

MOBILITY INSIGHT

04
2024 VOL.30

COVER STORY

미래차의 신뢰성 얼마나 확신할 수 있는가?

스페셜 컬럼 SDV 개발의 양면성, '애자일 방법론과 신뢰성'

정책동향 미래자동차 전환 시대의 신뢰성 동향

트렌드리뷰 PHM 전기·자율주행 신뢰성 확보의 주역

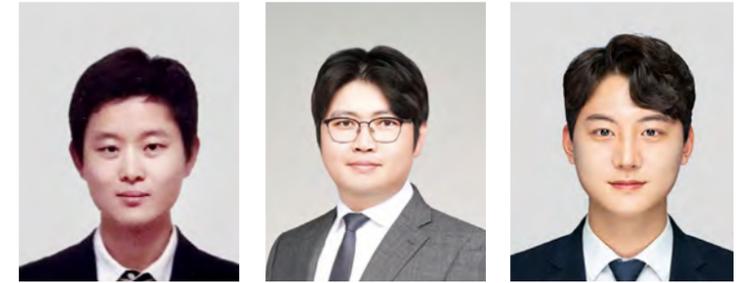




COVER STORY

미래차의 신뢰성 얼마나 확신할 수 있는가?

- 07 자동차의 신뢰성에 대한 동향은 어떠한가?
- 10 미래 자동차 산업에서 신뢰성의 중요성은?
- 13 신뢰성 확보를 위한 도전과 극복과제, 육성 방안은?



스페셜 컬럼

류용현 현대자동차 책임연구원 (글로벌R&D 전문가)

정책동향

박정준 (재)FTI시험연구원 모빌리티본부 선임연구원

트렌드 리뷰

성유창 e4ds 기자

CONTENTS

- 18** **스페셜 컬럼**
SDV개발의 양면성, '애자일 방법론과 신뢰성'
류용현 현대자동차 책임연구원 (글로벌R&D 전문가)
- 22** **정책동향**
미래자동차 전환 시대의 신뢰성 동향
박정준 (재)FTI시험연구원 모빌리티본부 선임연구원
- 30** **트렌드 리뷰**
PHM 전기·자율주행 신뢰성 확보의 주역
성유창 e4ds 기자
- 36** **테크리뷰**
미래차 시장 선점을 위한 신뢰성 확보 전략
위신환 한국자동차연구원 신뢰성기술부문 부문장
- 44** **생생 인터뷰 ①**
미래차 신뢰성 검증, 그 정점의 끝!
엑슬리트엠텔지
권형안 (주)엑슬리트엠텔지 대표이사
- 50** **생생 인터뷰 ②**
미래차 신뢰성의 All-round player
dSPACE Korea
손태영 디스페이스 코리아 대표이사
- 56** **산업분석 ①**
목적기반차량(PBV), 머지않은 성장 변곡점
이호 한국자동차연구원 산업분석실 책임연구원
- 58** **산업분석 ②**
배터리 재사용·재활용 산업 활성화 방향
이서현 한국자동차연구원 산업분석실 선임연구원
- 60** **산업분석 ③**
「미래자동차부품산업법」의 주요내용과 의의
윤자영 한국자동차연구원 정책전략실 책임연구원
- 64** **우수기술 소개**
한국자동차연구원 우수기술 소개
- 68** **이슈 & 키워드**
미래차의 신뢰성 주요 키워드
- 70** **모빌리티 인사이트 02월호 리뷰**
친환경 상용차의 미래, 전기상용차 vs 수소상용차
- 72** **독자코너**
모빌리티 인사이트 설문 및 독자 후기

미래차의 신뢰성 얼마나 확신할 수 있는가?

- SECTION 1 자동차의 신뢰성에 대한 동향은 어떠한가?
- SECTION 2 미래 자동차 산업에서 신뢰성의 중요성은?
- SECTION 3 신뢰성 확보를 위한 도전과 극복과제, 육성 방안은?



윤병동 회장
서울대학교 기계공학부 교수
(주)원프레딕트 대표이사



박승표 컨슈머인사이트
연구본부 이사



박종원 한국기계연구원
신뢰성연구실 책임연구원



위신환 한국자동차연구원
신뢰성기술부문 부문장



정상원 우리산업
기술연구소 부사장



허남수 서울과학기술대학교
기계시스템디자인공학과 교수

미래차의 신뢰성(Reliability) 새로운 과제이며 시작

수년간 내연기관을 중심으로 성장, 발전해 온 자동차 산업이 전기·전자, 디지털·소프트웨어, 자율주행, 무선통신, AI 등으로 대표되는 새로운 체계 기반으로 융·복합하면서 발전하는 대전환의 시대를 맞고 있다. 이제 자동차를 대표하던 엔진·마력, 토크라는 단어는 배터리 용량, 총방전이란 단어로 자연스럽게 바뀌고 있다.

2023년 한국교통안전공단 '전기차 리콜 현황 통계자료'에 따르면 최근 3년간(2020년~22년) 전기차 리콜은 총 38만 4,994대로 집계됐다. 이중 수입산 전기차리콜은 18만 8,931대, 국산 전기차 리콜은 19만 6,063대로 나타났다. 특히 수입산 전기차 리콜이 급증한 것으로 조사됐다. 주요 원인으로는 배터리 불량, 시동 꺼짐, 소프트웨어 오작동 등 다양한 부분에서 나타나고 있다.

생명과 밀접한 자동차에서 예기치 못한 오류나 오작동은 치명적일 수밖에 없다. 복잡한 자동차의 모든 계통 또는 부품이

규정된 작동 조건에서 의도한 기간에, 규정된 기능을 원활하게 수행하는 확률·믿음을 '신뢰성(Reliability)'이라 한다.

미래차를 대표하는 전기차를 중심으로 시장이 급성장하면서 기술적 발전만큼이나 신뢰성(Reliability)에 관한 관심이 높아지고 있다. 전기차가 늘어나고 자동차의 전동화가 빠르게 진행되면서 약 2만 개에 이르는 자동차 부품의 '신뢰성 확보'는 필수적이며 매우 중요하다.

이에 모빌리티 인사이트에서는 최근 전기차배터리 화재 사고, 대형리콜 등의 이슈로 사회적 관심이 높은 자동차 신뢰성에 대해 '미래차 신뢰성, 얼마나 확신할 수 있는가?'라는 주제로 신뢰성 확보를 위한 기술개발, 인프라, 제도 등의 현황과 최근 이슈 및 문제점, 개선점을 살펴보고 미래차 시장에서 신뢰성의 중요성과 글로벌 경쟁력을 갖출 수 있는 육성 전략을 논의하고자 한다.



라스베이거스에서
자율주행 중인
레벨 4 아이오닉 5
출처_현대자동차 홈페이지

Section 01

자동차의 신뢰성에 대한 동향은 어떠한가?

내연기관 중심에서 전기차로 자동차 시장의 패러다임이 급속도로 변화하는 가운데 기본 동력원의 변화, 전기·전자 소프트웨어의 접목, 각종 통신데이터로 융합되는 미래 자동차 시장에서 신뢰성에 대한 부분은 이제 중요한 부분으로 대두되고 있다. 이런 변화 속에 어느 때보다도 관심이 높은 '미래차 신뢰성 확보'에 대해 자동차 산업 분야별로 동향은 어떻게 움직이고 있는가?

전기차 중심으로 재편되는 미래차 시장 '안전성과 신뢰성은 필수'

윤병동(좌장) 서울대학교 기계공학부 교수(주)원프레딕트 대표이사

오늘날 자동차 시장의 변화는 바야흐로 '혁신, 혁명의 시대'라고 말해도 과언이 아니다. 근래 전기차를 중심으로 승용·상용 구분 없이 그 변화의 속도와 폭은 상상 그 이상으로 발전하고 있다. 또한, 내연기관 중심으로 Sedan과 SUV 등으로 정의하고 구분하던 전통적인 명칭도 이제는 SDV(Software Defined Vehicle), PBV(Purpose Built Vehicle) 등으로 새롭게 확대, 변화하고 있다. 이렇듯 현재 자동차 시장은 전기차를 중심으로 급변하고 있으며 앞으로 미래 자동차 시장이 어디로, 얼마나, 어떻게 변화할지 알 수 없을 정도다.

이는 탄소중립이라는 지구 환경 관점의 아젠다에서 출발하여 자동차 시장 전반에 화석연료·내연기관을 대체하는 새로운 대안으로 전기차가 대두되면서 그 패러다임이 바뀌고 있다. 이런 변화 속에 그간 내연기관 중심의 안전성과 신뢰성에 대한 설계와 검증이 새로운 패러다임에 맞게 재조정되어야 하는 것은 필연일 것이다. 이런 관점에서 오늘 좌담회를 통해 미래차 신뢰성에 대한 움직임과 노력이 현재 어떻게, 어떤 방향으로 진행되고 있는지 그리고 어떻게 나아가야 하는지 등에 대해 다양한 분야별 전문가들을 모시고 함께 논의하는 뜻깊은 자리가 될 것으로 기대된다.

미래차에 대한 긍정적 인식 '확실한 신뢰성 확보에서 시작'

박승표 컨슈머인사이트 연구본부 이사

소비자들을 많이 접하는 업무 특성상 소비자 중심에서 오늘의 주제를 해석해 볼 때 자동차는 하나의 이동수단이 아닌 생활과 삶의 한 매개체로 변하고 있다.

자동차는 없어서는 안 될 삶의 필수품으로 인식될 만큼 그 의미는 점차 넓고 커지고 있다. 이런 변화 속에서 자동차를 단순 이동수단으로 인식할 때와는 다른 차원의 새로운 관심 포인트가 생기고 구매과정과 결정단계에서 판단해야 할 요소들도 많아지고 있다. 일차적인 판단 요소인 가격, 성능, 인프라, 보조금뿐만 아니라 얼마나 안전한가에 관한 관심도 높아지고 있다. 특히 전기차 화재와 같이 이슈는 매우 민감한 사안으로 받아들이고 있다.

최근 1~2년 사이에 가장 큰 관심사가 바로 자동차에 대한 '안전성과 신뢰성'에 대한 내용이다. 기존 내연기관차는 축적된 기술력과 오랜 경험을 통해 상당 부분 신뢰성을 확보하면서 긍정적으로 인식하고 있으나 전기차를 중심으로 한 새로운 체계의 미래차에 대해서는 아직 불안감으로 구매를 주저하는 것이 사실이다. 이런 인식 상황에서 앞으로 신뢰성에 대한 확신을 주지 못한다면 소비자들의 구매 증대나 시장확장에 어려움이 생길 것이다.

자동차가 점차 첨단 전기·전자장치들과 소프트웨어, 통신데이터 등과 융합되면서 이러한 신기술과 자동차, 그리고 안전이라는 함수관계에서 확실한 신뢰성을 확보하는 것은 소비자 측면이나 시장 측면에서 매우 중요한 부분이 될 것이다. 현재 전기차에 대한 구매력은 얼리어답터(Early Adopter)에서 일어나고 있다고 볼 때 보다 확실한 신뢰성을 확보해야만 더 큰 Mass 시장으로 확대될 가능성이 크기 때문이다.

개발현장에서 신뢰성 확보를 위한 '치열한 노력'

정상원 우리산업 기술연구소 부사장

실제 개발현장에서 전기차 중심으로 발전하고 있는 미래차 시장을 볼 때 국내외 자동차사들의 개발 방향과 트렌드는 다소 차이가 있다. 이는 나라마다 현실적인 여건과 개발 우선순위 등의 차이가 있기 때문일 것이다. 다만 초기 전기차 시장은 부족한 인프라와 저성능 등에서 일정 부분 소비자가 감수해야 하는 부분들이 많았다.

예를 들어 내연기관 자동차 대비 주행거리가 짧다든가, 배터리 충전량 중 난방을 위해서는 어쩔 수 없이 전기 소모가 많아진다든가, 충전 인프라가 기존 주유소 대비 적다든가 하는 많은 제약과 한계를 오롯이 소비자가 안고 가야 했다. 그러나 이제 소비자들은 더는 그러한 불편함을 감수하려 하지 않는다. 이미 내연기관차에서 그간 습득한 퍼포먼스와 경제성, 편의성, 안전성 등의 수준을 미래차에서도 똑같이, 오히려 더 크게 기대하고 있다.

이러한 미래차에 대한 소비자들의 기대 욕구가 높아지면서 배터리 성능, 용량, 파워트레인, 열 관리 시스템 등을 개발하는 부품제조사들은 이러한 추세에 발맞춰 빠르게 움직이고 있다. 설계 단계뿐만 아니라 개발이 완성된 부품들이 얼마나 안전하고 예상하는 성능을 발휘하는지를 검증하는 신뢰성 확보 과정은 매우 중요해졌다. 특히 열 관리 시스템은 국가 차원에서 보안기술로 지정하고 있어 이 부분에 대한 신뢰성을 높여야 하는 상황이다. 이런 신뢰성 확보를 위한 기준과 검증과정에 있어 아직 국내보다는 신뢰성 구축 사업에 많은 투자를 한 중국이나 유럽에 의존하는 실정이다.

또한, 신뢰성 검증과정에서 산출되는 모니터링 데이터는 받지 못한 상태에서 결과만 알 수 있기에 신뢰성 구축 및 검증에 필요한 인프라 구축이 시급하다. 향후 지금보다 시, 무선통신 등의 첨단기술이 더 집약되는 방향으로 미래차가 발전 할 것으로 예측한다면 부품 신뢰성뿐만 아니라 데이터 보안 등 다양한 부분에서 신뢰성 검증이 필요할 것이며 이런 부분을 고려하여 신뢰성 구축 사업에 대한 민관의 적극적인 투자가 필요하다.

소비자의 기대와 개발업체의 노력 그 중심은 '신뢰성 확보'

윤병동(좌장) 서울대학교 기계공학부 교수/(주)원프레딕트 대표이사

앞서 자동차 산업의 패러다임이 변화하면서 나타나는 소비자 측면에서 이슈 및 인식변화들은 시사하는 바가 크다. 결국, 소비자들의 인식 변화는 중요한 지표가 될 것이고 개발업체와 완성차업체에도 반영해야 할 중요 포인트가 될 것이다. 특히 소비자 측면에서 기존 내연기관차 이상의 편리성과 안전성을 미래차에서도 기대하고 요구한다는 것은 결국 각각의 부품개발업체뿐만 아니라 전체 자동차 완성도에 있어서 신뢰성 확보가 얼마나 중요한지를 말한다.

향후 미래차 시장의 성장과 확대를 위해서도 신뢰성에 대한 확신을 얼마나 줄 수 있느냐가 관건이 될 것이다. 또한, 개발현장에서 신뢰성의

기준설정과 기술검증과정에서 나라마다 기준과 과정이 있으며 그만큼의 정보 폐쇄성까지 극복해야 한다는 내용은 향후 국내 신뢰성 구축 사업의 장기적 안목의 투자에도 참고해야 할 내용이다. 이제 깊이 있는 토론을 위해 기초기술 관점에서는 어떤지 논의해 봤으면 한다.

혁신에 대한 기대감과 불안감 '신뢰성 우선순위를 고려한' 효율적인 설계기술 필요

허남수 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과 교수

앞서 소비자의 기대 욕구와 개발업체의 실상을 말씀하셨는데 자동차뿐만 아니라 모든 제품에서 볼 수 있는 '혁신적 기술과 안정성, 신뢰성'의 적절한 관리는 상당히 어려운 부분이다. 한마디로 감각적인 감성에서부터 기술적 성능효과, 혁신적 기술의 접목 그리고 안전하고 믿을 수 있는 신뢰도까지 만족해야 하기 때문이다.

핸드폰 시장만 보더라도 감각적인 디자인과 다양한 기능, 혁신적인 기술, 충격 보호까지 요구하고 있다. 제조사 자체적으로 충격에 대한 안전성을 검증하고 출시했는데도 소비자들은 충격 방지를 위해 저마다 케이스를 별도로 장착하여 사용하고 있다. 이는 소비자들의 깊은 내면에 자신의 제품을 더 안전하게 오래 사용하고 싶은 '소유 욕구'가 잠재된 것이다. 핸드폰에 관한 소비형태가 이런데 수천만 원에서 억 단위에 이르는 미래차는 더 높은 감성과 신뢰를 요구하고 있다. 혁신의 아이콘으로 인식하고 있는 미래차의 경우 기대하는 혁신기술의 '새로움' 이면에는 아직 성숙하지 못한 기술에 대한 '두려움'도 함께 공존하고 있다. 미래차를 기초기술 관점에서 보면 기존의 기계적인 신뢰성은 반드시 요구할 것이고 그 이외 전기·전자장치들의 소프트웨어가 접목되면서 이에 대한 감성과 혁신뿐만 아니라 안전과 신뢰를 요구하기에 신뢰성 확보라는 과제는 더욱 복잡하고 중요하게 되었다.

비록 아직 완성되지 않은, 미성숙한 혁신기술을 안전성까지 보장하면서 예측·지속 가능한 효과를 관리하기 위해서는 지속적인 모니터링 및 상시감시, 데이터들의 유의미한 분석 등의 기술적 해법이 필요한데 이는 곧 또 다른 비용이 발생하게 되어 최종 차량 가격에까지 영향을 미칠 수 있기에 단순하게 해결하기 어려운 문제다.

예를 들어 상시 모니터링을 위해서는 많은 센서가 활용될 텐데 이 센서들이 또 다른 관리 포인트가 된다던가 혹은 센서 오류에 대비한 이차적 대비책들이 많이 반영되어야 한다든가 하면 설계 및 운영비용 상승을 초래할 수 있을 것이다. 이런 상황에서도 과연 어떤 것이 가장 중요한



위험요소인지, 어떤 것이 가장 시급한 요소인지를 설계 단계에서부터 기초적인 기술 관점에서 가중치를 부여하고 그 중요도에 따라 우선순위를 두어 집중하고 투자해야 할 것이다.

미래차 설계 단계에서 이런 요소기술별 가중치를 미리 고려함으로써 혁신과 신뢰성, 경제성을 함께 고려할 수 있는 설계가 이루어질 수 있을 것이다. 결론적으로 기초기술 관점에서 미래차의 '혁신과 안전'을 같이 담보하려면 설계 단계부터 부품별/요소기술별 신뢰성 우선순위를 고려할 수 있는 체계적이고 효율적인 설계기술 개발이 필요하다.

기본 하드웨어뿐만 아니라 '소프트웨어도 신뢰성 검증 필요'

박종원 한국기계연구원 신뢰성연구실 책임연구원

전기차로 대표되는 미래차의 새로운 패러다임의 변화는 지구기후환경이란 관점에서 피할 수 없는 시대적 흐름이며 향후 5년~10년 이내에는 내연기관차 소유자들에게도 탄소배출권을 요구할 수도 있기에 대부분 차량은 자연스럽게 미래차로 전환될 것이다. 이렇게 전기차 중심으로 전환·상용화된다고 가정해 볼 때 기존 내연기관 차량에 요구되던 내구성과 신뢰성이 그대로 미래차에서도 요구될 것이다. 15년, 30만 km의 내구성과 각 전기·전자부품의 경우 약 8천 시간 이상 고장이 없어야 한다는 신뢰성의 기준들이 만들어질 것이다. 그러나 다른 제품들과 달리 생명을 다루는 자동차에 있어 치명적인 고장이란 절대 허용될 수 없다.

한번 구매하면 수년 동안 무고장으로 사용할 수 있어야 하기에 확실한 검증을 통한 신뢰성을 확보해야 한다. 최근 차량의 전체 개발 기간이 매우 짧아지고 있다. 이렇게 개발 기간이 짧아지면서 그 기간 안에 얼마나 충분히 신뢰성을 검증할 수 있는지도 주요 관심 포인트다. 혹시 짧은 개발 기간 때문에 충분한 신뢰성을 검증하지 못한 채 출시된다면 예기치 못한 치명적인 안전사고로 이어질 수 있기에 그만큼 중요하다.

예를 들어 일반 내연기관 차량의 경우 충돌 등으로 인해 화재가 발생했을 시 약 5분 정도의 시간이 소요되어 그 안에 탈출할 수 있지만, 전기차의 경우 똑같은 화재 발생 시 1분 안에 전소된다. 이런 점을 고려한다면 신뢰성 기반 설계관점에서 마치 전투기처럼 조정석에서 자동으로 조종자가 탈출할 수 있듯이 차량에도 이러한 장치가 설계 단계에서부터 필요할지도 모른다.

따라서 설계 단계에서부터 이런 안전과 신뢰성에 대한 개념이 도입되어야만 궁극적인 신뢰도를 확보할 수 있을 것이다. 점차 소프트웨어의 융·복합으로 발전하고 있는 자동차 시장의 발전과정을 볼 때 이제 이러한 검증과 신뢰성 확보를 위한 노력도 하드웨어 중심의 기계·물리적 검증뿐만 아니라 소프트웨어의 검증도 디지털 시뮬레이션, AI 등을 활용하여 그 범위와 프로세스도 첨단 기술들을 많이 접목, 활용해야 할 것이다.

미래차 시장의 신뢰성 확보 ‘시장 선점의 기회’가 될 수도

위신환 한국자동차연구원 신뢰성기술부문 부문장

자동차 패러다임의 변화는 크게 두 가지로 본다. 하나는 ‘동력원의 변화’, 기존 내연기관 차량을 포함한 전기차, 수소차 등으로 다변화하는 부분과 또 하나는 ‘주행원의 변화’, 기존 사람을 통한 주행에서 자율주행 등 획기적인 기술의 변화가 그것이다. 이는 기술혁신에 대한 부분이며 그 기술혁신의 바탕에는 신소재, 신구조, 신공법 등을 사용해야 하는데 그와 동시에 불확실성이 존재하기에 충분한 신뢰성 확보는 필수적이다. 신뢰성 설계의 원칙 중 하나는 ‘검증된 설계는 바꾸지 마라’이다. 그러나 바꾸지 않으면 혁신이 아니기에 딜레마가 있고, 또 하나는 하드웨어와 소프트웨어가 복잡하게 결합하는 상황에서 ‘과연 모두 검증할 수 있는가?’라는 이슈다.

또한, 사회적 환경변화 측면에서 볼 때 그간 100여 년 이상의 긴 역사를 가진 내연기관 차량의 대부분이 제조될 당시에는 PL법(Product Liability法 : 제조물 책임법) 등이 없었기에 리콜에 대한 큰 위험성이 없는 상태였으나 PL법이 제정된 이후 내연기관 차량은 긴 시간 축적된 경험과 노하우를 바탕으로 신뢰성을 높여왔다. 그러나 미래차는 이미 PL법이 완성된 상태에서 생산해야 하는 환경변화에 따라 적극적인 대응을 하지 않을 수 없다. 지금까지는 기능과 성능 중심으로 제품 개발이 이루어졌다면 앞으로는 안전성과 신뢰성을 초기 설계 단계에서부터 적용해야 하는 이유가 여기에 있다.

지금까지 우리나라는 내연기관 차량 시장에서 미국, 독일, 일본과 같은 선진국을 따라가는 후발국의 위치였기에 그들의 설계와 검증이 우리의 기준이 될 수밖에 없었다. 그러나 앞으로 열리는 미래차 시장은 기존의 상식과 틀을 벗어난 새로운 영역이라는 점에서 누구도 알 수 없기에 물론 어려울 수 있지만 반대로 시장을 주도하고 선점할 절호의 기회이기도 하다. 이런 점에서 초기 설계 또는 개발 단계에서부터 안전성과 신뢰성을 착실하게 확보하는 것이 매우 중요하다. 미래 모빌리티가 직면할 치명적인 고장을 합리적으로 예상하고, 설계 혁신 과정에서 신소재, 신구조, 신공법의 적용에 따라 파생될 신뢰성 문제를 예방하는 것이 필요하다.

Section 02

미래 자동차 산업에서 신뢰성의 중요성은?

내연기관으로 대표되는 기존 차량은 기계적인 ‘하드웨어’ 중심이라면 전기차를 비롯한 미래차는 유기적인 ‘소프트웨어’ 중심이라고 정의한다. 기존 자동차에서도 중요시했던 신뢰성의 부분이 미래차에서는 전혀 다른 구조체계를 바탕으로 점점 더 복잡하게 연결되고 상호 작용하는 운영체제로 변화함에 따라 그 중요성이 크게 대두되고 있다. 과연 기존 자동차 시장 대비 미래차 시장에서 신뢰성은 얼마나 중요한 요소인가?

