

자동차 EMC 로드맵

신 재 곤
교통안전공단
자동차성능연구소

I. 서 론

현재 자동차 산업은 화석 연료의 고갈, 배기 가스 규제 등 환경 규제의 강화에 따라 전기 자동차 등 친환경 자동차를 개발하고 있으며, 운전자 보호뿐만 아니라 보행자의 보호까지 요구하는 정부 및 소비자의 욕구를 만족시키기 위한 첨단 안전 자동차를 개발하고 있다. 또한 이제는 단순한 수송의 수단이 아닌 문화공간으로서의 자동차를 요구하고 있으며, 이에 따라 편의성과 안락성이 강조되고, 정보화 및 IT와의 융합 등 지능화된 자동차를 개발하고 있는 실정이다.

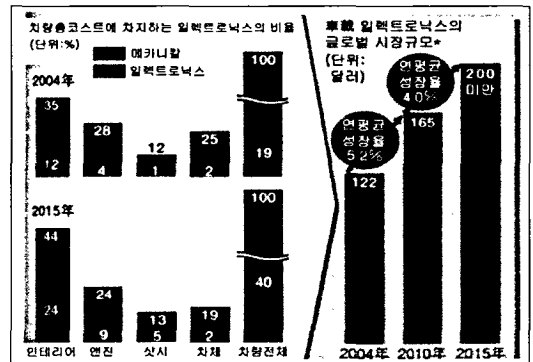
이러한 자동차를 개발 가능하게 하는 가장 중요한 요인은 전자 산업의 발달이며, 자동차의 전자화만이 향후 자동차 산업을 이끌어 가는 원천 기술이 될 것이다.

이러한 친환경 자동차 및 IT와 융합된 첨단 안전 자동차는 현재까지 접하지 못했던 새로운 EMC 문제를 야기하고 있다. 본 고에서는 이러한 자동차 산업의 미래를 유추해 보고 이에 따른 자동차 EMC 로드맵을 제시해 보기로 한다.

II. 자동차 산업의 분석 및 미래

2-1 전자산업의 발달 및 전자화

현재 자동차의 전자화는 급격한 성장 추이를 보이고 있다. 차량 가격 대비 전자 부분 가격 비중은 1980년대 1%에서 2004년 약 20%, 2015년에는 40%까지 증가가 예측되며(그림 1), 2015년까지 자동차 전장 시장은 세계 전체에서 2,000억 달러에 달할 것으로 전



[그림 1] 자동차 전자화 추세

망되고 있다.

특히 도요타 프리우스는 약 47%가 전자 부품 및 기기이며, 최근의 전기 자동차는 70%가 전장품으로 알려져 있다. 또한 전자 부분 중 소프트웨어 부분의 비중이 2005년 10%에서 2015년 20%까지 증가할 것으로 추정되고 있다. 노무라 연구소에 따르면 자동차용 반도체 시장은 2002년 126억 달러에서 2010년에는 640억 달러까지 늘어날 것으로 예견하고 있으며, 2004년 반도체 시장 중 자동차 부분이 8% 수준이며, 향후 매년 10%의 성장이 예견되고 있다. 자동차의 전자화는 이미 돌이킬 수 없는 추세이다. 특히 2008년 미국 라스베이거스에서 열리는 세계 최대의 소비자 가전 전시회(CES)에서는 40년 사상 처음으로 자동차 회장(GM)이 기조 연설을 하였으며, 이때 10년내 무인 자동차 개발하겠다고 하였으며, 수소 연료 전지 자동차인 캐딜락 프로복을 발표하였다. 상기 전시회에서 4개의 메인 전시장 중 1개는 자동차 신기술을 전시하였으며, 주로 자동차와 IT의 결합

제품(주로 인포테인먼트임)들이 전시되었다. 2008년 미국내 자동차용 전자제품의 규모는 120억 달러로 예상하고 있다.

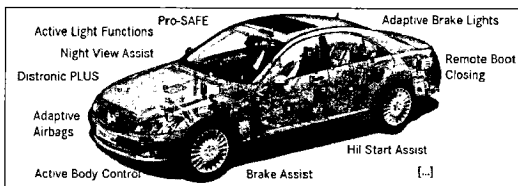
또한 자동차의 EMC 측면에서는 전자화의 발달은 ECU의 통합화 추진을 가능하게 하고 있다. CPU의 증가 및 와이어링 하네스의 복잡화는 당연한 현상으로 EMC 문제를 야기하였으며, 이에 대한 대비를 필요하게 하였다.

