

# 차량 제어 관련 전자화 기술 동향

박진수

기아자동차 전자연구실

## 1. 서론

'90년대들어 차량의 보유대수 증가와 이용범위의 확대로 교통사고의 급증 및 교통 체증의 악화가 심각한 문제점으로 대두되고 있다. 이에 따라 근년에 급속히 진보되고 있는 차량의 전자제어 기술은 자동차 본래의 기본 기능인 「주행」, 「선회」, 그리고 「제동」 성능의 향상에 더하여 사용자 및 사회적 요구에 대응하는 중요한 핵심 기술이 되고 있다.

최근까지 양립하기가 불가능했던 배출가스 정화와 엔진 출력의 향상, 차체 경량화와 안전성의 향상과 품질의 확보가 전자기술을 사용함으로써 고수준의 최적화가 가능하여졌다. 또한 Brake, Suspension, Steering 주변에 관한 차량제어 관련 전자제어 시스템은 안전성이나 쾌적성능에 깊은 관계를 가지고 있기 때문에 '90년대 전반에 가장 성장이 기대되는 분야이다. 특히 ABS나 Air Bag과 같은 안전 성능에 관련되는 기술은 주요국 정부에 의해 법규제로 도입되

고 있기 때문에 '90년대 후반에는 장착률이 100%에 달할 것으로 예측된다. 따라서 자동차 전자화는 고성능, 안전성, 편의성의 추구하고 더불어 통합화, 지능화의 방향으로 급속하게 발전될 것이며, 자동차 전자 시스템의 시장 규모도 크게 확대되어 갈 전망이다.

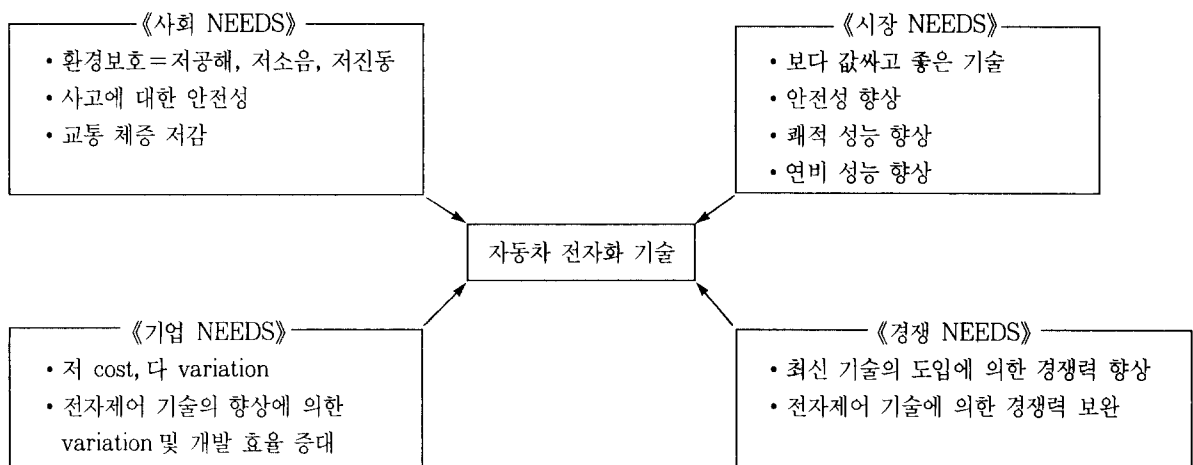
본고에서는 날로 발전되어가고 있는 차량제어의 전자화 동향과 차량 사시 제어관련 주요 시스템 소개 및 향후 차량 전자 제어 시스템의 발전 추이에 대해서 고찰하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 자동차 전자화 개요

#### 2.1.1 자동차에서 전자의 역할

자동차에 전자기술의 개발과 채용을 진전시키는 가장 중요한 요인으로는 사회, 시장, 기업, 경쟁의 필요로 구분될 수 있으며, 그 내용을 요약하면 다음과 같다.



### 2.1.2 전자 기술 발전과 자동차에의 영향

전자 기술의 발전	
- '50 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 컴퓨터 출현 (VACCUME TUBE)</li> <li>☆TR. 발명</li> </ul>
- '60 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2세대 컴퓨터</li> <li>☆IC 출현</li> </ul>
- '70 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3세대 컴퓨터</li> <li>☆LSI</li> <li>☆마이크로 프로세서 출현</li> </ul>
- '80 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 4세대 컴퓨터</li> <li>● 5세대 컴퓨터</li> <li>☆퍼지-칩 (FUZZY-CHIP)</li> <li>☆마이크로머신 (MICROMACHINE)</li> </ul>
- '90 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆뉴로-칩 (NEURO-CHIP)</li> <li>☆바이오-칩 (BIO-CHIP)</li> <li>● 뉴로 컴퓨터 (NEURO COMPUTER)</li> </ul>