미래차 신뢰성 검증 기술 PHM(Prognostics and Health Management)

윤병동(좌장) 서울대학교 기계공학부 교수/(주)원프레딕트 대표이사

지금까지 논의된 주된 공통내용을 보면 근본적인 신뢰성 확보를 위해서는 설계 단계에서부터 고려되어야 한다는 것이다. 이는 소비자 구매 인식 측면에서 성능과 가격만큼이나 안전에 관한 관심이 높아졌고 ‘안전과 신뢰’가 중요한 구매 포인트로 작용하기에 제조자들도 이 부분을 깊게 고민해야 할 필요성이 커졌다. 또한, 이러한 신뢰성 확보를 위한 과정에서 중요한 부분이 ‘신뢰성 검증에 대한 부분’이다.

어떤 기준과 방식으로 신뢰성을 효율적으로 검증할 것이냐도 중요하다. 과거에는 단일 부품 단위나 모듈 단위에서 검증했다면 이제는 각각의 소프트웨어와 상호 복잡하게 연결된 Integration까지 포괄적으로 검증해야 하는 어려움이 있다. 이런 신뢰성 검증의 중요성 이외에도 법적 규제의 변화도 함께 살펴봐야 할 것이다. 현재 전기차에 맞는 법적 규제가 속속 만들어지고 있고 더 발전하여 ‘자율주행차’로 넘어가면 이런 변화에 맞춰 나라마다 이런 부분에 대한 법적 규제가 제도화될 것이다.

정책 측면에서도 ESG(Environment·Social·Governance)가 글로벌 아젠



dSPACE, 모빌아이 슈퍼비전 기반 자율주행 HIL 시스템 (출처: dSPACE)



모빌아이 슈퍼비전 기반 자율주행 테스트 (출처: 현대자동차)

다로 도입되면서 국가 차원에서 개인 차원까지 그 적용이 확대될 수도 있다고 본다. 또한, 기술적인 측면에서 현대자동차를 비롯한 많은 글로벌 OEM社들이 PHM(Prognostics and Health Management) 기술을 적용해가고 있다. PHM을 통해 성능수명 및 건전성에 대한 상태를 예측하고 이를 통해 최종판단과 의사결정을 하는 기술로 활용한다는 차원에서 볼 때, PHM 기술은 미래차의 생산, 설비에 이르기까지 폭넓게 적용, 활용될 것이다.

설계와 검증의 세분화 ‘신뢰성의 기본은 정확성’

위신환 한국자동차연구원 신뢰성기술부문 부문장

미래차의 검증 체계는 각 업체와 OEM 메이커 간에 역할 분담이 구분되어 있다. 소재, 부품, 모듈, 시스템 실제 차에 이르기까지 부문별로 검증하는데, 이제까지 미래차의 경우 상당 부분 실제 차와 시스템에 집중했던 부분이 있다. 이는 빠른 검증을 통한 빠른 출시에 주안점을 두었다면 지금은 ‘Back to Basic’으로 소재부터 부문별 세분화하여 관심을 두고 있다. 필드 고장을 예방하기 위해서는 부문별 중복 검증보다 소재, 부품, 시스템, 차량에 이르는 상호 보완적인 검증 체계를 확보하는 것이 중요하며, 완성차 메이커와 부품사의 협업이 중요하다.

예를 들어 어떤 소재를 적용했을 때 충분히 신뢰성을 확보할 수 있느냐와 어떤 요소 부품이 신뢰성 있고 안전하게 설계되어 있느냐를 점검하는 형태로 고도화되고 있다. 완성차 메이커는 신뢰성 목표를 기본적으로 부품 또는 시스템별로 할당하고, 부품사가 부품 입찰 또는 글로벌소싱에 참여하는 경우 부품의 정량적인 신뢰성 목표를 제시하도록

하고 있다. 또한, 이런 부분을 검증하기 위해 미국, 독일, 일본 등의 신뢰성 기술을 확보해 활용해왔다. 가장 중요한 기술 중 하나인 ‘고장형태 영향 및 진단 분석’ FMEDA(Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis)을 통해 각 소재와 부품에 내재한 잠재적인 고장 모드를 정리하고, 그것들이 장기적으로 고장이 일어날 수 있는 것에 관해 확인하는 작업을 설계 단계부터 해야 한다는 것에 중점을 두고 있다. 그다음 부품이 고장이 나더라도 시스템 또는 차량이 안전하게 되면 기본적으로 리콜에 대한 것들은 유예할 수 있기에 이런 ‘Fail Safe’ 설계에 대한 부분들을 반영한 부분과 그것들을 검증하는 기술 부분에 집중하고 있다. 이런 면에서 앞서 언급한 PHM에 대한 부분도 그런 맥락에서 매우 중요한 기술이라고 생각한다.

신뢰성 검증을 위한 ‘기술과 방법론’ 함께 발전 중

박종원 한국기계연구원 신뢰성연구 책임연구원

신뢰성 검증을 위해 사용하는 기술들의 원리는 크게 다르지 않다. 고장 원리와 고장 모드에 근거하여 디자인 리뷰를 하고 ‘Fail Safe’도 대표적인 ISO 26262를 통해 자동차 시스템의 기능 안전성을 검증하고 있다. 이미 표준화되어있는 ISO(International Organization for Standardization:국제표준화기구)나 IEC(International Electrotechnical Commission:국제전기기술위원회), UL(Underwriters Laboratories Inc.:미국 보험안전협회 안전시험소) 등의 검증 방법으로 인증하고 있다.

동시에 실제 운행에서 일어날 수 있는 시나리오가 복잡하고 다양



넥소 충돌테스트 (출처: 현대자동차)



TS_DSPACE와 함께 미래차 검사 방법 개발(PTI-SOLUTIONS (출처: DSPACE))

하기에 기존 랩에서 벤치 테스트로 구현할 수가 없는 극한조건에서의 검증은 '디지털 트윈(Digital Twin)'을 사용하고 있다. 이는 전기차나 자율주행차에서 사용하게 될 많은 소프트웨어를 SIL(Software-in-the-Loop) 시뮬레이션을 통해 검증하고, 같은 방법으로 검증이 필요한 하드웨어에 외부 극한 스트레스 환경을 만들어준 상태에서 HIL(Hardware-in-the-Loop) 시뮬레이션을 통해 검증하는 방법을 사용한다. 이런 방법 등을 활용해 실제 벤치 테스트를 하기 어려운 가상의 상황과 가능한 시나리오를 시뮬레이션 검증을 통해 더 빨리, 더 많은 검증을 하고 예측할 수 있다. 미래차로 전환되면서 중요한 부분이 바로 소재 부분이다.

다양한 신소재들이 개발되고 있는데 과연 어떤 소재가 어떤 조건과 사양에 적합한지를 다양한 방법의 테스트와 실험을 통해 데이터를 많은 중소기업과 공유하고 있다. 이론에 충실한 기본적인 검증을 '디지털 트윈을 활용해 신뢰성을 검증함으로써 이 과정에서 얻게 되는 많은 DB가 축적되어 향후 미래차 신뢰성 기술발전에 중요한 기반이 될 것으로 생각한다.

기술과 신뢰성의 발전만큼 '인식개선과 인력양성'도 함께 고려해야

허남수 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과 교수

신뢰성 부분에 있어 많은 요소가 결부되어 있다. 이런 면에서 우수한 인력양성문제도 함께 생각해 볼 필요가 있다. 신뢰성의 본질적 프로세스를 보면 재료단계부터 설계 단계, 생산 단계, 운영 단계, 이후에는 리사이클을 포함한 폐기 단계가 있고 이런 과정에 교육과 인력양성은 어떻게 할 것인가도 생각해야 한다. 재료단계에서부터 단계별로 모두 연관된 상황에서 이제는 실제상황에서 테스트하고

검증하기보다 가상의 유사한 상황을 설정한 'Virtual 환경'에서 디지털기술, 인공지능, '디지털 트윈' 등을 활용하여 더욱 빠르고 확실한 검증을 진행하는 추세다. 이런 검증을 통해 신뢰성뿐만 아니라 효율성, 경제성까지 개선하는 방향으로 진행되고 있다.

이에 PHM 등을 활용해서 예상되는 위험요소들을 빠르게 찾아내고 예측, 대응하는 부분은 매우 중요하다. 또한, PHM을 활용하다 보면 차종도 워낙 다양하고 운영되는 환경 조건들도 매우 복잡해서 차량별, 환경별 튜닝이 필요할 것이고 그런 설정값을 어떻게 해야 실제 상태와 유사한 상황에서 정확한 진단이 차종별로 이루어지게 될 것인지도 고민해야 한다. 이런 신뢰성 검증을 위한 업계와 기관들의 노력도 중요하지만, 일반 사람들의 인식도 중요하다.

아무리 신뢰성을 검증하고 차량을 출시해도 전기차 화재나 수소탱크 폭발과 같은 사고가 한번 발생하면 일반 사람들은 매우 위험한 것으로 인식하고 불안감이 높아져 구매를 꺼리는 결과를 낳는다. 따라서 신뢰성 확보와 기술 관리 측면에서 얼마나 노력하고 있고 안전인지, 통제가 가능한지에 대한 적극적인 홍보를 통해 신뢰도를 얻을 수 있는 인식개선도 필요하다. 앞서 언급한 교육과 인재양성도 매우 중요하다.

미래 자동차 시장은 급변하는 가운데 이를 검증하는 신뢰성 부분도 그 중요도 만큼이나 시장도 커질 것으로 예상된다. 이런 산업 전반의 변화와 큰 흐름에 맞게 이를 끌고 나갈 수 있는 우수인력의 양성은 지금부터라도 관련 연구원, 협회, 기관, 기업이 함께 노력해야 할 부분이다. 특히 인력 인프라가 한정되어 있고 분야 쏠림이 심한 우리나라의 경우는 정부, 기업, 학회, 학교 등이 협의회를 구성하고 적극적으로 학교에 투자하여 미래차의 다양한 분야에 대한 인력양성을 꾸준히 유지할 수 있는 체계를 만들고 운영하는 것이 중요할 것이다.

Section 03

신뢰성 확보를 위한 도전과 극복과제, 육성방안은?

인간의 안전한 이동뿐만 아니라 생명을 다루는 자동차는 발명 이후 지속해서 안전에 대한 신뢰도를 높이기 위해 노력해 왔다. 안전벨트, 에어백의 등장과 오토시스템으로 발전하던 자동차는 이제 각종 소프트웨어, 무선통신, AI 등의 기술이 접목되면서 상상만 하던 자율주행이라는 세상까지 눈앞에 두고 있다.

이런 급속한 발전에 기대감 만큼 불안감이 존재하고 이를 극복하기 위한 신뢰성 확보를 위한 노력은 계속되고 있는 가운데 극복과제와 경쟁력을 갖기 위한 육성방안은 무엇인가?

신뢰성 검증 시장 '과감한 투자와 인력양성' 병행되어야

윤병동(좌장) 서울대학교 기계공학부 교수/(주)원프레딕트 대표이사

미래차 신뢰성 검증을 위해 인공지능이나 '디지털 트윈'과 같은 신기술들이 설계 단계와 검증 단계에서 잘 활용해야 할 것이다. 최근 떠오르는 PHM 기술의 적용도 이런 측면에서 신뢰성의 정확도를 높이는데 그 활용의 폭이 넓어지고 있다. 다만 PHM 기술을 적용할 때 LoT(Localization of Things)도 결국, 또 하나의 부품으로 자동차 일부가 된다고 볼 때 관리 포인트만 더 늘어나는 형태가 되어서는 안 될 것이다.

미래차를 구성하는 구성요소들이 복잡, 다양해 지면서 신소재, 신기술들이 상당 부분 접목, 융합되는 형태로 발전하고 있는데 이러한 기술적 발전속도에 걸맞은 신뢰성 검증의 기술과 방법론도 함께 발전해야 하며 이런 과정에서 얻게 되는 많은 정보를 하나의 DB로 구축하고 개선해 나가는 것이 무엇보다도 중요하다.

결국, 앞으로 미래차는 소재, 설계, 운영 등이 유기적으로 연결되고

인공지능, 무선통신 등의 데이터까지 접목되는 새로운 형태로 발전할 것이며 또한, 이를 검증하는 신뢰성 영역도 산업 내 하나의 시장이 될 것이다. 제조·생산과정에서뿐만 아니라 미래 자동차 산업을 견인하는 독립적인 하나의 시장으로 볼 때 이를 뒷받침할 과감한 투자와 인력양성도 함께 이루어져야 한다.

검증에 검증을 더하는 과정 '국가차원 과감한 투자절실'

정상원 우리산업 기술연구소 부사장

전기차를 비롯한 미래차를 개발한다는 것은 이전 내연기관차를 개발했던 것과는 달리 전체 프로세스들이 많이 진화했다. 자동차 플랫폼을 개발하는데 필요한 소프트웨어 개발은 AUTOSAR(Automotive Open System ARchitecture) 플랫폼을 요구하고 여기에 OTA(Over The Air)를 추가하고 보안 기능과 사이버 보안까지 개발해야 하는 상황이다. 이런 개발 과정의 절차들이 복잡해지면서 모든 소프트웨어마다 검증을 거쳐야 하기에 개발 기간도 늘어난다. 추세다.

이런 상황에서도 개발 기간을 단축하려면 설계 단계에서부터 신뢰성을 확보하는 것이 중요하다. 또한, 모든 검증을 실제상황에서 하기에는 시간과 비용이 많이 들고 한정적일 수밖에 없다. 특히 전기차의 경우 신뢰성을 요구하는 사항이 굉장히 가혹할 정도로 혹독하다.

우리는 신뢰성 검증평가를 기본적으로 6개월 정도 평가하고 10밀리세컨드 단위로 데이터를 계속 모니터링하면서 산출된 데이터를 하나의 빅 데이터로 활용하고 있다. 이런 데이터들을 DT(Digital Transformation)를 거쳐 생성형, 학습형 AI를 반영해서 빨리 활용 가능한 DB로 축적하고 있다. 결국, 신뢰성 검증에 필요한 기술과 운영, 데이터 활용 등 다각적인 방안을 모색하면서 사람과 AI 등을 어떻게 적절하게 활용하느냐가 현업 현장에서 중요한 부분이 되었다. 이를 통해 얼마나 오류를 줄이고 개발 시간을 얼마나 단축할 수 있느냐가 경쟁력의 한 축이 되었다.

'디지털 트윈'을 활용하는 부분도 데이터를 확보하는 것이 중요한데 이런 데이터를 확보하는데 엄청난 시간과 비용, 장비가 필요하다. 이런 부분은 어느 한 기업이 혼자서 해결하기에 너무 힘든데 국내에서는 이를 해결하기 어려운 실정이고 어쩔 수 없이 중국이나 유럽 등에서 해결하고 있다. 그 과정에서 정보나 데이터에 대해 공유하지 않기 때문에 상당히 어려움이 많다.

이런 어려움을 극복하기 위해 근본적인 관심과 투자가 필요하고 이런 기반 위에서 기업들이 활발한 개발 생산이 가능해야만 앞으로 미래차 시장에서 튼튼한 신뢰성을 확보한 상태에서 경쟁력을 높일 수 있을 것이다.

신뢰성 확보를 위한 노력의 결과 ‘적극적인 홍보’ 필요

박승표 컨슈머인사이트 연구본부 이사

자동차 ‘신뢰성 확보’에 대해 논의하면서 어쩔 수 없이 기술적인 관점에서 많은 이야기가 있었는데 결국은 소비자 관점에서 얼마나 신뢰할 수 있느냐는 관점에서 중요하다. 신뢰할 수 있는 제품을 만들고, 믿을 수 있는 제품이어야 소비자가 구매할 수 있다는 측면에서 자동차의 신뢰성 확보는 큰 틀에서 중요할 수밖에 없다. 각종 소비자 인식수준에 대한 조사자료를 보면 현재 국내 전기차 기술은 수입차와 비교하면 크게 떨어지지 않는 것으로 나타나고 있다. 내구성이나 각종 편의장치는 만족도가 높으나 여전히 전기차 배터리 화재 등 근본적인 안전에 대한 부분은 크게 신뢰하지 않고 있다.

또한, 자동차의 구성이 점점 디지털, 소프트웨어 중심으로 발전해 가면서 이것들의 오류, 오작동 등에 대한 불안감들이 무의식적으로 전체 안전성에도 영향을 미친다. 간혹 뉴스나 기사를 통해 접하는 전기차 화재, 배터리 폭발 등의 정보는 전체 전기차에 대한 신뢰성이 떨어진다고 판단하고 구매를 피하는 결정적 요인이 되기도 한다.

이는 실제 제조단계에서 충분한 신뢰성이 확보된 제품일지라도 아주 작은 오류나 오작동은 개인적인 경험에 그치지만 뉴스 기사로 이슈화가 되면 그 파장은 매우 크다. 소비자들에게 ‘미래차는 안전하다’라는 긍정적인 인식을 만드는 것이 중요하며 이를 위해 신뢰성 확보는 꼭 필요한 요소이다. 또한, 자동차 안전에 관한 뉴스나 이슈가 발생했을 때 관련 업계나 학계 등에서 신뢰성 검증 등의 노력과 성과들을 적극적으로 알리는 것도 중요할 것이다.

넓은 관점의 신뢰성 ‘미래차 성장의 열쇠’

정상원 우리산업 기술연구소 부사장

기업 측면에서 볼 때 미래차의 중심은 전기차라고 생각한다. 그간 소비자들이 내연기관차를 통해 경험한 안전성과 신뢰도를 바탕으로

로 전기차에 대한 기대감을 어떻게 만족시킬 것인가가 주요 관점이다. 특히 안전에 대한 부분은 결국 확실한 신뢰성을 어떻게 확보하느냐는 문제일 것이다. 이를 통해 내연기관차만큼 아니 그 이상의 신뢰도를 얻어야 할 것이다.

이것이 우리 같은 기업이 풀어야 할 과제이기도 하다. 더 나아가 자율주행차로 발전하는 단계까지 생각하면 이제 편의성과 안전성, 보안의 문제까지 큰 틀에서 신뢰성의 영역에 들어갈 것이다. 일반전화에서 지금의 핸드폰으로 발전하는 단계에서도 보듯이 초창기의 오류나 문제점은 결국 해결하고 극복해냈다.

미래차에 대한 기대감과 불안감이 공존하는 것도 비슷하다고 본다. 이런 과제를 풀어나가기 위해 업계는 업계대로 정부나 기관들도 함께 노력해야 할 것이다. 또한, 근본적인 인프라 구축과 인력양성에 대한 투자도 함께 추진되어야 할 것이다. 지금의 이러한 신뢰성 확보를 위한 노력이 향후 보다 안전하고 편리한 자동차 세상을 만들 수 있을 것이라 기대한다.

더 복잡하고 새로운 환경의 도전 ‘신뢰성의 중요성’은 더 커질 것

박종원 한국기계연구원 신뢰성연구 책임연구원

전기차 중심의 미래차가 발전하려면 근본 인프라 구축이 중요하다는 점에 매우 공감한다. 특히 충전소 확충이 그 핵심이다. 이런 측면에서 현재도 시도하고 있는 ‘배터리 교체형’ 전기차의 개발도 시장의 중요 변곡점이 될 것으로 본다. 이는 전체 전기차 구성에서 배터리가 차지하는 부분이 크고 원가 측면에서도 높기에 긍정적인 반향이 있을 것으로 기대한다. 배터리를 렌탈 한다는 신개념이 접목 되면 충전에 대한 스트레스도 많은 부분 감소하여 판매에도 도움이 될 것이다.

또한, 점차 SDV(Software Defined Vehicle)로 발전해 가면서 차량에 문제가 발생 시 예를 들어 배터리의 효율이 저하되면 관련 소프트웨어들의 작동이 스스로 퍼포먼스를 낮춰주는 기능이 활성화되면 전체 차량 수명도 연장하면서 전체적인 신뢰성에 대한 많은 부분도 해결할 수 있을 것이다.

이렇듯 배터리를 교체해서 사용하고 점차 소프트웨어들이 진화, 발전하게 되면 앞으로 자동차는 ‘소유의 개념’에서 ‘공유의 개념’으로 큰 틀의 변화도 있을 것이다.



라스베가스에서 자율주행 중인 아이오닉 5(출처: 현대자동차)

미래차 글로벌 경쟁력의 핵심 ‘신뢰성 확보’에 집중해야

위신환 한국자동차연구원 신뢰성기술부문 부부장

향후 미래차 관련해서 두 가지 큰 이슈를 생각해 본다. 첫 번째, 중국과 어떻게 차별화할 것이냐다. 현재 전기차의 대표주자로 테슬라가 브랜드로써 주목받고 있지만, 전체 산업적인 측면에서 볼 때, 가장 위협적인 나라는 중국이다. 중국은 가격 측면에서 강력한 경쟁력을 갖고 있으며 근래는 품질력까지도 높아진 상태다. 이를 반증하듯 한국이 글로벌 100위의 부품사를 20년 만에 11개를 육성하는 동안, 중국은 10년 만에 13곳을 육성해냈다. 우리가 이런 중국을 상대하여 경쟁력을 가지려면 제품 기술뿐만 아니라 안전성과 신뢰성에 더 집중해야 할 것으로 생각한다.

두 번째, UNECE(United Nations Economic Commission for Europe) Regulation에 따르면 차선 인식시스템 및 자율주행차에 관한 기술법규 사항에 앞으로는 수명 기간 동안 문제가 없다는 것을 기업이 스스로 입증하게 되어있다. 지금까지는 인증기관에서 Regulation에 제시된 시험방법과 판정 기준에 따라 시험을 통해 증명하는 형태에서 원천적으로 기업이 잠재 고장모드를 기반으로 신뢰성에 문제가 없음을 입증하는 방향을 바뀌게 되면서 ‘신뢰성과 입증’에 대한 부분이 더 중요하게 될 것이다.

이러한 두 가지 큰 이슈들을 해결하고 극복하기 위해서는 신뢰성에 대한 공론화가 필요하며 이를 통해 기업뿐만 아니라 정부, 학계 등 전문가 그룹들이 함께 노력해야 할 것이다.

신뢰성 확보를 통한 미래차 시장 선점 ‘정부와 기업이 협업’해야 가능

허남수 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과 교수

모든 제품의 결론은 결국 사람을 향한다. 진실과 실제보다도 사람들이 가진 인식은 무엇이며, 어떻게 하면 긍정적인 인식을 만들 것인가가 중요한 시대에 살고 있다. 자동차에 있어서 ‘느낌’이라는 감성적인 욕구와 ‘안전’이라는 이성적인 욕구가 혼재되어 있으며 어떻게 하면 이들이 원하는 욕구를 만족시킬 수 있을 것인가가 중요하다. 소재와 재질의 선택에서부터 다양하고 편리한 기능들이 원하는 기대치를 만족시켜야 할 것이고 무엇보다도 안전에 관한 기능들은 충분히 역할을 다 해야 할 것이다. 이런 제품의 기술적인 모든 부분에 있어서 예측 가능한 신뢰성의 확보는 중요할 수밖에 없다.

또한, 자동차 산업의 특성상 합리적인 정책과 운영, 환경 등의 요소도 큰 틀에서 자동차 산업의 중요한 부분이기도 하다. 이렇듯 자동차 산업을 구성하는 요소들 가운데 제품 자체의 내구성뿐만 아니라 외부 여건과 환경까지 함께 발전해야 전체적인 성장을 기대할 수 있다.

앞서 미래차 신뢰성에 대한 부분을 논의하면서 기술적, 시장적 측면을 많이 논의했지만 결국 미래차 시장의 신뢰성을 확보하고 글로벌 경쟁력을 가지려면 신뢰성 부분에 대한 긴밀한 협업이 필요하다. 결국, 제품이 실제 시장에서 성공하는데 필요한 키워드는 ‘혁신과 신뢰성’이다. 아무리 가격이 저렴해도, 혁신적으로 보여도, 고장이 잦거나 품질과 성능을 기대치 만큼 유지하지 못하면 곧바로 시장에서 사라지는 것을 흔히 보게 된다. 특히나 요즘 시대처럼 입소문과 정보전달이 순식간

SDV개발의 양면성, '애자일 방법론과 신뢰성'

Microsoft社와 파트너십 체결을 통해 SDV 개발 프로세스 솔루션 제공을 위한 개방형 플랫폼을 개발 중인 AVL社가 지난 11월 독일 'Agile.SDV Europe 2023' 학회에서 발표한 아래 문장은 현재 전세계 자동차 업계가 직면하고 있는 SDV라는 가장 큰 패러다임의 변화를 잘 보여주고 있다.

