

Special

# Thema | 자동차의 전자화 기술 동향

## 1. 자동차 전자화의 역사

장경욱 교수  
(경원전문대학 자동차학과)

초기의 자동차에서는 전기 계통이라고 하면 점화 장치뿐이며, 벤츠 자동차에서 점화 장치로서 배터리와 감응 코일을 이용한 전기 점화를 사용하고 있었다. 그 후 전조등, 스타팅 모터 등의 전기 장치가 추가되었는데, 자동차에 일렉트로닉스가 도입된 것은, 1930년대에 있어서의 진공관식의 카 라디오가 최초이나 진공관은 진동에 약하고, 스페이스, 전력 소비 모두 커졌으므로, 자동차용으로는 부적당하여 그다지 보급하지 못하였다.

1948년에 트랜지스터가, 그리고 1958년에 IC(Integrated Circuit)가 발명되었다. 이들이 자동차에 도입된 것은 1960년대이다.

반도체 제품이 자동차용으로서 최초로 응용된 것은 교류 발전기의 정류용 실리콘 다이오드이다. 이것에 이어서, 전압 조정기, 점화 장치의 전기 접점에 대신하여 파워 트랜지스터가 채용되어, 성능, 신뢰성의 대폭적인 향상을 가져왔다. 1967년 이후, IC가 자동차에 채용되어서, IC화 전압 레귤레이터, IC화 이그나이터 등 엔진 전장품의 일렉트로닉스화가 급속하게 진행하였다. 한편 같은 시기, 아날로그 회로를 사용한 연료 분사 장치, 정속 주행 장치, ABS(Anti lock Brake System), 트랜스미션 제어 장치 등이 실용화되었지만, 가격에 대한 사용자의 부담이 커져 널리 보급하는 데는 이르지 못하였다. 1970년대로 되면서, 미국에서 발단한 세 가지의 큰 법 규제에 따라서, 자동차의 일렉트로닉스화가 가속되게 되었다.

최초의 법 규제는 탑승원 보호에 관한 것이며, 미리 시트 벨트를 매지 않으면 엔진이 시동되지 않는 시스템이 요구되었다. 이 때, 이그니션 스위치 OFF시에도 전기가 통하여 시스템을 작동시킬 필요가 있기 때문에, 배터리 방전 전류를 줄이는 것이 과제로 되었다. 그래서 소비 전력이 적은 C-MOS(Complementary- Metal Oxide Semiconductor) 로직의 IC가 채용되게 되었다. 마이크로컴퓨터가 발명된 것은 1971년이다. 자동차에 채용된 것은 1976년의 점화 시기 제어 장치가 최초이며, 정도가 높은 제어를 하는 것이 가능하게 되어, 엔진의 출력 성능을 향상할 수 있었다. 마이

로컴퓨터 제어의 채용을 단순히 가속한 것이, 1970년대 후반부터 1980년대에 걸쳐서 등장한 배기가스 규제와 연료 규제이다.

당초, 배출 가스의 정화를 하고자 하면 연비, 엔진 성능 등이 악화하여 양쪽의 규제를 동시에 만족하는 것은 대단히 어려웠다. 그 때문에, 엔진 본체의 개량에 더하여, 최적인 점화 시기 제어, 공기와 연료의 혼합비의 정밀한 제어, 아이들 회전 속도를 낮게 제어하는 것 등이 필요하게 되었다. 마이크로컴퓨터를 사용하여, 이들을 동시에 실현하는 디지털식 엔진 제어가 널리 보급되어 현재에 이르고 있다.

또한, 1980년대에 들어 신기술 지향, 운전자의 다양화에 따라서, 자동차의 종합적인 상품 가치 향상이 요구되어 왔다. 이에 따라 전자식 디지털 미터, 서스펜션 제어, 전자제어 에어컨, 전자 튜너식 라디오, CRT(Cathode Ray Tube: 브라운관) 표시의 멀티 인포메이션 시스템 등, 마이크로컴퓨터를 응용한 상품 가치가 높은 제품이 속속 등장하여 오고 있다.