고신뢰,  
소형, 경량

고집적,  
고성능

극소형,  
고기능

정보처리

지능화

자동차 전자화	
▶TR. 일부적용 (기계적→전기적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELECTRICAL NONCONTACT IGNITION</li> </ul>
▶ENGINE 제어에 반도체 활용 (MECHANICAL→ELECTRONIC CONTROL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELEC. FUEL INJECTION, IGNITION</li> </ul>
▶자동차 메카니즘에 컴퓨터 활용 (새로운 기능 추구-편리, 쾌적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTO DOOR LOCK · ACC · ECAT</li> <li>• AIR BAG · 공조 제어</li> </ul>
▶정보 전달의 전자화 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NAVIGATION, 자동차 통신</li> </ul>
▶자동차의 지능화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위험 예측 · 차간 거리 제어</li> <li>• 자율 주행</li> </ul>
《고안전, 고효율, 안락성》	

### 2.1.3 전자화 성장 추세

전자제어 장치의 채용 증가에 따라 자동차용 반도체 사용이 급증하고 있으며 자동차 1대당 반도체 사용율이 그림 1에서 보는바와 같이 '88년 \$55 수준에서 '94년 \$95 수준에 달하고 있다.

최근 10년간 전 세계적으로 자동차용 IC 사용율은 매년 15%~20%씩 증가하고 있으며 연 10억개 이상의 반도체가 사용되어 약 4조원의 시장 규모가 형성되고 있다.

이러한 전자장치의 증가로 차량 전체에서 차지하는 전자 부품의 원가비율도 매년 증가하여 '90년 이후 재료비의 20% 정도를 점하고 있으며, 자동차 재료비 중 전자부품 비율의 증가 추이를 그림 2에 보였고, 또한 최근 10년간의 전자화의 성장 추세를 그림 3에 나타내었다.

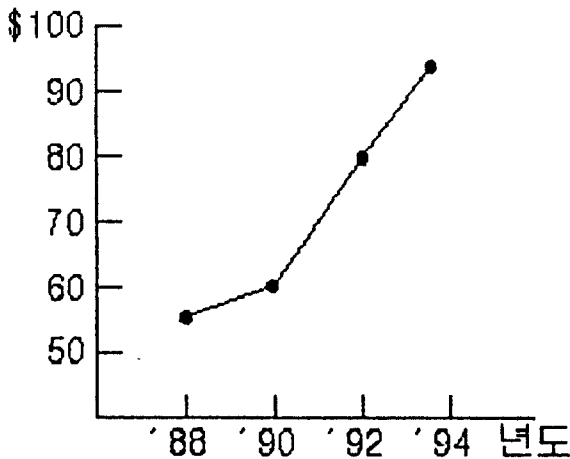


그림 1. 자동차 한대당 반도체 사용추세.

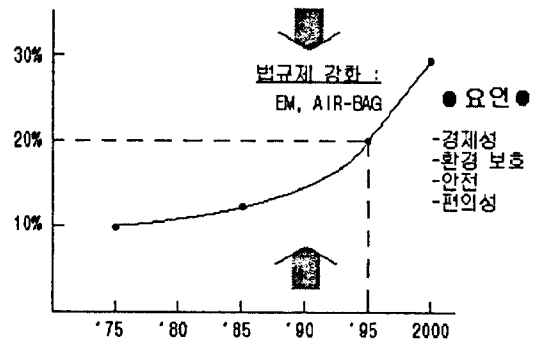


그림 2. 재료비중 전자부품 PORTION 추이.

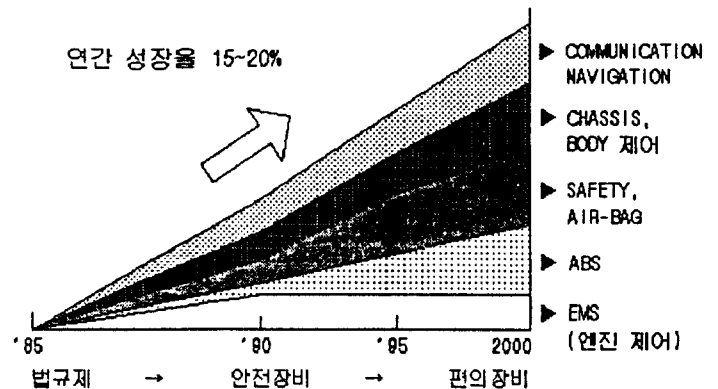


그림 3. 전자화 성장 추세.

