



21세기의 자동차



정 기 섭*



한 승 진**



전 흥 재**

1. 서 론

기원전 2세기 인류가 바퀴(그림 1)를 발명한 이후, 이동수단으로서 바퀴를 이용하는 도구는 오랜 시간 인류의 생활을 윤택하게 해왔다. 그리고, 바퀴가 혁신적인 발전을 이룬 것은 바로 자동차의 탄생에서 비롯되었다. 증기기관의 탄생으로 기관을 이용한 동력을 얻을 수 있게 되었고, 산업혁명이라 일컬어질 만큼 생산력이 향상되면서 사람들의 이동과 생산품들의 이동이 많아지고, 이를 뒷받침하기 위해서 자유롭고 빠른 수송수단이 절실하게 필요하게 되었다. 이러한 필요성에서 자동차가 발명되었다. 이때부터 자동차는 20세기 혁신적인 인류발전의 원동력이 되었다. 시간이 지나면서 자동차의 수요가 폭발적으로 증가하게 되었고, 자동차 개발이 하나의 산업이 되고 자체가 하나의 연구분야로서 자리잡기에 이르렀다.

현재 지구상에 엄청난 수의 자동차가 움직이고 있다. 이렇게 자동차가 늘어나면서 자동차도 발전을 거듭하고 있다. 하지만, 이와 동시에 아직 해결하지 못한 수많은 문제도 남아있고 또 새로이 발생하고

있다. 교통은 혼잡해지고, 환경오염물질을 방출하고, 사고로 인해서 수많은 인명손실을 가져오고 있다. 현재 환경오염은 심각한 문제로 대두되고 있으며, 세계각국이 환경오염을 방지하기 위해서 각종 규제를 산업전반에 취하고 있다. 자동차 사고에 대한 부담도 큰 문제이다. 이러한 문제들은 자동차 운용의 문제일 수도 있지만, 또한 자동차 자체 개선과 개발의 초점이며, 많은 연구가 이루어지고 있다.

자동차의 발전에는 또 다른 방향이 있다. 자동차는 인간생활에 들어오면서 수송수단이란 도구의

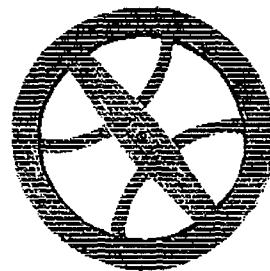


그림 1 기원전 3500년경 수메르인에 의해 개발된 스포크가 달린 가벼운 '신식 수레바퀴'

* 정희원 · 현대자동차 남양연구소 기능시험2팀, 차장 (gsjeong@hyundai-motor.com)

** 현대자동차 남양연구소 지능형교통시스템개발팀, 과장

** 연세대학교 공과대학 기전공학부, 교수

의미뿐만 아니라, 생활공간으로, 부의 상징으로, 미적 대상으로까지 의미가 커지고 있는 것이 그 발전의 방향이다. 이에 따라 인간의 상상력을 바탕으로 자동차는 많은 변형과 발전을 이루어가고 있다. 그리고, 앞으로도 빠른 기술혁신으로 급속도로 발전할 것이다.

21세기는 인간의 꿈이 이루어지는 시대로 생각되고 있다. 이런 시대에 자동차의 발전은 어떻게 이루어질 것인가를 과거의 자동차의 변화상과 현재의 추세를 바탕으로 살펴보고자 한다.

2. 자동차 발달사

최초로 동력을 이용한 자동차를 생각한 사람은 레오나르도 다빈치였다. 1480년경 르네상스시대의 대표적인 인물인 레오나르도 다빈치는 어느날, 벽시계에 태엽을 감아주다가 실수로 태엽을 감는 열쇠가 튀겨져 나와서 이마를 다치게 되었는데, 이때 그는 태엽이 풀리는 힘을 이용해 태엽자동차(그림 2)를 만들었다.

그러나 현대적인 자동차의 역사는 증기기관의 발명으로부터 시작되었다. 그후 많은 발전으로 오늘날의 자동차가 만들어진 것이다. 자동차의 원동력으로서 증기의 힘에 가장 먼저 주목한 것은 만유인력의 발견으로 널리 알려진 영국의 물리학자 아이작 뉴턴이었다. 그는 바퀴가 달린 수레 위에 보일러를 설치하고 그 밑에 불을 지피 증기를 만들고 이것을 가늘고 긴 관을 통해 뒤쪽으로 발사 시킴으로써 그 추진력으로 차를 전진시키려 하였다. 말하자면 오늘날의 로켓이나 제트기와 같은

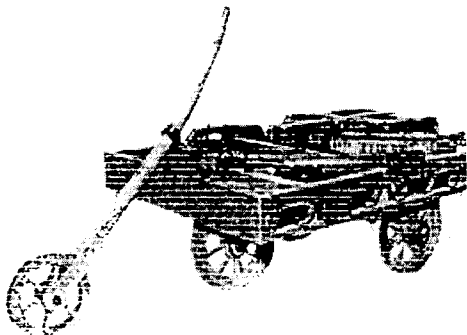


그림 2 1480년경 레오나르도 다빈치의 '태엽자동차'

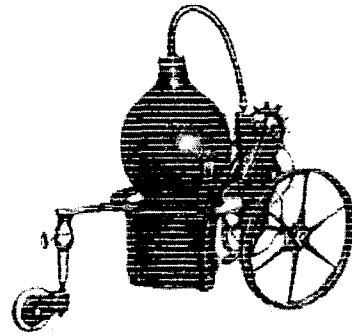


그림 3 1670년경 벨기에의 신부 페르디난드 엘비에스트가 만든 '증기자동차'

원리를 이용한 추력(推力) 자동차이다. 그의 구상은 모형실험에 그쳤을 뿐 실제로 만들어지지는 못했다. 그러다가 어느 정도 틀이 갖추어진 것은 1670년경 벨기에의 신부 페르디난드 엘비에스트가 만든 증기자동차(그림 3)이다.

이 증기력이 자동차의 원동력으로 실질적으로 활용되기 시작한 것은 18세기 중엽 제임스 와트에 의해 증기기관이 완성된 뒤부터였다. 1712년 토머스 뉴커먼은 그동안 이루어진 물리학 연구를 바탕으로, 실린더 안에 증기를 보내어 피스톤이 맨 위까지 밀려올라가면 다시 냉수를 주입하여 증기를 냉각·응결·수축, 대기압에 의해 피스톤이 다시 밀려내려오게 하는 증기기관 제작에 성공했다. 이 뉴커먼의 기관을 개량하여 복동식(復動式)의 회전식 증기기관을 완성시킨 것이 제임스 와트이다. 아울러 그때까지 왕복운동이었던 것을 회전운동으로 전환, 커넥팅 로드와 크랭크의 회전력을 통해 출력시키는 데 성공하였다. 18세기가 끝날

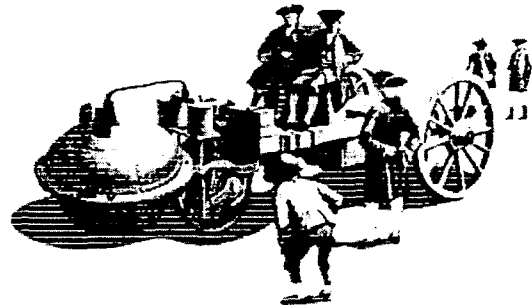


그림 4 1771년에 제작된 퀴노의 '증기자동차'는 인위적 동력으로 움직이는 '세계 최초의 자동차'

유럽에는 제분, 방직, 직물, 양조공장 등에서 기계를 움직이는 데 증기기관을 사용하기에 이르렀고, 이 과정에서 이른바 ‘말없는 마차’를 창조하기 위한 시도도 더욱 가시화되었다. 그러던중 세계최초로 1771년 퀴뇨가 증기자동차(그림 4)를 완성하였다. 다음 세기 중반 유럽에서는 유럽각지에서 증기자동차가 거리를 달리기 시작한 것이다.

1862년, 알퐁스 보드 로샤는 현대의 엔진과 유사한 기관인 4사이클 엔진의 기본 원리를 개발하였다. 지금의 로터리 엔진에 필적할 만한 대발명이었지만, 그는 현물(現物)을 만드는데까지는 이르지 못하고 만다. 그를 대신해 4사이클 가스엔진을 완성하여 실용화시킨 사람은 바로 독일의 니콜라우스 아우구스트 오토였다. 오토는 랑겐과 합작으로 오토-랑겐 가스엔진 공장을 설립하였는데, 그 공장 기술자들 중에 고틀리프 다임러라는 사람이 있었다. 그는 곧 회사를 그만두고 칸슈탄트에 연구실을 차리고 자기 손으로 직접 소형의 고효율 엔진 제작에 착수, 1883년 드디어 소형이면서 고효율을 지닌 가스엔진을 완성하였다. 같은 해 12월 특허를 취득한 다임러의 엔진은 가스를 실린더 안에 압축한 뒤 핫 튜브로 착화시킨다는 점에서 획기적인 것이었다. 다임러는 1886년 2인승 4륜 무개 마차의 차축을 모두 떼어낸 뒤 의자 밑에 엔진을 얹고, 앞쪽에는 핸들이 달린 차축을, 뒤쪽에는 엔진과 벨트로 연결된 구동차축을 만들어 세계최초의 휘발유 자동차(그림 5)를 탄생시켰다.

같은 시기, 다임러의 연구실이 있었던 칸슈탄트에서 약 1백km 정도밖에 떨어지지 않은 만하임에

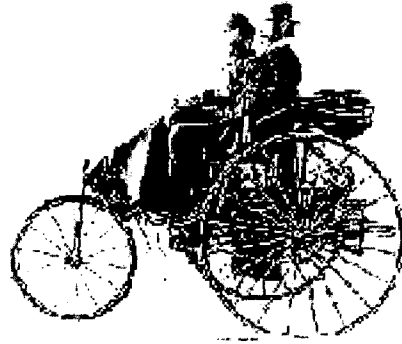


그림 6 1885년 독일 칼 벤츠의 가솔린 3륜 자동차

서는 칼 프리드리히 벤츠라는 기술자가 다임러와 똑같은 테마를 연구하고 있었다. 벤츠는 수평 단기통에 고압전기 장치와 표면 기화기가 부착된 4사이클 엔진을 개발하여 1885년에 이 엔진을 얹은 3륜 자동차를 완성(그림 6)하여 시운전을 하고 있었다. 벤츠의 자동차는 새시를 강관재로 만들고 조향을 위해 자전거의 앞바퀴를 그대로 갖다 붙여 3륜으로 만든 것으로, 1886년 특허를 취득했다.