1970년대 차량의 ECU는 약 10개, 하네스 회로수는 약 200개 정도였으나, 현재는 ECU는 약 60개(CPU는 140개), 회로수는 약 2,300개 정도이며, G-센서 등 차량에 적용하는 센서류는 약 70여개에 달하며, 액츄에이터도 약 90여개에 이른다([그림 2]).

최근 도요타 자동차 급가속 사태의 근본 원인이 부품 전자화에 있다는 우려가 제기되면서 세계 자동차 업계는 비상이다. 전자화의 최대 문제점은 전자 제어 시스템의 신뢰성 확보이다. 특히 전자화에 따른 EMC 신뢰성을 확보하지 못한다면 자동차 산업은 큰 장벽에 막힐 것이다.

2-2 고전원 친환경 자동차의 개발

1950년대 자동차의 전원 시스템이 7 V에서 14 V 로 증가된 이후 현재까지 14 V 전원 시스템을 사용하고 있다. 하지만 현재 외적으로는 고객의 안전성·편의성 추구 및 연비·배기 가스 규제 강화에 대응하기 위하여, 내적으로는 EPS(전동식 조향 시스템) 등 신기술 부품 개발의 적용 확대에 따른 전력 소모량이 증가하면서 전기 부하가 급증하고 있다. 현 14 V

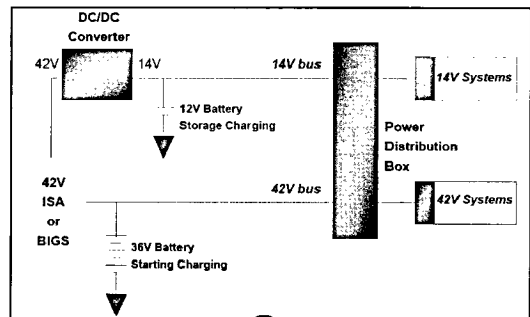


[그림 2] 자동차 전자제품 적용 현황

전원 시스템으로는 최대 3 kW 정도의 전기 부하를 감당할 수 있을 것으로 예측하고 있으며, 안전성 및 편의성 향상을 위한 현재 사용하고 있는 자동차의 전기 및 전자 장치의 부하는 이미 2.5 kW를 넘어서고 있는 것으로 알려져 있다. 이에 따라 42 V 전원 시스템 개발의 필요성이 제기되었다. 이 시스템은 부하에 대한 부담을 줄이면서 첨단 장치들을 적용할 수 있으며, 또한 와이어하네스를 가늘게 할 수 있으므로 그만큼 경량화나 공간 효율 향상도 가능하지만 전동부품, 전장품의 적용을 위해서는 42 V 전원에 맞는 회로 및 시스템을 개발하여야 하는 부담은 갖고 있었다([그림 3]). 이때 배터리 기술의 발달은 새로운 자동차를 탄생시키고 있었다. 즉, 도요타 자동차에서 하이브리드 자동차를 개발하여 양산에 성공하였다. 또한 화석 연료의 고갈, 배기 가스 규제 등 환경 규제의 강화에 따라 지속적으로 플러그인 자동차, 전기 자동차 및 수소 연료 전지 자동차 등 친환경 자동차가 속속 개발되고 있는 실정이다.

각의 친환경 자동차에 대해서는 간략히 설명하기로 한다.

먼저 하이브리드 자동차(HEV: Hybrid Electric Vehicle)는 내연 기관과 전기 모터 두 종류의 동력으로 주행하는 자동차로 기존의 내연 기관 자동차보다 고연비와 고효율적인 자동차이며, 플러그인 하이브리드 자동차(PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle)는 가