"A key piece in the evolution of software-defined vehicles(SDV) will be the separation of software and hardware development.

This will drive the requirement for agile and Dev-Ops methodologies that will drive the continuous software development whilst keeping sync with the hardware development and testing requirements."

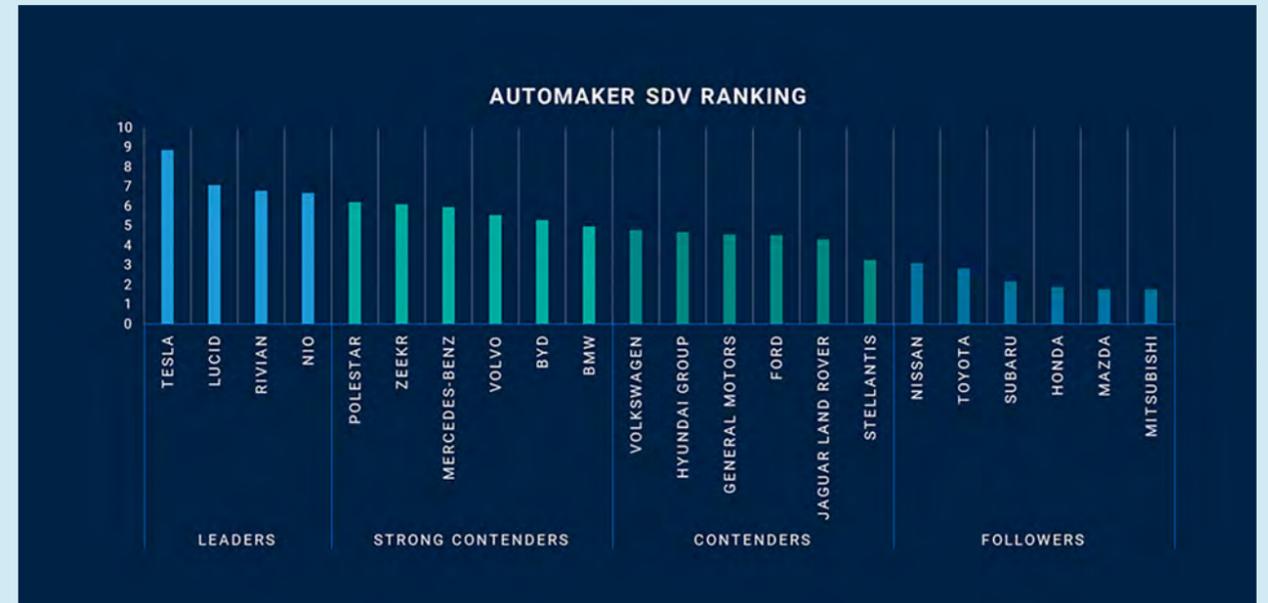
(AVL, agile.SDV in Berlin, 27/NOV/2023)

"SDV의 진화에 있어 핵심적인 요소는 소프트웨어와 하드웨어 개발의 분리이다. 이는 하드웨어 개발 및 시험 검증과의 동기화를 포함한, 지속적인 소프트웨어 성능 향상을 주도하는 Agile 및 DevOps 방법론에 대한 요구 사항을 만족할 수 있는 방안이다."



류용현
현대자동차 책임연구원
(글로벌R&D 전문가)
skidmarker@hyundai.com

[Unveils Automaker's SDV Rankings, Wardsauto.COM, APR/2023]



출처 : www.wardsauto.com

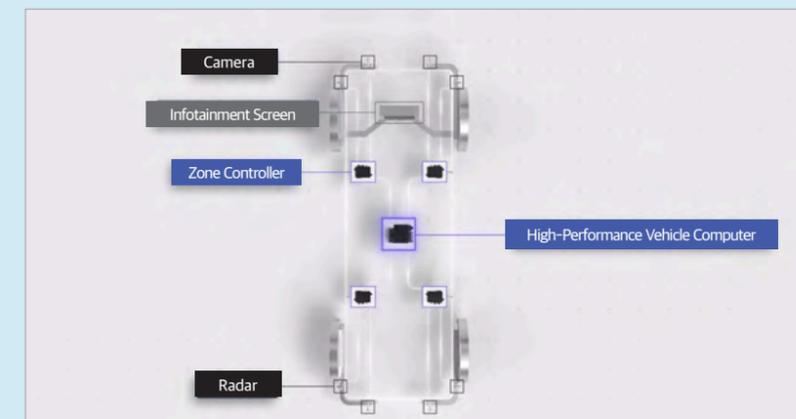
SDV 개발의 방법론 - 애자일(Agile)

최근에 발표된 주요 자동차 메이커의 SDV 랭킹이다. 예상하듯 테슬라가 선두에 있으며, 이후 런칭된 신생 전기차 브랜드가 리더에 랭킹 되고 있다. 주목할 점은 니오, 지커, BYD 등 중국 브랜드가 상위권에 포진해 있다는 것이다. 전통적인 자동차 제조사가 아닌 이러한 신생 브랜드가 SDV 개발의 선두 주자가 될 수 있는 이유는 모두 알고 있듯이 고성능 중앙 집중 제어 컴퓨터를 갖는 새로운 전기/전자 아키텍처(Electric/Electronic Architecture) 기반의 차량 개발이 가능했기 때문일 것이다. 소프트웨어와 하드웨어의 분리(Decoupling)를 통한 애자일(Agile)한 개발이 이러한 성공적인 개발의 방법론으로 거론되고 있으나, 그 역시

도 특정 성능 이상의 하드웨어를 필요로 한다는 점을 짚고 넘어가자 한다.

SDV 개발의 애자일(Agile) 방법론은 빠르게 변화하는 고객의 요구사항에 유연하게 대응하기 위한 솔루션으로, 작은 규모의 개발 이터레이션(Iteration)을 반복하여 지속적으로 소프트웨어를 업데이트하고 변경 사항을 실시간으로 적용하는 방식으로 볼 수 있다. 기존 소프트웨어 개발 체계에서는 DevOps(Development Operations)라는 소프트웨어 개발자와 정보/통신 개발자 간의 통합 개발 환경을 포함하며, 그 안에 구축된 CI/CD Pipeline(Continuous Integration / Continuous Delivery)이라는 운영 체계를 갖는다.

[CES2024, 현대자동차의 New E/E Architecture]



출처 : 현대자동차 홈페이지

AGILE의 대표 키워드 조화성 / 확장성 / 블록화

지난 베를린 애자일(Agile) SDV 학회 참관을 통해 이러한 소프트웨어 개발 체계의 주요 키워드를 알 수 있었다. 조화성(Orchestration) / 확장성(Scalability) / 블록화(Containerization)의 3가지가 그것으로, 많은 발표 자료에서 반복적으로 등장하고 있었다. 먼저 '조화성'은 다양한 소프트웨어와 하드웨어의 구성 요소 간의 균형 및 통합 개발에 필요한 특징이다. 소프트웨어 엔지니어가 자신이 개발한 알고리즘을 배포하고 관리하는 동안, 정보-통신 엔지니어는 네트워크 및 인프라 리소스를 점검하고 필요 시 업그레이드하는 개념으로 볼 수 있다. 두번째로 '확장성'은 시스템이 변화하는 요구 사항에 따라 효율적으로 운영될 수 있는 것을 말한다. 소프트웨어 혹은 인프라를 포함하는 시스템의 '확장성' 기반, 자유로운 운영의 실제 사례는 OTA(Over The Air) 업데이트 기술에서 확인할 수 있다. 마지막 '블록화'는 소프트웨어의 표준화 및 패키징을 통해 이식성과 격리성을 확보하는 기술이다. 이를 통해 업데이트하는 소프트웨어의 개발 및 배포 프로세스를 단순화하며 동시에 확장성을 더욱 향상시킬 수 있는 것으로 보인다. BMW는 국가별 법규 및 차종(ICE 및 BEV)을 고려한 블록화된 OTA 소프트웨어를 통해, 전세계 630만대 이상의 차량을 20분내 업데이트 하는 것이 가능하다고 한다.

[확장성 사례, 테슬라 모델X OTA 업데이트 방식의 크리스마스 라이트쇼]



출처 : 유튜브 시기월드 www.youtube.com/watch?v=WRq5mBgUGn8

[BMW OTA 업데이트 서비스]



출처 : BMW KOREA

[Tesla FSD 업데이트 후 오작동 사례]



출처 : www.electrek.co

애자일 방법론과 신뢰성(Agile and Reliability)

지금까지 서술한 SDV 개발 체계의 애자일(Agile) 방법론은 소프트웨어 관점 모빌리티 개발의 Reliability와 어떤 관계를 가지고 있을까? 첫번째 장점으로는 빠른 대응성을 꼽을 수 있을 것이다. 다양한 변화에 대응하는 업데이트 능력을 기반으로 시스템 내부의 문제를 신속하게 해결할 수 있으며, 이는 장애에 대한 즉각적 대응과 시스템의 신뢰성 향상을 가능하게 한다. 두번째 장점으로는 지속적인 피드백 능력이다. 고객의 요구조건에 대한 업데이트로 신차 출시 후 빠르게 변하는 필드 상황에 맞추어 고객이 소유한 모빌리티의 신뢰성을 높이는 기회를 지속적으로 가질 수 있다. 반면에 너무 빈번한 업데이트는 오히려 고객의 신뢰성을 저하시킬 수도 있다. 또한 신속한 개발과 배포에 몰두한 나머지 시장이 요구하는 품질 표준을 만족하지 못하는 상황은 역시 부정적인 사례가 될 수 있다.

PHM 건전성 예측 관리 기술

PHM(Prognostics & Health Management) 기술은 1980년대 영국 북해 유전 헬리콥터 추락 사건을 계기로 지금까지 많은 연구와 다양한 산업계 접목이 이루어지고 있는 기술이다.

PHM Framework는 다음과 같은 순서를 갖는다. 1) 대상 시스템/부품의 센서를 통해 데이터를 취득/분석(Measuring) 하여, 2) 결합상태의 건전성을 지속 관찰(health monitoring) 하고, 3) 이상징후 (Abnormal sign)를 진단(diagnosis) 하며, 4) 언제 치명적 수준에 도달할 지 예지(prognosis) 하여, 5) 이를 바탕으로 건전성을 관리(health management) 한다.

[건전성 예측 관리 기술]



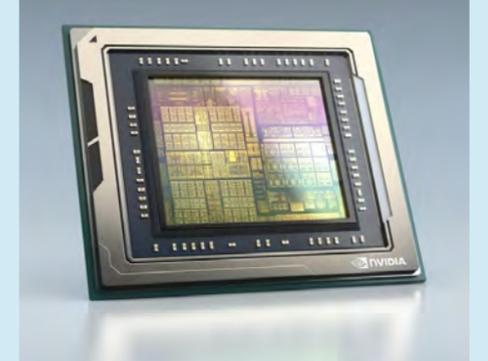
출처 : 한국 PHM 학회 홈페이지

이러한 PHM 기술은 자율 주행, 전동화 등 차량 시스템의 복잡성 증대에 따른 'Safety-Critical' 관점 미래 모빌리티의 신뢰성 강화에 필수적인 요소라고 할 수 있다. 소프트웨어 개발자 혹은 데이터 처리 전문가가 애자일(Agile)한 방법론을 활용하여 이와 같은 PHM 고장 예측/진단 기술을 온전히 구현할 수 있을까? 지난 수십년간 차량을 개발해온 노하우를 보유한 Domain 전문가들은 정량적인 계측 데이터 분석과 정성적인 주행 평가를 통해 시스템의 이상을 진단하는 체계를 구축하고 있다. 이를 동일하게 모사해낼 수 있는 더 진보된 AI 및 이를 구동할 수 있는 하드웨어 혹은 Cloud API (Application Programming Interface) 체계가 없다면, 빠른 시일안에 SDV의 완벽한 신뢰성을 확보하기는 어려울 것으로 판단된다.

DevOps with Domains 미래 모빌리티 신뢰성 확보의 새로운 시작

최근 Apple Car 개발 취소 보도를 접한 후, 많은 차량 Domain 개발 전문가의 반응은 어땠을까? 안도의 한숨을 내쉬려고 준비하던 참에, 중국 샤오미에서 SU7이라는 멋진 모델을 출시하였다. 개발 착수 3년 만에 대규모 런칭이 시작된 것은 물론 NVIDIA Orin 칩을 'BUY' 탑재하여 테슬라와 동일한 자율 주행 하드웨어 시스템을 담았다. 또한, 현재까지 테슬라 외에 어떠한 자동차 제조사도 구현하지 못한 Cell to Body 기술을 통해 양산 전기차 중 최저 자상고 및 시트고를 확보하였고, 이를 기반으로 제조사 발표 자료 기준 세계 최저 수준의 공기저항계수(Cd:Co-

[NVIDIA Orin Chip - Tesla 자율주행 칩]



출처 : www.hellot.net

[샤오미 전기차 Cell to Body 기술]



출처: www.battkcs.tistory.com

efficient of Drag) 샤오미 SU7 : 0.195, 현대 아이오닉6 : 0.21를 달성하는 등 다시 한번 SDV 개발 체계 애자일(Agile)의 강력함을 실감할 수 있게 해주었다.

이와 같은 강력한 임팩트로 시작한 샤오미 SU7이지만, 출시 이후 1주일 만에 수많은 신뢰성 문제를 보여주고 있다. 차량 Domain 개발 경험이 없는, 애자일(Agile)한 SDV 개발 방법론의 역효과에 대해 잘 보여주는 사례로 생각된다. 굳이 이를 타산지석으로 삼지 않더라도, SDV 기반 미래 모빌리티의 성공적인 신뢰성 확보를 위해서는 어떤 방법이 필요할까? 앞서 말한 소프트웨어 전문가와 정보/통신 전문가 간의 개발 문화였던 DevOps 체계를 확장하여, 수십년간 신뢰성 확보를 위해 노력한 Domain 개발 전문가의 노하우를 융합할 수 있는 'DevOps with Domains' 체계로 빠르게 업그레이드해야 할 필요성이 있다. 현대자동차에서는 전자 측면의 협업 체계 구축을 통해 미래 모빌리티의 신뢰성 확보를 위해 노력하고 있다. 이 글을 보시게 되는 많은 연구자 및 관련자분들과 학술대회, 세미나, 기술포럼 등 다양한 경로를 통해 교류하며, 미래 모빌리티의 신뢰성을 더 빠르게 확보할 수 있게 되길 희망한다.

미래자동차 전환 시대의 신뢰성 동향

전기자동차의 안전성

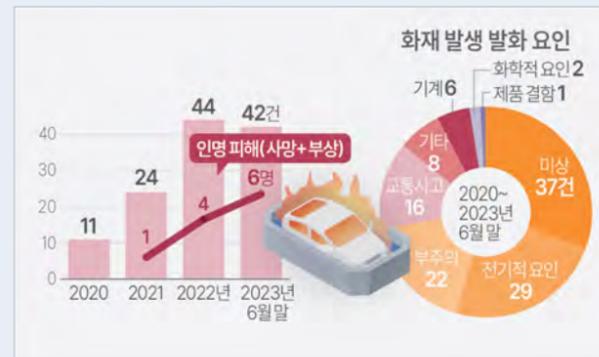
최근 전기자동차 보급률이 증가하면서 차종을 가리지 않고 발생하는 화재 사고가 연일 뉴스에 오르내리고 있다. 일반적으로 전기자동차 화재는 배터리 충전 과정에서 혹은 외부 충격에 의한 사고로 발생한다.

특히 사용자 대부분이 야간에 완속 충전을 하면서 배터리 화재로 이어지는 사례가 많이 증가하는 추세다. 배터리 이상으로 과충전되면서 발생하는 열폭주 현상이 원인이다. 전기자동차를 구동하거나 충전하는 과정에서 고전압 전기가 흘러 배터리 일부가 가열되는데, 이때 발생하는 열이 내부의 전해질 온도를 높이고 압력을 증가시켜 폭발하거나 화재가 일어날 수 있다. 이러한 현상을 방지하기 위해 배터리에 열 관리 시스템이 탑재되어 있으며 화재 안전을 위한 연구개발이 활발히 이뤄지고 있다.



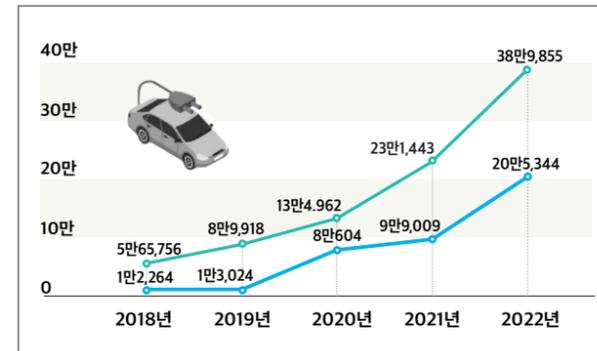
박정준
(재)FIT시험연구원
모빌리티본부 선임연구원
pjj5626@fiti.re.kr

[그림1] 전기차 화재 발생 및 피해 현황



출처: 전기차 화재 발생 및 피해 현황, 연합뉴스 (2023.08)

[그림2] 연도별 전기차 리콜통계



출처: 전기차 2대 중 1대 리콜, 머니투데이(2023.03)

전기자동차 화재 사고에 대한 대중의 우려를 불식시키기 위해 정부는 2020년 11월 전기자동차의 배터리 검사 기준을 강화하는 '자동차관리법 시행규칙' 개정안을 입법 예고했다. 주요 내용은 전기자동차 내 절연 상태 및 작동 상태를 의무적으로 검사하는 부품의 범위를 전기충전 단자만이 아닌 배터리, 모터 등으로 확대한다는 내용이다. 또한, 2021년 4월부터 '전기자동차 배터리 관리시스템 안전성능 가이드라인'이 마련돼 차량 운행 단계에서 배터리의 이상 변화에 대한 자체 진단 기능을 강화할 수 있는 안전 기준을 제시했다.

2020년 유럽연합(EU)에서 발표한 '배터리와 폐배터리 관련 규정안'을 살펴보면 전기자동차에 탑재되는 배터리의 전기 화학적 성능과 내구성 척도에 대해 정의했으며, 중국은 전기자동차 배터리에 대한 대상 제품과 제품별 안전 요구 수준 및 관련 시험 항목 등을 제시하는 전기자동차 관련 강제성 표준 3종 비준안을 시행했다. 이처럼 해외 각국에서 전기자동차의 안전성 및 성능 가이드라인을 마련하는 등 발 빠른 움직임을 보인다.

한편 국내에서 판매된 전기자동차의 리콜 규모가 상당한 수준이다. 지난해 8월 기준 전기자동차 누적 보급 대수는 50만 대를 훌쩍 넘었으나 차량의 완성도 및 신뢰성은 그에 못 미친다. 자동차안전연구원(KATRI)에 따르면 2022년 전기자동차 리콜 건수는 총 67건, 리콜 차량은 25만 5344대를 기록했다. 국내 전체 전기자동차 등록 대수 38만 9855대의 52%에 달하는 차량이 리콜된 셈이다. 2018년부터 2022년까지 5년간 총 130건의 리콜 사유 중 약 40%(50건)는 소프트웨어 설계 단계에서 발생한 문제며, 소비자들이 가장 우려하는 배터리 화재 및 불량에 대한 항목도 포함되어 있었다.

매년 전기자동차 리콜 규모는 전자제어 신기술이 대거 적용되는 만큼 증가세를 보인다. 내연기관차보다 부품의 수는 줄었지만, 소프트웨어 알고리즘 제어가 세분되고 정밀해졌기 때문에 시장에서는 이를 안정화할 수 있는 신뢰성을 요구하고 있다.

전기자동차 핵심 부품 신뢰성

이처럼 전기자동차의 완성도 및 신뢰성은 시장이 커지는 속도를 따라가지 못하고 있다. 기존 자동차 산업의 패러다임이 내연기관에서 친환경차 중심으로 전환되면서 핵심 부품은 변화했고 새로운 부품이 등장했으며, 이러한 전자식 부품은 기존과는 다른 매우 높은 수준의 제어 정밀성이 필요하기 때문이다.

한국자동차연구원에 따르면 약 2만 5000개에서 3만 개의 부품이 사용된 내연기관차에서 비해 친환경차는 기존 대비 절반 수준인 약 1만 5000개의 부품이 탑재된다. 엔진, 배기, 연료계 부품은 내연기관차에서 핵심 부품이었으나 친환경차에서는 불필요한 부품이 되어버렸다. 친환경차가 내연기관차를 완전히 대체할 경우 엔진, 배기, 연료 관련 부품은 100% 사라지며, 변속기 등의 동력 전달 부품은 40% 이상 감소가 예상된다.

내연기관차에서 친환경차로 전환되면서 연료는 전기 및 수소로, 엔진은 배터리로, 변속기는 감속기로, 냉각장치는 열관리 시스템 등으로 변화했다. 이에 기존 기계식이 아닌 전자식에 의존하는 핵심 부품의 새로운 신뢰성 평가 방법이 요구되는 실정이다.

[표1] 전기자동차 핵심 부품별 요구사항

구분	주요 부품	요구사항
배터리 시스템	BSA, BMA	충전/방전 전압, 전류, 통신/제어, 내부온도
전력변환 시스템	인버터, 컨버터, LDC, OBC	충전 시 출력변환, 주행 시 출력변환, 부품 온도상승
열관리 시스템	PTC Heater, Coolant Heater, Electric Water Pump	열량, 통신, 냉각수 주입/토출 제어, 냉각수 온도제어

[표2] 자동차 부품시장의 변화

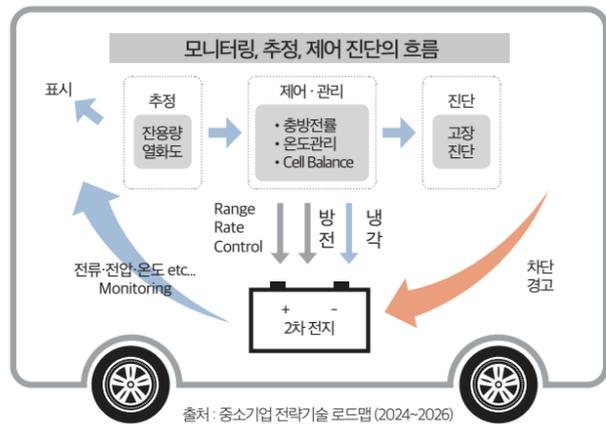
구분	설명
사라지는 부품	엔진, 배기, 연료계 등 <ul style="list-style-type: none"> 내연기관차와 달리 차량 하부에 배터리가 깔리도록 제작되므로 기존과 다른 형태의 부품 필요 엔진, 변속기, 브레이크, 클러치, 12V 배터리, 터보차저 및 슈퍼차저, 배기 시스템 등을 배터리팩, 모터, 인버터가 대체
유지되는 부품	핸들, 브레이크, 타이어, 시트 등 <ul style="list-style-type: none"> 타이어/사시/현가 등 분야에서도 다양한 기회 창출 예상 전기차는 배터리로 인해 내연기관차 대비 20%가량 더 무거움 타이어를 비롯해 차량 무게를 건디는 부품의 내구성 강화 필요
증가하는 부품	모터, BSA, 센서, 레이더, 등 <ul style="list-style-type: none"> 전기차가 엔진 없이 구동 모터로만 구동력을 발생시키기에 관련 부품 역할 확대 전기차 보급과 함께 자율주행 기술보편화로 차량의 주행 방향을 조절하는 조향 장치의 중요성 증대 배터리 제어 및 전력 전달 장치가 핵심 부품으로 부상

출처 : 미국 전기차 부품시장 현황과 진출전략, 대한무역투자진흥공사(2023.09)

① 배터리 시스템

배터리 시스템은 전기에너지를 화학에너지의 형태로 변환해 저장한 후 필요할 때 다시 전기에너지로 바꿔 사용할 수 있는 배터리팩과 이를 효율적으로 사용 및 관리하기 위한 시스템으로 구성돼 있다. 고밀도의 전기에너지를 충전, 저장 및 관리하는 기술로 전기자동차의 주행거리, 최고속도, 가속도, 충전시간, 안전성, 수명 사이클 등 주요 성능에 직접적인 영향을 주고 있다. 그만큼 배터리 시스템에 대한 성능 및 안전성은 차량의 품질을 결정하기 때문에 신뢰성 평가 방법이 더욱 정밀하게 개발하고 있다.