한편 자동차용 공기타이어는 1895년 제2회 자동차 경주대회에서 처음으로 사용되었다. 이 자동차용 공기 타이어는 1895년 프랑스의 에드알도 미셸린이 개발한 것이었다.

이후 1880년대 말에서 1890년대에 걸쳐 벤츠·푸조·포드·르노 등 현재 세계적인 자동차 메이커들이 속속 등장하면서, 자동차는 마침내 거대산업으로 발전해 나갔다. 가솔린 자동차를 가장 먼저 상품화시킨 것은 역시 벤츠였다.

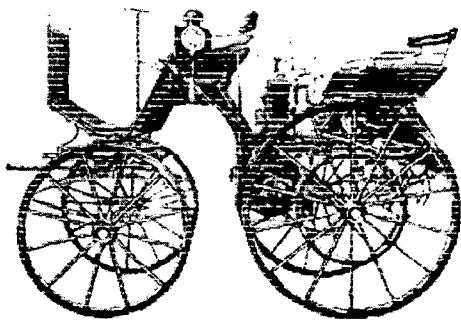


그림 5 1886년 다임러가 제작한 세계최초의 ‘휘발유 자동차’

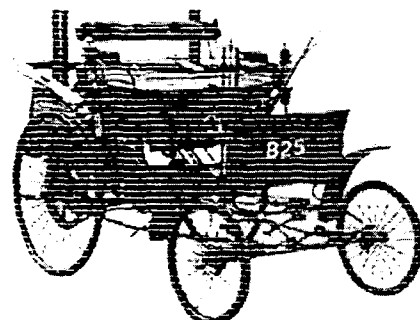


그림 7 1904년 제작된 1.5마력 엔진에 최고 시속 20km인 ‘벤츠 벨로’

1886년 가을 3륜 가솔린 자동차를 완성해 특허를 획득한 벤츠는 1886년에서 1887년에 걸쳐서 이전보다 더욱 강력한 1.5마력과 2마력의 3륜 자동차를 잇따라 발표했다. 처음엔 3륜 자동차뿐이었지만 1893년에는 4륜 자동차인 '빅토리아'와 '벤츠 비자비'까지 더해 같은 해 말까지 총 69대의 판매대수를 기록했다.

벤츠가 자동차를 상품화시키는데 주력한 반면 다임러는 엔진개발 연구에 몰두하고 있었다. 1886년 4륜 가솔린 자동차 제작에 성공한 다임러는 곧이어 모터 자동차의 발전을 위해서는 차체 전체를 하나로 설계해야 한다는 데까지 생각이 미치게 되었다. 이 생각을 실행에 옮긴 것이 1889년 제조된 '다임러 슈발라트 바겐'이다.

또한 독일에서는 루돌프 디젤이 디젤엔진을 완성해 1894년 특허를 받게 된다. 당시 가솔린 엔진은 불꽃이 있어야 시동을 걸 수 있었기 때문에 위험성이 매우 커서, 기통 내에서 공기를 매우 강하게 압축해 얻은 높은 열로 기름을 연소시키는 '열 엔진'을 개발하게 되었다. 그의 성(姓)을 따 이름이 붙여진 '디젤엔진'은 에너지 효율이 높은 경제형 엔진으로 주목되어 전 세계 산업계의 관심을 끌게 된다. 자동차용으로는 벤츠가 1922년 트럭에, 1936년 승용차에 처음 장착하였다.

1900년대가 되면서 미국과 일본 등에서도 자동차 회사가 설립되고, 크게 발전하게 된다. 미국의 3대 메이커인 포드, 크라이슬러, GM이 탄생하고 일본의 마쓰다, 도요다, 혼다 등이 설립된다. 1, 2차 세계대전을 거치면서 기술이 빠른 속도로 발전하고, 자동차의 수요가 급증했다. 그에 발맞추어 자동차 회사들도 변화와 발전을 거듭하면서 현재에 이르고 있다.

우리나라의 경우 1940년 조선자동차차체공업조합을 설치했으나, 일제의 식민지 정책에 의해 지원되지 못했다. 그러다가 1949년 3월 대한자동차공업회가 발족하였다.

950년대 전후에 폐차로 있던 군수용품인 트럭, 지프, 쓰리쿼터와 미군으로부터 불하 받은 차량을 전국에 흩어져 있던 운수업자나 정비업자들이 망치로 드럼통을 두드려 펴고, 판금작업을 해서 버스(그림 12)나 트럭으로 개조하여 사용하는 재1생 자동차산업이 번창했으며, 당시 부산에서 1955년

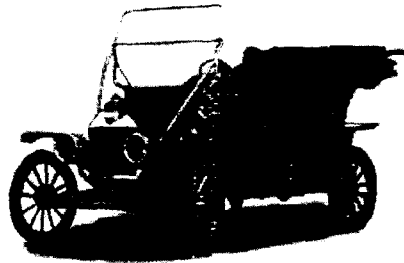


그림 8 포드 모델 T



그림 9 임페리얼

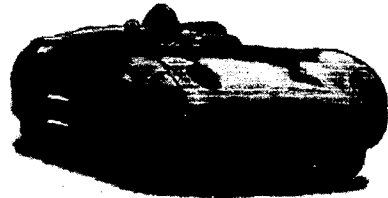


그림 10 메르세데스 벤츠



그림 11 링컨 컨티넨탈



그림 12 1950년대 후반기 미군용 폐차를 이용하여 만든 '국산 조립버스'

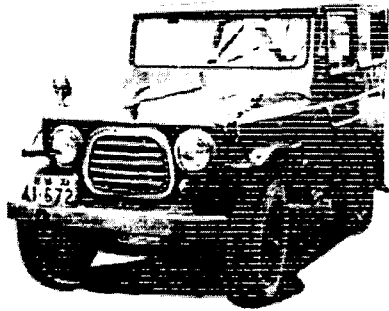


그림 13 시발 자동차

2월 설립된 신진공업은 미니 합승버스 25인승차를 2천여대나 만들어 호황을 누렸다. 이 합승버스가 서울에서 운행할 때는 노란색 페인트칠을 해서 운행했다고 하여 당시 사람들은 "노랑차"라고 불렀다.

1955년 서울에서 정비업을 하던 최무성씨가 미군으로 불하 받은 지프의 엔진과 변속기, 차축 등을 이용하여 드럼통을 펴서 만든 첫 지프형 승용차 '시발'(그림 13)을 내놓았다.

1952년 10월에 기아산업(현 기아자동차로 1944년 설립된 경성정공의 사명을 개칭)이 설립되고, 1962년 1월에 제일교포 박노정씨가 닛산과 기술제휴로 새나라 자동차를 설립하였다. 뒤이어 1965년 7월 아시아 자동차, 1967년 12월 현대자동차가 설립되었다. 1976년 신진자동차와 미국 G.M이 합작으로 설립된 G.M.K를 후에 새한자동차로 회사명이 변경된 뒤 1983년 대우자동차로 통합되었다. 그러던 중 1975년 12월 현대자동차는 국내 최초로 설계부터 생산까지 전과정을 국내 기술진에 의해 이루어낸 첫 고유 모델 승용차 '포니' (그림 14)를 개발하였으며, 1984년 단일 차종으로서는 처음으로 50만대 생산을 돌파하였다.



그림 14 현대자동차의 포니

이렇게 한국의 자동차 산업은 90년대 초반까지 차종의 다양화와 대량 생산 시스템을 구축하는 등 급속한 발전과 팽창을 하였다. 그리고, 1995년 5월 제1회 서울모터쇼까지 개최하기에 이르렀다. 그러나, 현재는 경제 위기와 구조조정으로 현대자동차를 제외하고는 전망이 불투명해진 상태이다. 하지만, 1999년 10월 전국 자동차 등록대수가 1,100만대(10월말 기준 등록대수 : 11,027,519대)를 돌파하였고, 21세기의 자동차 강국이 되기 위해서 부단한 노력을 하고 있다.

3. 차세대 자동차 기술의 추세

3.1 경량화·환경친화적인 소재의 활성화

90년대 이후 자동차 관련법규의 주요 이슈 사항은 사용 중 발생하는 CO₂ 및 배기가스에 대한 규제와 폐기 단계에서의 재활용에 관한 규제 등을 들 수 있다. 뿐만 아니라 고객의 요구도 점차 광범위해지고 전문화되어 코스트펙티브(cost-effective)하고 안전하며, 안락한 고품질의 제품은 물론 제품의 환경성과 같은 제품 외적인 면까지도 요구하고 있다.(유럽 및 일본의 환경 관련 법규에는 환경친화적 신재료를 개발해 최초로 적용 뎀 '이익(benefit)'을 제공한다는 내용도 이슈화되고 있다.) 이러한 시대적 변화의 요구에 따라 자동차에 사용되는 소재분야에서의 변화는 경량성과 비용(cost) 절감은 물론 환경성까지도 함께 실현할 수 있는 일반적인(universal) 소재의 개발 및 사용이 활성화될 것이다. 실제 90년대 후반부터 재활용 관련 규제 대응방안으로 해체 용이성 및 분별 용이성을 향상시키기 위해 내외장 부품에 사용되는 다양한 종류의 플라스틱을 한 종류로 공용화, 단순화할 수 있는 재료의 개발이 이루어져 왔으며, 몇몇 선진업체에서는 범용 플라스틱인 PP(Poly Propylene) 재료를 개선해 내외장 부품에 각각 공용화가 가능한 신소재 PP(Poly Propylene)를 개발하고 있다. 따라서 멀지 않은 시일 내에 내외장 전 부품의 공용화가 가능한 재료도 등장할 것이다. 패널이나 구조재에서도 차세대 자동차에서 요구되어지는 경량화를 실현하고, 현재 사용되는 철강 재료와의 공용화를 위해 동일한 선 팽창계수 및 인