1980년대 후반으로 되면 자동차에 대한 쾌적성 및 안전성을 보다 높이기 위해서, 전자제어 에어컨이나 ABS, 에어백 등의 제품이 대중 차에까지 보급하기 시작하였다.

최근 엔진에 각종 전자제어의 채용이 급격히 증가함에 따라 자동차용 엔진은 더 이상 기계공학적인 지식만으로는 그 구조와 작동을 완전히 이해하기 어렵게 되었으며, 필수적으로 전자제어 공학적 지식을 필요로 하는 메카트로닉 시스템으로 되었다. 이와 같이 엔진에 각종 전자제어공학이 사용되는 이유는 무엇보다도 환경문제에 대한 관심이 높아짐에 따라서 세계 각국 특히 미국을 중심으로 자동차 배기가스 규제가 엄격해져 가고 있기 때문이다. 즉, 현재 대부분의 가솔린 엔진들은 배기가스 저감을 위해 삼원 촉매라는 배기가스 정화장치를 사용하고 있는데, 이 촉매는 14.7:1이라는 이론 공연비에서만 최상의 정화효율을 발휘하기 때문에 매우 정밀하게 연료와 공기의 비율을 맞추어 주지 않으면 안 되게 되었다. 이에 따라 80년대에 들어와서 각 자동차 메이커에서는 앞 다투어 엔진 전자화를 진행하기에 이르렀으며, 그 결과 엔진의 각종 동작 상태를 지속적으로 측정하는 센서 관련 기술과 ECU(Engine Control Unit)에

서의 신호에 의해 명령을 수행하는 액추에이터 관련 기술이 발전하게 되었다. 이러한 복잡하고 정교한 입, 출력과 연산 및 제어시스템의 컨트롤이 가능하게 된 것은 근본적으로 마이크로프로세서의 비약적인 고도화에 힘입은 바 크다고 하겠으며, 그러므로 앞으로 자동차를 이해하려고 하는 엔지니어들은 필수적으로 일렉트로닉스에 대한 지식을 갖추고 있어야 한다.

## 2. 자동차에 전자시스템의 적용 범위

자동차가 운전자 편의성 욕구가 증가하고 고성능으로 개량하기 위해 기계식 종래 방식을 전자화와 접목시켜 시스템을 구성한 것이 카 일렉트로닉스이다. 마이크로컴퓨터로 대표되는 반도체 디바이스의 성능이 비약적으로 향상하여, 카 일렉트로닉스에 요구되는 「고 신뢰성」, 「저 원가」, 「소형화」를 만족하는 제품이 많이 실용화되고 있다. 최근 자동차에 있어서 대표적으로 적용되고 있는 일렉트로닉스는 엔진 제어를 비롯하여, 모든 분야에 이용되고 있으며, 카 일렉트로닉스를 가솔린 엔진제어, 디젤엔진제어, 동력전달장치제어, 새시 제어, 보디제어 및 정보 통신 등의 분야로 분류한다.

### 2.1 가솔린 엔진 전자제어

그림1에 가솔린 전자제어 엔진 시스템을 보이고 있다. 가솔린 엔진의 전자 제어는 연료 분사 제어, 점화 시기 제어, 아이들 회전수 제어, 다이어그노시스(Diagnosis: 진단) 등의 기능을 가지고 있으며, 엔진을 최적인 상태에서 작동시키는 것이다. 각 기통의 흡기밸브 바로 앞에 각각 1개의 연료 분사 밸브(Injector)를 가진 MPI(Multi Point Injection) 방식을 나타내고 있다. 연비 절감 및 환경에 대응하기 위한 희박 연소와 직접 분사방식 가솔린 엔진도 적용되고 있다.