### 2.2 차량 샤시 제어관련 주요 시스템

차량 전자화 기술은 과거 어느때 보다 1980년대에 상당한 진전을 보였다. 오늘날에는 컴퓨터화된 엔진 제어 시스템

표 1. 전자 제어 SYSTEM 국내의 적용 현황.

범례 ●기적용 ○적용추진 또는 개발중

분	야	적 용 기 술	적 용 효 과				미	일	한	비
			주 행 성 향 상	E M · 연 비	안 전 성 향 상	쾌 적 성 향 상				
주행	엔진	▶전자제어 연료분사 장치 (EFI)	○	○			●	●	●	
		▶IDLE SPEED CONTROL (ISC)	○	○			●	●	●	
	▶DISTRIBUTORLESS 점화장치	○	○			●	●	●		
구동	구동	▶T/M 전자제어 장치 (TCU)	○	○			●	●	●	
		▶무단 변속 장치	○				●	●	○	
사시	사시	▶자동 정속 주행 장치 (ACC)	○	○		○	●	●	●	
		▶ACTIVE 4WS	○		○		●	●	○	
		▶전자식 4WD	○		○		●	●	○	
환경	엔진	▶EGI+OBDII	○	○			○	●	○	
		▶KNOCK CONTROL	○	○			●	●	●	
		▶HYBRID 자동차		○			●	●	●	
		▶전기 자동차		○			●	●	●	
		▶메탄올 자동차		○			●	●	●	
안전	사시	▶ANTI-LOCK BRAKE SYSTEM	○		○		●	●	●	
		▶AUTO ADJUST SUSPENSION	○		○	○	●	●	●	
		▶TRACTION CONTROL SYSTEM	○		○	○	●	●	●	
		▶속도 감응식 POWER STEERING	○		○		●	●	●	
BODY	BODY	▶AIR-BAG (운전석, 조수석)			○		●	●	●	
		▶AIR-BAG (측면)			○		○	○	○	
		▶HEAD UP DISPLAY			○	○	●	●	○	
		▶근접 경고 장치 (승용차)			○		○	○	○	
경보	경보	▶SEAT BELT 경고 장치			○		●	●	●	
		▶측매 과열 경고 장치			○		●	●	○	
기타	기타	▶자동 조명 제어 장치			○	○	●	●	●	
		▶속도 감응형 AUTO DOOR LOCK			○		●	●	●	
쾌적	편의	▶POWER SEAT & MEMORY SEAT				○	●	●	●	
		▶AM/FM 전자 TUNER				○	●	●	●	
		▶CDP, DSP, EQUALIZER				○	●	●	●	
공조	공조	▶ANCS				○	●	●	○	
		▶SATC (Semi Auto)				○	●	●	●	
통신	통신	▶FATC (Full Auto)				○	●	●	●	
		▶NAVIGATION				○	●	●	○	
		▶GLASS, DIVERSITY ANT.				○	●	●	○	
통신	통신	▶MULTIPLEX				○	●	●	○	
		▶OPTICAL FIBER				○	○	○	○	
		▶TELEPHONE WITH VOICE DIALING			○	○	○	○	○	

템, 4ECAT, ABS, 자동 조절 현가 장치, AIR-BAG 등이 평범한 기술이 되고 있으며 4 WHEEL STEERING, TRACTION CONTROL 등도 널리 쓰이고 있다. 표 1은 전자 SYSTEM의 국내의 적용예를 나타낸다.

### 2.2.1 ABS(Anti-lock Brake System)

BRAKE 작동 중에 차륜이 LOCK되어 SKID 현상을 일으키면, 제동력이 저하되어 제동거리가 길어지고 조향이 불가능하게 된다. 그러므로 ABS는 급제동시 WHEEL CYL-

INDER의 BRAKE 압력을 조절하여 BRAKE 작동시 정지 거리를 최소화 시키고, 차의 방향 안정성 및 조정 안정성을 확보하기 위한 장치이다.

ABS는 노면 마찰계수  $\mu$ (얼음판의  $\mu=0.1$  정도, 일반 아스팔트의  $\mu=1.0$ ) 노면의 요철 정도 등의 면에서 대단히 높은 환경 적응 능력이 요구되어 진다. 종래의 ABS는 눈길 등 비교적 노면 마찰 계수가 낮은 길에서의 안정성을 중시하여 전이륜은 독립제어, 후륜은 SELECT LOW로 후이륜의 보다 낮은 차륜속에 의해 BRAKE 압력을 동시에 제어한다. 그러나 이 SYSTEM의 경우 노면 마찰계수가 높은 노면에서 고속 선회시에는 선회 내륜의 하중이 저하되는 상황이 발생하여 외륜의 제동력이 떨어지게 된다. 이 문제점을 해결하기 위하여 최근에는 4륜의 ABS 제어를 각각 독립으로 행하는 ABS가 채용되는 추세이고, 이 예를 표 2에 나타내었고, 또한 ABS 비장착 차량과 장착 차량의 선회비교 예를 그림 4에 보였다.