장강도를 유지하고 동일 조건에서의 표면처리가 가능하고 연결성이 우수한 엔지니어링 플라스틱이 등장할 것이다. 이러한 내외장 부품 및 패널, 구조재의 혁신적인 소재변화와 함께 부품의 새로운 제조공정 개발은 21세기의 핫 이슈가 될 전망이다. 또한 환경친화적 공정과 유해물질에 대한 규제는 도장, 도금 및 부자재 분야에 대해 많은 변화를 요구하게 될 것이다. 이러한 규제에 대응하기 위해 VOC(Volatile Organic Compound)의 사용 축소 및 미사용을 목표로 하이 솔리드 타입의 페인트(high solid type paint), 워터 본 베이스 페인트(water born base paint) 및 파우더 코트 페인트(powder coat paint) 등의 사용이 확대될 것이며, 크롬을 사용하는 도금 기술이 없어지거나 새로운 대체 재료 및 공정으로 대체될 것이다. 또한 접착제(adhesive), 윤활유(lubricants) 및 플루이드(fluid:유체) 류에서도 유해하지 않고 환경 친화적으로 처리가 가능한 새로운 재료로의 변화가 올 것이다. 기존에 사용되어 온 철강재료 분야에서는 현재의 시장 고수를 위해 경량화 및 고장력화에 대한 연구가 계속될 것이다. 또한 구조재류 및 내판 구조재에서는 인장강도가 150kg/mm²급까지의 고강도화가 추진될 것이다. 20세기 후반에 환경문제로 각광을 받았던 비철 재료는 비용(cost) 한계성 때문에 사용이 제한되어 왔다. 그렇지만 21세기 들어와 차세대 자동차의 등장과 함께 알루미늄 스페이스 프레임(ASF)과 알루미늄 주조 및 단조재 등의 활용이 활발하게 전개될 것이다. 또한 마그네슘(Mg) 합금 소재는 비용의 한계를 극복하기 위해 기존의 다이 캐스팅(die casting) 공정 외에도 세미 솔리드(semi-solid) 공정 등이 많이 적용될 것이다.

3.2 크로스 오버 개념의 스타일

크로스 오버라는 개념이 크게 대두되기 시작한 것은 1~2년 정도 되었다. 아직까지도 여러 메이커에서 지속적으로 시도하고 있는 개념이며, 퓨전(fusion)이라는 개념은 크로스 오버(cross-over)가 좀더 발전된 개념이라고 보아도 무방하다고 할 수 있다. 그 이름에서 알 수 있듯이 지금까지의 자동차 구분으로는 정확한 분류가 되지 않는 복합적인 성격을 가지고 있다. 앞으로 크로스 오버

차에 적합한 자동차 디자인이 일반화될 것이다. 기존 세단형 스타일의 차는 더 이상 소비자들에게 선호되지 않을 것이며 이보다는 현재 SUV, MPV형 스타일이 더욱 보편화될 전망이다. 향후 주요 소비자층으로 대두될 N-세대, 트윈(tween) 세대들은 세단형 스타일을 더 이상 구매하려 하지 않을 것이다. 즉, 세단형 스타일 보다 넓고 활동적이며 다기능화된 스타일을 요구할 것이다. 이러한 스타일 변화의 요구 선상에 크로스 오버 차가 있다. 추가로 소비자가 스스로 디자인(self-design)할 수 있는 스타일 개발이 중요하다. 자동차 실내는 보다 안락한 공간으로 디자인될 것이다. 현재의 기술 발전은 너무 하이테크(hi-tech)한 디자인을 추구하여 자동차에는 또한 보다 복잡하고 다기능화된 전자 스위치가 많이 배열될 것으로 예상된다. 그러나 이러한 과학, 기술 발전에 소비자들은 두려워하고 거부감을 느끼게 된다. 따라서 감추어진 보물을 찾아내는 즐거움의 디자인, 부드러움이 딱딱함을 감싼 디자인, 감성이 자극되는 디자인 등 인간적인 본성을 호소하는 스타일 개발이 요구되는 추세이다.



그림 15 GM의 폰티악 아즈텍



그림 16 폭스 바켄의 AAC

3.3 환경적인 엔진 개발에 주력

현재 무공해 동력원으로서 연료전지나 전기자동차를 비롯한 다양한 대체에너지 개발이 활발히 진행되고 있다. 그러나 현재의 가솔린 및 디젤 엔진이 향후 21세기의 전반부 30년간은 주류를 이룰 것으로 자동차 업계는 전망하고 있다. 이에 북미 및 유럽 등 주요 시장에서는 가솔린 및 디젤 엔진의 배기가스 규제를 강화하고 있으며, 특히 유럽을 중심으로 CO₂ 배출에 따른 환경문제에 대한 관심이 높아지면서 EU 집행위와 자동차 제조국 간에 CO₂ 배출량을 자율적으로 억제하도록 하고 있다. 향후 신기술 개발이 진척되면서 모든 가솔린 엔진의 GDI화가 예상되지만 몇 가지 기술적으로 보완해야 할 문제점들이 있어 대략 2010년경까지는 기존의 가솔린 엔진과 병행되어 사용될 것으로 보인다.

3.4 차세대 환경차 '연료전지 자동차'

차세대 전기 자동차는 연료전지식 하이브리드 자동차가 될 것으로 전망된다. GM은 2004년 상품화를 목표로 연료전지차 개발에 주력하고 있으며 2010년에는 연료전지차의 판매를 그룹 매출액의 10%, 2025년까지 25%로 높일 계획을 세워놓고 있다. 포드 역시 2004년 실용화 목표로 P2000 계획을 진행하고 있다. 연료전지식 하이브리드 자동차는 연료전지의 전기로 모터를 작동시키는 '시리즈형 HV'가 될 것으로 보인다. 엔진과 발전기 부분을 그대로 연료전지로 바꿔 놓은 것이 연료전지 자동차이다. 이 차들은 FCEV/FCHV/FCV/EV-FC 등으로 표시하는데 여기서 'FCV'(Fuel Cell Vehicle)는 연료전지 전기자동차의 기호로 표시한다.

수소 FCV는 연료에서 수소를 추출해 산소와 화학반응시키는 과정에서 수소이온을 추출해 발전시키는 작동원리이다. 연료인 수소를 공급하는 방식의 차이로 FCV의 차이가 생긴다. 수소 공급 방식에는 메탄올 개질과 수소 흡장합금의 2가지 주요 방식이 있다. 수소흡장 합금 방식의 연료전지는 전지 스택(stack) 안에서 일어나는 수소와 산소의 화학반응으로 발생한 수소이온(e⁻)으로 발전하는 '소형 발전소'이다. 이 수소를 메탄올(메틸

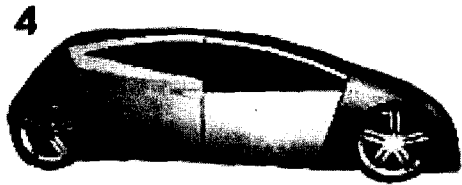


그림 17 포드는 2004년까지 연료전기차를 실용화시킬 계획이다.

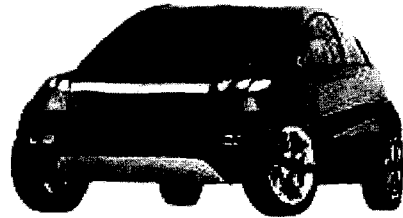


그림 18 GM의 하이브리드 레저용차인 '트라이엑스'

알코올)에서 추출하느냐 아니면 수소 흡장합금으로부터 추출하느냐에 따라 연료전지 방식의 차이가 난다.

수소흡장합금속에서 수소를 얻는 방식 외에 메탄올(메틸 알코올), 천연가스 및 가솔린 등을 개질해 수소를 추출하는 시스템도 있으나(도요다), 메탄올 개질형 FCV는 이미 연구와 시험을 거쳐 현재는 제품개발까지 이르렀다. 메탄올(CH₃OH)과 물(H₂O)의 혼합액을 가열해 증기를 만들고 촉매작용으로 H₂와 CO₂의 가스로 바꾼다. 이 때 CO가 조금 나오지만 이것도 촉매작용으로 CO₂로 바뀐다. 이렇게 개질가스(3H₂+CO₂)가 생기면 이 수소(H₂)를 연료전지 스택에 공급하는 것이다. 이 때 공기(산소)도 스택에 공급되기 때문에 화학반응해 수소이온(e⁻)과 물(H₂O)을 만들어내는 메커니즘이다.

GM은 지난해 열린 도쿄모터쇼에서 차세대 환경대응 차인 하이브리드 레저용 차 '트라이엑스'를 발표했다. 이와 함께 GM은 도요다와 공동으로 차세대 환경차로 인정받고 있는 연료전지 전기자동차(FCEV)의 연료를 수소중심으로 개발하고 있음을 밝히기도 했다.

'트라이엑스'는 초저연비 배기가스 엔진, 하이브리드, 전기 이외의 동력을 선택할 수 있는 상업적으로도 실현가능한 자동차이다. 트라이엑스는

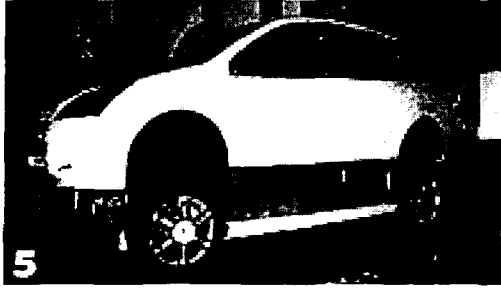


그림 19 포드의 연료전지 패밀리카



그림 20 도요다 HV-M4. 하이브리드 시스템을 적용한 컨셉트카



그림 21 도요다가 GM과 함께 개발하고 있는 연료전지 하이브리드카 시스템

동일 플랫폼을 기본으로 전기와 가솔린, 전기. 그리고 저연비 가솔린 엔진 어느 것이든지 파워트레인을 자유롭게 선택할 수 있도록 했다. 포드 역시 지난해 컨셉트카 '포드 FC5'를 선보였다. 프랑크푸르트 모터쇼에서 데뷔한 '포드 FC5'는 제 5세대 연료전지를 동력원으로 한 5인승 패밀리 카이다. 이와 함께 일본 메이커 역시 다양한 연료전지 자동차를 선보였다. 도요다 'HV-M4'는 2000년 초 등장 예정인 차기 에스티마 모델로 도요다는 프리우스에 이은 하이브리드 시스템을 적용시켰다.