### 2.2 디젤 엔진 전자제어

디젤 엔진의 전자 제어는 연료 분사량, 연료 분사 개시 타이밍, 흡기 조리게, 글로 플러그 전류 등을 제

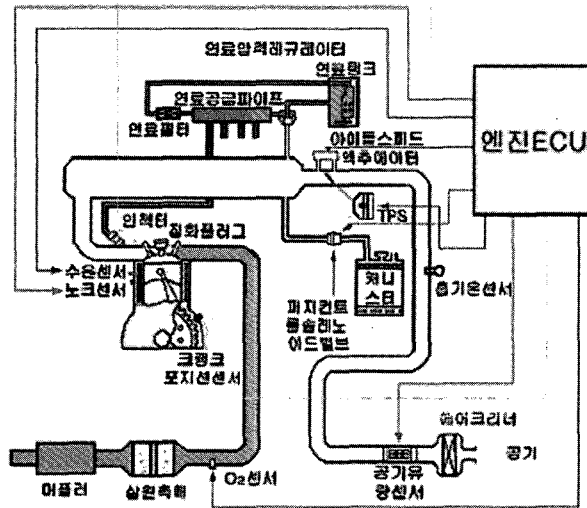


그림 1. 엔진제어 시스템.

어하여, 스모크 배출, 소음, 진동 등을 개선하고 있다. 연료 분사 펌프의 제어를 기계식에서 전자 제어식으로 한 시스템이다. 이는 펌프의 기본적인 메커니즘은 기계식이며, 가솔린 엔진의 전자식 연료 분사와는 달라져 있다.

미국을 중심으로 1990년대 초에 탄화(퍼티클레이트) 규제가 실시되어, 배출 가스 규제가 강화될 예정이며, 디젤 엔진의 전자 제어화가 진행되고 있다. 최신기술로서 유니트 인젝터 시스템과 커먼 레일방식의 시스템이 신기술이다.

### 2.3 동력전달장치 제어

트랜스미션의 전자 제어는 주로 자동 변속기를 대상으로 하고 있으며, 스로틀 밸브 개도와 차 속도를 검출하여 토크 컨버터의 최적인 변속점 및 록업 작동점, 클러치 유압 등을 제어하고 있다. 또, 엔진 제어 ECU(Electronic Control Unit)에 필요한 신호를 보내어, 변속·록업할 때의 엔진 토크를 제어하여, 변속시의 충격을 저감하는 것도 있다.

자동 변속기의 전자 제어는 기계식 제어에 비해, 변속 정도, 설계 자유도가 대폭으로 향상하고, 또한 제어 기구도 간소화할 수 있으며, 연료나 동력성

능 등의 향상이 피해지므로, 널리 채용되고 있다. 엔진 제어용과 트랜스미션 제어용 ECU를 하나로 종합한 시스템이, 선진국 및 국내에서도 채용되고 있다.

최근 무단 변속기와 4WD(Wheel drive)등도 전자 제어로 동력성능이 향상된 시스템으로 적용될 것이다. 그림2에는 자동차의 엔진에서 발생된 동력이 동력전달 장치를 거쳐 휠에 전달되는 과정을 보이고 있다.

### 2.4 새시 전자제어

자동차의 기본 기능인 「달리다」, 「(방향을)돌다」, 「멈추다」라고 하는 동작을 전자 제어하여, 응답성, 조향 안전성, 쾌적성 등을 개선하는 시스템을 새시 제어라 한다. 새시 제어에는 서스펜션 제어, 스티어링 제어, ABS 제어, 4WS 제어, TCS 등이 있다.

서스펜션 제어는 차량의 하중의 상태나 주행 상태에 따라서, 차 높이, 스프링 정수, 옵서버 감쇠력의 제어를 하는 것이다. 차 높이를 제어는 적재 하중의 증가에 관계없이 차 높이를 일정하게 유지할 것, 고속 주행할 때 차 높이를 내려서 공기 저항을 감소시키고, 또는 조향 안전성을 향상시키는 것 등을 목적으로 하는 것이다.