표 2. 4륜 독립 제어 ABS.

	i-Four ABS (Toyota)	종래 ABS
제어방식	4륜 독립 제어	전륜 독립, 후륜 동시 제어
차체속도의 추정 방법	4륜 차륜 속도 SENSOR에 의한 추정을 G SENSOR로 보정	4륜 차륜 속도 SENSOR에 의한 추정
선회시의 제어	YAW RATE SENSOR로 내외륜 속도차를 보정, 목표 SLIP률을 변경	보정 없음
BRAKE 유압 증감압 방법	증감압량, TIMMING을 동시에 LINEAR G SENSOR로 가변	고 정

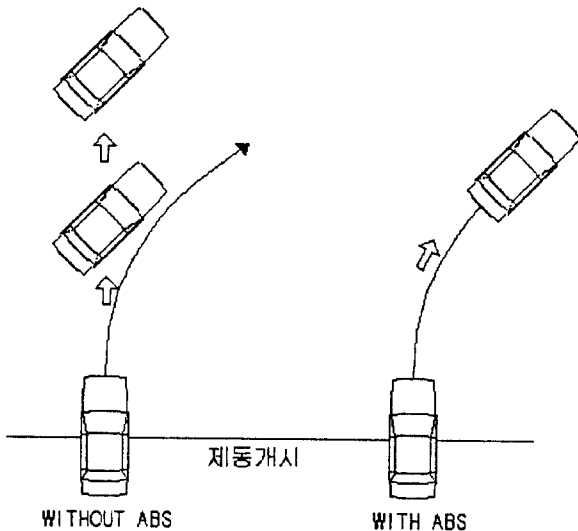


그림 4. 선회시 ABS 비장착 차량과 장착 차량과의 비교.

## 2.2.2 TCS (Traction Control System)

미끄러운 노면을 운전할 때 최적의 안전성과 조종성의 문제점을 여러 가지 방법의 조합으로 해결하여 왔다. ABS는 급 BRAKE 중의 안정성과 조종성을 향상 시킬 수 있으나 가속시에는 불가능하다. 가속중의 구동륜의 SPIN은 전륜 구동의 경우에는 조종성을 후륜 구동의 경우에는 안정성을 감소시킨다. 4륜 구동이나 TCS는 과도한 가속시 WHEEL의 SPIN을 방지할 수 있다. 4륜 구동은 차륜의 SLIP을 방지할 수 있는 효과적인 방법이나 고가이고, 중량을 증가시키며 연료 소비가 많다. 이에비해 TCS는 ABS의 부품을 유용하여 이러한 단점을 해결할 수 있다. 이 SYSTEM은 경사길에서의 출발과 LOW- $\mu$  노면에서 저중속시의 가속이나 선회시 차량의 안정성과 조종성을 향상 시킨다. TCS의 채용은 현재로써 고급차에 한정되어 있다. TCS가 ABS와 SENSOR나 CONTROL UNIT, ACTUATOR를 공유하는데다 ENGINE MANAGEMENT SYSTEM, TRANSMISSION 제어 SYSTEM 과의 통합제어를 필요로 하기 때문이다. TCS에는 차바퀴가 SPIN하기 시작한 시점부터 그 차 바퀴에 BRAKE를 거는 단순한 SYSTEM에서 ENGINE의 회전이나 TRANSMISSION의 SHIFT 상태에서 차 바퀴의 TRACTION을 최적화하는 것 까지 여러 종류가 고안되고 있다. 장래에는 TIRE가 노면과의 사이에서 잃은 TRACTION을 회복하는 기술로써 BRAKE나 ACCEL 제어 만이 아니고, TIRE의 접지 면적이나 TIRE 압력, SUSPENSION, 차체 공기 저항의 제어도 검토되고 있다.

## 2.2.3 AIR-BAG SYSTEM

AIR-BAG은 승객 보호에 혁신적인 효과를 가져오는 2차적 안전 장비로써 대형차에서 부터 소형차에 이르기 까지 점차적으로 적용이 확대되고 있다. 작동원리는 차량 충돌시 가속도 센서의 G 값을 감지하여 CPU에서 연산처리, 출력

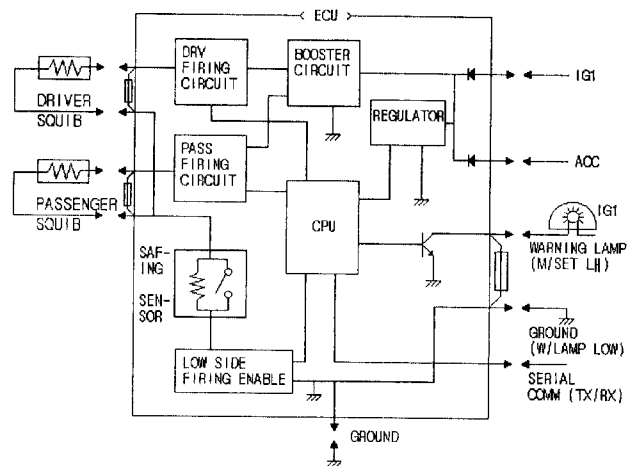


그림 5. AIR-BAG SYSTEM의 BLOCK DIAGRAM.