특히 이 차에는 모터와 CVT를 조합한 THS-C(도요다 하이브리드 시스템 CVT)를 적용하기도 했다. 혼다도 연료전지(fuel cell)를 개발, 컨셉트카인 FCX에 적용시켰다. 메탄올을 연료로 사용한 파워 유닛 'FC 유닛'은 차세대의 패키지 레이아웃으로 실내공간을 충분히 활용할 수 있도록 했다. 이와 함께 혼다 IMA 시스템과 신골격 경량 알루미늄 보디를 적용해 35.0km/l의 초저연비를 달성한 하이브리드 카 '인사이트(Insight)'를 선보이기도 했다.

3.5 대체연료 자동차 개발

세계 자동차 업계의 밀레니엄 화두는 역시 '지구 환경 대응'의 환경관련 기술개발이다. 70년대 오일과동을 겪었던 자동차 업계는 화석연료인 석유가 언젠가는 고갈될 것이라는 사실을 새롭게 깨달으면서 '힘과 파워를 갖추면서도 연비가 좋은 차'를 개발하기 위해 신기술 자동차 개발에 힘을 쏟아왔다. 그러나 세계 자동차 업계는 또 다른 도전에 직면했다. 지구환경 오염이 심각해지면서 환경오염의 주범으로 자동차의 배기가스를 지목, 미국을 중심으로 배기가스 규제제도가 도입되기 시작했다.

'휘발유를 사용하지 않아도 되는 차, 그리고 배기가스를 많이 내뿜지 않는 차'라는 두 마리의 토끼를 모두 잡기 위해 각국의 자동차 메이커는 사활을 건 기술개발에 뛰어 들었다. 따라서 미래의 자동차는 대체연료 자동차 분야와 에너지 절약형 저공해 자동차(LEV: Low Emission Vehicle) 분야로 나뉘어 개발이 진행되어 왔다. 대체연료 자동

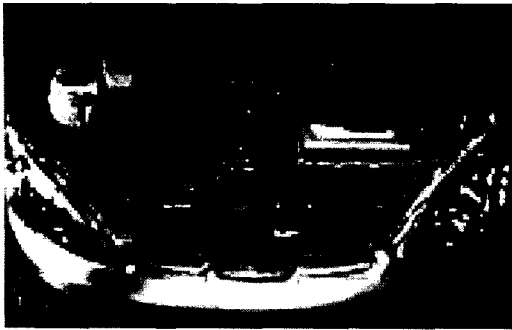


그림 22 세계 최초로 시판된 하이브리드카
(도요다 프리우스의 엔진룸)



그림 23 1.1L GDI 엔진에 ASG 시스템을 적용한
미쓰비시 피스타치오

차는 석유자원의 고갈을 대비해 공해가 없는 청정 에너지를 동력원으로 사용하는 전기자동차, 수소자동차, 천연가스 자동차, 메탄올 자동차, 태양광 자동차 등 자동차의 동력원으로 쓰일 수 있는 것이라면 ‘물불을 가리지 않고’ 연구해 왔다.

그러나 대체연료 자동차는 당장 실용화되기 힘들다는 한계를 안고 있다. 이 가운데 가장 활발하게 개발되어 온 전기자동차의 실용화가 적극 추진되고 있다. 또한 저공해 자동차 개발에 따라 직접분사(GDI) 엔진, 린번 엔진, 하이브리드 엔진, 무단변속기(CVT) 등이 주목받는 기술로 대두되면서 실용화 단계에 돌입한 상태이다.

최근 전기자동차(EV)와 함께 21세기 미래형 자동차로는 엔진과 전기를 혼합한 하이브리드 자동차(HEV: Hybrid Electric Vehicle)와 물을 전기분해해 발생하는 연료로 움직이는 연료전지 전기자동차(FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle)의 등장이 초읽기에 들어갔다.

세계 최초의 양산 전기차인 GM의 ‘EV1’이 비록 상업적으로 실패했지만 전기모터와 가솔린 엔진을 같이 쓰는 하이브리드 자동차인 도요다 ‘프리우스’(그림 22)가 지난 97년 세계 최초로 시판되면서 하이브리드카의 등장을 예고했었다.

3.6 연료의 신기술

연료전지차의 부상과 함께 막강한 라이벌로 떠오르고 있는 자동차 기술분야는 ‘연료 3ℓ로 100km를 달릴 수 있는 차’를 개발하는 것이다. 유럽에



그림 24 다이하쓰의 ‘마이크로스-3L’ 가솔린 1L로
35km를 주행할 수 있다.

서 시작된 3ℓ카는 이제 전 세계 자동차 메이커의 연구과제가 되어 개발경쟁이 한창이다. 3ℓ카의 개발목표 속에는 이산화탄소를 25% 줄이자는 원대한 계획이 담겨져 있다. 유럽에서는 미국에서 개발대상 차종으로 삼고 있는 3000cc급 대형 승용차와는 달리 보다 콤팩트하고 실용적인, 무게 800kg 이하의 소형 승용차 개발에 목표를 두고 있다. 3ℓ카 개발목표를 달성시키기 위해 초기의 엔진기술로 직접분사식 고속디젤 엔진(HSDI)을 선정했었다. 엔진 크기는 실린더당 250~300cc인 3~4실린더를 갖는 1.0~2.0ℓ의 배기량을 가진 미니카이다. 여기에 터보 인터쿨러를 달고 4밸브의 고압 연료분사 시스템을 적용해 에너지 효율을 높이고 출력을 향상시켜 새천년을 대비한다는 복안을 세웠다. 이 분야에서는 지난해 10월 독일 프랑크푸르트 모터쇼에 소개된 폴크스바겐의 루포가 세계 최초 라는 타이틀을 안으며 3ℓ카 시대를 열었다.

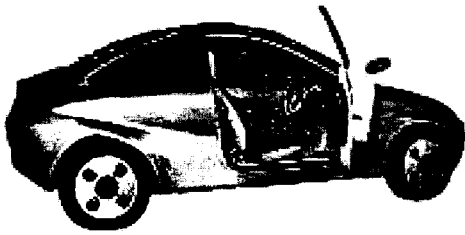


그림 25 닛산의 3L카인 '사이팩트' 닛산의 NEO DI 소형 직접분사 디젤 터보 엔진을 얹었다.

루포는 1.2ℓ 3기통 직접분사식 디젤(TDI)엔진을 얹어 2.99ℓ로 100km, ℓ당 33.4km를 달리는 최고의 연비를 자랑했다. 이 차는 짐트로닉 방식의 변속기 등 연비절감에 초점을 맞춘 파워 트레인으로 설계되었고 알루미늄과 마그네슘 소재를 사용해 차 무게를 830kg으로 줄였다. 최고 출력은 61마력으로, 연비를 높이기 위해 공회전 때 연료 공급을 끊는 아이들링 스톱시스템을 적용했다.

이와 함께 닛산의 사이팩트, 다이하쓰의 스토리아 2CD(3기통 2사이클)가 디젤엔진(커먼레일 방식)을 사용한 3ℓ카로 발표되었고 혼다 인사이트, 미쓰비시 어드밴스 등은 가솔린 엔진과 전기모터를 함께 사용하는 하이브리드카로 3ℓ카 대열에 합류했다.

특히 지난 1월에 열린 미국 디트로이트모터쇼에서는 GM '프리셉트'와 포드 '프로디지'가 3ℓ카로 개발되어 데뷔식을 치렀다. GM 프리셉트는 연료 1ℓ로 34km를 달릴 수 있는 5인승 컨셉트카로 지금까지 나온 3ℓ카 중 연비가 가장 우수한 차이다. 이 차는 3기통 디젤엔진과 전기모터를 함께 사용하는 하이브리드카로 알루미늄과 마그네슘 등 가벼운 소재로 차체를 제작해 무게를 크게 줄여 연비를 향상시켰다. 포드 역시 GM에 앞서 1ℓ로 29.5km 이상을 달리는 '프로디지'라는 시험용차를 만들었다. 프로디지는 차세대 자동차 개발이라는 목표 아래 자동차업체와 미국 연방정부가 합작해 개발한 차이다. 이 차는 5인승으로 오는 2004년까지 1ℓ로 33.7km를 갈 수 있도록 개량해 나갈 계획이다. 이 차 역시 하이브리드카로 디젤터보엔진과 전기모터를 결합한 것이다. 일본 메이커들도 가솔린 1ℓ당 30km의 주행이 가능한 승용차 개발이 한창이다. 혼다는 지난해 3ℓ카 모델을 시판했

고 미쓰비시 자동차 역시 순수한 가솔린 엔진차(경차 제외)의 연비로서는 세계 최고 수준인 소형 승용차 '피스타치오' (배기량 1100cc)를 발매했다. 이 차는 경승용차 '미니카'를 베이스로 직접분사식 가솔린 엔진(GDI)과 신호대기 등의 정차 중에 엔진이 자동적으로 멈추는 아이들 스톱 시스템을 적용했다.

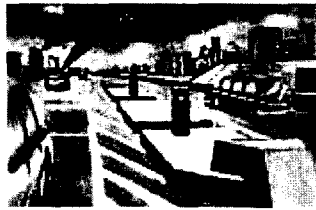
3.7 인공지능차와 'ITS'

미래의 자동차는 인공지능을 갖춘 각종 장치를 갖추고 '스스로 길을 찾아가는' 거대한 컴퓨터 자동차로 변모해 나간다. 안개, 폭우 등 악천후에도 자동차 내부에 마련된 모니터를 통해 목적지를 안전하게 찾을 수 있으며 전후방 거리감지 레이더를 통해 주위 자동차의 정보도 모니터로 확인할 수 있다. 또 내비게이션 시스템으로 위성정보를 받아 자신의 차의 위치와 가장 빠른 도로정보를 받게 되고 응급상황 발생 때는 관제센터와 음성으로 연결되어 도움을 청할 수 있게 된다.