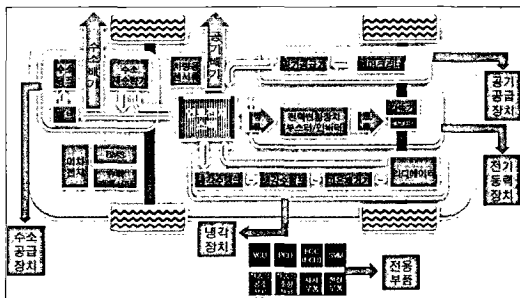


[그림 3] 42 V 시스템 개요

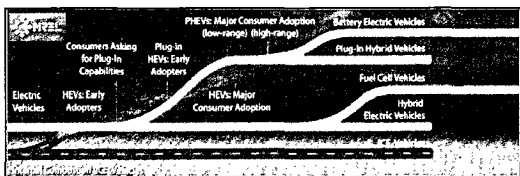
정용 등의 전기로 충전된 배터리를 사용하여 전기 모터로 주행하다가 배터리 방전시 일반 하이브리드 자동차처럼 주행하는 자동차이다. 수소 연료 전지 자동차(FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle)는 배터리 대신 연료 전지내에서 수소와 산소의 화학 반응으로 발생된 전기로 전기 모터를 구동하여 주행하는 자동차([그림 4])이며, 전기 자동차(EV: Electric Vehicle)는 내연 기관이 없으며, 배터리와 전기 모터의 동력만으로 구동하는 자동차로 배터리의 별도 충전이 필수적인 자동차이다. 이러한 친환경 자동차의 향후 추이는 [그림 5]와 같다. 즉, 화석 연료가 고갈되는 시점에는 내연 기관과 하이브리드 자동차는 단종될 수밖에 없으며, 궁극적으로는 전기 자동차와 수소 연료 전지 자동차가 향후 대세가 될 수밖에 없음을 잘 나타내고 있다.

2-3 ASV(첨단 안전 자동차) 및 ITS(지능형 교통 시스템)

첨단 안전 자동차 즉 ASV(Advanced Safety Vehi-



[그림 4] 수소 연료 전지 자동차 구조

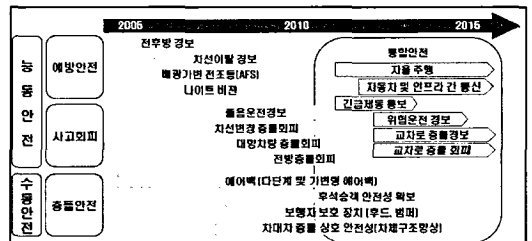


[그림 5] 친환경 자동차 향후 추이

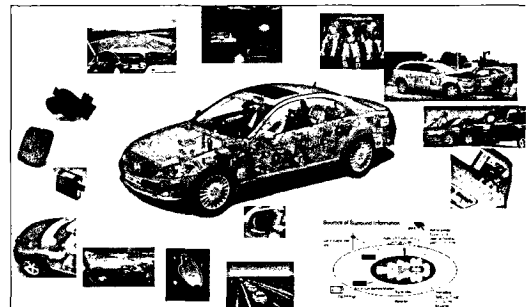
cle)는 전자, 통신 제어 공학을 바탕으로 하는 능동적 차량 기술로 자동차의 주행 안전성을 향상시킨 자동차를 말한다. 종래에는 수동 안전(사고가 일어났을 때 피해를 최소화)이 안전 대책의 기본이었으나, 현재는 능동 안전 시스템(사고를 미리 막는 시스템)이 개발되고 있으며, 최근에는 예방 안전의 개념으로 충돌위험이 높다고 판단되면 경보나 자동 제어로 운전자의 위험을 최소화 하는 시스템이 개발되고 있다([그림 6], [그림 7]).

ITS는 현재의 도로 교통 시스템에 비해 안전성, 원활성, 쾌적성 및 친환경적 측면에서 비약적으로 진보한 시스템이다. 도로와 차량 등 기존 교통의 구성 요소에 첨단 전자, 정보, 통신 기술을 적용시켜 교통 시설을 체계적으로 운영한다. 통행자에게 유용한 정보를 제공함으로써 안전하고 편리한 통행 전체 교통 체계의 효율성을 기한다.

ITS의 기술 분류는 첨단 차량 및 도로 시스템, 고



[그림 6] ASV 개발 추이



[그림 7] ASV 적용 기술

속도로 톨게이트 등의 자동 요금 수수료 시스템, 운전자의 부담 경감과 안정성의 확보를 목적으로한 주행지원 시스템을 비롯해 [그림 8]과 같이 다양하게 구현되고 있으며, 주로 5.8 GHz대의 주파수를 사용하고 있다. 첨단 안전 자동차도 ITS의 한 분야로 포함할 수 있다.

2-4 자동차와 IT 융합

자동차와 IT 융합은 첨단 IT 기술을 자동차에 접목하여 예견이 가능한 주행 안전, adaptive 운전 편의, 친환경적인 운행 및 타 산업 연계 서비스를 제공하며, 무선통신망을 이용하여 자동차 내 실시간 교통정보를 반영한 경로 안내, 긴급 구난 등 안전하고 편리한 서비스와 인터넷, 영화 등 다양한 infotainment 서비스를 제공하고 있다. 또한 자동차-IT 기술 융합 산업은 국내에 발전된 IT 기술을 기반으로 자동차 및 자동차 부품 산업 전반에 고부가 가치를 창출할 수 있을 것으로 판단된다.

