머리 부분이 백에 닿기 시작하여 벤트홀까지 서서히 가스를 방출하면서 승객을 구속하고 약 150ms에서 승객의 구속을 완료한다.

충돌 안전 제어

□ 에어백

• 에어백 시스템 구성

- 그림은 에어백 시스템의 구성을 보여준다.
- 전면충돌, 측면충돌용의 충돌검출 센서와 ACU (Air-Bag Control Unit), 각 에어백 모듈, 프리텐셔너가 주요한 부품이다.



충돌 안전 제어

□ 에어백

• 에어백 시스템 구성

- 전면충돌, 측면충돌용의 충돌검출 센서와 ACU (Air-Bag Control Unit), 각 에어백 모듈, 프리텐셔너가 주요한 부품이다.
- 충돌검출 센서는 충돌시의 응답을 빠르게 하기 위해 충돌 가능한 존에 배치하고 충돌시의 가속도를 ACU에 송신한다.
- ACU는 센터 콘솔의 바닥에 있고 내부에 전면충돌과 측면충돌 검출 센서에 검출축이 다른 가속도 센서를 2개 가지고 있어 충돌검출 센서가 검출한 가속도와 합하여 연산, 충돌판별을 한다.
- 에어백 전개가 필요하다고 판단한 때에 에어백 모듈과 프리텐셔너에 점화전류를 공급하는 점화기능, 시스템의 고장을 진단하는 기능, 또한 만에 하나 충돌시에 배터리가 떨어져도 점화전류를 확보하기 위한 콘덴서에 따른 백업 기능을 갖고 있다.

충돌 안전 제어

□ 에어백

• 에어백 시스템 구성

- 에어백은 지금까지 승객의 자세 및 위치, 안전벨트 착용 여부 등에 관계 없이 크고 높은 팽창률을 보임으로써 경우에 따라서는 승객에게 오히려 심각한 상해를 입히는 문제가 생겨 왔다.
- 이로 인해 각 업체들은 상황에 따라 보다 유연하고 유기적인 시스템으로 작동하는 에어백의 필요성을 절감했고, 그 결과 '어드밴스드 에어백(Advanced Airbag) 시스템' 이 등장했다.
- 어드밴스드 에어백은 가변 가스발생기(2단계 폭발)나 여러 가지 센서들을 추가함으로써 에어백의 '공격적' 성향을 줄이는 데 초점을 맞추고 있다.

충돌 안전 제어

□ 에어백

• 에어백 시스템 구성

- 응답이 빠른 충돌검출 센서는 국소적인 충격에도 반응해버리기 때문에 충돌의 판정은 ACU 내 가속도 센서의 정보와 합하여 통합적으로 판단한다.
- 또, 전기적인 오작동으로 점화장치가 점화하는 것을 방지하기 위해 ACU 내에 기계식 센서를 설치하였다.
- 고장 원인로서는 필요없이 점화에 이르는 오폭, 필요한 때에 점화하지 않는 비폭발 고장으로 크게 구별된다.
- 시스템 전체의 설계 개념은 오폭에 대하여
 - ❖ 부품의 신뢰성을 높인다.
 - ❖ 단일 고장으로 오폭하지 않는 직렬 리턴던트 구성을 한다.
 - ❖ 고장이 발견되면 램프 또는 다른 방법으로 운전자에게 알려 수리를 재촉한다.
 - ❖ 동시에 다음의 고장발생으로 오폭에 도달하지 않도록 처리한다.

충돌 안전 제어

□ 에어백

- 에어백 시스템 구성

- 또, 비폭발에 대해서는

- ❖ 부품의 신뢰성을 높인다.
 - ❖ 비폭발에 이르는 고장은 검출 가능하게 한다.
 - ❖ 고장이 발견되면 램프 또는 다른 방법으로 운전자에게 알려 수리를 재촉한다.
 - ❖ 검출 불가능한 모드에 대해서는 직렬 리턴던트 구성을 한다.

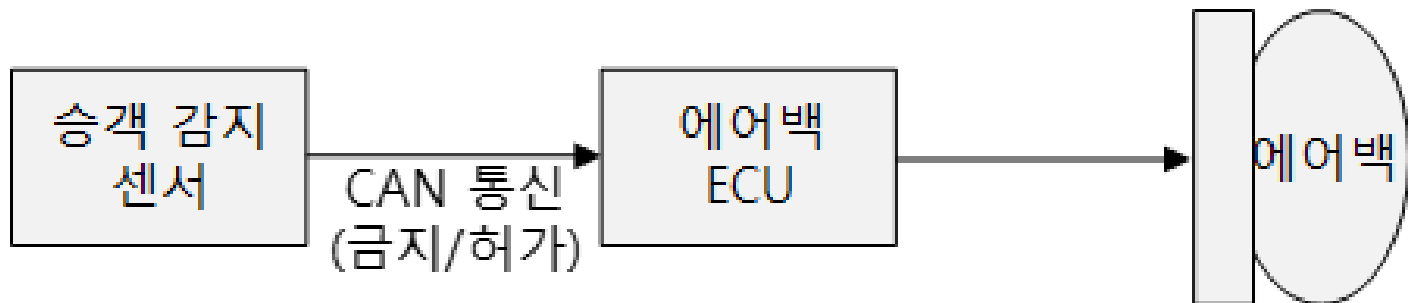
- 라는 것과 같은 설계 개념으로 신뢰성을 확보하고 있다.

충돌 안전 제어

□ 에어백

• 승객 감지 센서

- 그림은 승객 감지 센서를 보여준다.
- 이 시스템은 조수석에 설치되어 있고 에어백의 전개로 인하여 오히려 피해가 확대될 가능성이 있는 아이와 같은 작은 승객이라고 판단하면 에어백의 전개를 금지한다.
- 미국에서는 관련 법규에 의해 표준장비로 도입을 강제하고 있다.
- 승객 감지 센서에는 하중검출 방식과 압력검출 방식이 있다.



충돌 안전 제어

□ 에어백

• 승객 감지 센서

- 압력 검출 방식은 시트 내부에 압전 소자로 된 얇은 비닐 필름이 내장되어 승객의 무게를 감지해서 점점으로 신호를 보내는 구조이다.
- 승객 있음에서 없음으로 변환될 때 오판을 방지하기 위해 약간의 지연시간 후에 승객없음으로 판정한다.



충돌 안전 제어

□ 에어백

- 승객 감지 센서



<https://youtu.be/4vh62hDFUuE>

Q&A