운전자의 실수로 인한 충돌사고를 사전에 감지해 자동차의 속도를 자동으로 줄여주고 도로 상태에 따라 노면센서가 제어수치를 자동으로 조절해 준다. 횡풍 등을 점검해 자동차의 조향각을 맞춰주는 기능도 연구되고 있다. 운전자의 지각과 운전능력으로 대처하기 힘든 위험상황에서 자동차에 설치된 지능화된 시스템이 작동해 사고를 막아주는 차세대 안전자동차인 ASV(Advanced Safety Vehicle)가 보편화될 전망이다.



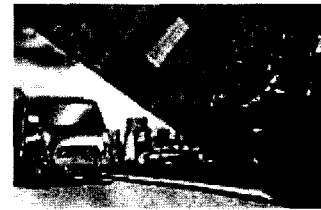
그림 26 밀리파 레이더 센서에 의해 찾잔거리와 속도를 자동 유지시켜 주는 벤츠의 '디스트로닉 시스템'



(a) 자동요금 수납 시스템



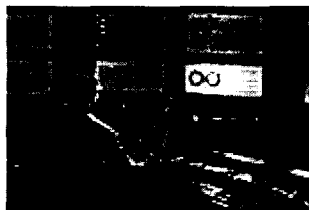
(b) 자동차 주행경보, 제어, 충돌방지 시스템



(c) 수송 효율화 시스템



(d) 교통관제, 관리시스템



(e) 재해 위기 관리 시스템



(f) 여행, 도로교통, 운전정보 제공 시스템



그림 27 운전자는 전후방 거리 감지 레이더를 통해 주위 정보를 모니터로 확인 할 수 있다.

더욱이 고속도로와 같은 길에서는 안전성을 높여 주고 운전자의 피로를 줄이기 위해 교통량에 따라 자동차 유도제어에 의해 자동운전도 해준다. 졸음 운전 경보장치, 차의 속도를 일정하게 유지해주는 크루즈, 자외선 헤드램프, 적외선 가시장치, 도로 및 차간 정보 시스템 등은 2천년대 모든 자동차에 적용될 것으로 보인다. 미국의 IV(Intelligent Vehicle), 유럽의 유레카, 일본의 ASV 등 차세대 자동차 개발을 위한 세계 각국의 노력은 이미 실현 단계에 들어서 있다. 국내 역시 지난 96년 ASV를 G7 프로젝트 차세대 자동차 개발사업 추가과제로 선정해 2002년까지 기술개발을 진행해 나간다. 이에 따라 졸음운전 경보, 차간거리 경보, 차량 위험상태 감지, 운전시계 향상, 야간 장애물 감시장치 등은 상용화 단계에 들어섰고 2002년까지 차간거리 제어, 차사고 회피, 차선이탈 경보, 코너 진입 감속장치 등이 개발된다.

이 인공지능차는 세계 각국에서 추진되고 있는 인공지능 도로교통망(ITS: Intelligent Transport System) 구축과 함께 병행된다. 이 시스템은 도로상의 교통정보를 실시간으로 자동차에 제공하는 자동차 정보 및 통신 시스템이다. 목적지까지 최적의 도로를 선택해 소요시간을 단축시키고 교통흐름을 분산시켜 정체현상을 해소해 준다.

이 시스템은 지능화된 자동차와 연계되어 무인 운전도 가능케 해준다. 이를 위해 도로에 각종 전자회로가 설치된다. 미국, 유럽, 일본 등은 국가전략 사업으로 ITS 구축사업에 나서고 있다. 국내 역시 건설교통부 주도 아래 ITS 사업단이 발족되어 2010년까지 '한국형 ITS' 구축을 목표로 하고 있다.

3.8 인터넷과의 결합

21세기 디지털 혁명을 주도할 인터넷이 자동차

와 결합, 상상을 초월하는 '자동차 혁명'이 시작된다. 앞으로는 소비자들이 음성작동 전화와 인터넷 접속장치, 내비게이션 시스템 등의 적용여부에 따라 자동차를 선택하게 될 것이라는 전망까지 나오고 있다. 지난 1월 9일, 미국 디트로이트에서 열린 북미국제오토쇼(디트로이트모터쇼)에서는 GM, 포드 등 세계적인 자동차 메이커들이 달리는 차 안에서 인터넷을 이용할 수 있는 인터넷 자동차를 선보였다.

달리는 차안에서 E-mail을 받아 보고 쇼핑을 즐기며 신문을 읽는 시대가 다가오고 있는 것이다. 포드는 이 모터쇼에서 사람의 목소리를 자동 인식하는 인터넷을 차안에 접목시킨 '24.7'이라는 컨셉트카를 선보이며 자동차를 수송개념에서 커뮤니케이션의 도구로 전환시키는 일대 혁신을 일으켰다. 포드는 이 기술을 2001년형 '링컨 럭셔리'에 적용할 예정이며 포드 외에도 많은 자동차 메이커가 앞으로 5년 이내 인터넷 접속 기능을 갖춘 자동차를 개발할 것으로 전망된다. 포드, GM은 지난 1월 9일, 각각 인터넷 포털 서비스 업체인 아메리카 온라인(AOL)과 야후(YAHOO)를 통해 자동차를 판매한다고 발표하며 인터넷과 자동차의 결합에 따른 다양한 서비스를 제공해나갈 예정이라고 밝혔다.

GM은 AOL의 '오토 채널'을 통해 AOL의 2천만 가입자를 대상으로 인터넷 판매를 시작하며 GM의 자동차 안전 서비스 시스템인 '온스타'부문에서도 AOL과 제휴를 추진, 운전자의 정기점검과 중요 뉴스, 정비수리 기록 등 자동차의 각종 정보를 동시에 관리할 수 있도록 할 계획이다.

포드 역시 야후와 합작해 자동차 구입뿐만 아니라 운전자 지침과 리콜 서비스, 차량등록과 정비 안내 서비스, 미국 주요 도시의 교통상황 등도 함께 제공해준다고 밝혔다. 이와 함께 포드는 2001년 모델부터는 GM의 온스타와 비슷한 자동차 안전 서비스를 인터넷으로 제공한다고 설명했다. 이에 앞서 지난해 10월에 열린 독일 프랑크푸르트 모터쇼에서도 첨단 정보통신 기술을 접목시킨 '멀티 미디어카'들이 등장하기도 했다. 벤츠는 PC, 인터넷 기능을 갖춘 컨셉트카 'S55 AMG 모빌 미디어'를 선보였다. 이 차에는 GPS, 내비게이션 시스템을

이용한 주행정보 시스템인 텔레매틱(telematic)과 긴급상황 발생 때 자동구조 호출이 가능한 텔레에이드(teleaid) 기술 등을 접목했다. 오펠 역시 차 안에서 인터넷을 즐길 수 있는 '오메가 V8 COM'이란 이름의 멀티 미디어카를 내놓았으며 BMW도 PC용 모니터를 단 '530d'를 선보였었다. 일본 역시 '인터넷과 자동차의 결합'을 위해 발 빠르게 대응하고 있다. 지난해 11월 30일, DDI 셀룰러전화 8개사, 일본이동통신(IDO)의 휴대전화 12개사 등은 카내비게이션과 연동한 휴대전화의 인터넷 정보 서비스를 12월 1일부터 순차적으로 개시한다고 발표했다. 'EZ 인터넷' 대응의 휴대전화기로 인터넷을 통해 검색한 업소나 온천 등의 위치정보를 전자메일로 카내비게이션에 전송하는 등 목적지까지의 경로를 표시해준다. 이와 함께 도요다는 인터넷 및 전용단말로 자동차 관련 정보를 제공하고 있는 이 회사의 네트워크 시스템 'Gazoo'에 패션 및 선물 등을 인터넷으로 판매하는 'Gazoo 상점가'를 지난해 12월 6일 개설, 종합적인 상거래 사이트로 기능을 확충해 나갈 방침이다. 도요다의 Gazoo는 인터넷 및 전용단말로 신차·중고차, 정비, 보험의 정보 및 서비스를 무료로 제공하고 있으며, 매월 3천건 이상의 상담 및 견적 의뢰를 각 판매점에 중개하고 있다. 인터넷 접속 가능한 차세대 네트워크 자동차(e 비클)의 등장과 함께 차세대 만능 기록매체로 불리는 소형 메모리 카드 규격을 둘러싼 일본의 소니와 반 소니(마쓰시타-도시바-선디스크 연합) 진영간의 메모리 카드 '규격 전쟁'에도 관심이 모아지고 있다.

메모리 카드 규격은 소니가 개발한 '메모리 스틱'(껌모양으로 길쭉하게 생겼음)과 반 소니 진영의 'SD 메모리 카드'(우표 모양)로 양분되어 호환성 문제가 전쟁의 불씨가 되고 있다. 이에 따라 마이크로 소프트-IBM-도요다자동차 등 71개 메이커가 참가를 표명한 반소니 진영과 GM-후지쓰-산요-팜컴퓨터(미국)-폴크스바겐 등 27개 메이커가 이미 채택방침을 결정한 소니진영으로 나뉘어 인터넷 대응 자동차 개발과 함께 메모리 카드의 채택 문제가 자동차 메이커의 고민거리가 될 전망이다.

4. 현재 개발 중인 차세대 신기술

21세기에는 세단형보다는 활동적이며 다기능화된 크로스 오버 스타일이 주류를 이룰 것으로 보이며, 자동차의 모든 부분에 걸쳐 경량화·환경친화적인 소재가 활성화될 것이다. 따라서 배기가스를 대폭 낮추고 연비와 성능을 향상시킨 고속 직접 분사 디젤 엔진 등 친환경적인 엔진 개발에 주력하고 있다. 특히 강화되는 환경규제에 대비, 무공해 동력원으로 연료전지 및 전기자동차, 하이브리드카 등을 개발해 오고 있다.