[그림3] 연도별 전기차 리콜통계



출처 : 중소기업 전략기술 로드맵 (2024-2026)

전기자동차 배터리 관련 국제인증 시험평가는 IEC62660-1, IEC62660-2, IEC62660-3, UNECE R100, UL2580, UL2271, UN38.3 등으로 대부분 안전성에 초점이 맞춰져 있다.

국내에서는 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제 18조의3에 근거하여 낙하, 액정투입, 과충전, 과방전, 단락, 열노출, 연소 안전시험 등을 요구하고 있다.

그뿐만 아니라 2025년 2월 도입 예정인 전기차 배터리 안전성 인증제 관련 자동차 관리법 하위법령 개정안을 입법 예정이다. 인증제가 도입되면 제작사는 자동차 및 부품안전기준에 적합하다는 인증을 받아야 한다. 주요 내용은 아래와 같다.

[자동차관리법 일부개정법률안]

가. 전기자동차의 경우 자동차등록 시 등록원부에 구동 축전지의 식별 번호를 기재하도록 함(안 제7조).

나. 자동차와 부품을 제작/조립 또는 수입을 할 때 구동 축전지 등 신기술이 적용되는 핵심장치 등에 대해서는 국토교통부 장관으로부터 안전성 인증을 받도록 함(안 제 30조의7 신설).

다. 제작자 등이 핵심장치 등에 대해서 안전성 인증을 신청하면 국토교통부 장관은 성능시험 대행자를 통해 안전 기준 적합 여부를 시험하여 인증서를 발급하도록 하고, 안전성 인증 이후에도 제작자 등이 적합하게 제작 등을 하는지 검사할 수 있도록 함. (안 제 30조의 8 신설).

라. 국토교통부 장관이 안전성 인증을 받은 핵심장치 등의 주요 부품에 결함이 있는지를 확인하기 위한 조사를 할 수 있는 근거를 마련함(안 제31조 제14항 신설).

마. 성능시험 대행자가 핵심장치 등의 주요 부품에 대한 결함조사 등을 할 때 필요한 자료를 핵심장치 등의 주요 부품 제작자에게 요구할 수 있는 근거를 마련함(안 제33조 제4항).

바. 튜닝부품 인증기관의 지정 및 지정취소 등에 관한 근거를 마련함(안 제34조의 3 및 제34조의 4 신설).

출처 : (사)한국전기이륜자동차협회

배터리 시스템이 초기 개발 시 성능 및 효율을 높일 충·방전 사이클 수명 시험에 중점을 두었지만 여러 가지 시행착오를 거친 결과 다른 부품보다 안전성이 크게 대두되고 있다. 이 때문에 최근 국내·외 인증제도를 통한 신뢰성 확보에 정책 및 개발 방향을 맞추고 있다. 앞으로 성능이 좋은 미래차보다 안전이 우선되는 미래차가 필요하다.

② 전력변환 시스템

전력변환 시스템은 친환경차의 구동과 운전애 필요한 전원 형태로 전기에너지를 효율적으로 제어 및 변환하는 시스템이다. 교류 또는 직류 전원 입력을 받아 전압의 크기, 주파수, 형태 등을 변환하여 전력의 흐름을 제어하는 장치로 고속 연산 처리 장치, 능동·수동 IC 소자, 전력반도체 소자 등을 이용하므로 기술 발전 속도가 매우 빠른 첨단 산업 분야로 차량 전동화를 위한 핵심기술이다.

전력변환 시스템은 구동 및 전장 모터를 구동하기 위한 인버터(Inverter)와 저전압 부하 전력을 공급하는 직류변환 컨버터(LDC, Low Voltage DC-DC Converter), 상용 AC 전원을 입력받아 배터리를 충전하는 탑재형 완속 충전기(OBC, On Board Charger) 등으로 구성돼 있다.

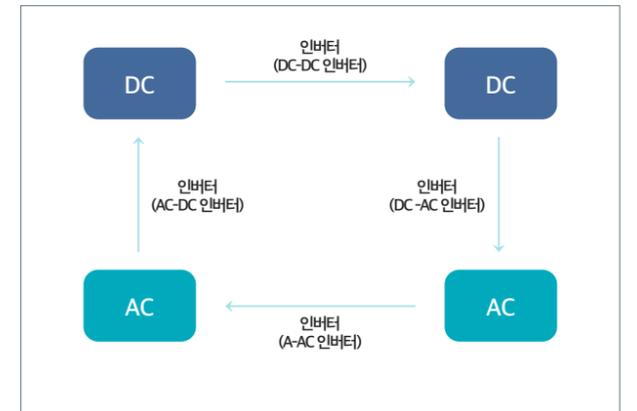
[표3] 전력변환 시스템 핵심기술 선정

구분	설명	
고효율화	전력변환 모듈 제조/활용 기술	전력변환 모듈화 기술은 대용량 전력변환 시스템을 구성하기 위한 기본 용량 단위의 고효율 전력변환 모듈을 구성하고, 이 모듈을 직렬로 연결하여 대용량 전력변환 시스템을 구성하고 각 모듈이 최고의 성능과 장기 TAUDDMF 확보할 수 있도록 최적 제어 하는 기술을 포함
	고효율 컨버터 제조기술	수소전기차에서 연료전지 출력을 안정적으로 차량에 공급하기 위해 DC/DC 승압 동작을 수행하거나 전기차에서 낮은 배터리 전압을 승압하여 모터/인버터에 공급할 수 있도록 DC/DC 전력변환을 수행하는 승압형 컨버터(HDC)와 고전압 배터리로부터 12V 또는 48V의 저전압 부하에 전력공급을 위해 DC/DC 강압 동작을 수행하는 강압형 컨버터(LDC)의 효율을 향상하고 전력 밀도를 높여 소형/경량화가 가능하도록 하는 기술을 포함
	다중전압 전원시스템 구축 기술	자율주행, SDV(Software Defined Vehicle), 전동화와 같이 차량 내 탑재되는 신기술의 증가로 전기에너지 lithafid이 증가함에 따라 자동차 전원시스템 패러다임이 다중전압(HV/48V/12V) 전원시스템으로 변화되고 있으며, 이에 발맞춰 관련 부품사들의 환경 변화 대응 및 기술 고도화를 위해 전기에너지의 변환, 저장, 소모 및 분배와 관련된 주요 부품들의 개발 및 검증 기술을 포함
고출력화	양방향 OBC 제조기술	전기차 충전을 위한 탑재형 충전기(OBC)의 전력 흐름이 순방향(충전)과 역방향(방전)이 모두 가능하도록 OBC 회로를 설계/제작하여, 전력계통의 전기에너지를 전기차에 공급하는 순방향(충전, G2V) 동작 시 안정적이고 안전하게 전기차 내 배터리를 충전하며, 전기차 내 배터리로부터 전기에너지를 공급받아 계통 또는 교류 부하에 전력을 공급하는 역방향(방전, V2G/V2L) 동작 시에는 계통/부하로의 안정적인 전력공급과 전기적 보호가 가능하도록 최적 제어 하는 양방향 전력제어 기술이 해당
	고출력 인버터 제조기술	전기차 구동 출력 향상을 위해 배터리의 전기에너지로 대용량 전기모터를 동작시키는 DC/DC 전력변환 기능의 고효율 인버터 기술은 고전력 밀도화/고효율화를 통한 경량화 및 전기차 주행거리 향상에 필수적인 기술로, 모터와 일체형으로 구성되는 추세이며 빠른 응답특성과 장기 수명특성, 모터 이상/고장 진단 및 인버터 자기진단 기능 등을 지니고 있어야 함

출처 : 중소기업 전략기술 로드맵 (2024-2026)

전기자동차는 고전압 배터리와 저전압 배터리에 저장된 전기에너지를 구동 및 전장부품 등의 여러 전력수요 장치들이 원하는 전력의 형태로 변환하여 공급해주어야 한다. 앞으로 전기자동차 전력량이 지속해서 증가하고 있으므로 전력변환 시스템을 구성하고 있는 부품들은 고효율·고전력 밀도 전력변환 성능이 요구된다.

[그림4] 전력변환 시스템의 분류



출처 : 중소기업 전략기술 로드맵 (2024-2026)

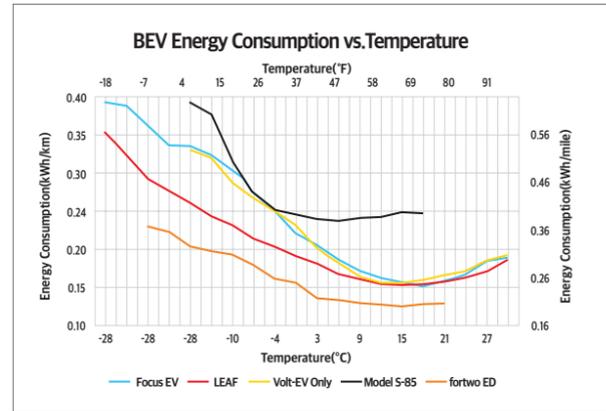
③ 열관리 시스템

열관리 시스템은 파워트레인의 냉각 및 워밍(Warm Up) 기능을 수행하고 실내 공기기술과의 종합적 연계를 통해 차량 연비를 향상할 수 있는 통합형 시스템이다. 배터리는 저온에서 효율이 저하되고 고온에서는 화재 발생 등 고질적 문제가 있다. 또한, 엔진 배기열과 기계식 컴프레셔가 없으므로 특화된 온도관리 시스템이 필요하다.

엔진 폐열이 없는 친환경차는 배터리 전력을 사용하는 전기구동 유체 기체 및 전기 히터, 즉 냉·난방 가동 시 주행거리가 급격히 감소하는 특징이 있다. 따라서 친환경차의 주행거리 향상을 위해 핵심 공조부품의 개발이 필수적이며 파워트레인(배터리, 인버터, 모터 등)의 온도조절과 실내공조 시스템과의 종합적 연계를 통해 차량 연비를 향상할 수 있는 시스템 엔지니어링 기술이 핵심이다.

열관리 시스템 평가는 일반 전장부품이 요구하는 신뢰성 항목과 구동 방법이 유사하나 부품 발열 및 냉각수 사용이라는 특수성을 동반한다. 내연기관의 연료계 부품 평가에 휘발유, 디젤이 필수였다면 친환경차의 통합 열전달을 담당하는 냉각수는 열관리 시스템 부품 평가의 필수 사항이다. 다른 전장부품과 달리 냉각수를 활용해야 평가가 가능한 부품은 일반 전장부품이 요구하는 내구성에 냉각수 성능 내구성(냉각수

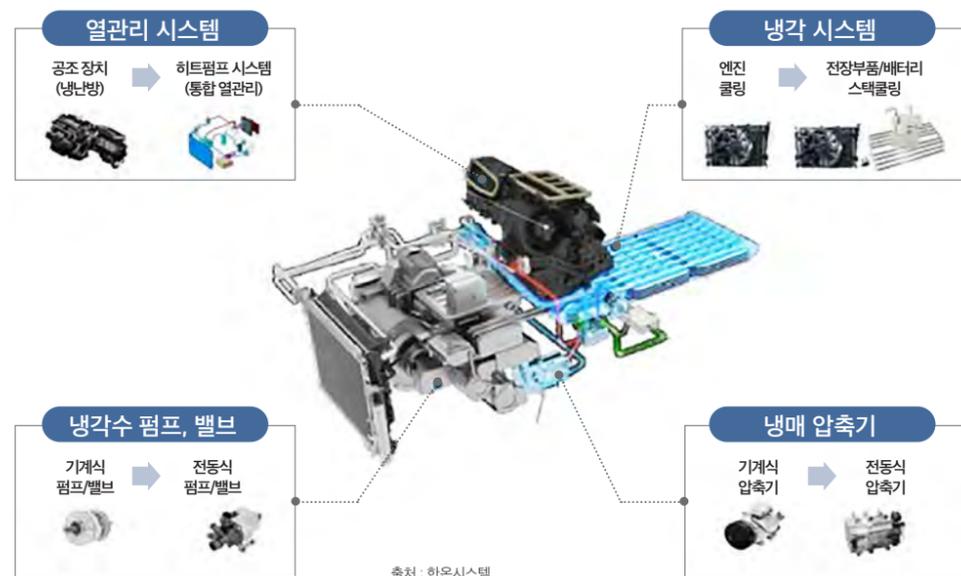
[그림5] 전기차 온도별 주행거리 변화 특성



출처 : 전기자동차 공조 및 통합 열관리 기술 동향, KETI(2019.08)

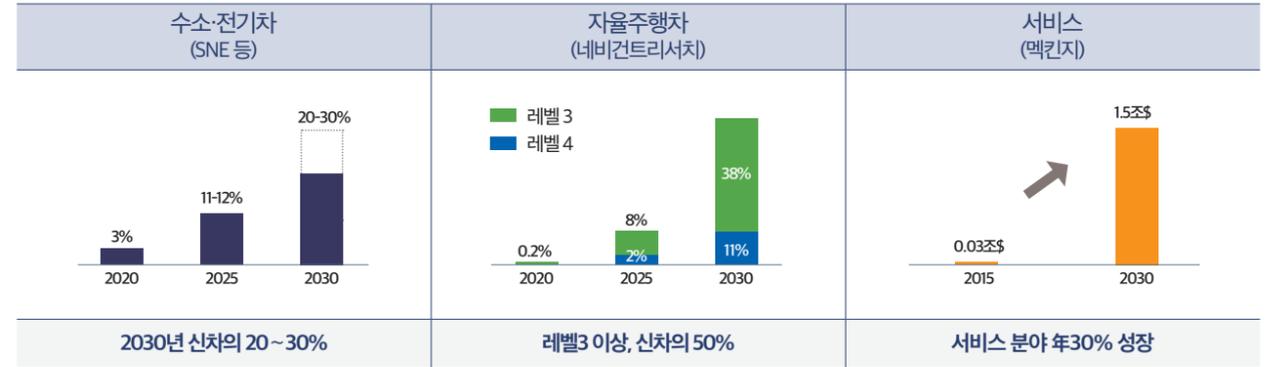
침수, 냉각수 스프레이, 냉각수 온도성능, 냉각수 유량 성능 등)이 더해진다. PTC 히터나 냉각수 히터와 같은 발열 부품은 열량측정기를 활용한 발열량, 화재 안전을 위한 제어성능 등을 구성할 수 있는 시험 환경을 모사해야 한다.

[그림6] 전기자동차 열관리 시스템 구성



출처 : 한온시스템

[그림7] 2030년 미래차 글로벌 시장 전망



출처 : 미래자동차 산업발전전략 보고서, 관계부처 합동 (2020.03)

미래차 신뢰성 주요동향

미래차란 친환경차(전기차, 수소차)와 정보통신 기술(ICT), 인공지능(AI)에 기반한 자율주행차를 포괄하는 자동차 개념이다. 미래차 산업은 우버, 디디추싱, 그랩 등 스마트폰·O2O 플랫폼 기반의 공유 이동수단 서비스까지 확장되고 있다. 정부는 미래차 산업을 8대 혁신성장 선도과제의 하나로 삼고 있으며, 미래차라는 대규모 시장이 탄생하면서 기존 자동차 부품사 외 다른 분야의 제조사들이 시장 진입을 시도하고 있다. 대표적인 예로 친환경차 충전 시스템과 자율주행 영역이 있다.

[표4] 전기자동차 충전 인프라 관련 표준

구분	관련 표준
전원공급장치 (EVSE)	IEC61851-1(일반), IEC61851-23(DC), IEC61851-23-1(ACD), IEC61851-24(통신), IEC61851-21-2(EMC), ISO17409(안전), ISO15118 시리즈(통신)
커넥터, 인터넷 충전케이블	IEC62196-1(일반), IEC62196-2(AC), IEC62196-3(DC), IEC62196-3-1(열관리), IEC62893 시리즈(케이블)
배터리 교체형 시스템 (BSS)	IEC62840-1(일반), IEC62840-2(안전), IEC62840-3(상호운용)
무선충전 시스템 (WPT)	IEC61980-1(일반), IEC61980-2(통신), IEC61980-3(MF-WPT), IEC63381(D-WPT)
충전스테이션 관리시스템 (CSMS)	OCCP 1.6/2.0(충전관리), IEC63110 시리즈, IEC63119 시리즈(로밍)

최근 국제적으로 전기자동차 충전 시스템 관련 표준화 활동이 활발히 이뤄지고 있다. 배터리 충전방법에 따라 표준이 나뉘어 있으며 요구되는 내용에 따라 빠르게 개정되는 추세다. 무선충전방식 및 충전기표준

인 IEC61851-1(일반), IEC61851-23(DC 충전기), IEC618 51-1(통신) 등이 국제표준 및 국가표준(KS)으로 제정 완료됐으며, 충전기의 전자기 적합성 관련 IEC 61851-21(차량 탑재형 충전기 EMC)과 IEC 61851-21-2(Off board 충전기 EMC)도 표준개발이 완료됐다.

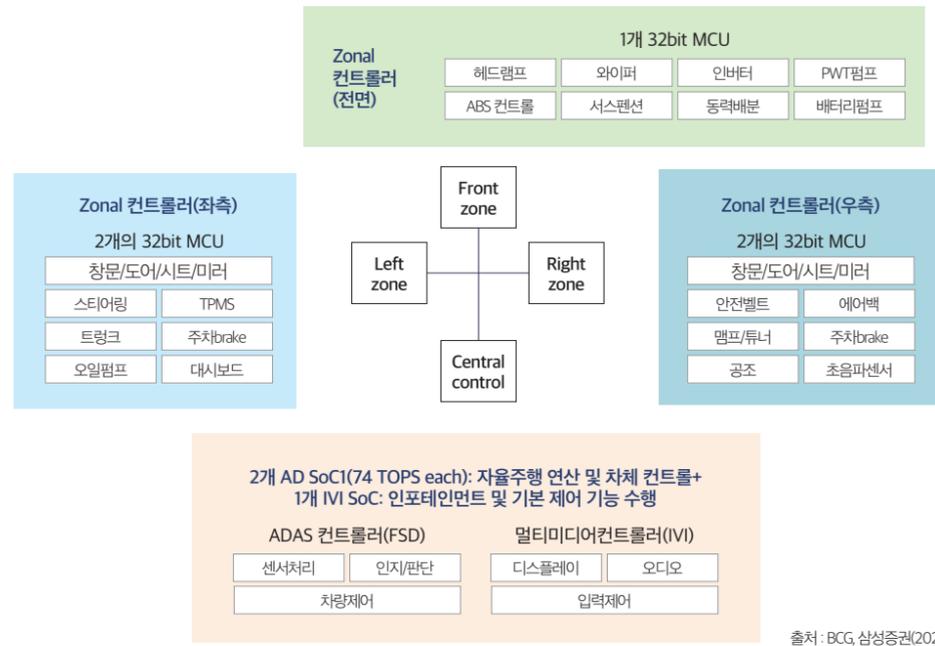
무선충전 방식의 표준으로는 IEC61980 시리즈 표준 및 배터리 교환시스템 표준인 IEC62840도 국제표준화가 완료됐으며 현재 대부분 표준이 버전 2.0 이상으로 개발 중이거나 개정이 완료된 상태다. 또한, ISO/IEC JWG(Joint Working Group)에서 개발하는 충전 인프라 통신 인터페이스 표준(ISO 15118시리즈), 충전기 충·방전 조절을 통한 안정적인 전력관리 및 운영을 위한 프로토콜(IEC63110시리즈), 충전기를 체계적으로 관리하는 데 필요한 충전기와 관리시스템 간 통신 프로토콜 관련 표준(IEC63119 시리즈)도 제정 작업이 한창이다.

하이브리드, 전기차, 수소차, 자율주행, 디지털 융복합 등으로 대변되는 미래차 시장이 급성장하면서 사용자의 편의를 돕는 기술도 한층 고도화됐다. 그만큼 품질과 내구성을 확보하기 위한 신뢰성 기술에도 큰 변화가 일어나고 있다.

미래차 시장의 핵심은 신뢰성

과거와 달리 미래 자동차는 소프트웨어와 전자제어장치를 기반으로 하고 있다. 그 구조와 범위가 점차 복잡해지면서 운전자의 생명과 직결된 차량 시스템의 안전성을 확보하는 것이 전 세계 자동차 업계의 가장 큰 화두다.

[그림8] 테슬라 모델3 아키텍처(2개의 Domain Control 및 3개의 Zonal Control)

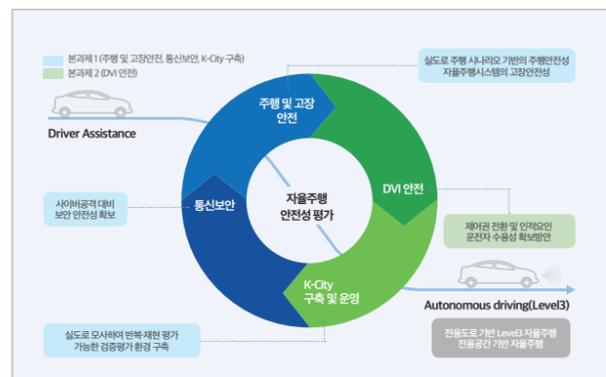


하지만 자율주행 분야 연구는 자율주행 시스템의 핵심 기능을 완성하기 위한 연구에 집중되어 있어 이를 구성하는 기반 기술로서 평가 및 개발 관련 기술에 관한 관심은 다소 부족한 실정이다. 현재 표준화된 평가 절차에 따라 자율주행 시스템 평가 시나리오 및 평가 기반을 구축해 자율주행 엔지니어의 평가를 지원하는 환경을 마련하는 것이 시급하다.

지금도 자율주행 기술은 반복적인 주행 학습과 실제 도로에서 실행하기 어려운 악조건을 구현함으로써 점차 수준을 높여가고 있다. 이러한 시뮬레이션 환경도 국가적 체계를 통한 단일화를 이뤄 제품의 신뢰성과 시장 경쟁력을 확보하려는 노력이 필요하다.

앞으로 새로운 시장과 혁신의 아이콘으로 미래차가 자리매김 하려면 무엇보다도 첨단 신기술들의 안전한 운영과 제어가 담보되는 신뢰성 확보가 핵심이 될 것이며 이런 부분을 정부나 제조사가 협업을 통해 규제개선과 기술이 함께 발전하는 방향으로 나가야 할 것이다.

[그림9] 자율주행차 안전성 평가기술 개발



한국자율주행산업협회는 급변하는 미래 모빌리티 산업에서 우리나라가 자율주행 관련 기술 우위를 확보하고, 산업 생태계를 선도할 수 있도록 다양한 민간기업, 대학, 유관기관 사이의 소통과 협업을 주도하고 있습니다.

또한, 협회는 자율주행 산업 생태계 활성화와 경쟁력 제고를 위해 정책기획, 기반구축, 산업진흥, 국제협력 등 산·학·연·관과 연계하여 주도적 역할을 수행함으로써 효율적인 사업 방향을 모색해 나가겠습니다.



PHM (Prognostic and Health Management)

전기·자율주행 신뢰성 확보의 주역



인류를 위한 모빌리티 전기차와 자율주행

전기차와 자율주행, 미래 모빌리티를 이끄는 두 기동은 인류의 미래를 위한다는 목적 아래 발전했다. 미국의 천문학자 칼 세이건(Carl Edward Sagan/1934~1996)은 태양계 탐사를 위해 우주로 발사된 보이저 1호의 카메라를 지구 방향으로 틀어 촬영한 사진에서 아주 작은 푸른빛을 띤 지구를 보고 감명을 받아 <창백한 푸른 점(The Pale Blue Dot)>을 저술했다.



이 책에서 그는 “현재까지 알려진 바로는 지구는 생명을 간직할 수 있는 유일한 장소이며, 적어도 가까운 미래에 우리 인류가 이주를 할 수 있는 행성은 없다”라는 말과 함께 “우리가 아는 유일한 삶의 터전인 저 창백한 푸른 점을 아끼고 보존해야 한다는 책임감에 대한 강조”라 기록하며 많은 이에게 깊은 울림을 주었다.

아끼고 보존해야 하는 우리 지구이나 일찍 알아차리지 못한 황금빛 발전의 이면에 숨겨진 회색 연기로 지구는 병들어가고 있었다. 1850년대 산업혁명 이후 급격히 늘어난 화석연료의 사용은 지구의 온도를 혁

명 전 대비 1.5°C 높였다. 온도 상승은 빙하를 녹였고, 해수면 상승으로 이어졌으며 전 지구적인 차원에 악영향을 끼친다.