III. 자동차 EMC 로드맵

기본적으로 자동차의 EMC 로드맵을 제시하기 위하여 앞에서 언급한 자동차들에 대한 EMC 측면에서의 분석이 필요하다.

전기 자동차 등 친환경 자동차는 구동 모터, 인버

터 등으로 구성되어 있으며, 전력 변환 소자 등이 사용되고 있다. 이는 대전력 스위칭에 따르는 노이즈를 발생시킬 수 있으며, 많은 양의 광대역성 노이즈가 모터 및 인버터에서 발생하고 있다. 수소 연료 전지 자동차 또한 스택 및 블로워 등에서 많은 양의 노이즈가 발생하고 있는 실정이다.

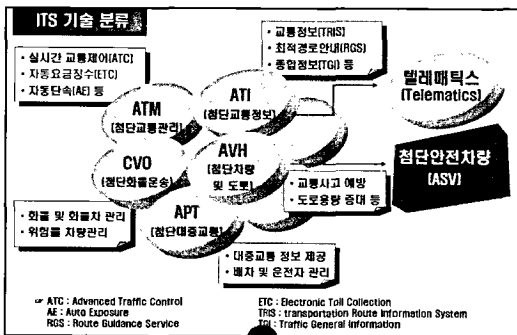
또한 첨단 안전 자동차에서는 1 GHz 이상의 고주파수 성분 노이즈가 발생하고 있으며, 첨단 IT 및 지능형 IT 융합 및 컨버전스로 인한 ASV의 전자파 안전성에 대한 문제 인식이 필요한 실정이다.

또한 자동차 이외의 주변의 시스템에 대한 분석이 필요하다. 즉 반도체 기술, 다시 말하면 작동 주파수는 올라가고, rise/fall-time은 빨라지고 있다. 이는 즉 전자파 노이즈가 많이 발생하는 구조를 나타내고 있으며, 낮은 공급 전압과 노이즈 마진은 전자파 내성에 취약함을 나타내고 있다. 또한 증가되는 무선 장치들 또한 EMC에 문제점을 노출할 가능성이 많은 것이 사실이다.

3-1 EMC 측정 및 대책 설계

먼저 친환경 자동차에 대하여 검토하여 보자. 일단 전원 자체가 12 V가 아니라 최소 150 V 이상 500 V의 전원 시스템을 사용하고 있다. 이는 기존 자동차에서 발생하는 노이즈의 분포와 다름을 의미하고 있으며, 이에 따른 시험 방법 및 시험 셋업 조차 변경하여야 함을 의미한다. 즉, 30 MHz 이하의 노이즈에 대한 분석 및 전도성 노이즈에 대한 검토가 필요하다. 또한 충전시에 발생하는 노이즈에 대한 검토도 요구되며, 이에 따른 AC line에 대한 자동차 측면에서의 측정 및 대책이 필요하다고 판단된다. 현재 자동차 EMI 법규가 30 MHz에서 1 GHz까지의 복사 방사만 평가하므로 법규적인 측면에서도 고려가 필요한 실정이다.

또한 고전원 감전 문제로 인하여 Ground System이 기존의 저전압 시스템과는 다른 설계 방법을 강



[그림 8] ITS 기술 분류

구하여야 하며, 차별화하여야 하며 이에 따른 대책도 별도로 수립하여야 한다. 또한 현재 법규 시험이 아닌 과도 내성 및 정전기 시험에 대한 법규 적용 여부도 고려하여야 할 것으로 판단된다.

ASV(첨단안전자동차)는 기본적으로 고주파수를 사용하며, 특히 통신을 위하여 5.8 GHz 이상의 주파수를 사용하기도 한다. 현재 자동차 EMI 및 EMS 법규가 1 GHz까지임을 고려하면 1 GHz 이상의 고주파에서의 전자파에 의한 안전성 문제를 집중적으로 검토하여야 할 것으로 판단되며, 또한 V2V(Vehicle to Vehicle), V2I(Vehicle to Infrastructure) 통신 등을 고려한 첨단 IT 기술 융합([그림 9])으로 인하여 발생할 수 있는 ASV의 전자파 안전성을 위하여 시험 신호의 다양화 등 전자파 안전성 평가 기법 및 연구가 필요할 것으로 사료된다.