자동차에 있어 인터넷(internet) 및 컴퓨터(computer)가 중요한 요소로 자리잡게 되면 현재의 비행기와 같이 자동화된 운전이 가능해 질 전망이다. 물론 이는 도로, 교통 시스템과도 연관이 있다.

또한 컴퓨터가 차에 적용되면 자동차는 하나의 인텔리전트(intelligent)한 자동 시스템으로의 구성이 가능해진다. 즉 자동차의 모든 시스템이 통합적으로 컴퓨터에 의해 제어될 수 있는 것이다. 전자장치 및 각종 편의장치는 물론 엔진, 현가, 제동, 조향, 공조, 연료 등의 시스템까지 모든 기능이 컴퓨터에 의해 종합 통제되는 시스템 구축이 가능해 질 것이다. 이렇게 되면 자동차 사고에서 인간들은 상당 부분 해방될 수 있을 것이며, 차를 운전, 유지, 관리하는 일에서도 훨씬 편리해 질 것이다.

무선 및 원격 조정 또한 각종 자동차 편의장치에 적용될 전망이다. 이러한 전자동 시스템과의 인터페이스(interface)는 음성 인식과 같이 보다 운전자의 안전한 운행이 보장되는 방향으로 개발될 것이다. 특히 보다 스마트(smart)한 기능, 인텔(intelligent)한 기능을 갖춘 전자화된 사양이 보편화될 것이다.

저공해형 자동차 개발 기술로 대변되는 이러한 기술은 배기가스에서 자유로운 자동차, 제작에서 폐기까지의 자동차 라이프 사이클(life cycle)에서 공해형 물질 배출이 적고 재활용이 가능한 재료를 사용한 자동차, 모든 시스템이 효율적으로 작동되어 에너지 소비가 최적화되는 자동차의 개발이 중요한 문제로 부각될 것이다.

또한 사고 예방을 위한 전자화된 자동차 운전

장치가 일반화될 것이다. 사고 발생 때 승객을 보다 안전하게 보호하기 위한 리스트레인 시스템(restrain system) 또한 더욱 보편화되어 차에 적용될 것으로 전망된다.

4.1 차간거리 경보시스템 개발에 관한 연구

자동차는 단순한 운송수단에서 주거 및 업무 공간으로까지 확대되는 추세에 있다. 이처럼 자동차의 활용도는 날로 높아지고 있으나, 양적 증가에 따른 사고의 위험성도 크게 증가되어 이에 대한 적극적인 대처방안이 필요해졌다.

또한 사고로 인해 경제활동에 많은 지장을 초래하고 있으며 운전자의 고령화에 따라 시각, 지각의 둔화에 의한 판단조작 미흡으로 사고발생 빈도가 높아 가고 있다. 일반적으로 교통사고의 90% 이상이 운전자의 과실에 의해 발생하는 것으로 알려져 있고 추돌사고가 대부분을 차지하므로 인간의 시각 및 지각의 한계를 보완해 줄 수 있는 새로운 개념의 안전장치가 필요하게 되었다.

자동차의 안전장치에 대한 관심은 자동차가 발명되면서 부터 현재에 이르기까지 가장 중요한 이슈 중의 하나이며 초기의 안전한 차체구조 개발의 단계에서 최근의 눈부신 센서기술, 마이크로 일렉트로닉스 및 제어기술의 발달로 ABS, TCS, Air Bag 등으로 대표되는 안전장치의 개발로 이어져 왔다.

그러나 이러한 장치들은 수동적인 안전 개념들로서 안전에 대해 수동적인 대처와 운전자의 조작을 단순히 보조하는 역할에 지나지 않는 것이 현실이다. 이러한 측면에서 차간거리 경보시스템

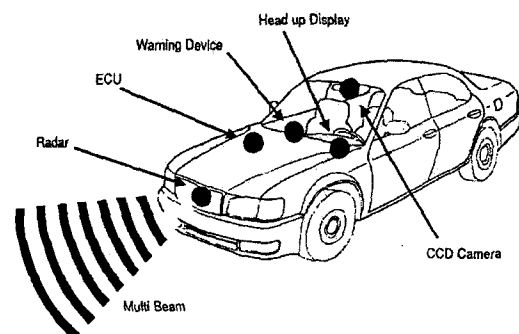


그림 28 차간거리 경보 시스템 장착 차량

은 능동 안전개념을 가진 안전장치이며, 차량사이의 거리를 지속적으로 측정하여 전방 차량과의 거리가 설정된 위험거리보다 작아질 경우 제어기의 판단에 의해서 운전자에게 적절한 경보를 제공함으로써 적정거리가 확보될 수 있도록 한다.

또한 추돌 위험이 더욱 증가할 시에는 경보와 함께 자동적으로 차량을 감속시키고 비상등을 점멸하여 후방차량들에게 위험을 알림으로써, 예방 안전에 있어 기존 안전장치의 성능한계를 초월한 새로운 가능성을 제시하고 있다.

최근에 전세계의 주요 자동차 메이커들은 선진 안전 차량의 개발에 많은 노력을 기울여 왔고, 이미 일부 메이커들은 이를 장착한 차량을 개발하여 시험중에 있으며 향후 몇년안에 차간거리 경보시스템과 같은 선진안전장치는 첨단기술이 아니라 보편적 기술로 인식되어 적용 범위가 모든 차량으로 확대되리라는 전망이다.

국외적으로 보아 낮은 인건비를 앞세운 개발도상국의 자동차시장 신규참여와 선진국의 기술패권주의 및 기술보호주의에 직면하고 있는 상황에서 선진 안전차량 개발은 차량의 고성능, 고부가가치화를 달성하여 상품경쟁력을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

이와 같은 경보 시스템은 크게 센서, 제어기, 경보장치 이렇게 세가지 부분이 필요하다. 센서는 위험을 적절히 판단하는데 필요한 모든 정보를 제어기에 전달하며 제어기는 그 정보를 통해 위험을 판단하고, 경보장치는 제어기에 의해 전달되는 위험신호를 운전자에게 알려주는 역할을 한다. 차간거리 경보시스템에 쓰이는 대표적인 센서로는 mm-wave sensor, 속도 센서, 조향각 센서, CCD 카메라 등이 있다.

앞차와의 거리 또는 상대속도를 측정하기 위한 센서로는 laser radar sensor가 있으나 여러가지 장점에도 불구하고 오염이나 먼지 등에 의해서 센서의 성능이 현저하게 약화되기 때문에 mm-wave radar sensor가 많이 이용되고 있다.

4.2 하이브리드 차량시스템 설계기술 개발에 관한 연구

하이브리드 차량 개념은 20세기초, 내연기관 초

기 차량에서 당시 엔진기술의 미약으로 고출력 엔진의 제조가 불가능하여 모자라는 출력을 보조하기 위한 용도로 모터를 사용하는 것에서부터 시작되었으나, 그 후, 엔진 기술이 급격히 발달함에 따라 하이브리드 기술은 더 이상 발전되지 못하고 개발이 중지되었다. 세계 대전을 거치면서 고성능 모터제조가 가능해지자 순수하게 모터 동력만을 이용하여 주행을 하고 엔진을 구동하여 전력을 공급함으로써 충전 문제를 해결하는 직렬 방식의 하이브리드 차량의 연구가 잠시 진행되었으나 이 또한 동력 변화시 효율이 낮아 실용화되지 못하였다.

그러나, 1970년대 석유 파동 및 차량 대기 오염 문제가 사회적인 문제로 크게 부각되고, 이에 따라 배출가스감소, 연비 절감이 석유 에너지를 사용하는 모든 운송 차량에 가장 시급히 해결하여야 할 현안으로 대두되면서, 이에 대한 해결책으로 다시 하이브리드 차량에 대한 연구가 시작되었다.

현재 개발되고 있는 하이브리드 차량은 기존의 가솔린·디젤 엔진 이외에 메탄올 엔진, 천연가스 엔진, 가스 터빈 등의 장착이 시도되고 있다. 또한, 장착용 전동기는 AC, DC 전동기를 용도에 맞도록 선택적으로 사용한다.

하이브리드 차량은 위의 두 가지 동력을 동력 전달 구조에 따라 크게 직렬 방식과 병렬 방식으로 나누는데, 직렬 방식은 엔진과 발전기, 전동기를 직렬로 연결하여 엔진을 작동시켜 전력을 전동기에 공급하고, 순수하게 전동기의 구동력만으로 차를 주행시키는 방식이다.

96년	97-98년	99년	2000년
-GM EV1	-GM S10 -Ford Ranger -Ecostar -Chrysler EPIC	-Honda EV -Nissan Joy EV -Toyota RAV4	-BMW ZEV-E1 -Benz Vision A93 -VWZEV-Chico -Volvo ECC

Source : Auto Pacific, '96. 4th Quarter

이러한 방식은 제어가 간단하고 연비 및 배출 가스 배출이 작으며, 별도의 변속 장치가 필요 없다는 장점이 있으나 차량의 주행 성능을 모두 만족시킬 수 있는 고성능의 전동기 개발이 필수적

이고 동력 전달 구조 자체가 크게 바뀌므로 기존 차량에 직접 적용하기는 어렵다는 단점이 있다.

반면, 병렬 방식의 하이브리드 차량은 변속기 전후에 엔진 및 전동기를 병렬로 배치하는 방식으로 주행 상황에 따라 최적의 성능과 효율을 갖도록 엔진과 전동기를 사용하는 방식이다.

이는 기존 차량의 구조를 그대로 사용 가능하므로 제조 비용 면에서 직렬 방식에 비하여 유리하다. 그러나, 동력 전달 구조가 복잡해지고 고수준의 제어가 필요하다는 단점이 있다.