어두운 미래를 다시 파랗게 물들이기 위해 우리 사회는 2015년 파리 기후변화협약(파리협정)을 통해 2100년에 지구 온도 상승폭을 1.5°C를 넘지 않도록 온실가스 감축에 나섰다. 그 중심에 있는 것이 바로 전기차이며 이는 우리가 살아갈 파란점이 계속 푸른빛을 띠게 할 기술이자 후대를 위한 도약의 시작이다. 자율주행 기술 또한 이동권을 보장하기 위한 기술로 주목 받으며 발전을 이루어왔다.

2020년 12월 발표된 국토교통부의 <자율주행자동차 윤리가이드라인>의 기본가치 중 자율주행자동차는 인간의 행복과 이익의 증진을 위한 수단으로서 인간의 안전하고 편리하며 자유로운 이동권을 보장하라는 내용이 담겨 있으며 고령인구와 같은 교통약자들의 이동권도 개선한다는 점도 포함되어 있다. 현재 우리나라 사회에서 고령화 인구의 빠른 증가와 지방 도시 인구 감소가 눈에 띈다.

이와 같은 현상은 지방 도시에서의 대중교통 노선의 축소와 매우 긴 운행 주기로 이어졌고 이동권의 보장을 흔들고 있다. 운전자가 타지 않아도 되는 레벨 4 자율주행은 운전기사가 없는 대중교통을 가능하게 하여 국민들의 이동권을 넘어 생명을 지켜낼 수 있는 기술이 될 것으로 전망됨에 따라 우리나라뿐만 아니라 전세계가 이를 위해 많은 예산을 투입해 기술개발에 나섰다.

금방이라도 일상생활에 들어올 것처럼 빠른 기술 발전을 보였던 자율주행 기술이나, 기술 법, 경제성 등의 어려움으로 인해 완전한 자율주행은 아직 우리 몸에 와 닿는 데까지는 오지 못하고 있다.

완전히 가락막혔다는 이야기는 아니다. 여러 특화지구, 서울 심야자율주행버스 등 다양한 실증이 이루어지고 있어 자율주행 기술 상용화에 대한 기대감은 여전히 남아 있다.

자율주행 기술은 완전 자율주행을 목표로 차근차근 단계를 밟아나가고 있으며 현재는 ADAS의 고도화와 제한적인 범위에서의 자율주행에 집중하고 있는 모양새다. 자율주행자동차는 단순 새로운 자동차가 도로에 나타나는 것이 아닌 여러 사회적 문제도 일으킬 수 있기에 아직 논의되어야 할 부분들이 많이 남아있는 것으로 보인다.

위 발표를 대변하듯 이번 CES 2024에는 완전자율주행이 아닌 완전자율주행 수준의 장기적으로 실현 가능한 내용에 대한 발표는 감소하였으며, 원격 발렛 주차와 같은 기계-인간 합동 방식 또는 자동 주차-충전 등 제한적인 범위의 자동화로 선회했다는 한국자동차연구원의 분석(산업분석 Vol.129, 모빌리티 산업 트렌드 - CES 2024 리뷰)도 잇따랐다.

배터리 열폭주, 자율차 사고로 인한 소비자 불안 심리 증가

전기차는 친환경이라는 테마의 날개를 달고 하늘 높이 날았다. Charge Info에 따르면 우리나라에서 2015년 5,712대에 불과했던 전기차는 2024년 2월 기준 547,455대로 약 100배 가량 증가했다.

훨훨 날던 전기차는 잠시 날개를 접었다. 모든 산업이 그러하듯이 전기차 산업 앞에도 꽃밭만 펼쳐진 것은 아니다. 전기차 충전료 인상, 부족한 충전 인프라, 보조금 축소 등 환경을 위한다는 마음 하나만으로는 감당하기 어려운 현실적인 문제에 부딪혀 전기차의 판매 둔화가 나타나고 있다.



성유창
e4ds 기자
yoochang@e4ds.com

[연도별 전기차 보급 추이]

단위: 대(%)

연월	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
2024 (2월 기준)	72,981 -13.3	35,022 -6.4	30,414 -5.6	41,189 -7.5	12,571 -2.3	18,003 -3.3	7,888 -1.4	4,475 -0.8	115,414 -21.1	18,240 -3.3	20,009 -3.7	24,055 -4.4	19,804 -3.6	24,336 -4.4	26,985 -4.9	36,534 -6.7	39,535 -7.2	547,455
2023	72,937 -13.4	34,643 -6.4	30,396 -5.6	40,397 -7.4	12,538 -2.3	17,889 -3.3	7,838 -1.4	4,393 -0.8	114,117 -21	18,236 -3.4	19,972 -3.7	24,130 -4.4	19,795 -3.6	24,200 -4.4	26,776 -4.9	36,225 -6.7	39,418 -7.2	543,900
2022	59,327 -15.2	22,063 -5.7	24,161 -6.2	26,242 -6.7	9,096 -2.3	14,476 -3.7	5,061 -1.3	3,034 -0.8	77,648 -19.9	14,012 -3.6	15,140 -3.9	16,611 -4.3	12,727 -3.3	15,387 -3.9	19,154 -4.9	22,740 -5.8	32,976 -8.5	389,855
2021	40,564 -17.5	12,375 -5.3	16,185 -7	12,820 -5.5	5,194 -2.2	7,701 -3.3	3,166 -1.4	1,859 -0.8	39,958 -17.3	7,946 -3.4	8,194 -3.5	9,991 -4.3	7,365 -3.2	8,708 -3.8	11,240 -4.9	12,606 -5.4	25,571 -11	231,443
2020	23,393 -17.3	5,355 -4	12,630 -9.4	5,366 -4	3,210 -2.4	4,469 -3.3	2,274 -1.7	1,148 -0.9	20,477 -15.2	4,078 -3	3,883 -2.9	5,489 -4.1	3,323 -2.5	5,223 -3.9	7,051 -5.2	6,308 -4.7	21,285 -15.8	134,962
2019	14,952 -16.6	3,216 -3.6	11,313 -12.6	2,598 -2.9	2,464 -2.7	2,555 -2.8	1,447 -1.6	903 -1	11,750 -13.1	2,445 -2.7	2,412 -2.7	2,841 -3.2	1,841 -2	3,326 -3.7	4,051 -4.5	3,626 -4	18,178 -20.2	89,918
2018	9,564 -17.2	1,567 -2.8	6,605 -11.8	1,284 -2.3	1,447 -2.6	1,334 -2.4	847 -1.5	394 -0.7	6,383 -11.4	1,377 -2.5	1,199 -2.2	1,127 -2	997 -1.8	1,974 -3.5	2,001 -3.6	2,107 -3.8	15,549 -27.9	55,756
2017	4,797 -17.2	816 -2.8	2,005 -11.8	542 -2.3	548 -2.6	303 -2.4	356 -1.5	95 -0.7	2,290 -11.4	459 -2.5	281 -2.2	336 -2	336 -1.8	960 -3.5	756 -3.6	1,022 -3.8	9,206 -27.9	25,108
2016	1,498 -13.8	366 -3.4	344 -3.2	207 -1.9	239 -2.2	74 -0.7	103 -0.9	25 -0.2	650 -6	150 -1.4	60 -0.6	170 -1.6	57 -0.5	446 -4.1	278 -2.6	559 -5.1	5,629 -51.9	10,855
2015	1,151 -20.2	232 -4.1	88 -1.5	129 -2.3	186 -3.3	29 -0.5	54 -0.9	10 -0.2	313 -5.5	81 -1.4	28 -0.5	140 -2.5	37 -0.6	290 -5.1	147 -2.6	428 -7.5	2,369 -41.5	5,712

출처 : Charge Info

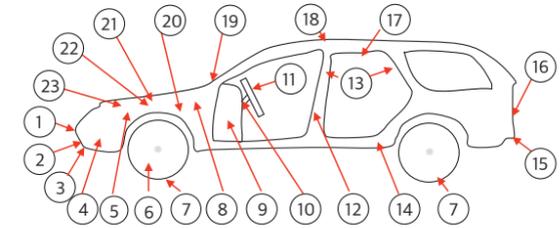
지난해 12월 한국전기자동차협회 주관으로 개최된 '2023 전기차리더스포럼'에서 김필수 한국전기자동차협회 회장은 환영사를 통해 "탄소중립은 필수이며, 친환경은 의무이기에 전기차의 흐름은 끊이지 않을 것"이라며 "전기차 판매가 주춤하는 지금은 숨 고르기 기간으로 전기차의 각종 문제점 해결과 정착률을 높일 수 있는 시기"라고 전했다.

자율주행의 휴게는 전기차보다 더 빨리 찾아왔다. 2016년 구글과 우버

[테슬라 오토파일럿 영상]



출처 : 테슬라



[자동차 PHM 적용 예시]

No.	Monitoring and sensing	No.	Monitoring and sensing
1	Collision avoidance, night vision, and front crash detection, forward obstacle sensor	13	Side airbag deployment sensor
		14	Angular acceleration (suspension)
2	Vehicle distance sensor	15	Emissions sensor
3	Road condition sensor	16	Back-up collision, rear vision camera, rear radar, rear obstacle sensor
4	Side obstacle sensor		
5	Oil/fuel pressure and flow monitoring	17	Temperature and humidity sensor, and comfort control
6	Speed sensors		
7	Tire pressure monitoring	18	Rollover detection
8	Fire detection sensor	19	Rain sensor and wiper control
9	Driver monitoring sensor	20	Power train control module
10	Steering angle sensor and stability control	21	Throttle position monitoring and control
11	Yaw and acceleration sensors for airbag deployment	22	Battery monitoring
12	Side crash detection	23	Ignition and engine control monitoring

출처 : Sensor Systems for Prognostics and Health Management 4페이지, 저자 Shunfeng Cheng 외 2명

재와 테슬라, 웨이모 자율주행 차량의 잇따른 사고 소식으로 소비자들의 불안 심리도 두 산업의 위축 원인으로 종종 언급되고는 한다. 안전이 최우선으로 꼽히는 자동차 산업에서 위와 같은 사고 소식은 매우 큰 위험요소임이 분명하다.

PHM, 성능·기능 안전 확보의 KEY

앞서 언급했던 이슈들에 따라 신뢰성 확보를 위한 기술이 시장의 관심을 받고 있다. PHM(Prognostics and Health Management, 건전성 예측 관리)은 설정한 수명에 다다르기 전에 의도한 성능이 제대로 나오지 않아 고장에 이르는 현상을 막기 위한 대표적인 유지보수 기술이다.

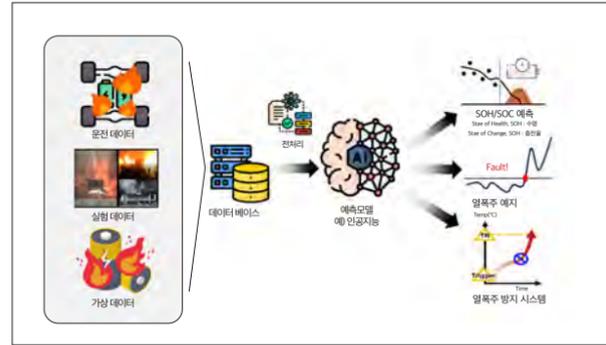
이는 전기차 배터리의 열폭주 현상과 수많은 반도체와 센서가 탑재되는 자율주행차의 사고를 예방하는 데 목적이 있다. PHM의 핵심은 예지 진단을 통해 고장 시점을 '사전에 예측한다'는 점이다. 이는 시스템 정비 방법의 경제성 부문에도 영향을 끼쳤다.

과거 정비 방법이었던 사후정비(Corrective Maintenance)는 문제가 발생한 이후에 수리하는 방법을 일컫는다. 예비 부품을 준비하지 않았을 경우 부품 발주부터 교체까지 자칫 많은 시간이 소요되어 그 기간 동안

안 운영을 할 수 없는 최악의 상황까지 발생할 수 있다. 비효율적인 사후정비 방법을 벗어난 예방정비(Preventive Maintenance 또는 Planned Maintenance 등)로 발전했다. 이는 고장 이력 데이터를 토대로 한 평균 수명에 앞서 부품 교체 등을 통해 문제 발생에 대비하는 방법이다. 말 그대로 고장을 예방한다는 데 있어 큰 장점을 가지나 상태 문제 유무와 없이 주기적으로 부품을 교체하여 비용이 낭비되는 경우가 많다는 단점도 가진다.

반면 PHM 기술은 상태 정보를 수집하여 시스템의 이상상황을 감지하고 분석 및 예지 진단을 통해 고장 시점을 사전에 예측함으로써 설비 관리를 최적화하는 기술로 위와 같은 예산 낭비도 줄일 수 있도록 한다. 우리나라 PHM학회는 1980년대 일반 항공기 사고율보다 30배 높은 헬기의 사고를 감소시키기 위한 목적으로 시작된 PHM 기술은 현재 센서 등을 통해 시스템 이상 여부를 실시간으로 감지, 분석, 예지하여 고장을 사전에 예측하는 방법으로 발전되어 자동차 산업에 적극적으로 적용되고 있다고 소개했다. 특히, 하드웨어에서 소프트웨어 중심으로 변화되고 있는 대표적인 모빌리티 트렌드에서 PHM 기술은 차량의 성능, 기능 안전 확보에 매우 중요한 역할을 차지하며 위에서 언급했던 배터리 열폭주를 예방하기 위한 기술로도 주목 받고 있다.

[리튬이온 배터리의 PHM 개략도]



출처: 전기자동차용 리튬이온 배터리 열폭주 예지 및 PHM 기반 관리기초연구본부 선정 RD 이슈 연구동향

이경우 현대자동차 책임연구원을 담당위원으로 한 대한기계학회의 2023년 11월 뉴스레터의 '모빌리티 내구 기술' 테마기획에서 "PBV, UAM, 로보 택시 등 다양한 미래 모빌리티를 위한 자율주행 시스템과 커넥티드카 기술의 적용이 늘어나면서, 고객의 안전을 확보하기 위해 자율 차량의 운행 중단이나 사고 발생의 방지가 필요하게 된 것이며 지속적으로 증가하는 차량 데이터의 중요성을 인식하고, 이를 활용한 차량 시스템의 기능 안전의 확보에 대한 관심이 높아지고 있다"는 내용이 담겼다.

자율주행에서의 PHM은 자율차 운영 시 정상상태를 확인하기 위해 구동에 필요한 전기, 전자적 상태와 함께 센서 및 ECU(Electronic Control Unit)들의 고장을 진단하고 예측하는 기술을 의미한다.

첨단운전자지원시스템(Advanced Driver Assistance System, ADAS)를 비롯 여러 시스템이 차량에 도입되면서 수많은 센서들이 탑재되었고, 이들은 운전자 및 제 3자의 안전에 큰 영향을 끼칠 수 있기에 PHM의 중요성은 더욱 부각되고 있다. 한국연구재단이 2024년 1월 전기자동차용 리튬이온 배터리 열폭주 예지 및 PHM 기반 관리를 주제로 펼쳐낸 R&D BRIEF에서는 전기자동차 시장은 급격히 성장 중이지만, 최근 열폭주 관련 사고가 급격히 증가하여 안전문제가 이슈로 대두됐으며 열폭주의 독특한 연쇄반응 및 화재 특성, 그리고 높은 문제 해결 난이도 때문에 최근 배터리 PHM 관련 연구가 주목받고 있다는 이야기도 실렸다.

특히, 배터리 열폭주 현상은 화재 발생 시 피해가 막대하며 관리가 어려운 특성 때문에 전조증상을 파악하여 미연에 방지하는 것이 중요하므로, 열폭주 PHM은 전기차 상용화에 핵심기술로 간주되고 있다. 배터리에서의 건전성 상태는 깨끗한 새 배터리와 사용 중인 배터리의 성능과 상태를 비교하여 나타내는 것으로, PHM 시스템을 통해 발화의 원인이 될 수 있는 양극, 전해액 등의 변화를 파악할 수 있을 것이다.

열폭주로 인해 안타깝게 생을 마감하는 일을 방지하는 기술임은 확

실하나 아직 가야 할 길이 멀다. 한국연구재단의 R&D BRIEF에서는 "국내·외 열폭주 연구는 난연재료 개발, 다양한 환경조건에서 실험을 통한 열폭주 특성 규명, 배터리 셀·모듈·팩 모델링 및 최적설계 기술 개발, 차세대 배터리 관리기법 개발 등 다학제·다방면에서 다양한 연구가 수행되고 있으나, 높은 문제 해결 난이도 때문에 여전히 해결해야 하는 문제가 산적해 있는 실정"이라는 내용도 실렸다.

글을 맺으며

전기차와 자율주행은 인류를 위한 기술이라는 이야기를 서두에 언급하였고, 사람들의 불안심을 타파하지 못한 이유 중 하나로 '안전' 문제를 꼽았다. 기능과 성능, 안전을 확보하기 위한 PHM 기술에 대해 소개했으며 나아가야 할 길도 아직 남았다는 짝막한 글로 마무리했다.

지하주차장 출입을 두고 주민들의 갈등이 빚어지는 등의 사회적 문제는 전기차 화재에 대한 불안감을 바탕으로 하는 시민들의 낮은 신뢰성에서 기인한다. 자율주행 또한 미국 등에서 들려오는 사고와 교통방해 소식으로 인해 높은 신뢰성을 가지지는 못한다.

내연기관차에서도 화재는 발생하고, 사람이 운전하는 차량도 사고가 나지만 전기차와 자율주행 사고 소식은 대서특필되며 더 큰 불안감을 조성하는 듯한 모습도 보인다. 이로 인해 전기차와 자율주행은 안전하지 않다는 조롱 섞인 댓글들이 심심치 않게 발견된다. 수많은 인력들의 연구와 개발로 완성되는 자동차가 더 이상 웃음, 걱정거리가 되지 않았으면 한다.

불안감과 인명 피해를 줄이기 위한 원천 기술인 PHM의 발전이 필요한 시점이다. 중요성이 지속적으로 언급되는 만큼 정부 과제의 확대 지원 등도 필요하다. 우리나라 산업의 발전과 글로벌 시장 선점이라는 근사한 목표를 넘어 수많은 시민의 안전을 확보할 수 있는 기술이기에 정부 차원의 과감한 투자가 이루어졌으면 하는 바람이다. PHM 기술을 발전을 위해 한국자동차연구원, PHM학회, 한국생산기술연구원(전기차진단기술센터)을 비롯한 다양한 기관, HL만도, 현대자동차 등 기업들과 학계 등이 정말 많은 노력을 기울이고 있다.

국산 전기차와 배터리의 판매 호조와 세계적 명성은 위와 같은 연구 개발이 이루어낸 질적 향상이 큰 역할을 했다는 것을 잊지 말아야 하며, 점유율과 주식 등 숫자에 가려 보이지 않는 저들의 노력 또한 조명되기를 바란다.

2027년 자율주행 Lv.4+기술의 완성을 위해 달려갑니다!



새로운 미래
FUTURE



꿈꿔온 질주
DREAM



안전한 자유
SAFETY



산업통상자원부



과학기술정보통신부

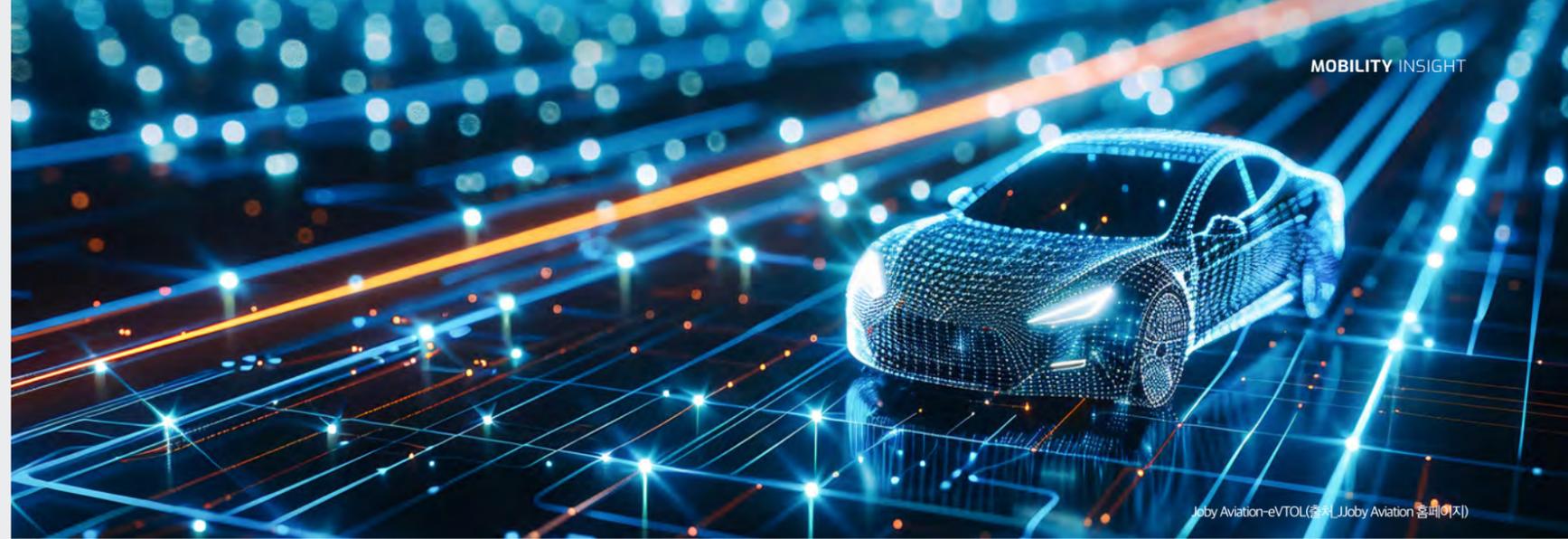


국토교통부



경찰청

미래차 시장 선점을 위한 신뢰성 확보 전략



Joby Aviation-eVTOL(출처: Joby Aviation 홈페이지)

1. 미래차의 신뢰성 개요

미래차는 우리의 삶을 변화시키고 있다. 차량의 동력원 즉, 기존 내연기관뿐만 아니라 전기차, 수소연료전지차 등으로의 다변화를 통해 환경 문제를 해결하고 있다. 또한, 사람의 운전에서 자율주행 또는 미래항공 기체(AAV: Advanced Air Vehicle) 분야의 자율 비행으로, 차량의 핵심 작동 주체를 혁신하고 안전성을 향상하는 데 일조하고 있다. 그러나 이러한 기술 혁신은 미래 차의 신뢰성과 안전성에 대한 의문을 불러일으키고 있다.

미래차는 새로운 설계 구조, 신소재, 신공법 등의 적용을 통해 기술 혁신이 극대화된 자동차이다. 기존 하드웨어(HW) 중심의 기술에서 소프트웨어(SW)가 결합한 디지털 융 복합화와 전장화가 극대화된 혁신 기술이다. 이러한 혁신 기술은 이미 검증된 설계 대신에 새로운 설계를 적용함으로써 설계의 불확실성을 증대시키고 있다.

전기차(EV)는 내연기관 차량 대비 구동 메커니즘이 단순하고, 구동 부품 수가 현저히 적기에 마모 고장이 발생할 가능성은 적다. 또한, 초기의 기술적 우려와 달리 전기차의 배터리 수명 기간 고장 및 충전 인프라 개선으로 인해 장거리 운행이 가능해지고 있다. 자율주행 기술의 발전은 미래 차의 신뢰성과 안전성을 높일 것으로 기대된다. 그러나 완벽한 자율주행 기술을 개발하고 실용화하는 것은 여전히 많은 도전이 있다. 예측할 수 없는 상황에 대처하거나 인간과의 상호 작용에는 여전히 기술적 제한이 존재한다.

미래차는 짧은 역사에도 불구하고 빠른 신뢰성 향상이 가능하다는 기대와 신기술의 적용에 따른 불확실성으로 인해 신뢰성과 안전성에 대한 의문도 동시에 받고 있다.