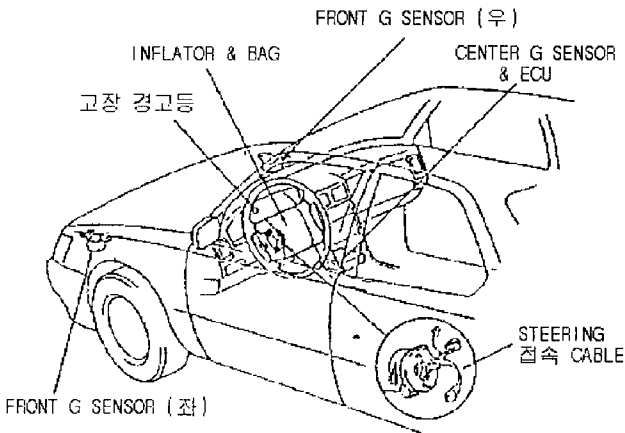


그림 6. AIR-BAG SYSTEM 차량 배치도.

신호에 의해 SAFING SENSOR가 작동됨에 따라 점화 (SQUIB)가 이루어져 AIR-BAG이 팽창하여 승객을 보호 하게 된다.

AIR-BAG의 작동은 범퍼를 중심으로 수직 방향에서 좌우로 5° 정도의 범위에서 충돌할때만 작동하기 때문에 다른 방향에서 충돌했을때는 효과를 기대할 수 없다. 이러한 AIR-BAG의 문제점을 해결하기 위해 고안된 것이 SIDE AIR-BAG으로 측면 충돌시 큰 효과를 볼 수 있다.

독일의 BENZ 사에서는 DOOR PANEL에 장착되는 SIDE AIR-BAG을 NEW E CLASS 차종에 적용하였다. SIDE AIR-BAG은 SEAT CROSS BEAM에 설치된 2개의 SENSOR로 횡 방향의 충돌 가속도를 감지하여 18Km/h 이상의 충돌에 의해 운전석과 조수석 AIR-BAG의 SEAT BELT TENSIONER와 연동하여 작동한다. 다음 그림 7은 SIDE AIR-BAG의 작동예를 나타낸다.

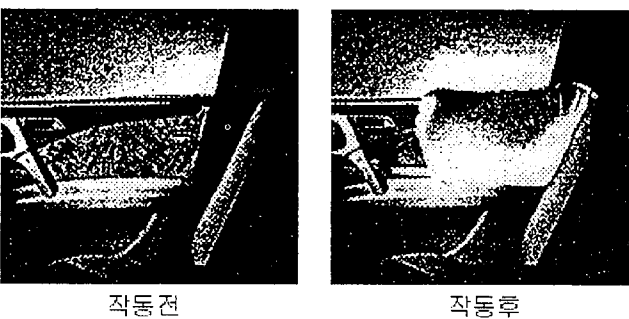


그림 7. SIDE AIR-BAG의 작동 예.

### 2.2.4 ACTIVE SUSPENSION CONTROL SYSTEM

이 SYSTEM은 포장도로, 굴곡, 악로와 같은 노면을 급한 들 또는 급 BRAKE 등의 운전 조작을 하면서 주행하여도, 적극적으로 SUSPENSION의 감쇄력을 조정하거나 자세 변화를 억제하여 불 필요한 움직임이 없으면서 노면으로부터 전달되는 외력을 자연스럽게 흡수하여 쾌적하고 안락한 승

차감 및 조정 안정성을 향상 시키도록 한다. 제어 내용으로는 가속, 진동, 선회시 차량 전후 좌우 방향으로 움직이는 가속도를 SENSOR에서 검출하여 제어 목표와의 편차 신호를 제어 밸브에 가하여 CYLINDER 압력을 제어함으로써 차량의 자세를 일정하게 유지하며, 노면의 영향으로 발생하는 BOUNCING, PITCHING 등 차륜 상하 방향의 변위를 각륜의 차고 SENSOR에서 검출하여 변위 목표와의 편차신호를 FEEDBACK하여 CYLINDER 압력을 제어 승차감을 좋게한다. 또한 직진에서 선회로 이동하는 과도상태를 조타 각 SENSOR에서 검출하여 REAR의 ROLL 강성을 높임으로써 차륜의 회전성을 좋게하여 조종 안정성 제어를 하며, 승차 인원의 변화나 적재량의 변화가 있어도 항상 설정 차고로 되도록 각륜의 차고 SENSOR에서 변화를 검출 CYLINDER 압을 제어하여 차고 제어 등을 하도록 한다. 그림8은 SYSTEM BLOCK도를 나타내었다.