현재, 세계적인 자동차 회사들의 하이브리드 차량 개발동향을 살펴보면 Volkswagen사는 병렬방식으로 25kw, 636cc, 2실린더 엔진과 6kw의 Ni/Ad 축전지를 사용하는 모터를 주행조건에 따라 선택 구동하여, 최고 속도 131km/h, 연비 31.25km/1의 성능을 가진 차량(모델명 : Chico)를 개발하였고, 병렬 2축형으로 디젤 엔진과 모터를 결합한 차량(모델명 Golf)도 발표한 바 있다.

GM사는 가솔린 엔진과 납축전지를 직렬 방식으로 연결하여 장착 엔진이 최적의 효율을 갖는 회전수 (2,500rpm)에서 정속으로 작동하는 차량(HX3)을 개발하였다.

Audi, Alfa Romeo사 등도 시내 주행 시는 모터를 이용하다가 발전, 가속 등 고출력이 요구되거나 충전이 필요시 엔진을 작동하는 병렬 방식의 승용 차량을 개발하였다. 상용 차량의 경우 Benz가 모터와 디젤 발전기를 사용한 직렬형 대형 버스를 개발하였고, MAMN은 플라이휠일을 사용한 시내 주행 전용의 대형 버스를 개발하였다.

HINO는 경부하 주행시에는 디젤 엔진으로 주행하고 고부하 주행시에는 디젤엔진과 초박형 모터로 주행하는 대형 버스를 개발하였다. Mitsubishi는 디젤 엔진과 유압 모터를 이용한 도시형 하이브리드 버스를 개발하였다. 최근 미국은 국가 장기 자동차 사업으로 하이브리드 차량 개발을 국가 재건 에너지 연구소(National Renewable Energy Laboratory)와 자원부가 미국 자동차 3사인 GM, Ford, Chrysler와 대학 부설 연구소 합작으로 완전 상용화를 2003년까지 완료할 계획이다. 이러한 하이브리드 차량의 개발의 핵심은 그 제어 시스템으로 이를 위하여 동력 전달계의 수학적 모델

링, 해석 기법의 개발이 필수적이며, 현재 하이브리드 차량을 개발하려고 하는 모든 연구소나 제조 회사들은 이점에 중점을 두는 연구와 투자를 계속할 전망이다.

4.3 알루미늄 초경량차체 및 경량부품개발

에너지 고갈과 지구온난화 등의 대기 오염문제의 주요한 원인을 제공하는 자동차의 배출 가스를 줄이는 노력중 하나의 방안으로 제시된 차량 경량화는 엔진의 효율 향상과 차량의 공기 저항 감소와 함께 큰 효과를 얻을 수 있는 방법으로 널리 인지되고 있다.

특히 유럽과 미국의 선진국에서는 적극적으로 환경문제에 대처하여 각종 규제를 강화하고 있으며 이들 나라에 수출하고자 하는 자동차 회사는 이를 극복하기 위해 연구, 개발을 강화하고 있다. 최근 이러한 노력의 결과로 초경량차량과 3리터 자동차 등이 일반에게 본격적으로 선보이고 있고 2000년대 초에는 무공해차량(zero emission vehicle)의 보급이 본격화될 전망이다.

이중에서도 차량의 무게를 10% 경량화를 하면 연료를 약5~7%정도 줄일 수 있으며 차량의 공기 저항을 10%줄이면 2%의 연료를 줄일 수 있다는 보고에서도 알 수 있듯이 경량화의 중요성은 매우 크다. 한편 소비자의 성향에 따라 편의성을 위한 각종 첨단 부품의 증가와 안전도 향상을 위한 에어백 등의 부착에 따른 차량 무게 증가를 보상하기 위해서도 차량 경량화는 반드시 필요하다

이러한 경량화는 차체의 무게 뿐 만 아니라 가속, 감속, 주행성능에서도 유리한 점이 있으나 충돌 특성이나 안정성을 종합적으로 판단할 필요가 있다. 따라서 최근에는 기존의 강철 패널 형식의 차체에 대한 최적설계 뿐만이 아니라 새로운 차체 형식인 프레임(space frame) 구조의 도입이 활발히 진행되고 있으며 프레임 형식의 차체는 완전히 새로운 차체 설계기술 및 생산기술을 요구하고 있다.

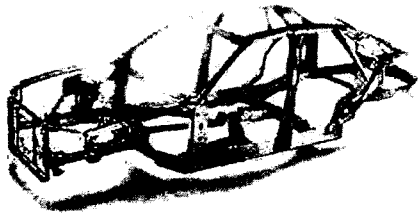
자동차 경량화를 위하여 기존에 사용되고 있는 강판(steel)을 대체하기 위한 경량재료로는 고강도 강판, 알루미늄, 플라스틱 등이 있다. 최근 전세계 철강회사들의 콘소시엄에서 개발한 초경량철강



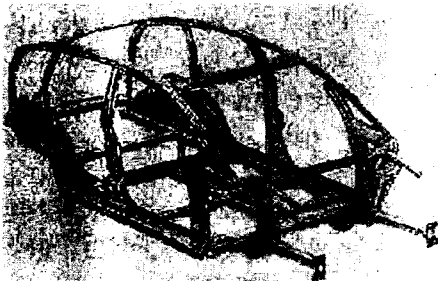
(a) G.M EV1



(b) Chrysler Neon Lite



(c) AUDI A8



(d) AUDI AL2



(e) Volvo

그림 29 알루미늄 프레임

차체 (Ultra Light Steel Auto Body, ULSAB)는 최대 36%의 경량화 가능성을 보여주었다. 이는 비싼 고강도 강판을 많이 사용하고, 하이드로포밍이나 테일러드 블랭크라는 새로운 가공기술을 적용하여 최적설계를 한 종합적인 결과이다. 그러나 기존의 패널 형식의 차체 개념으로는 경량화의 가능성은 훨씬 못 미쳐 70~15%의 경량화를 달성할 수 있다고 알려져 있다. 플라스틱은 주로 복합재료의 형태로 일부 개발되어 사용되고 있으나 재사용(recycling), 표면 품질, 보수, 도료, 열적-기계적 성질 등에 개선이 필요하다. 알루미늄으로 대표되는 신 금속은 현재의 자동차에서도 약 5~70% 정도를 사용하고 있으나 가능한 모든 부위를 알루미늄으로 대체하고 차체개념을 프레임 방식으로 바꾸면 경량화 효과가 가장 큰 재료이다. 즉. 엔진부품, 차체, 새시용으로 적용효과가 높은 것으로 알려져 있다. 따라서 자동차 경량화에는 알루미늄 초경량 차량(aluminum intensive vehicle) 개념의 자동차 개발과 이의 생산기술 확립은 매우 중요하다. 알루미늄을 이용한 차량의 경량화에서 가격상승의 부담은 해결해야 할 과제이다. 프레임 생산에는 압출과 다이캐스팅이 사용되고 그 금형비는 약 \$10,000 내외로서 판넬 방식의 \$100,000 정도에 비하여 월등히 저렴하며 재료의 수율도 압출과 다이 캐스팅이 85%로서 훨씬 높다. 따라서 기존의 철강 패널 방식과 비교할 때 알루미늄 프레임 방식은 연산 2만대 이하의 소량 생산에서는 충분히 경제성이 있다. 알루미늄은 압출등에 의해 다양한 단면소재를 비교적 저렴한 가격으로 생산할 수 있어 압출재를 용접하여 차체 프레임을 구성하는 구조가 합리적인 형태로 판단되며, 현재 국외의 자동차 회사를 중심으로 많은 연구가 진행되고 있다. 알루미늄 프레임 방식을 차체에 도입하기 위해서는 생산기술의 변혁과, 차체 최적설계 등의 기술이 필요하다.

샤시 부품의 경량화는 차량의 연비 향상 뿐만 아니라 스프링 하중량 감소로 인한 승차감의 향상과 타이어의 접지력 증대에 의한 조종안정성의 향상을 기할 수 있다. 샤시 부품은 모두가 승객의 안전과 직결되는 내구성이 요구되는 부품이기 때문에 경량화의 제한 조건으로서 강도, 강성 및 내

구성의 확보가 필수적이다. 따라서, 알루미늄 부품으로 설계상의 최적화 및 신뢰성 확보가 기술 개발의 요점이라 할 수 있다.

부품의 제작공법으로서 용탕단조(squeeze casting)법을 채택하였다. 용탕단조는 일반적인 단조(forging)보다는 강도에서 떨어지지만 재료비 및 금형비 측면에서 유리하며, 다이캐스팅을 비롯한 일반 주조법에 비하여 고품질의 재료 물성, 고강도 및 고내구성을 달성할 수 있고, 제조 시간이 짧아 생산성이 유리한 공법이다.

이와 같은 알루미늄 프레임 차량은 세계 유수의 자동차 회사에서 이미 개발하여 일부 일반에게 판매하고 있다. 일본에서는 1980년초 혼다(Honda)가 세계최초의 all aluminum body 스포츠카인 NSX을 생산한 이후부터 경량화와 관련된 기술을 선도하고 있으며 현재 알루미늄 프레임의 전기자동차를 미국시장에 수출하여 미국의 GM과 유일하게 경쟁하고 있다.

이 차량은 배기가스 및 연비절약 측면에서 기존 차량대비 3배의 효과가 있다고 보고되어 있다. 미국의 자동차 산업은 세계적인 알루미늄사인 Alcoa와 Alcan의 전폭적인 지원아래 광범위한 연구가 수행 중이다.

GM사는 알루미늄 프레임의 전기 자동차인 EVI을 세계 최초로 양산에 성공하여 현재 양산 중이며 Chrysler는 Neon-Lite를 알루미늄으로 개발하였다.

유럽도 AUDI, BMW, Mercedes Benz 등은 알루미늄 프레임 구조의 자동차 개발을 수행해 왔으며, AUDI는 최초의 프레임 구조를 가진 알루미늄차인 A8의 양산개발에 성공하였다. A8은 component의 수와 조립 및 생산비용을 줄였다고 보고하고 있다.

AUDI는 최근 프레임 구조의 AL2를 개발하였다. Volvo에서는 하이드로포밍공법을 이용한 알루미늄 front end part를 개발 완료하여 2002년에 양산에 적용할 계획이라는 보고가 있다.