위신환
한국자동차연구원
신뢰성기술부문 부문장
shwei@katech.re.kr

2. 미래차의 신뢰성 수준

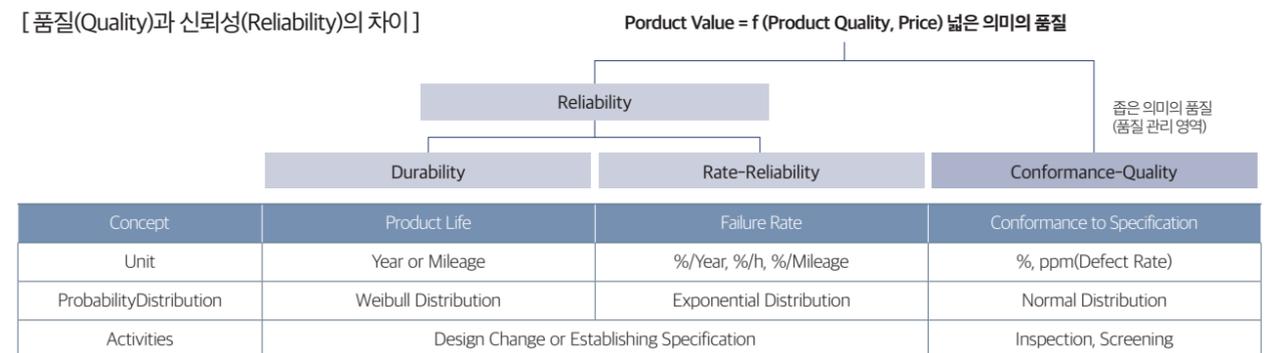
미래차의 신뢰성은 품질과 밀접한 관련이 있다. 품질이 뛰어난 제품은 대개 고신뢰성일 확률이 높으며, 이는 고객의 요구를 충족시키고 안정적으로 작동할 확률이 높다는 것을 의미한다. 그러나 품질과 신뢰성은 완전히 같은 것은 아니다. 예를 들어, 어떤 제품이 특정 요구 사항을 충족하지만, 특정 사용 환경이나 시간이 지난 후 고장이 발생할 수 있다면, 이 제품은 품질은 높지만, 신뢰성은 낮을 수 있다.

미래차의 신뢰성은 운전자와 승객의 안전을 위해 결코 간과할 수 없는 요소이다. 결함이 있는 전기차를 선택하려는 소비자는 없을 것이며, 기능과 성능이 우수한 전기차라 하더라도 잦은 고장이 발생한다면 자동차 브랜드의 가치가 하락할 것이다. 따라서 미래 차 시장에서 고객의 마음을 사로잡기 위해서는 '품질(Quality)', '신뢰성(Reliability)', 그리고 '안전성(Safety)'을 확보하는 것이 중요하다.

과거의 실패 사례들은 자동차 산업에서 안전성과 신뢰성이 얼마나 중요한지를 명확히 보여준다. 예를 들어, 2014년 GM은 30달러짜리 접착 스위치 설계 결함 등 총 3천만 대를 리콜하고 4조 원의 품질 비용을 지급했다. 또한, 2015년 Tata는 고온 고습 환경에서 에어백 가스발생제의 폭발적 압력 상승 문제로 인해 승객의 심각한 부상과 사망을 초래하여 1억 대 이상을 리콜하고 11조 원을 지급했다. 이러한 사건들은 자동차의 신뢰성과 안전성에 대한 논란을 촉발하였다.

전기차(EV)가 내연기관 차량 대비 더 신뢰할 수 있는지에 대한 기대와 의문이 동시에 제기되고 있다. 초기에는 배터리의 내구성과 충전량 유지율 등이 우려되었지만, 이제는 이러한 우려가 일부 해소되고 있다. 배터리 보증 기간도 8년 또는 16만km에서 10년 또는 30만km까지 점차 확대되고 있다. 이론적으로 전기차는 내연기관 차량 대비 움직이는 마모 부품이 적고 교체할 유체나 소모품이 적어 신뢰성이 높을 것으로 기대되고 있다.

[품질(Quality)과 신뢰성(Reliability)의 차이]



[내연기관 차량과 EV 차량의 동력 시스템]



그러나 최근에는 미국 소비자연맹이 발표한 보고서에 따르면, 실제 전기차의 신뢰성은 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 전기차는 휘발유 차량 대비 79%, PHEV는 146%의 문제가 더 많이 발생하고 있다는 결과가 나왔다. 이것은 전기차에서 전기적 결함이나 소프트웨어 결함이 많으며, 충분히 검증되지 않은 최신 기술이 많이 적용되기 때문이다. 해당 보고서는 위의 결과를 바탕으로 전기차로의 대전환에 대한 장애 요인들을 세 가지로 제기하고 있다.

첫째는 전기차의 높은 가격, 둘째는 배터리 충전시간과 충전소의 부족, 마지막으로 전기차의 신뢰성 문제이다. 최근 전기차 배터리의 잇따른 화재와 자율주행차의 사고 이슈 등으로 인해 미래차에 대한 신뢰성과 안전성에 대한 논란을 일으키고 있다. 또한, 전기차의 화재 발생률은 낮지만, 화재가 발생할 때 배터리 열폭주로 인한 피해가 크다는 점이 고려되어야 한다.

[내연기관차 대비 전기차의 신뢰성 수준]



출처: Consumer Reports

3. 미래차의 신뢰성 동향

각국은 자국의 산업과 기술 발전에 맞춰 신뢰성 공학을 발전시키며 미래차의 신뢰성과 안전성을 확보하려 하고 있다. 신뢰성 공학의 선두주자인 미국, 독일, 일본은 100여 년의 신뢰성 공학의 역사에서 군수산업, 소재 및 부품 산업의 신뢰성과 안전성에 대한 규제 및 표준을 확립하고, 미래차의 신뢰성 접목을 강화하고 있다. 한국은 2000년대 초에 비로소 품질과 신뢰성의 개념 차이를 인식하고 정부 주도과 대기업 주도로 신뢰성 연구를 발전시켰다.

내연기관 자동차는 100여 년의 역사를 통해 다양한 설계 및 제조 실패 경험을 통해 품질과 신뢰성을 확보해왔다. 미래차인 전기차, 수소연료전지차, 자율주행차와 AAV는 시장에서, 이전 실패 경험을 기반으로 한 신뢰성 확보 전략으로는 경쟁 우위를 확보할 수 없다. 이들 차량은 강력한 제조물 책임법(PL: Product Liability)과 레몬법(매그너슨-모스 품질보증법: Magnuson-Moss Warranty Act) 그리고 리콜 제도와 같은 제도 하에서 고장은 막대한 비용을 요구받고 있다. 특히 북미 도로교통안전국(NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration)의 조사 결과에 따르면 북미에서만 매년 1,000여 건의 리콜이 발생하고, 연간 6,000만대에서 1억대로 그 규모는 점차 확대되고 있다.

미래차의 개발과 보급에 있어서 안전성과 신뢰성은 항상 우선되어야 한다. 소비자들은 미래차 제조사에 높은 기대를 하고 있으며, 안전하고 신뢰할 수 있는 제품을 요구한다. 따라서 자동차 산업은 지속적인 연구 투자를 통해 신뢰성 기술 및 안전 기술을 고도화하여야 한다. 또한, 미래차 설계에는 기능 및 성능 중심의 설계 기술 외에 신뢰성 중심의 설계 기술이 필요하다. 전자, 통신, 화학, 금속, 기계 등 다양한 기술의 융복합화로 인해 미래차 설계의 불확실성이 높아졌기 때문이다.

[내연기관차와 다른 미래차의 발생가능한 새로운 고장메커니즘]

① (eV) 권선 내부의 부분 방전(Partial Discharge)에 단락/단선 위험↑

400V → 500V → 800V

[IEC 60664-1] 부분 방전(partial discharge)은 500 V의 전압 아래 발생 가능성 낮음

② (eV) 전기 모터 베어링의 전기적 부식(전식 부식) 손상 위험↑

하중, 진동, 정렬 불량 등에 따른 기계적인 마모 손상

③ (FCEV) 경험하지 못한 연료 특성(최소 분자 크기) 및 구조 → leak 위험성 ↑

일본자동차 리콜 3대 품목

- ① 공유압 호스
- ② 와이어링하네스(카넥터)
- ③ 체결 장치(볼트/너트) 풀림 → 수작업 (휴먼에러)

출처: 리콜학의 법칙, 차지키 이와오, 하나무라 오타 지음

미래 모빌리티: 설계 혁신의 극대화(신소재/신구조/신공법 등) → 새로운 고장메커니즘의 출현

‘기능 중심 설계’는 주로 제품의 기능과 성능을 최적화하는 데 초점을 맞추며, 단기적인 시간과 비용 관리를 강조한다. 반면에 ‘신뢰성 중심 설계’는 장기적인 안정성과 추가 비용을 고려하여 시스템이 안정적으로 작동하도록 장기적인 신뢰성을 보장한다. 과거에는 제품의 개발 과정에서 기능과 성능에 초점을 맞추고, 이후에는 다양한 검증 단계를 통해 신뢰성과 안전성을 확보하는 개발 방식으로 진행되었다. 그러나 자동차 기능 안전성 국제표준 ‘ISO 26262’는 이러한 기존의 연구 및 개발 체계를 넘어서 설계 또는 초기 개발 단계에서 신뢰성과 안전성을 고려한 일원화된 개발 프로세스를 요구하고 있다.

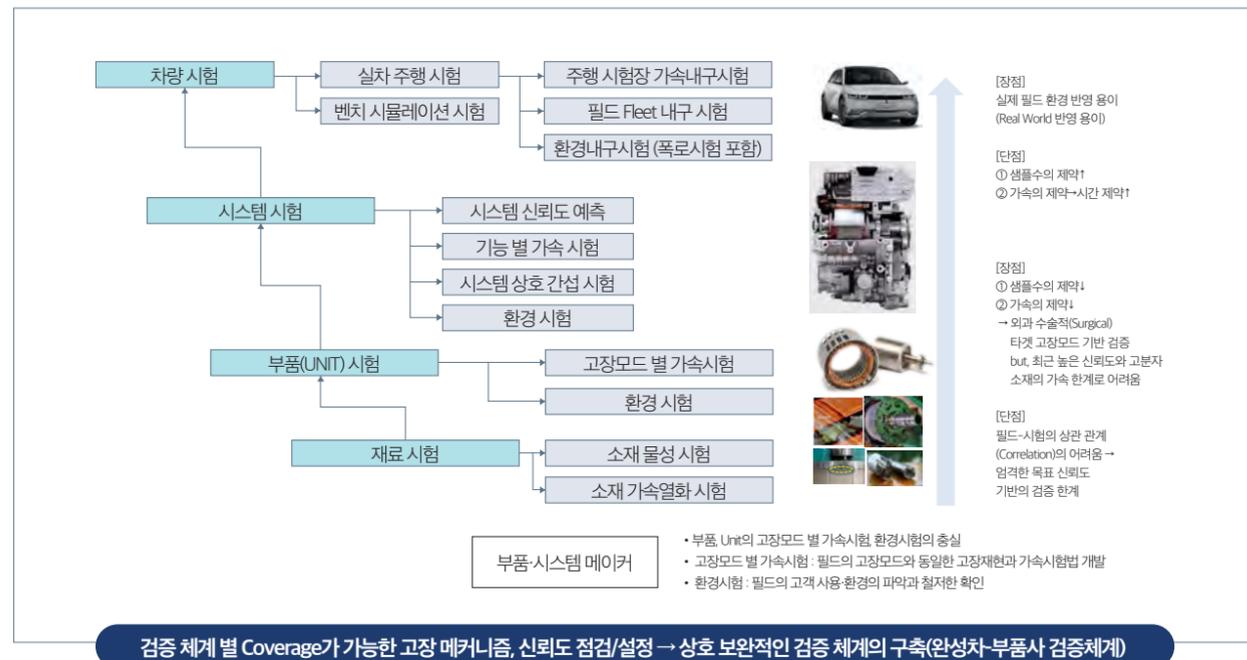
신뢰성은 단순히 제품을 믿을 수 있는지를 넘어서 공학적인 정의를 통해 제품의 능력을 정량적으로 측정하고 표시하는 것이다. 이는 “규정된 환경에서 목표 수명 기간 내 고장 없이 임무를 수행할 확률”로 정의된다. 또한, 신뢰성 업무는 적절한 자원을 투입하여 신뢰성 있는 제품을 설계, 제조, 입증 및 관리하는 활동으로 정의된다. 그러므로 미래차의 신뢰성을 확보하기 위해서는 제품을 판매하기 전에 고장이 발생할 가능성과 그 원인을 예측하여 방지하는 설계 기술의 확보가 필요하다. 또한, 자동차의 수명 동안 발생할 수 있는 고장을 미리 평가하고 예측하는 검증 기술의 체계화도 필수적이다.

마지막으로, 정부와 산업은 규제와 표준을 개선하여 소비자들이 안전하고 신뢰할 수 있는 미래차를 선택할 수 있도록 해야 한다. 미래차의 신뢰성은 기술의 발전과 함께 지속해서 향상되고 있지만, 완벽하지는 않다. 우리는 계속해서 발전하는 기술과 협력하여 미래차를 더욱 안전하고 신뢰할 수 있도록 만들어야 한다.

4. 미래차의 신뢰성 향상 기술

미래차의 신뢰성 향상을 위해서는 세 가지 주요 분야에서 체계적인 기술 개발이 필요하다. 먼저, ‘신뢰성 설계 기술(Design of Reliability)’은 부품 또는 시스템이 안전성, 내구성, 성능 등을 고려하여 예상대로 작동하고 고장이 최소화되도록 보장한다. 이를 위해 중복 설계, 내 환경 설계, 부하 경감 설계, 고장 안전 설계, 실수 방지 설계, 신뢰성 배분 기법 등을 활용한다. 둘째, ‘신뢰성 물리 기술(Physics of Reliability)’은 제품이나 시스템이 사용 중에 고장이 발생하는 원리를 이해하고 예측하는 것으로, 물리학적 원리와 가속 수명 모델을 연구하여 부품의 고장 원인을 분석하고 신뢰성 수준을 파악한다. 마지막으로, ‘신뢰성 관리(Reliability Management)’는 제품이나 시스템의 신뢰성을 지속해 유지하고 향상

[부품-시스템-차량 간 신뢰성 검증체계]

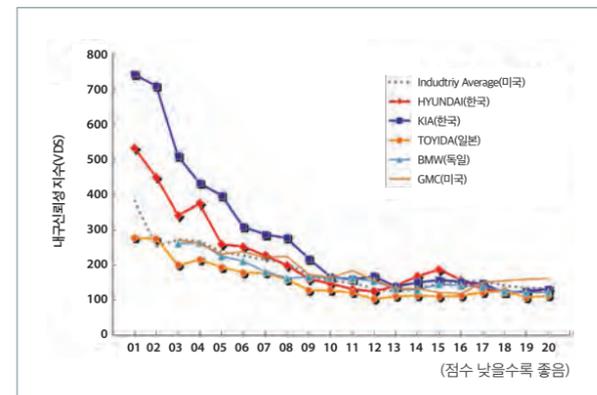


검증보다 훨씬 복잡하고 어렵기에 상호보완적인 단품과 시스템의 검증체계를 마련하고 시스템에서는 부품의 기능 및 상호 작용을 검증하는 것이 필요하다. 제조 과정에서 엄격한 품질 관리 시스템을 구축하고 준수하는 것도 매우 중요하다. 이를 통해 부품과 재료의 품질을 보장하고, 생산 과정에서의 결함을 최소화할 수 있다. 최종적으로, 혁신적인 기술과 엄격한 품질 및 안전 기준을 준수함으로써 미래 차의 신뢰성을 보장할 수 있다.

5. 미래차의 신뢰성 제고 방향 및 결언

"더 안전하고, 고장이 적은 자동차"를 만들기 위한 신뢰성 기술은 미래 차 분야에서 경쟁 우위를 차지하고 후발국과 기술 격차를 벌리는 핵심 열쇠가 될 것이다. 기술적인 혁신과 품질, 신뢰성에 기반을 두고 신생 브랜드와 기존 브랜드 간의 치열한 경쟁이 진행될 것이다. 미래차는 다양한 기술의 융합과 설계의 불확실성으로 인해 고장 발생 가능성과 위험이 더 크다. 전기차를 포함한 미래차는 내연기관 차량 대비 분명 신뢰성이 낮으나, 기술의 짧은 역사에 비해 상대적으로 더 높은 신뢰성을 갖고 있다는 우려와 기대가 동시에 존재한다.

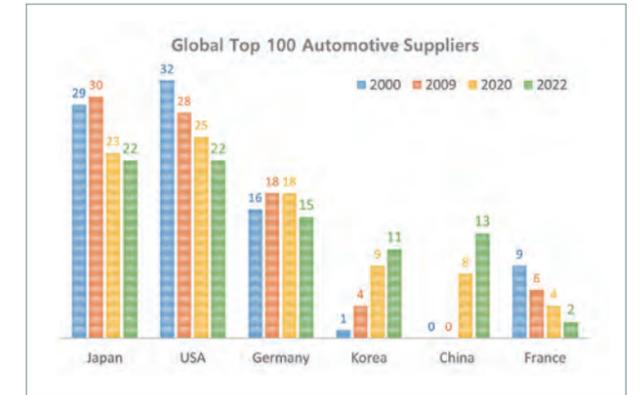
[브랜드별 내구신뢰성 지수(VDS)]



출처: J.D.POWER

국산 내연기관 자동차는 지난 20년간 품질과 신뢰성을 대폭 향상했다. J.D.Power의 조사에 따르면, 20년 전에는 최하위였지만 현재는 북미 산업 평균과 일본, 미국을 크게 웃돌며 글로벌 수준의 신뢰성을 갖추고 있다. 미래차의 신뢰성을 확보하기 위해서는 우선 기존 내연기관의 품질 경영 성과를 바탕으로 미래차 품질 경영 전략을 수립하고 고도화할 필요가 있다.

[국가별 글로벌 Top 100 자동차 부품사로 본 중국기업의 성장]



출처: Automotive News

특히, 미래차 기술의 시장 선점을 위해서는 신뢰성 설계와 검증 기술을 초기에 확보하는 것이 중요하다. 한국이 20년 동안 글로벌 Top 100대 부품사 중 11개사를 육성하는 동안 중국은 10년 만에 13개사를 육성할 만큼 빠르게 성장하고 있다. 한국은 중국 미래차 산업과의 차별화를 위한 포인트는 더 높은 신뢰성과 안전성에 있다. 이를 위해 미래차의 설계 불확실성에 대응하기 위해 신뢰성 기술을 고도화하고, 필드 경험이 없는 미래차 신기술에 대한 고장의 사전 예방 체계를 구축하는 것이 필요하다.

미래차는 내연기관차와 전혀 다른 새로운 고장 메커니즘이 발견되고 있으므로 이에 대비한 대책을 수립해야 한다. 각 핵심 기술에 대한 신뢰성 목표를 설정하고, 이를 기반으로 구성 요소의 신뢰성 설계를 확보하고 고장 물리 기반의 신뢰성 검증 기술을 체계화해야 한다. 이를 위해 맹목적으로 적용되는 기존의 검증 방식 대신에 설계 변경에 따른 잠재적 고장 원인 메커니즘에 기반한 지식 기반의 접근 방식이 필요하다.

결국, 신뢰성과 안전성은 미래차 산업의 국제 경쟁력을 좌우하는 핵심 요소이다. 따라서 고객 중심의 품질 경영 고도화와 지속적인 기술 혁신을 통해 신뢰성 및 안전성 중시 문화를 산업계 전반에 정착시켜야 한다.

하는 전략과 프로세스를 포함한다. 이는 출시 후에도 지속적인 모니터링과 시장 피드백을 통해 제품을 개선하는 것을 포함한다.

미래차의 신뢰성과 안전성을 향상하기 위해서는 지속적인 연구와 DB화가 필요한 미래 전략 핵심 품목의 선정과 중장기 계획을 수립하는 것이 중요하다. 미래차의 신뢰성과 안전성에 대한 다양한 불안 요소들이 존재한다. 예를 들어, 전기차의 안전성에는 과충전, 과열, 충돌, 셀의 결합 등에 의한 배터리 화재가 포함된다. 또한, 자율주행 기술의 안전성에는 센서의 오작동으로 인한 문제가 있을 수 있다. 미래차의 다양한 기능이 소프트웨어에 의존하고 있으며, 소프트웨어 버그나 업데이트 오류 등의 결함으로 인해 신뢰성과 안전성이 저해될 수 있다. 또한, 미래차 시스템의 복잡성이 증가함에 따라 시스템 간의 상호 작용 문제가 발생할 수 있으며, 이는 신뢰성과 안전성을 저해할 수 있다.

미래차의 신뢰성을 향상하기 위한 검증 방법론으로는 단품과 시스템 레벨의 접근 방법을 고려할 수 있다. 단품 레벨의 경우, '4 Step Test Scenario 추출 방법(4 Step Test Scenario Extraction Program)'을 활용하여 신뢰성 개발 대상을 도출하고 검증한다. 먼저, 신기술 부품에 적용된 재질, 구조, 또는 공법 등을 조사하여 유발될 수 있는 고장모드를 정리하고, 해당 고장모드를 유발하는 잠재 고장 메커니즘을 정리한

다. 그리고 고객 사용 및 환경 조건을 조사하여 지배적인 고장 원인 메커니즘을 추출하고, 이를 통해 지배적인 고장 원인 메커니즘에 대한 시험 유형(Test Case) 및 시험 시나리오(Test Scenario)를 도출한다. 이러한 과정은 이미 수행되고 있는 FMEA(Failure Mode and Effect Analysis) 또는 진단을 추가한 FMEDA(Failure Mode Effects and Diagnostic Analysis) 활동에 내재하여 있다.

자율주행 기술은 미래 자동차의 중요한 부분으로 발전하고 있지만, 자율주행 시스템의 신뢰성에는 여전히 우려가 있다. 센서 단품의 고장이나 오작동을 완전히 없애는 것은 불가능하므로, 이러한 고장이 시스템이나 차량의 사고로 이어지지 않도록 시스템 관점에서 검증 기술을 고려해야 한다. 시스템의 안전성을 보장하기 위해서는 ISO 26262(Functional Safety)의 HW와 SW 설계 및 검증 프로세스를 엄격하게 준수해야 한다. 또한, 미래차의 시스템 레벨에서는 PHM(Prognostics and Health Management) 기술의 적용을 고려할 수 있다.

이 기술은 차량의 상태를 지속해서 모니터링, 예측하여 잠재적인 문제를 식별하고 예방한다. 상태 감시 시스템을 통해 주요 구성 요소와 시스템을 계속 감시하고 분석함으로써 핵심 부품의 건강 상태와 수명을 예측할 수 있다. 또한, 시스템 수준에서의 신뢰성 검증은 단일 부품의

당신이 찾고 있던 자동차 데이터의 전부

자동차 데이터를 찾고 계신가요?
자동차데이터포털을 이용해 보세요.

자동차 관련 데이터를 키워드 검색과
세분화된 카테고리를 이용하여
손쉽게 찾을 수 있습니다.

KADaP PORTAL 자동차 데이터 포털

<https://www.bigdata-car.kr>

분석/개발에 필요한 자동차 데이터는 물론
APP, API 같은 자동차 데이터 기반의 상품과
서비스를 간편하게 구매하고 활용할 수 있습니다.

고사양 컴퓨팅 장비의 구입이나 구축없이
바로 자율주행 기술 개발, 자동차 데이터 분석
그리고 AI 알고리즘 개발을 시작할 수 있습니다.



자동차데이터포털은

한국자동차연구원에서 선별한 실험, 평가, 개발 데이터와
해외 30개 국가의 데이터 포털, 국내 16대 빅데이터 플랫폼에서
수집한 자동차 데이터를 편리한 검색 기능과 함께 제공하고 있습니다.