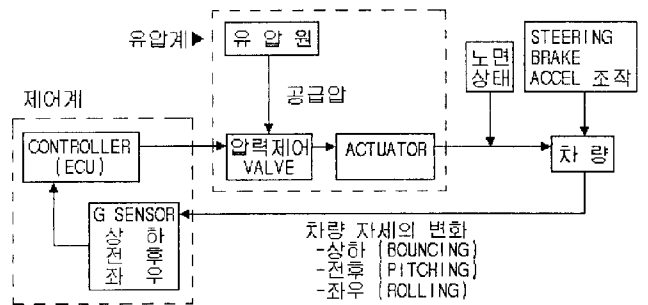


그림 8. SYSTEM BLOCK 도.

### 2.2.5 4WS(4 Wheel Steering System)

4륜 조향 장치는 속도와 전륜각의 상태에 따라 후륜각을 적절히 (보통은 차량 움직임에 의한 슬립각이 없도록 함) 조절해 줌으로써 U턴시 회전 방향을 줄여 주고, 주차를 용이하게 한다. 또한 고속 주행시 전륜각과 후륜각이 같은 방향에 놓이게 함으로써 주행 안정성을 높여 주는데 있다. 이 뒷 바퀴를 조향해 주는 ACTUATOR는 MOTOR에 의한 전동

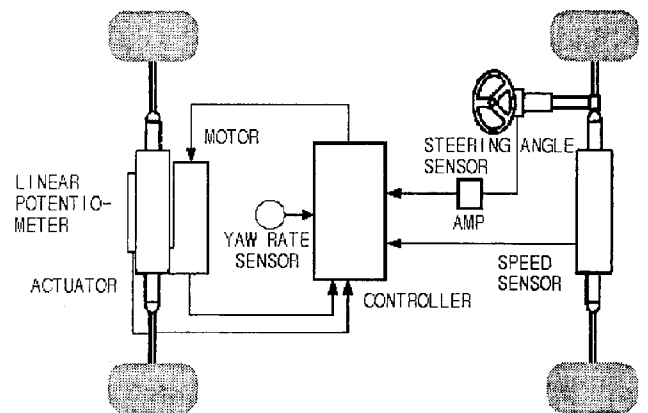


그림 9. 4WS SYSTEM 도.

식 방법이 있고, 유압을 이용한 기계식 방법이 있다. 그림 9는 4WS의 SYSTEM BLOCK도를 나타내었다.

### 2.2.6 MDPS (Motor Driven Power Steering)

이 시스템은 POWER STEERING의 구동 보조 동력원을 엔진에 의하지 않고 직접 MOTOR로 PUMP를 구동함으로써 변화하는 운전상태 하에서 전자제어로의 최적의 조화감을 확보하고 ENGINE 구동형의 OIL PUMP 보다 개선된 연료 절약 효과와 자유로운 PUMP LAY OUT으로 차량 설계의 용이성 등의 잇점이 있으며, 그림 10은 MDPS SYSTEM의 구조를 나타내었다.

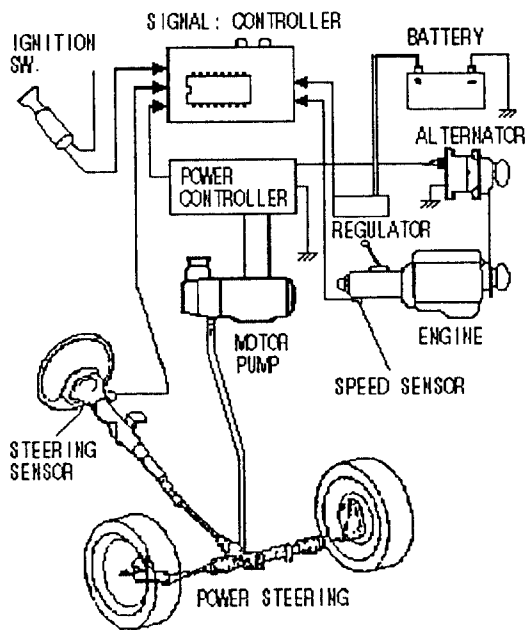


그림 10. MDPS SYSTEM 구조.