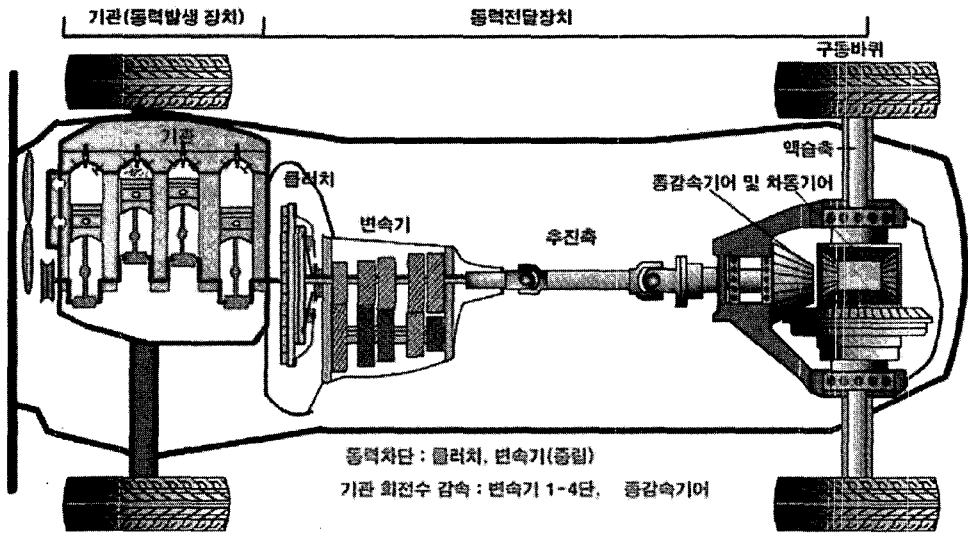


그림 2. 동력전달장치 구성.

전자 제어식에서는 차 높이 센서, 차 속도 센서 등에서의 신호를 ECU에 입력하여, 액추에이터를 작동시켜, 항상 최적의 차 높이로 되도록 한다. 스프링 정수 및 옵서버 감쇠력 제어는 조향 안정성을 향상시킨다든지, 급선회, 급가속, 급제동할 때의 자세 변화를 억제하는 것을 목적으로 하는 것이다. 일반적으로, 타는 기분을 좋게 하려면 서스펜션을 부드럽게 하며, 한편, 조향 안정성을 좋게 하려면 반대로 이것을 단단하게 할 필요가 있다. 스티어링 제어는 파워 스티어링의 조향력을 전자 제어하는 것이며, 저속 주행일 때에는 조향력을 가볍게 하고, 고속 주행할 때에는 무겁게 하여 조향 안전성을 확보하거나 기호에 따른 조향 특성을 선택하도록 하는 것이다.

그림3에 보인 ABS(Antilock Brake System)는 주로 차량의 제동 시에 일어나는 차바퀴의 로크를 방지하여, 차량의 조향 안정성을 확보하는 것이다. 차바퀴 로크 상태는 차체 속도와 차바퀴 속도를 비교하여 검출할 수 있다. 그러나 실제로는, 차체 속도(대지 속도)를 검출하는 것은 타이어의 미끄러짐 등이 있어서 쉽게 할 수 없다. 이 때문에 일반적으로는 차바퀴 속도에서 근사적으로 연산된 기준 속도에서 정하고 있다. 이전에는, 제동시의 안정성을 확보하는 기

능만을 가진 후륜 2 바퀴 제어 방식이었지만, 현재에는 4 바퀴 제어 방식이 주류로 되어 있다. 후자의 경우, 조향 차륜도 로크 방지를 할 수 있으므로, 주행 방향 안정성과 함께 조향성을 확보할 수 있다.

TCS 제어는 차가 출발할 때나 가속할 때의 구동바퀴의 타이어의 스핀을 막는 것이며, 차체 속도와 차바퀴 속도의 차에서 슬립 상태를 검지하여, 구동바퀴에 브레이크를 건다든지 엔진의 출력을 저하시켜서, 타이어와 노면과의 슬립율을 최적인 값으로 유지하여, 조향성이나 안정성을 확보한다. 아직 대중화되지 않은 신기술로서 4 WS 제어(4 Wheels Steering)는 리어 서스펜션부에 뒷바퀴를 조향하는 스티어링 기구를 설치, 4 바퀴 모두 조향하는 것을 가능하게 한 시스템이며, 저속에서의 선회 성능과 고속에서의 조향 안전성을 향상시키고 있다.