다운로드 없이
등록된 데이터를 바로 확인

- ✓ 웹(Web)기반 등록자료 폴더 구조 파악 및 파일 미리 보기 지원(CSV, JPG, Excel)
- ✓ 데이터 품질 관리 리포트 제공 (데이터 분포, 결측값, 5대 평가 정보 제공)



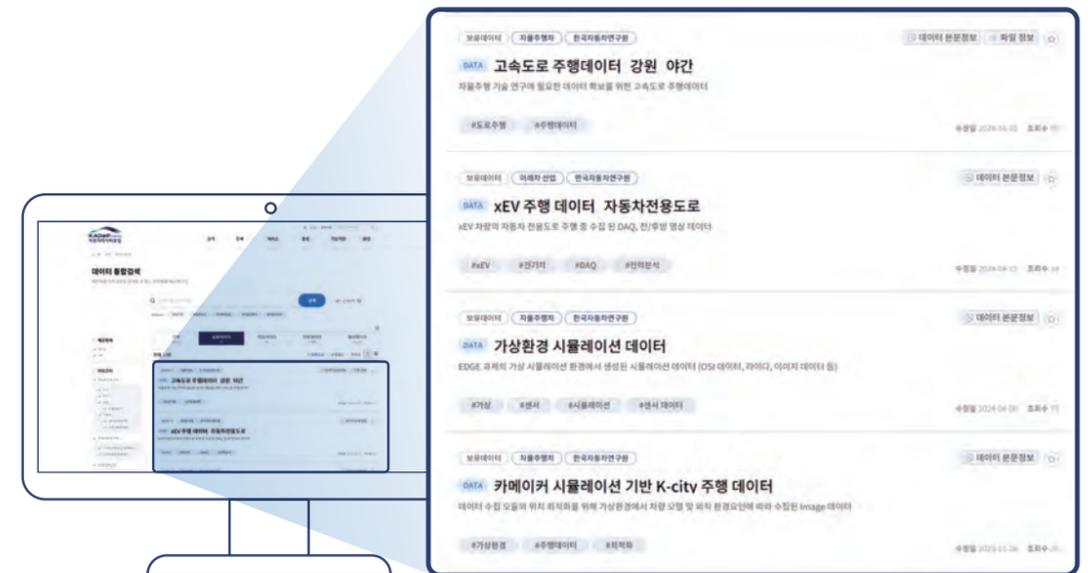
자동차 데이터
분석을 위한 SW 툴 무료 제공

- ✓ Studio 데이터 시각화 및 분석툴
- ✓ Labeller AI 학습 데이터 생성을 위한 라벨링툴
- ✓ IDE 프로그램 개발이 가능한 웹기반 통합 개발 환경
- ✓ Trainer GPU 병렬 처리를 통한 고속 AI 학습툴
- ✓ Agent 자동차 데이터에 특화된 생성형 AI기반 자료 조사툴



데이터 활용을 위한
개인 저장공간 Mydisk 제공

- ✓ 포털에서 선택 / 구매한 데이터를 Mydisk에 저장
- ✓ 포털에서 제공되는 SW툴을 Mydisk와 연계하여 바로 사용 가능
- ✓ 마켓에서 신청한 APP을 Mydisk와 연계하여 바로 사용 가능



<https://portal.bigdata-car.kr>



(주)엑셀리트엣지

권형안

(주)엑셀리트엣지 대표이사

Interview

미래차 신뢰성 검증, 그 정점의 끝

엑셀리트엣지

자동차 산업은 그동안 내연기관으로 대표되는 기계적기술적 범위 안에서 발전해 왔다. 그러나 이제는 전기, 배터리, 충전, 자율주행, AI라는 새로운 체계 방식의 신세계와 융복합하면서 급변하고 있다. 기존의 기계적 물리력을 넘어 다양한 신기술과 그간 생소했던 많은 전기전자부품들이 소프트웨어로 접목 되고 디지털화되면서 데이터가 쉽게 서로 소통, 통신하면서 미래 자동차를 완성해 가고 있다.

바이흐로 자동차 산업의 혁명, 혁신의 시대로 접어들고 있다. 이러한 혁신적인 발전에 대한 기대감만큼이나 누구도 알 수 없는 새로운 길이기에 두려움과 불안함 또한 큰 것이 사실이다.

모빌리티 인사이트에서는 국내 최고의 자동차 신뢰성 검증 기업으로 성장하고 있는 (주)엑셀리트엣지 권형안 대표와의 인터뷰를 통해 미래차 시장에서 신뢰성의 중요성과 관련 비즈니스에 대해 현장의 생생한 목소리를 담아왔다.



오직 '신뢰성' 한길만 걷는다
㈜엑셀리트엠티

'미래차의 신뢰성'이란 주제로 엑셀리트엠티 권형안 대표를 만나 인터뷰를 시작하려는 순간 그는 가장 먼저 '고장 물리학'에 대해 언급하기 시작했다. 자동차 신뢰성에 대한 시스템과 솔루션 등의 이야기를 기대하고 있는데 고장 물리학의 역사와 정의에 관한 이야기를 시작하는 그는 이미 관련 소프트웨어 개발사를 거쳐 지금의 엑셀리트엠티를 이끄는 수장으로 이 분야의 전문가다. 과연 자동차 신뢰성과 고장 물리학은 어떤 관계인지 그 이유가 궁금하다.

"고장 물리(Physics of Failure) 또는 신뢰성 물리학(Reliability Physics) 기반 전자장치 신뢰성 예측 및 최적화. 이는 제품 설계 시 적정 수준의 여유치를 확보하여 제품의 신뢰성을 보장하기 위한 솔루션을 제공하는 사업 분야로, 신뢰성 제품을 만들어 판매하고자 하는 개발사, 제조사, 판매사가 주요 고객층입니다. 최근 전자장치가 제품의 핵심 요소가 되면서 이 분야에 대해 시장과 고객의 관심이 크게 높아지고 있습니다. 예를 들면, 자동차 총 구성원가 중 전자장치가 차지하는 비중은 2030년 기준 50% 수준까지 될 것이라는 시장 예측 보고가 있는 것을 보면 쉽게 알 수 있습니다"

미래 자동차 산업에서 신뢰성 확보
'꼭 풀어야 할 명제'

자동차는 다른 어떤 산업 제품보다도 사람의 생명을 다루기에 안전성

에 관한 관심이 매우 높은 대표적인 '고관여 제품'이다. 이런 측면에서 그간 엑셀리트엠티는 신뢰성 검증 시장에서 어떤 방향으로 사업을 진척해 왔는지 물어봤다.

"고객이 제품의 가치를 평가하고 구매를 결정하는 주요 요인 중의 하나가 신뢰성(Quality Over Time)입니다. 이는 매출에 큰 영향을 줄 뿐만 아니라, 제품의 신뢰성에 기반하여 보증 기간을 결정하기 때문에 제품 원가를 낮추는 데도 필요한 핵심 요소입니다. 이런 이유로 고신뢰성 산업에서는 특히 신뢰성 중심 엔터프라이즈(Reliability Centered Enterprise)라는 개념과 신뢰성 가상 검증 프로세스를 제품개발 과정에 반영하고자 하는 노력이 꾸준히 진행됐습니다. 엑셀리트엠티는 남들보다 먼저 사업 초기부터 이러한 산업적 흐름에 맞추어 국내 시장과 고객을 개척해 온 결과, 10년이 지난 현재는 경험과 실적은 물론 고유한 노하우와 현실적인 실행력을 보유한 국내 최고 RPA(Reliability Physics Analysis) 기술기업으로 인정받고 있습니다."

그렇다면 이러한 신뢰성에 대한 중요도가 높은 산업군은 또 어떠한 것들이 있는지 궁금하다.

"이 산업 분야에는 자동차, 국방, 우주항공 등의 전통적인 산업 분야뿐 아니라 최근 주목받는 자율주행 모빌리티와 같은 신성장 혁신 산업 분야가 대부분 포함되어 있고, 전 세계 글로벌 기업들의 기술 경쟁이 가장 치열한 분야라고 할 수 있습니다"



미래 자동차 시장의 중심, 전기차
'신뢰성 확보'는 선택이 아닌 필수

우리가 흔히 말하는 미래 자동차 시장은 아마도 전기차를 중심으로 재편되는 큰 변화와 흐름에서 이해해야 할 것이다. 그렇다면 이런 전기차 중심으로 발전하는 미래 자동차 산업에서 신뢰성이란 화두가 주목받고 있는 본질적인 이유는 무엇인지 물어봤다.

"기후 위기, 신재생 에너지 개발, 산업구조 재편 등 전 세계적 규모의 사회적 변화와 맞물려 화석연료 기반의 각종 제품이 전기적 에너지를 기반으로 한 제품으로 바뀌어 가고 있습니다. 이에 따라, 제품 수명 동안 반복적인 충방전을 통해 에너지원으로 사용할 수 있는 배터리가 필수적인 구성품이 되었으며 또한, 배터리를 에너지원으로 한 각종 전력변환장치가 파생적으로 필요한데, 이들은 모두 앞에서 언급한 전기전자 장치이기도 합니다. 배터리, 특히 리튬이온(Lithium-ion) 배터리는 현재 가장 폭넓게 적용되는 동력원인데, 사용 중 수명이 줄어드는 노화뿐만 아니라 사용하지 않더라도 시간이 흐르면서 자연적인 노화가 발생하기 때문에 고신뢰성 제품의 사용 기간 내내 지속적인 건전성 진단과 남은 수명 예지가 필요합니다"

이런 상황의 변화 속에서 엑셀리트엠티는 어떻게 이 시장에 진출하였으며 어떤 방향의 비즈니스를 하고 있고 엑셀리트엠티만의 장점은 무엇인지 물어봤다.

"2012년 무렵 미국 DfR솔루션즈의 '셜록(Sherlock)'이란 제품의 시장성과 잠재력을 보고 국내 독점 파트너를 시작한 후 2014년 공식적으로 (주)엑셀리트엠티를 설립했습니다. 이후 엑셀리트엠티는 전자장치 신뢰성 사업에 더하여 2023년부터 자연스럽게 배터리 신뢰성 사업을 전개해 왔으며 현재 배터리 제조업체를 대상으로 한 전해액 최적화 솔루션 'AEM(Advanced Electrolyte Model)'과 배터리 수명 예측 솔루션

'CellSage'를 판매하고 컨설팅하고 있습니다. 특히, AEM솔루션은 국내 Major Cell 3개사에서 모두 라이선스를 구매하여 활용하고 있습니다. 이 솔루션은 다양한 응용 분야의 여러 종류의 제품에 배터리를 적용하고자 하는 모듈 및 팩 개발사들이나 배터리 기초연구를 수행하고자 하는 대학교와 연구소가 주요 고객층입니다."

"최근 모빌리티 산업의 급격한 변화의 중심에는 전자장치와 함께 배터리가 필수적인 요소로 자리 잡고 있으며, 이 두 요소 간에는 BMS(배터리 관리시스템 전자장치)를 매개로 긴밀한 연관 관계가 있습니다. 실제 고객을 만나는 과정에서 배터리 Chemistry에 대한 신뢰성 예측의 필요성과 수요를 확산하게 되었고, 꾸준한 사업화 방법을 모색해 온 결과 2022년 미국의 RidgeTop(미국 정부 기관인 에너지국 산하 국립연구기관인 Idaho National Lab 연구결과물을 상용제품으로 개발하는 기업)과의 파트너십을 맺고 본격적인 사업추진을 하게 되었습니다."

전기차와 같은 배터리 사용제품 수량이 많이 늘어남에 따라 배터리 건전성 진단과 잔존수명예측(또는 잔존차지평가)과 같은 수요는 늘어날 수밖에 없다고 예상합니다. 물론, 배터리 분야의 기술발전에 맞춰 새로운 기능 업그레이드나 경쟁기업의 시장참여에 따른 차별화가 필요합니다. 이런 점을 당사가 앞으로 꾸준히 극복해 나가야 할 사업적인 도전으로 받아들이고 최선의 노력을 다할 생각입니다."

미래차의 신뢰성 경쟁력의 엿지
'디지털 트윈'으로 완성

자동차 시장이 전기차로 재편되면서 자동차 제조사뿐만 아니라 부품사들까지 전방위적으로 새로운 설계와 기준이 필요하고 이를 검증하는 과정에서 전자장치 신뢰성이 자연스럽게 대두되고 있다. 이런 변화를 직접 만나고 느끼면서 국내 미래차 시장에서 엑셀리트엠티의 솔루션들이 어떤 기능과 의미가 있는지 물어봤다.



“K-배터리로 불리는 국내 배터리 산업은 글로벌 시장의 주요 참여자(EV 기준 2023년도 전 세계 시장 23.1% 점유) 중에 하나며 AEM에 대한 수요는 꾸준히 늘어날 것으로 예상합니다.

또한, 배터리 모듈 및 팩, 그리고 이들이 핵심 에너지원으로 사용되는 EV이나 ESS는 물론 Drone, eVTOL 등 자율주행체 시장이 늘어남에 따라 배터리의 수명진단과 남은 수명 예지를 할 수 있는 솔루션의 필요성이 생겨나고 있습니다. 이런 제품을 설계, 시험, 평가, 그리고 재활용하는 영역에서 수명 예측과 남은 수명 평가는 점점 가치를 인정받고 있으며, 배터리 산업의 성장과 함께 범용 솔루션으로 자리 잡아갈 것으로 예상합니다. ‘CellSage’는 고신뢰성 배터리가 있어야 하는 제품에서 요구되는 배터리 건전성을 진단하고 예측함으로써 사용자와 사업자 모두에게 직접적이고도 가치 있는 정보를 제공하게 될 것입니다.”

그동안 설류이나 ‘CellSage’ 등의 제품을 독점 공급하면서 얻게 된 노하우와 경험을 바탕으로 엑셀리트엣지만의 독자적인 솔루션인 ‘EdgeAI’을 만들게 되었다고 하는데 이것을 만들게 된 과정과 의미를 물어봤다.

“그동안 축적된 신뢰성 사업(전자장치와 배터리 설계 신뢰성 및 운영 신뢰성)의 경험과 노하우를 통해 ‘EdgeAI’라는 자체 생산 제품을 2023년에 특허 개발하여 출시하였습니다. 이 제품은 전자장치 신호 무결성 지표인 S-파라미터의 패턴 빅데이터를 기반으로 한 인공지능 신뢰성 PHM(Prognostics and Health Management) 솔루션입니다. 표준기관인 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)에 따르면 물리학 기반 신뢰성 방법과 데이터 기반 신뢰성 방법을 결합할 때 진정한 의미의 신뢰성 ‘디지털 트윈’을 만들 수 있다고 정의하고 있습니다.”

“EdgeAI’는 준 실시간 또는 실시간으로 진행형 고장을 탐지하고 알려주는 운영 신뢰성 보장 솔루션입니다. ‘EdgeAI’는 운영 중인 제품에서 추출한 데이터를 기초로 계측기(준 실시간 진단 방법) 또는 Chip(실시간 진단 방법)을 사용하여 전자장치의 건전성을 진단하고 4분위(차 제품) 또는 10분위(추후 개발예정)로 고장의 원인과 진행 정도를 안내해 줄 수 있습니다. 물론, 사전에 학습된 빅데이터를 기반으로 예측을 하므로 다양한 현실의 고장 유형과 고장 진행 정도가 잘 반영될 수 있는 양질의 데이터베이스 확보가 꾸준히 이루어져 평가의 정확성을 높일 수 있어야 하는 과제가 있기도 합니다. 당사는 이제 ‘EdgeAI’를 개발하여 출시함에 따라 물리학 기반 전자장치 신뢰성(Ansys Sherlock RPA) 과 데이터 기반 신뢰성(EdgeAI PHM) 분야의 솔루션을 모두 제공할 수 있게 됨으로써, 진정한 [전자장치 신뢰성 디지털 트윈 전문기업]이 될 수 있게 되었다고 자부합니다.

지난 10년은 외국의 기술을 들여와 국내에서 참조사례를 만들거나 판매 지원을 하는 기간이었다면, 앞으로의 10년은 글로벌 시장에서 전 세계를 상대로 한 제품과 서비스를 제공할 수 있는 기업으로 탈바꿈할 계기가 ‘EdgeAI’ 출시를 계기로 마련되었기 때문에, 미래의 10년은 엑셀리트엣지가 맞이할 새로운 도전과 기회라고 생각합니다. 특히, ‘EdgeAI’를 글로벌 시장에서 성공적으로 정착시키기 위해서는 고객이 필요하다고 인정해야 하고(사용자 가치), 구체적인 적용사례를 통해 효과를 입증해야 하며(현실성과 실천력), 지속성이 있어야 하고(신규 기능 개발 및 투자재원), 더 많은 사용자가 사용할 수 있는 제품과 서비스로 만들어야 하는(매출 규모와 수익) 목표를 이룰 노력과 의지가 필요하다고 느낍니다.”



그렇다면 미래차 신뢰성에 대한 언급 속에 등장하는 ‘설계 신뢰성’과 ‘운영 신뢰성’에 대해 간단한 설명을 부탁드립니다.

“설계 신뢰성이란 제품 설계 단계에서 요구되는 신뢰성입니다. 현장에서서의 운영조건을 바탕으로 가속시험(현장 부하 환경에서 누적될 Damage만큼 짧은 시간 동안 가속하여 시험함으로써 제품 고장 여부를 비교 판단 하는 방법)을 하여 결정하는 것이 전통적인 방법이었으나 최근에는 시간/시험설비 및 장소/비용/인력 등 물리적인 한계를 극복하기 위해 컴퓨터상에서 가상적인 모델을 만들어 다양한 해석을 수행할 수 있는 CAE(Computer Aided Engineering) 기법이 발전하면서 시험에 전적으로 의존하던 체계에도 변화가 생기기 시작했습니다.

특히, 가상 검증(Virtual Assessment 혹은 Virtual Validation)은 물리학(Physics)에 기반한 전자장치 RPA 방법이 발전하고 새로운 도구가 생김으로써, 물리적인 시험을 보완할 수 있는 새로운 검증방법으로 자리 잡아 가고 있습니다. 국내에는 2010년 이후 서서히 도입되어 가다가 최근에는 현대자동차를 비롯한 고신뢰성 산업 OEM들이 전통적 제품의 신뢰성을 보증하기 위한 핵심기술로 인정하여, 빠르게 적용 범위를 늘려가고 있습니다.

또한, 운영 신뢰성이란 제품을 개발하고 판매하는 공급자 입장이 아닌, 제품을 구매하여 운영하는 사용자 입장에서 필요합니다. 사용자에게는 제품을 운영하는 동안 고장으로 인한 갑작스러운 운영중단이 없어야 하고, 유지보수 비용을 포함한 운영 및 관리비용이 적게 들어가는 것이 무엇보다 중요합니다. 특히, 고장으로 인한 생명 및 재산상의 피해가 매우 높은 제품을 사용하고 운영하는 기업이나 소비자의 경우는 이 운영 신뢰성이 매우 중요한 요소입니다.

설계 신뢰성도 중요하지만 이런 운영 신뢰성을 보장하려면 현장의 다양한 운영 및 환경 조건에 따라 제품의 건전성 상태가 어찌저찌 알 수 있어야 하고, 남아있는 잔여 수명이 어느 정도인지 예측하여 사용자에게

즉시 제공하는 것이 필요합니다. 앞에서 언급했듯이 고신뢰성 제품이 사용되는 응용 분야에서는 전자장치나 배터리(온도 및 전압 관리를 위해 BMS에 관리기능 내장)의 안전성과 신뢰성이 모두 중요하기 때문에 운영 신뢰성을 보증하는 방안이 필요합니다. 특히, 전자장치의 경우는 성능과 기능을 동시에 만족해야 생명과 재산을 보호하고 미션을 완수할 수 있기에 운영 신뢰성을 담보할 수 있는 솔루션이 필요한 것입니다.”

전기차 중심의 미래차에 있어서 신뢰성은 앞으로 핵심 시장이 될 것

끝으로, 엑셀리트엣지가 “전자장치 신뢰성 디지털 트윈”을 사업의 큰 방향으로 잡은 이유는 무엇인지 궁금하다.

“고객이 경제적인 가치를 부여하는 중요한 기준 중의 하나가 신뢰성이기 때문에, 전자장치의 신뢰성은 가장 어렵고 중요할 뿐만 아니라 도전해 볼 만한 분야로 생각했습니다. 특히 우리나라는 풍부한 양질의 인력과 제품 설계 능력을 보유하고 있고 빠른 제품개발 주기에 적합한 적응력이 있어야 하는 전자산업이 발전한 나라이기 때문에, 이 분야에서 지속적인 사업기회를 얻을 수 있겠다고 판단했습니다. 따라서, 새로운 사업 분야에 초기부터 참여하게 되면 경쟁자들보다 앞설 수 있고 결국은 투자에 대한 보상을 어느 정도는 기대할 수 있겠다고 판단하여 이 사업 분야를 선택하게 되었습니다.”

모든 제품과 브랜드가 그러하겠지만 특히 전기차 중심의 미래차에 있어서 신뢰성은 앞으로 핵심 시장이 될 것이다. 이는 제조사뿐만 아니라 소비자 입장에서 각 제품과 브랜드를 구별하고 구매하는 주요 판단 기준이 될 것이다. 이러한 시장성을 보고 착실한 준비와 노력으로 시장을 리드하는 기업으로 거듭나는 엑셀리트엣지의 앞날에 응원과 신뢰성 시장에서 뜻하는 목표를 달성하게 되길 기원하며 바쁜 일정 중 인터뷰에 응해준 엑셀리트엣지 권형안 대표께 감사의 말씀을 전한다.

Interview

dSPACE

미래차 신뢰성의 All-round player dSPACE Korea

그동안 제조업 중심이었던 자동차 산업은 이제 플랫폼 기반으로 다양한 형태의 모빌리티에 각종 서비스를 탑재하는 방향으로 진화하고 있다. 친환경차와 소프트웨어 중심 자동차(SDV), 크게 두 축을 필두로 첨단기술들이 빠르게 발전하고 있는 가운데 이러한 신기술들을 어떤 기준으로 충분히 신뢰할 수 있는가에 대해 여러 의문이 제기되고 있다.

모빌리티 인사이트에서는 독일의 글로벌 시뮬레이션 및 검증 솔루션 선도 기업 dSPACE의 한국지사 손태영 대표와의 인터뷰를 통해 미래차 시대를 맞이하기에 앞서 현재 자동차 산업이 직면한 신뢰성의 과제와 이를 해결하는 방안에 대해 현장의 생생한 목소리를 담아봤다.



손태영

디스페이스 코리아 대표이사

dSPACE

미래차 신뢰성 ‘그 기준을 검증한다.’ dSPACE Korea

‘미래차의 신뢰성’이란 방대한 주제를 준비하던 중 국내가 아닌 글로벌 시장에서 이 분야를 선도하는 기업을 찾기가 쉽지 않았다. 그러던 중 알게 된 dSPACE Korea. 손태영 대표를 처음 만나는 순간, 그는 캐주얼한 본인의 복장에 대해 먼저 이야기를 시작했다. “우리 회사는 형식에 얽매이지 않고 자유로우면서도 본질에 충실하자는 생각으로 복장부터 자유롭습니다.”라는 인사말에서 오히려 당당한 자신감이 느껴졌다. 가장 먼저 내연기관차에서 전기차로 전환되고 있는 지금의 상황에서 신뢰성에 대한 그의 생각이 궁금하다.

“전기차는 모터와 배터리, 충전기 등의 전기부품으로 주로 구성돼있어 내연기관의 복잡한 구조에 비해 비교적 단순하게 보일 수 있습니다. 이에 IT 기업들에 이어 가전업체들도 앞다퉈 전기차 시장에 뛰어들고 있습니다. 그러나 최근 애플은 기술적 한계에 부딪혀 지난 10년간 100억 달러 이상을 투자하며 공들인 자율주행 전기차 프로젝트인 ‘애플카’를 포기했습니다. 애플과 같은 거대 기업의 사업 철수는 전기차 및 자율주행 기술 개발의 어려움을 여실히 보여준 좋은 사례라고 생각합니다.

또 다른 예로, 중국의 대표적인 가전업체 샤오미가 첫 전기차를 출시하였고 연이은 사고로 논란이 되고 있습니다. 샤오미의 첫 전기차 SU7 시승 도중 발생한 사고가 이슈화되면서 안전성에 관한 논란이 불거졌습니다. 이러한 예들은 여전히 전기차에 있어 사시 제어기와 센서들의 역할이 중요하다는 점을 방증하는 것이며 업계에서는 샤오미가 3년이라는 짧은 자동차 개발 기간을 고려했을 때 충분한 사전 검증을 거쳤는지에 대해 회의적인 반응이 있습니다.”

SDV(Software-defined Vehicle)의 열풍 사이버 보안의 대안 필요

최근 들어 미래 자동차 시장을 이야기할 때 가장 많이 언급되는 단어 중의 하나가 바로 SDV(Software-defined Vehicle)다. SDV라는 단어 속에 미래에 대한 기대감도 있지만 생소함에서 오는 불안감도 있다. 이렇듯 점차 SDV로 변화, 발전하는 자동차 시장에서 ‘신뢰성’에 관한 생각을 들여봤다.