### 2.3 향후 전자 시스템 발전 추이

향후 200년대에는 차내만이 아닌 차 외부로 부터의 각종 정보를 받아들여, 자체 판단을 행하는 자율제어화가 본격화

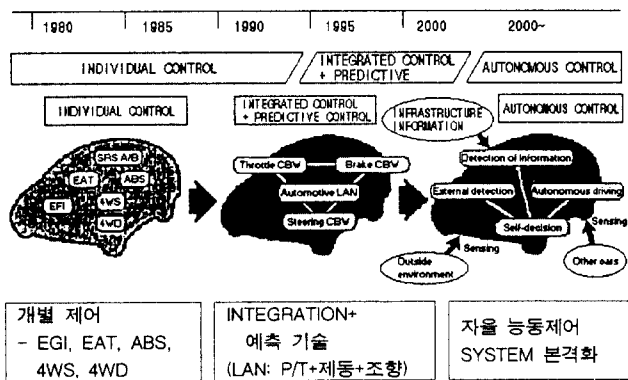


그림 11. 전자 SYSTEM 발전 추이.

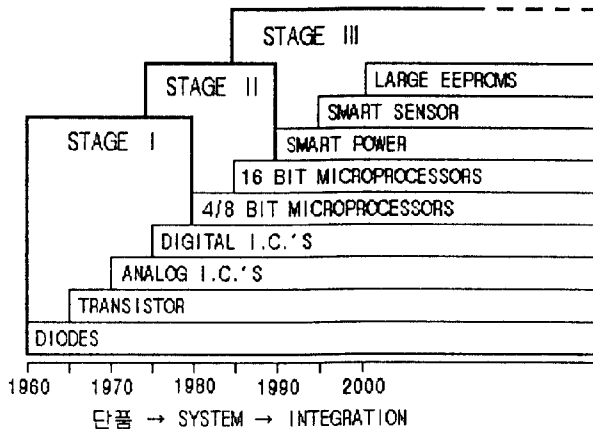


그림 12. 반도체 기술의 발전 동향.

될 것으로 예상되며 다음의 그림 11과 그림 12는 각각 전자 SYSTEM의 발전추이와 반도체 기술의 발전 동향을 보여준다.

### 2.3.1 안전 시스템의 기술 동향

차량에서의 안전 대책 기술은 사고를 방지 회피하기 위한 기술 (ACTIVE SAFETY TECHNOLOGY), 사고에 즈음해서 승원의 안전을 지키기 위한 기술 (PASSIVE SAFETY TECHNOLOGY), 그리고 보행자나 2륜차 운전자의 안전을 확보하는 기술의 세가지 분야로 나뉜다. 종래의 안전 대책의 주된 분야는 보행자, 2륜차 운전자의 안전 확보를 위한 PASSIVE SAFETY 분야, 현재에는 ELECTRONICS 나 소재에 관한 기술의 발전을 기초로 해서 ACTIVE SAFETY 분야가 급속히 발전되고 있다.

DRIVER의 졸음운전, 순간적 실수 등에 의한 사고를 미연에 방지하는 총합적인 SYSTEM으로 일본 TOYOTA 자동차에서는 ASV (Advanced Safety Vehicle)를 개발하여 '95년 3월 시험 차량 평가 결과를 최초로 발표하였다. TOYOTA 자동차의 ASV에는 첨단 전자 기술이 결합된 선진 기술이 장착된 실험차로써 충돌전의 예방안전과 사고회피 또한 충돌후 피해 경감과 재해 확대의 방지 등 2가지 목표가 있다.

### 2.3.2 전자제어 통합화 (INTEGRATION)

'80년대~'90년대의 10년간 전자제어 유니트 (ECU : Electronic Control Unit)의 차량 탑재는 5배 이상 증가되어 현재는 차량 1대당 10여개의 ECU가 장착되어 있다. 최근까지 전자제어 기능들에 대한 통합화는 '80년대초의 엔진 제어 단독 기능의 ECU가 현재는 전자 진각 제어, 아이들 회전수 제어, 엔진 노킹 제어 및 자기 진단 기능과 더불어 자동 변속기 제어까지의 복합 기능이 동일 크기의 단일 ECU로써 가능하게 되었으며, 이는 반도체의 고집적화, 하

이브리드 IC 및 프린트 기관의 고밀도 실장의 기술 발전에 힘입은바 크다.

향후 제어 SYSTEM의 통합화는 급속도로 발전할 것으로 예상되며, 전세계 자동차 관련 기술의 핵심과제로 대두되어 있으며, 통합화의 내용에는 다소 방향의 차이는 있으나 그 한 예를 보면 그림 13과 같다.