4.4 자동차배기가스 검출 시스템 개발(HC 감지 센서 개발)

HC감지 센서는 환경공해를 유발시키는 자동차

배출가스 중 도전성 물질인 HC(탄화수소)를 주축으로 한 기타 유해가스를 검출할 수 있는 센서로써 그 원리는 간단한 전기적 회로를 이용하기 때문에 항상 측정이 용이하며 검출에 소요되는 경비가 적어 그 효용가치가 매우 높다.

대기오염을 해결할 수 있는 근본적인 대책이 필요한 시점에서, 현재 서울에만 차량 225만대가 배기가스를 쏟아내고 있다.

수도권의 오존 발생경보가 95년도에 2회였던 것이 '97년도에는 근 10배가 넘는 24회로 증가되어 가는 추세에 있고, 대기오염물질의 82%가 자동차 배기가스로 발생된다는 통계자료가 있다.

이러한 점에 착안하여 현재 진행중인 자동차 배기가스 검출 시스템은 국내외에서 적용하고 있는 자동차 배기가스 검출원리를 획기적으로 개선하고, 기공세라믹을 이용한 환경센서를 개발하여 자동차 배기통 측에 가격이 저렴한 센서를 부착시켜 항상 배기 가스량을 가시적으로 볼 수 있고 연소진단 및 촉매 열화상태를 감지할 수 있는 시스템을 세계 최초로 개발하는데 그 목적이 있다. 이와 같은 연구가 완료되면 환경적 기대효과로 대기오염의 주원인인 자동차 배기가스량을 연간 90% 이상을 줄일 수 있고, 현재 수도권 오존 발생경보를 연간 5회 이내로 줄일 수 있을 것으로 예상되어, 환경 친화적인 사회분위기 조성 및 지구온난화를 방지 할 수 있는 국제 환경 기준에 부응할 수 있다.

이 시스템에서 응용되는 기공 세라믹을 이용한 leakage current 검출은 기공 size가 일정한 open cell 내에서 도전성 물질 및 이온화된 물질이 기공 사이에 침투 되었을 때 외부에서 전계를 가함으로써 이들 이온화된 물질이 chain처럼 배열되어 전기적인 병렬회로를 구성시켜 미세한 누설전류를 흐르게 한다.

이 누설 전류법에 의한 도전성분 검출은 국내 외에서 지금까지 개발되지 않은 신기술로서, 기공 세라믹 자체의 물리적 특성을 이용한다는 점에서 기공 세라믹 센서 개발은 미래 환경 분야 적용에 필수적이라 하겠다.

센서는 그 열적 강도가 1000도 까지 견딜 뿐만 아니라 내열 충격성에 우수한 특성을 지니고 있

고, 그 제조기술은 기술 집약산업으로서 여러 종류의 무기화합물로 제조될 수 있으나 그 중에서도 alumoma 재질을 선택한 이유는 그 격자 모양이 면심입방체인 corundum 구조를 가지고 있어 특히 내화특성이 우수하다.

분말로된 ceramic powder를 collide 상태의 slurry를 만들어 polyurethane foam 에 함침시켜 일정한 두께로 도포하고 과잉의 slurry를 제거 건조시킨 후 기존의 ceramic 공정에 따른다.

센서를 자동차 배기통 쪽에 장치하여 두면 운전석에서 그 유해 여부를 감시 관정할 수 있을 뿐만 아니라, 연소진단 및 촉매열화진단에 유용하게 사용할 수 있다. 이 센서개발은 HC가스 검출용 센서 및 시스템을 개발하고, HC센서를 이용한 촉매열화진단 시스템 및 연소진단 시스템에 적용할 수 있는 실용화 연구에 중점을 두어 연구함으로써 자동차 배출가스로 인한 대기환경오염 방지에 상당한 기대효과가 예상된다.

현재 차량 배출가스량 중 파라핀계 탄화수소(C₂H₆)와 나프탄계탄화수소(C₃H₆)에서 발생하는 탄화수소(C)의 발생 메카리즘을 이용한 것으로, 이

전기적 회로는 병렬저항회로로써 $I=V/R$ (R=병렬저항) 이 성립되는데 전압(V)을 일정하게 인가하였을 때 저항(R)이 변화하면서 기공세라믹 사이에 발생하는 누설전류(I)가 변화된다. 이 누설전류의 크기에 따라 탄화수소(C)를 비롯한 기타 도전성 물질량을 환경규제치로 변환시켜 측정할 수 있다.

4.5 야간장애물 감지기술 개발

이 기술은 야간 주행시 전방 주행 차로 및 주변 차로에 있는 사람, 차량, 장애물을 감지하여 충돌 위험성이 있는 차선 내의 장애물을 분류하고 경보장치 및 화상 display 장치 등을 통하여 실시간으로 운전자에게 적절한 조치를 취할 수 있도록 경고하며 운전자의 야간 운전을 보조하여 사고의 위험을 저감시키는 야간 장애물 감지기술의 개발과 동시에 자동차에 적용하기 위해서 신뢰성 검증과 cost 절감 및 그 대책을 연구하여 상품성을 확보하는 것을 최종목표로 한다.

이러한 목표달성을 위하여 IR camera, CCD camera, mmWare sensor들을 사용하고, 이 sensor



그림 30 (A) 입력영상 (b) Edge 검출 (c) Hot Evidence

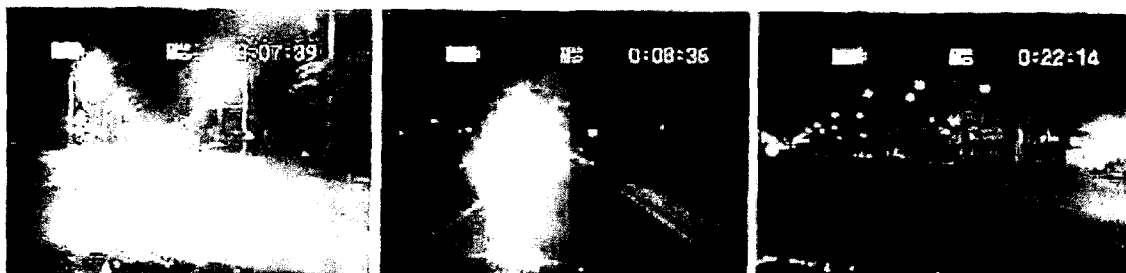


그림 31 IR 영상에서의 장애물 감지(예)

들의 fusion을 통한 야간장애물 검지기술을 개발하고자 한다. 그림 31은 현재까지 진행된 IR Camera에 의한 장애물 검지의 결과를 보여주고 있으며, CCD Camera에 의한 야간주행 환경의 분석을 위한 영상을 보여주고 있다.

1차년도인 올해에는 각 sensor들의 특성분석 및 이 sensor들로 받아들인 야간환경의 분석등을 통하여 야간장애물을 검지할 수 있는 기초적인 방법을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 현재까지의 추진 현황은 IR camera영상의 특성분석 및 야간환경에서의 장애물검지를 위한 evidence reasoning의 기초를 확립하였으며, CCD camera에 의한 야간영상 분석 및 분석 결과의 효율적인 database 구축을 위한 기초 frame work에 대한 연구가 진행되었다

현재까지 진행된 야간 주행 환경에 대한 각 sensor로부터 받아들인 데이터의 분석 및 분석결과와 data base구축을 토대로 robust한 장애물인식·알고리즘을 개발하고 보다 더 효율적이고 실용적인 시스템을 구축하기 위하여 sensor fusion기술의 도입 및 실차 실험을 수행할 계획이며 마지막 단계에서는 신뢰성이 확보된 system의 상용화를 추진할 예정이다.

5. 결 론

지금까지 21세기 자동차들의 소개와 개발 동향과 그에 따른 특성과 최첨단 기술에 대해 알아보았다. 차세대 자동차 기술은 세단보다는 활동적이며 다기능화된 크로스 오버 스타일이 주류를 이룰 것으로 보이며, 자동차의 모든 부분에 걸쳐 경량화, 환경 친화적인 소재가 활성화 될 전망이다. 따라서 배기 가스를 대폭 낮추고 연비와 성능을 향상시킨 고속 직접 분사 디젤 엔진 등 친환경적인 엔진 개발에 주력하고 있는 추세이다. 특히 환

경규제에 대비, 무공해 동력원으로 연료전지 및 전기 자동차, 하이브리드카 등의 개발에 힘을 쓰고 있으며 또한 인터넷 및 컴퓨터가 중요한 요소로 자리잡게 되면서 비행기와 같은 자동화된 운전에도 관심을 갖게 되었다. 에너지 효율면과 관련하여 배기 가스에서 자유로운 자동차, 제작에서 폐기까지의 자동차 라이프 사이클에서 공해형 물질 배출이 적고 재활용이 가능한 재료를 사용한 자동차, 모든 시스템이 효율적으로 작동되어 에너지 소비가 최적화 되는 자동차의 개발이 중요한 문제로 부각되고 있다. 또한 사고예방을 위한 전자화된 자동차 운전장치가 일반화되고 있으며 사고발생 때에 승객을 보다 안전하게 보호하기 위한 리스트레인 시스템 또한 보편화되어 차에 적용될 것으로 보인다. 산업의 발달에 따라 필수적으로 요구되던 수송수단인 자동차는 혁명적인 기술의 전환과 성능 및 효율의 개선이 이루어짐에 따라 단순히 수송수단으로써의 역할에 그치는 것이 아니라 인류로 하여금 더욱더 안전하고 운택한 삶을 누릴 수 있도록 발전될 것으로 보인다.

참 고 문 헌

1. 산업연구원, "21세기를 향한 한국 자동차산업의 발전방향", 산업개발연구원, 1994
2. 김재운, "한국 자동차산업의 21세기 생존을 위한 수출 전략", 연세대학교 석사학위논문, 1999.8
3. 현대자동차주식회사, 도전 30년 비전 21세기, 현대자동차 서적
4. 우경호, "자동차 소음 환경에서의 음성 인식 시스템의 성능 향상 및 실시간 구현", 연세대학교 석사학위논문, 2000.2
5. 한국 자동차공업협회, 자동차 회보, 한국자동차공업협회, 1999 