3-2 EMF 및 Functional Safety

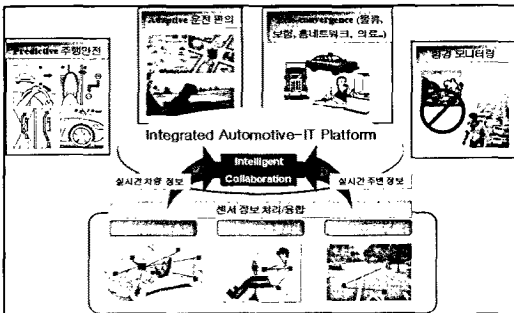
전파의 이용 증대에 따라 그 역기능의 하나로 전자파의 인체 유해성 여부가 주요한 사회 이슈로 부각되었다. 특히 1.8 GHz 대역의 휴대폰 주파수 대역에서의 발생하는 전자파가 인체에 미치는 영향에 대하여는 지금도 이슈가 되고 있는 실정이다. 기본적으로 자동차에서 발생하는 전자파의 주파수 성분은 낮고, 크기는 작은 것으로 알려져 왔으나, 이제는 첨단 전자 제어 장치의 장착에 따른 자동차 내부에서

발생하는 전자파에 의한 인체 보호 기준도 검토가 되어야 할 것으로 판단된다.

또한 자동차는 이미 EMC를 safety 항목으로 포함하여 상당히 엄격한 규격 및 대책을 수립하여 개발하여 왔다. 그러나 전자화가 진행될수록 법규적으로 좀 더 검토하여야 하며 특히 제작사에서는 여러 각도에서 EMC Functional Safety를 검토 적용하여 안전성을 확보하여야 할 것으로 판단된다.

IV. 결 론

자동차 기술은 차량 전자화 기술을 근간으로 비약적인 발전을 하고 있으며, 자동차 기술의 발전은 90%가 전자부품에 의해 발전될 것이다. 또한 자동차 전자 기술을 사시 전자 제어, 미래형 자동차, 안전 환경, 정보 통신 분야를 중심으로 발전하고 있으며, 기계, 유압 기술은 전자 제어 기술로 대체되어 컴퓨터가 관리하며, 더욱 가속화 될 것으로 예상하고 있다. 전자파에 의한 상호 간섭, 와이브로 등 수십 GHz까지 이르는 전 주파수 대역에 걸쳐 사용하는 무선 시스템, 고속 스위칭에 따른 노이즈 문제 등, 이에 따른 자동차의 전자파에 의한 안전성 문제도 심각하게 제기되고 있다. 도요타 자동차에 대한 급가속 문제도 전자식 가속 시스템에 대한 전자파 문제로 보는 시각이 있는 것도 사실이다. 또한 고전원 대전류 시스템인 하이브리드, 전기 자동차 등에 대한 노이즈 분석, 평가 방법, 대책 등도 필요한 실정이다. 이러한 친환경, 첨단 시스템에 대한 평가 및 규격은 현재 전 세계적으로도 시작하는 단계이므로 국내에서의 적극적인 대응이 필요하다. 특히 국내 자동차 산업의 기술력 격차가 미국이나 일본 등 선진국에 비해 많이 떨어지지 않으므로, 선진국에서도 경계를 하며 기술을 주지도 않고 있는 실정이다. 그리고 일부 시스템의 경우는 선진국 자체도 아직 기술력을 보유하지 못하고 있는 실정이므로 이제는 우리나라도 기술적으로도 독



[그림 9] 자동차-IT 융합

립하여야 할 시점이라고 판단된다. 즉, 자동차 EMC의 새로운 패러다임이 요구되는 현실이며, 국내 자동차 EMC 기술력이 도약할 수 있는 절호의 기회이다. 따라서 자동차 제작사나 EMC 담당자들의 분투가 필요하며, 최선의 노력을 경주하여야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] 조철, "차세대자동차의 2020 비전과 전략", 산업

연구원, 2007년 4월.

- [2] 최상원, 선원웅, "자동차 전장기술의 동향과 전망", 한국자동차산업연구소, 2005년 12월.
- [3] 신재곤, 최재훈, "미래형자동차 전자파적합성 최신기술동향", 전자공학회지, 2007년 5월.
- [4] 신재곤 "미래형자동차와 EMC", 한국전자과학회지 전자파기술, 20(6), 2009년 11월.
- [5] Brochure ETN-SEE 21, "Vision 2020 The EMC Technical Roadmap", Apr. 2006.

≡ 필자소개 ≡

신 재 곤



1987년 2월: 인하대학교 전자공학과 (공학사)

2001년 2월: 아주대학교 정보전자공학과 (공학석사)

2004년 3월~2006년 2월: 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 박사수료

1986년 12월~1993년 11월: 현대자동차 제품개발연구소 근무

1993년 11월~현재: 교통안전공단 자동차성능연구소 전자파팀장

[주 관심분야] EMC, 자동차 전기·전자 평가, 안테나