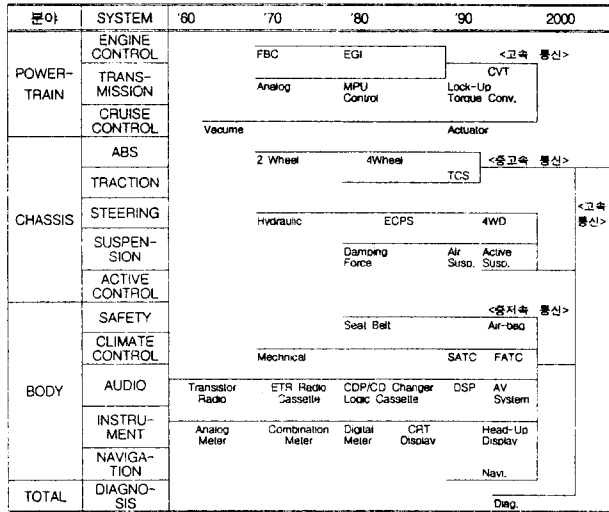


그림 13. 제어 시스템의 통합화 예측.

### 2.3.3. 인텔리전트화 (INTELLIGENT)

최근까지 안전하고, 효율적이며 쾌적한 자동차 실현을 위해서는 자동차 자체의 성능 향상이 중요하였으나, 여러 가지 대책에도 불구하고 교통사고는 감소되지 않으며, 교통 체증은 매년 악화되고 있는 실정이다. 이러한 문제 해결을 위해서는 운전자, 자동차, 도로가 각각이 아닌 시스템이 되어야 하며, 도로 및 지상 설비와의 통신 기능을 위하여 자동차는 보다 고 지능화가 요구되고, 표 3과 같으며 선진국에서는 이미 광범위하게 추진되고 있으며, 향후 자동차 전자화의 핵심과제가 되고 있다.

표 3. 자동차 지능화.

항목	중요 내용
운전자 정보 제공	주행중 운전자에게 가시 거리 내의 상황뿐 아니라 전방의 교통상황, 노면 상태, 차기 교차점의 교통 상황 등을 즉각적으로 제공
운전 지원	운전중의 전체적 상황 판단은 운전자가 주체로써 행하나 운전미숙등 실수의 보완을 배제토록 지원하는 기능으로써, ACCEL 및 BRAKE를 제어하는 차간거리 유지, STEERING을 제어하는 차선유지, 레이더 또는 화상처리 기술을 활용한 장애물 감지 기능 등이 있다.
자율 주행	자동차가 교통 및 도로 상황을 판단, 자율적으로 주행하는 기능으로써 고속도로 장시간 주행시등 안전 주행에 효과적이며 도로측의 적극적인 정보 지원이 필요하다.

## 3. 결 론

자동차 전자화는 고성능, 안전성 및 편의성의 추구와 더불어 통합화, 인텔리전트화의 방향으로 급속하게 발전되어 가고 있다. 따라서, 전자 SYSTEM의 시장은 현재 가속도적인 확대를 이룩하고 있으며, 80년대에는 ENGINE MANAGEMENT 분야의 전자 SYSTEM 수요가 늘어났지만, '90년대에는 안전 관련 분야의 전자 SYSTEM 수요가, '90년대 중반 이후에는 전화 및 NAVIGATION SYSTEM 등 통신 분야의 수요가 늘어날 것으로 보인다. 각 지역별로 전자화 SYSTEM 동향을 살펴보면 미국에서는 환경, 안전, 신소재 개발 및 교통과 통신 SYSTEM 구축을 목표로 한 IVHS (Intelligent Vehicle Highway System)을 추진하고 있다. EUROPE에서는 EC 통합을 계기로 EC 정부 주도의 DRIVE 계획이나 EC 정부의 지원에 의한 PROMETHEUS 계획을 비롯한 기업 사이의 공동 연구나 대학 등의 공동 연구가 활발히 진행되고 있다.

우리나라 정부 및 자동차 MAKER들도 국제 기술 경쟁 대열에 참여하여, 따라잡기 위해서는 중장기 계획과 투자가 이루어져 기술의 선진화와 독자적 기술력을 쌓아야 하는 것이 중대한 과제이며, 이를 달성하기 위해서는 다양한 정책 연구와 기술의 융합 및 신기술 개발이 강화 되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] The Transportation Electronic Revolution 1994. SAE.
- [2] International Congress on Transportation Electronics 1994. CONVERGENCE.
- [3] MOTOR FAN 1995. 9 三榮書房.
- [4] THE NEW MERCEDES BENZ E-CLASS SALOONS 1995. 5 BENZ社.
- [5] 자동차 Electronics기술동향 1992. 12. Fourin社 (日本).
- [6] 자동차 전자 SYSTEM 1992. 荒井宏.



**박진수**

광운공대 전자공학과 졸업

KIA 중앙기술연구소 전장부품 설계 및 개발

현 KIA 기술센터 전자연구실장 - 자동차 전자 System 관련 선행연구.