### 2.5 보디 제어

자동차의 쾌적성, 편리성, 안전성의 향상이나 차의 상품성을 높이기 위한 것, 오토 에어컨, 디지털 미터, 와이퍼 제어, 라이트 제어, 후방 장애물 검출 장치, 도난 방지, 다중 통신, 도어 로크, 파워 윈도우, 파워 시트, 시트 벨트, 에어백 등의 전자 제어를 보디

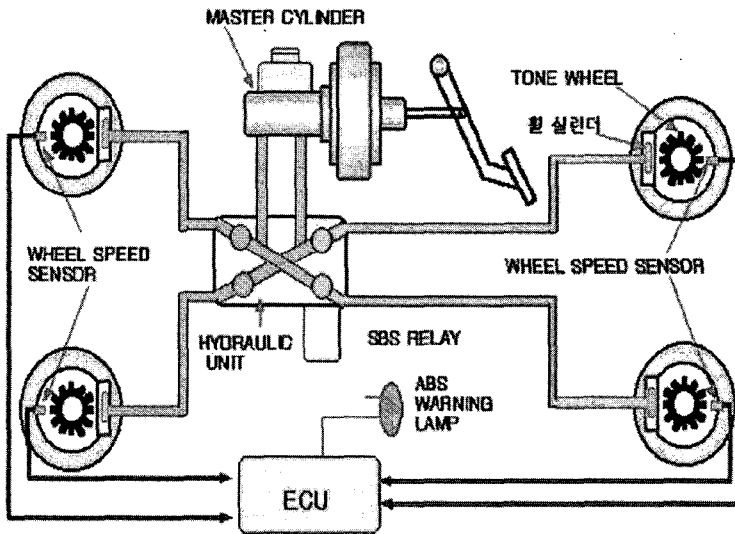


그림 3. ABS 제어시스템.

제어라 한다.

그림4에 보인 전자제어 에어컨은 온도 설정 스위치에 의해 희망의 온도가 설정되면, 차 실내를 그 설정 온도에 접근하도록 제어하는 시스템이며, 배출구의 온도 제어, 풍량 제어, 배출구·흡입구의 제어, 컴프레서의 제어 등을 한다.

다중 통신은 신호선에 여러 개의 신호를 전송하는 것이며, 와이어 하니스의 개수를 줄여서 경량화가 꾀해진다. 또, 센서 등을 공유한다든지, 각 시스템 사이에서 각종 데이터를 통신함으로써, 정밀한 제어를 하는 것이 가능하게 된다. 통신 매체는 광파이버나 트위스트 페어 와이어 등이 사용되고 있다.

도어 로크에는 차 속도가 설정 값을 넘으면, 액추에이터를 작동시켜서 도어를 로크하는 것이 종래부터 사용되어 왔다. 이것에 더하여, 소형이고, 휴대형의 송신기에 의해 차 바깥에서 도어를 로크, 언 로크 하는 리모트 도어 로크 제어가 실용화되고 있다.

에어백은 자동차의 충돌시의 충격을 감지하여, 스티어링 휠 내 등에 장착된 백에 질소 가스 등을 급속 충전함으로써 팽창시키고, 탑승원을 보호하는 시스템이다.

이들의 보디 제어시스템은 본래 운전자가 장점을

느끼기 쉬운 것이 많고, 각종의 시스템이 고급 차종을 중심으로 폭넓게 채용되고 있다.

### 2.6 정보 통신

자동차의 외부와 통신을 하여 얻은 데이터 등에 의해, 드라이버나 동승자에게 여러 가지의 정보를 제공하기 위한 것, 멀티인포메이션, 내비게이션, 그리고 자동차 전화 등을 총괄하여 정보 통신이라 한다. 멀티인포메이션은 지도 정보, 정비정보, TV 방송, 후방 감시 카메라 정보 등을 탑승원의 선택에 의해 표시하는 시스템이다. 표시 장치에는 CRT, 컬러 LCD(Liquid Crystal Display) 등이 사용되고 있다.

최근 고급 승용차에 적용되고 있는 내비게이션은 드라이버에 대해서 자동차의 현재 위치나 목적지의 경로를 표시 장치의 지도 위에 표시하는 시스템이다. 현재 위치의 측정 방법에는 방위 센서와 차 속도에 따라 위치를 추측하는 것이나, 인공위성에서의 신호에 따라 자동차의 위치를 측정하는 GPS(Global Positioning System) 등이 있다. 또, 추측한 현재 위치를 지도 데이터베이스와 비교하는 맵 매칭 등의 수법이 있다. 한편, 노상에 설치된 통신기(비이컨)와 통신을 하는 위치 정보만이 아니고, 도로의 지체 정보,

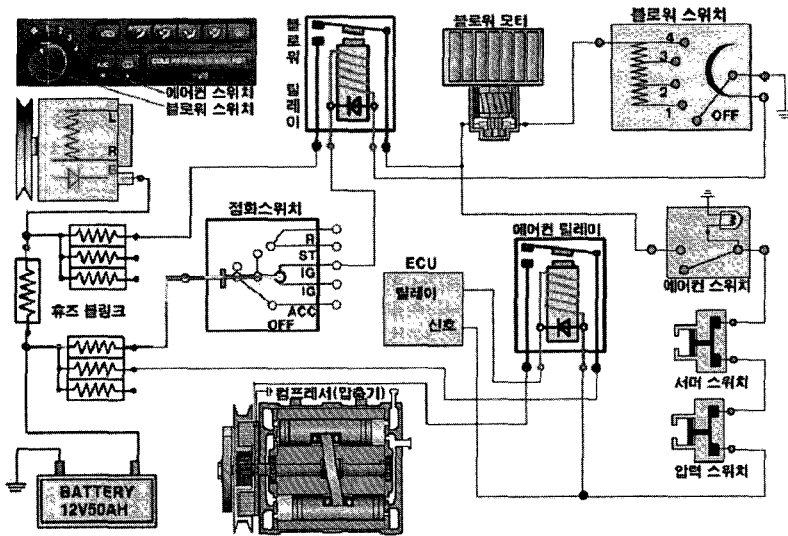


그림 4. 전자제어 에어컨 구성도.

통신 규제 정보, 주차장 정보 등을 제공하는 길과 차 사이 통신 시스템으로 발전되고 있다. 하지만 자동차 전화는 최근 휴대폰으로 보급 대중화로 자동차에서 불필요하게 되었다. 이와 같이, 자동차에서 정보통신분야는 사회전반적인 인프라가 구축되어야 하는 경우가 요구되지만, 자동차를 단지 이동 수단에서 보다 쾌적하고 편리한 이동 공간으로 변혁하는 것이며, 앞으로 가장 발전하는 분야로서 기대된다.

### 3. 자동차 전자화의 전망

카 일렉트로닉스는 기본으로 되는 반도체 소자가 발명되고 나서 자동차에 응용되기까지의 기간이 점점 단축되고 있으며 기술의 눈부신 진보에 따라서 초래된 것이다. 앞으로 카 일렉트로닉스의 전망에 대해서 알아본다.

#### 3.1 반도체 기술

ECU의 소형·경량화, 저소비 전력화의 요구가 해마다 높아짐에 따라 LSI (Large Scale Integration)의 대규모화나 출력 소자의 인텔리전트화, 센서의

인텔리전트화가 더욱 진행할 것이다.

#### 3.2 컴퓨터 네트워크화

자동차 안에 탑재된 여러 개의 ECU를 네트워크화 함으로써, 정보의 공유나 서로 고장 진단, 고장시의 백업 등이 가능하게 된다. 또한 외부와의 통신을 하여 도로 정보 등을 CRT로 표시한다든지, 외부에서 자동차 안의 기기를 작동시키는 시스템도 생각된다.

#### 3.3 새 제어 이론의 도입

자동차의 기능을 더욱 높이기 위해서 각종의 제어 이론이 도입될 것이라 생각된다.

즉, 종래의 PID 제어에 대신하여, 현대 제어 이론에 의해 자동차를 다이나믹 모델로 잡고, 보다 정밀한 파워 트레인 제어나 차량 종합 제어가 실시될 것이다. 그리고 「약간 덩다」 등 인간이 가지는 미묘한 감각을 취급할 수 있는 퍼지 이론에 의한 제어가 마이크로컴퓨터의 고성능화와 어울려 적용되어 갈 것이다.

### 3.4 컴퓨터 기술의 향상

인공 지능의 실현에 의해 숙련자의 지식을 집약하여, 자동차의 정기 점검, 차량 작동상태 점검, 고장 해석 등을 쉽게 할 수 있는 시스템이 개발되고, 인간의 신경망 동작을 시뮬레이션한 뉴럴 네트워크 제어를 통해 운전자의 습관을 학습하고, 개인마다에 최적의 차를 실현하는 것이 가능하게 되어 갈 것이다.

## 4. 향후 자동차 기술 개발 방향

안정되고 숙련된 운전자의 능력을 갖는 지능형 자동차 시스템의 개발을 위해서는 H/W Integration 기술과 센서 신호 분석, 판단, 조작을 수행하는 S/W Integration 기술이 필요하다. 운전자 및 승객이 안전하고 편안하고 편리한 인간중심의 지능형 자동차 시스템의 개발을 위해서는 다양한 운전자의 특성을 반영할 수 있는 기반 기술이 필요하다. 다양한 주행 자료의 확보 및 분석을 통한 운전자 특성 모델 및 제어 기반 기술이 확보되는 것이 중요하며, 이런 기반 기술이 없는 경우에는 시스템 개발 후 시행착오 방법을 통한 검증 및 평가가 이루어 질 수밖에 없을 것이다. 그러므로 시스템 신뢰성 확보, 개발기간 단축, 운전자와 제어기간의 간섭 및 충돌 최소화를 위해서는 운전자 특성 모델 및 가상 주행 시험 도로 등을 이용한 체계적인 평가 방법이 필요하다.

세계 자동차 시장은 안전 규제를 강화하는 추세이며 소비자들은 보다 안전하고 편리한 자동차를 기대하고 있다.

능동형 자동차 기술을 확보 하는 것이 향후 자동차 산업 경쟁력 확보에 중요한 요소가 될 것으로 보인다. 그러므로 산업체, 연구소, 대학 간의 산학연 협동체계를 구축하여 독자기술을 확보하는 것이 필요하며, 대학의 관련 인력 양성을 통한 기업 연구 활동의 연속성 확보가 중요하다.

"Protection", IEEE Intelligent Systems, Vol.16, Issue 6, 2001.

2. J.N. Kaniandra, "Advanced Technologies : An Opportunity for Enhanced Safety", 2004 SAE World Congress, 2004.

3. Christopher O. Nwagboso, "Automotive Sensory Systems", Chapman and Hall, 1993.

4. Ronald Jurgen, "Automotive Electronics Handbook", McGraw-Hill, 1997.

5. Tom Denton, "Automotive Electrical and Electronics Systems", SAE International, 1995.

### 저자약력



성명 : 장경욱

◆ 학력

- 1986년 광운대 공대 전기공학과 공학사
- 1988년 광운대 대학원 전기공학과 공학석사
- 1993년 광운대 대학원 전기공학과 공학박사

◆ 경력

- 1999년 - 2000년 일본 동경공업대학 Post Doc.
- 1995년 - 현재 경원전문대학 자동차과 교수

## 참고 문헌

1. D.M. Gavrila, "Sensor-Based Pedestrian