“기존 자동차 산업의 핵심 기술로 꼽히던 CASE(Connectivity/연결성, Autonomous driving/자율주행, Share/공유경제, Electrified/전동화)는 현실적 지향점을 반영해 이를 아우를 수 있는 ‘소프트웨어 중심차(SDV)’로 대체되고 있습니다. SDV 시장 선점을 위해 IT 기업부터 부품 공급업체, 완성차 업체까지 협업과 경쟁을 병행하며 SW 역량 확보에



현대차그룹 MBD 컨소시엄 MOU 체결식

사활을 걸고 있고, 글로벌 시장에서는 제너럴모터스(GM), 메르세데스-벤츠, BMW, 도요타 등 완성차 기업들이 소규모 신생기업을 인수하거나 소프트웨어 전문 자회사를 설립하는 등 SDV로의 체제 전환을 위해 박차를 가하고 있습니다. ‘바퀴 달린 스마트폰’이라고도 불리는 SDV 차량은 소프트웨어 사양을 무선 통신(OTA)으로 업데이트하고 더 나아가 차량 성능을 원격으로 제어할 수 있게 되어있으며 이처럼 자동차에서 소프트웨어가 차지하는 비중이 높아질수록 사이버 공격의 위험성이 높아지므로 보안 강화를 위한 철저한 대비가 필요합니다. 가령 통신 제어 시 해킹을 당했을 경우 혹은 SW 업데이트 시 악성코드 감염 등의 사이버 공격에 대해 어떻게 대응할 것인지에 대한 방안 수립이 우선 필요합니다. 특히, 차량 데이터 처리에 오류가 발생하거나 디지털 열쇠 정보가 해킹을 당하는 등의 문제들은 심각한 인명 피해로 이어질 수 있기 때문입니다.

자동차 산업의 혁신 방향성에 대해서는 의심의 여지가 없지만, 그 무엇보다 안전이 중요한 분야인 만큼 정확한 성능 검증이 우선되어야 합니다. 어떻게 전동화되고 디지털화된 차량에 대한 불안감을 해결하는 나가 모빌리티 산업의 미래를 결정짓는 중요한 요소가 될 것입니다.”

미래차 신뢰성 확보를 위해 가상 환경 기반의 시뮬레이션은 필수적

‘미래차 신뢰성’이란 단어 자체가 다소 모호하고 형이상학적인 부분이 없지 않다. 도대체 어떤 기준으로, 어떻게 검증했을 때 신뢰성을 확보했다고 할 수 있는지 좀 더 구체적인 방법론에 관해 물어봤다.

“미래차 기술들이 제대로 실현되기 위해서는 실제 주행 상황에서 발생할 수 있는 모든 상황을 고려해 다양한 시나리오에서의 평가가 필요합니다. 하지만 현실 세계에서 실제 차를 기반으로 모든 테스트를 한다는 것은 비용적, 시간적인 한계가 있으며, 사고 위험이 큰 극한상황(Edge



HIL(Hardware-in-the Loop) 시뮬레이터

case)의 경우 안전상의 문제가 있기에 실제 주행 상황과 거의 유사하게 구현된 시뮬레이션 환경을 실험실 내에 구현함으로써 거의 모든 시나리오에 대한 테스트가 가능하며 현실에서는 테스트가 어려운 최악의 조건들에 대해 안전하고 비용 효율적으로 수행할 수 있으며, 반복 테스트가 가능해 개발 기간을 단축할 수 있는 이점이 있습니다.”

독일 모빌리티 시뮬레이션 검증 전문 기업, dSPACE

개인적으로 이름도 약간 생소한 dSPACE라는 회사에 대해 기본적인 설명을 부탁했다.

“dSPACE는 1993년에 설립된 독일 기업으로, 초기에 메르세데스-벤츠, BMW, 폭스바겐 등 독일 완성차 기업의 요구로 설립되었습니다. 다수의 독일 완성차 업체들은 수년 전부터 자동차 양산 전 발생 가능한 모든 잠재적 오류를 찾아내기 위해 dSPACE의 툴체인을 사용해왔으며 카메라, 레이더, 라이더, 초음파 등의 센서를 검증하는 솔루션, 제어 로직을 검증하는 범용 제어기인 RCP(Rapid Control Prototyping), 가상 ECU를 생성 및 테스트하는 SIL(Software-in-the-Loop) 솔루션, 제어기 검증부터 차량 레벨에서 통합 검증이 가능한 HIL(Hardware-in-the-Loop) 시뮬레이터 등을 구성해 차량 환경 전체를 가상으로 구현해내어 수많은 센서와 복잡한 제어 시스템을 종합적으로 테스트하고 있습니다. 또한, dSPACE는 자동차 OEM이 있는 모든 국가에 지사가 설립돼 있으며, 30년 이상의 풍부한 프로젝트 경험과 노하우를 보유하고 있습니다. 아우디, 스텔란티스, 포드, 제너럴모터스(GM) 등 해외 OEM뿐만 아니라 국내 OEM과도 활발히 프로젝트를 진행하며 기술력을 입증받고 있습니다. 그뿐만 아니라 시뮬레이션의 정확도를 높이기 위해 실제 도로 상황을 정밀하게 재현하는 ‘디지털 트윈 기술’을 보유하고 있으며, 국내 가전업체에도 납품한 이력도 갖고 있습니다.”



한국교통안전공단(TS), dSPACE와 함께 미래차 검사 방법 개발

한국교통안전공단과 함께 미래차 검증 기준 및 방법 개발

인터뷰를 진행하는 손 대표의 방 벽면에 한국교통안전공단 프로젝트 진행현황이란 보드판이 걸려 있었다. 과연 ‘한국교통안전공단 프로젝트’라는 것이 무엇인지 보안이 허락하는 수준에서 설명을 부탁했다.

“내연기관차에서 미래 자동차로 전환되면 자동차 정기 검사 방법도 변경되어야 합니다. 일반 내연기관차에서는 주로 배기가스 배출량, 엔진 오일 교체 시기, 배기 소음 등에 대해 점검했다면 첨단 장치를 장착한 미래 자동차의 점검 항목은 이에 맞춰 확대, 조정할 필요성이 있습니다. 이에 한국교통안전공단(TS)은 첨단 안전장치를 장착한 미래차 검사를 위한 새로운 프로세스를 개발하고 있으며, 일차적으로 2027년부터 국내에서 생산되는 모든 차량에 대해 3년마다 장착된 레이더 및 카메라 센서를 검증받는 것을 의무화하는 내용으로 법제화를 추진하고 있으며 앞으로는 이러한 센서들이 인식한 데이터를 제어기가 정상적으로 판단하는지에 대한 검증 프로세스도 추가할 예정입니다.”

“또한, 한국교통안전공단은 다양한 센서를 장착한 미래차를 검사하기 위해 VIL(Vehicle-in-the-Loop) 테스트 방법을 개발하였는데, VIL 테스트는 검사 차량의 가속, 제동 및 조향 검증이 가능한 Dürr의 x-road curve 사시 동력계와 dSPACE의 레이더 타겟 시뮬레이터(DARTS), 차량 동역학 모델(ASM), 센서 시뮬레이션 비주얼라이제이션 솔루션(AURELION) 그리고 전체 시스템을 운영하는 실시간 시뮬레이션 플랫폼(SCALEXIO)으로 구성됩니다.

검사 차량에 장착된 카메라는 화면에 시뮬레이션된 영상을 실제 도로 환경으로 인식하고, 레이더 센서의 경우 dSPACE의 레이더 타겟 시뮬레이터가 OTA(Over-the-Air) 방식으로 생성한 타겟을 인식합니다. 이 모든 시뮬레이션 데이터는 실시간으로 동기화되어 실제 차량 환경과 거의 유사하게 이루어집니다.

일례로 ACC(Adaptive Cruise Control) 기능을 검증하기 위해 화면에 전방 차량이 나타나면 검사 차량이 이를 인식해 ACC 기능을 활성화한 후 필요에 따라 제동을 걸어야 하거나, LDWS(Lane Departure Warning System) 기능을 검사하기 위해 가상 도로 환경의 차선을 인식해 검사 차량이 차선과 가까워지면 LDWS 기능을 활성화해 경고 알람을 띄워야 합니다.

이외에도 한국교통안전공단은 AEB(Autonomous Emergency Braking), FCW(Forward Collision Warning) 등의 ADAS 기능 검증을 위해 다양한 시나리오를 적용할 수 있으며, 위급 상황에서 정상 동작을 확인할 수 있는 시나리오도 추가될 예정이며 테스트에 통과하기 위해서 검사 차량은 VIL 시뮬레이션에서 주어지는 새로운 상황에 실시간으로 대응해야 합니다.”

단일 기업 차원이 아닌 정부 차원에서 미래차 신뢰성에 대한 구체적인 준비를 dSPACE가 하고 있다는 점이 놀라웠다.

“현재 국내 미래차 검사 시스템은 한국교통안전공단과 함께 dSPACE 한국지사에서 개발 중이며, 독일에서는 독일 자동차 검사기관 KUS와 dSPACE 본사가 협업해 진행하고 있습니다. 국내외 최고의 공신력을 지닌 국가 검사기관에서 dSPACE의 솔루션을 채택함으로써 dSPACE의 독자적인 기술력과 장비의 신뢰성을 확보했습니다.

이런 맥락에서 자동차가 판매된 후 발생하는 자동차 관련 사후 서비스인 애프터 마켓(Aftermarket) 시장도 커지고 있습니다. 기술이 고도화될수록 자동차에 전자화된 부품이 더 많이 탑재되고 있고, 차량 구매 후 일정 시간이 지난 후에도 이러한 부품들이 정상 작동하는지에 대한 검사 필요성이 대두되고 있습니다.”

단위 검증부터 차량 레벨의 통합 검증까지 지원 가능

홈페이지나 기사 정도만을 접하고 만난 dSPACE의 구체적인 내용은 사뭇 놀랍고 궁금한 것도 많아지기 시작했다. 이에 더 자랑하고 싶은 부분을 더 요청했다.

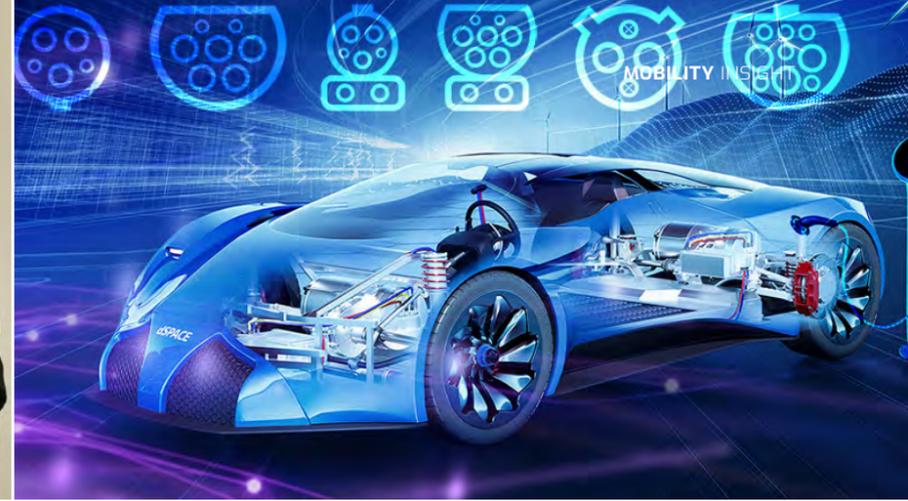
“자율주행은 ‘눈’ 역할을 하는 카메라, 레이더, 라이다 등의 센서가 주변 상황을 인지(perception)한 후 ‘뇌’ 역할을 하는 제어기들이 여러 센서와 제어기 정보를 조합해 최종적으로 판단(Decision)을 내린 후 올바른 제어(Control) 명령을 내리는 것이 기본 원리입니다. 현대모비스, 만도, 콘티넨탈과 같은 티어 1의 경우, 단일 부품에 대한 성능 검증도 필요하지

만, 자동차에서 센서와 제어기의 역할이 커지면서 여러 센서 데이터를 퓨전 한 후 인식 성능을 높이는 등 종합적인 관점에서의 통합 검증이 중요해지고 있습니다. 완성차 업체에서는 실제 차 기반으로 시험했던 영역들도 비용 절감, 개발 효율 향상 및 안전 확보를 위해 점차 시뮬레이션 기반으로 교체하는 추세이고 실제 차 테스트로는 한계가 있는 코너 케이스들에 대해 가상 환경에서 여러 가지 가혹한 조건들을 설정해 반복적으로 테스트할 수 있어 ‘테스트 커버리지’를 높일 수 있습니다.

dSPACE는 사시, ADAS, 파워트레인 등 도메인별로 시스템 통합 검증을 위한 기반 환경을 제공하며, 국내 유수의 업체들과 다양한 프로젝트 경험을 보유하고 있으며 국내 K-배터리 3사는 전기차의 핵심 부품인 BMS(Battery Management System) 제어기를 검증하기 위해 dSPACE HIL 장비를 사용하고 있고, 한국교통안전공단 자동차안전연구원(KATRI)은 자율주행 실험도시(K-City) 기반 시뮬레이션 플랫폼 구축을 위해 dSPACE와 프로젝트를 진행하고 있습니다. dSPACE는 디지털 트윈을 통해 K-City를 가상화해 ‘디지털 K-City’를 구현했고 이로써 물리적 제약이 많은 기존의 실도로 테스트 방식에서 벗어나 다양한 조건과 환경에서 반복 시험 및 검증이 가능해졌습니다. 국내 1위 완성차 업체에서는 실험실 내에 가상으로 완벽하게 차량 환경을 구축해 전체 차량 레벨의 HIL 검증을 수행하고 있습니다.”



K-City에 설치될 시뮬레이션 플랫폼 장비. 자율주행 시뮬레이션 솔루션으로 다양한 시나리오 구현



MIL/SIL/HIL/VIL/DIL 테스트 지원 토털 검증 솔루션 보유

앞서 자동차 신뢰성에 관해 이미 글로벌 경쟁력을 갖춘 전문 기업이라는 설명을 길게 했는데, 그것을 가능하게 한 구체적인 보유 솔루션들에 대해 궁금하다.

“전 세계적으로 레벨3 자율주행차의 상용화 시점이 미뤄지고 있는 가운데 성급한 기술 상용화 이전에 사고 책임 및 보험 처리 등에 대한 법규 제정과 이에 따른 사회적 합의가 우선돼야 한다는 의견에 힘이 실리고 있습니다. 레벨3은 제어권이 일부 운전자에서 차량으로 넘어가는 단계인 만큼 사고 발생 시 운행 주체에 따라 운전자 또는 제조사 등이 책임을 나눠야 합니다. 즉, 차량 제어권이 운전자로 전환될 때 운전자가 어떻게 느끼는지에 대한 연구가 매우 중요해졌고, 이를 위해 운전자 상호작용 및 HMI(Human-Machine Interface) 등에 대한 검증이 가능한 DIL(Driver-in-the-Loop) 시뮬레이션의 필요성이 높아지고 있습니다.

dSPACE는 운전자 기반의 주행 시뮬레이션이 가능한 DIL 솔루션뿐만 아니라 MBD(Model based Design) 기반으로 모델에서 제어 로직을 테스트할 수 있는 MIL 솔루션, 가상 ECU 생성 및 테스트 가능한 SIL 솔루션, 부품에 대한 단위 검증부터 차량 레벨의 통합 검증이 가능한 HIL 솔루션, 실제 차량에 시뮬레이터를 탑재해 현실에서 수행하기 어려운 시나리오에 대해 테스트할 수 있는 VIL 솔루션까지 토털 검증 솔루션을 보유하고 있습니다. 자동차가 소프트웨어화되면서 모든 부품이 서로 연결되고 있으며 이에 차량 간 통신(V2V)부터 차량과 교통 인프라 간(V2I), 차량과 네트워크 간(V2N), 차량과 보행자 간(V2P), 차량과 센서 및 제어기 간 등 자동차와 통신하는 모든 것(V2X)에 대한 검증도 중요해지고 있습니다. 이를 대비해 dSPACE는 자동차가 주변 환경과 정상적으로 데이터를 교환하고 처리하는지 검증할 수 있는 솔루션을 제공하고 있으며, 서로 다른 통신 규격 간의 데이터 교환도 검증 가능합니다.”

이제 지상을 넘어 하늘로 나는 UAM 시대도 적극적으로 대비한다.

끝으로 미래 모빌리티 시장에 있어 지금의 전기차, 수소차에 관한 논의가 한창이지만 작년 CES 2024에서 현대자동차그룹 슈퍼널에서 발표한 AAM 기체 ‘S-A2’로 대표되는 UAM에 관한 관심도 상당히 높다. 이런 변화에 dSPACE는 어떻게 대응하고 있는지 궁금하다.

“dSPACE는 전기차, 자율주행차에서 더 나아가 도심 항공 모빌리티로 일컫는 UAM(Urban Air Mobility) 산업을 대비해 공기 마찰 시뮬레이션과 같은 다양한 플라잉 카 검증 솔루션도 준비하고 있습니다. 이미 딜 에어로스페이스(Diehl Aerospace)의 eVTOL(수직 이착륙 기능을 갖춘 전기 항공기) 개발을 위해 장비를 납품한 사례도 있으며, 딜 에어로스페이스는 엄격한 항공 지침에 따라 안전하게 전기 항공기의 제어 시스템을 시험하기 위해 dSPACE의 솔루션을 사용해 가상 항공기를 구축하였고, 항공기의 제어 전략을 통합하는 비행 제어 컴퓨터인 FCC(Federal Communications Commission 미연방통신위원회) 검증을 성공적으로 수행했습니다. 이처럼 dSPACE는 기존 핵심 사업인 사시, ADAS, 친환경 자동차뿐만 아니라 드론, UAM을 포함한 항공 분야 솔루션까지 지속 확대할 예정입니다.”

미래차의 소비자는 따로 있는 것이 아니다. 자동차를 만든 기업도, 이를 검증하는 기업도, 결국 모두가 소비자다. 더군다나 자동차는 사람의 생명을 다루는 제품이기에 더욱이 ‘안전과 신뢰’에 대한 부분은 아무리 강조해도 부족하다. 이런 자동차의 신뢰성의 문제를 보다 과학적이고 체계적으로 해결해 나가기 노력하는 dSPACE의 모습에 박수와 응원을 보낸다. 지상뿐만 아니라 하늘을 나는 자동차에 이르기까지 미래를 먼저 고민하고 준비하는 dSPACE의 원대한 꿈이 꼭 이루어지길 기원하며 바쁜 일정 중 인터뷰에 응해준 dSPACE Korea 손태영 대표께 감사의 말씀을 전한다.

목적기반차량(PBV), 머지않은 성장 변곡점

이호 한국자동차연구원 산업분석실 책임연구원

KATECH INSIGHT

- ◆ COVID-19에 따른 공유경제 후퇴로 승차공유서비스용 PBV의 성장에 대한 관심도 하락된 바 있으나, 전기 PBV의 경제성을 높이는 기술 상용화로 다시금 성장에 대한 기대 부상 중
- ◆ 올해를 기점으로 상용화되는 by-Wire 시스템 및 스케이틀보드 플랫폼의 확산과 함께 PBV 성장이 기대되나 신뢰 확보가 중요한 도전 과제가 될 것으로 예상됨

CES 2023에 이어 CES 2024에서도 모빌리티 분야에 대한 많은 관심 형성

* PBV는 사용 목적에 따라 맞춤형으로 설계·제작되어 승객 또는 화물을 운송하는 이동 수단을 의미하는데, 런던의 명물 Black Cab과 같이 승객 수송이라는 기능 측면에서는 동일하나 차별화되는 실내 공간을 구현한 차량, 구급차, 캠핑카, 푸드트럭 등과 같이 수송 외 추가적인 기능에 맞춰 공간이 설계된 차량을 대표적인 예로 볼 수 있음

2010년대 후반 Uber 등 업체가 빠르게 성장하면서 승차공유서비스용 PBV까지 시장이 확장될 수 있다는 기대를 모았으나 COVID-19로 인한 공유경제의 후퇴와 함께 관심도 하락

- (사용자 관점) 일반 승용차는 운전자 중심 또는 일부 승객과의 균형을 갖춘 공간으로 설계되는데, 승차공유서비스용 차량의 경우 더욱 승객 중심의 공간으로 설계되어야 한다는 필요성 제기

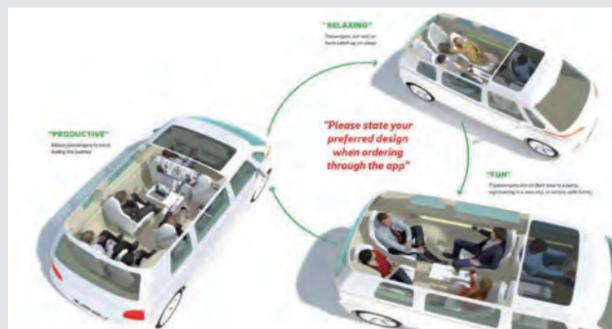
* Roland Berger(2018)는 차량 내에서 사무를 볼 수 있는 공간 콘셉트(Productive), 수면 또는 휴식을 할 수 있는 공간 콘셉트(Relaxing), 탑승자 간 소통하며 즐길 수 있는 공간 콘셉트(Fun) 등을 제안한 바 있으며, 당시에는 단기 내 완전자율주행 실현을 기대하고 있었기에 로보택시에 걸맞은 공간 재구성이 필요하다는 관점도 존재하였음

- (공급자 관점) 각 PBV시장이 매우 협소한 시장을 형성하는 것에 반해 승차공유서비스용 PBV는 규모있는 시장을 형성할 수 있을 것이라는 기대가 있었으며, 이에 따라 승객 중심의 최적화된 공간을 제공하기 위해 수반되는 비용을 상쇄할 수 있는 규모의 경제 달성이 가능하다고 본 것

- 한편, 항공 모빌리티 분야에서는 Ryse Aero Technologies, HT Flying Car, 슈퍼닐(현대차그룹 UAM부문) 등이 참가했으며, 해상 모빌리티 분야는 Brunswick, Penta가 참가

* Roland Berger(2018)는 주요국 택시·승차공유시장이 2015년 68만대에서 2020년 94만대 → 2025년 247만대 → 2030년 470~500만대로 성장할 것으로 전망

런던의 Black Cab 내부(左) 및 Roland Berger의 승차공유서비스용 PBV 개념(右)



주) Black Cab은 정방향의 기본 좌석과 이를 마주 보는 접이식 좌석 등으로 구성되어 화물 및 승객 탑승에 탄력적으로 활용 가능
출처: (左) Autocar (右) Roland Berger

CATL의 CIIC(左) 및 기아의 PV5(右)



출처: CAT, 기아자동차

최근 공유경제가 부활의 조짐*을 보이고 PBV 실현에 도움이 될 수 있는 기술들, 특히 전기 PBV의 경제성을 높이는 기술들이 상용화되기 시작하면서 다시금 관심도 증대 중

* Uber 월평균 이용자 수(단위: 백만명): 2019.1Q 93 → 2020.1Q 103 → 2021.1Q 98 → 2022.1Q 115 → 2023.1Q 130

- 과거에는 경제성을 위해 차별화를 일부 포기하면서 기존 모델을 그대로 또는 일부 개량해 사용하거나, 중요도 낮은 구성요소의 제거 또는 소량 다품종 생산에 유리한 생산방식 적용(예: 3D 프린팅 등)이 필요하다고 여겨졌으나, 최근에는 전기차 플랫폼 기술을 활용한 경제성 확보 방안이 주목받고 있음

- 또한, 과거에는 임계 규모 이상의 생산량 확보가 용이한 승차공유서비스용이 주로 관심을 끌었으나, 최근에는 단거리 화물 수송(라이트마일 딜리버리) 등까지 확장된 콘셉트도 함께 부각

by-Wire 시스템*과 스케이틀보드 플랫폼*을 기반으로 규모의 경제를 달성할 수 있어 PBV가 더욱 다양한 분야로 확장될 수 있을 것으로 기대

* by-Wire는 조향(Steer-by-Wire), 제동(Brake-by-Wire) 등에서 기계적 연결을 전기적 구성요소로 대체하는 기술, 스케이틀보드 플랫폼은 주행 관련 서브 시스템을 모듈화하여 차체 하부 또는 차체에 통합하는 기술을 의미함(자세한 내용은 한국자동차연구원 산업동향 제108호 「완결을 향해 가는 by-Wire로의 진화」 참고)

by-Wire 및 스케이틀보드 플랫폼을 이용하면 차량 상부 구조의 설계 자유도를 크게 높일 수 있으며 다양한 상부 공간을 실현하면서도 규모의 경제 달성 가능

- 하중 분포 조정, 구조 강성 확보 등의 제약은 여전히 존재하나, 개념적으로는 주행 관련 시스템이 차량의 상부 구조에 가하는 설계적인 제약이 크게 완화되기 때문에 승객 및 화물 공간을 자유롭게 배치할 수 있음

- 동일 하부 시스템을 여러 모델에 적용하면 부품 공용화를 통한 비용 절감을 통해 다양한 상부 공간 실현에 따른 비용 증가를 상쇄할 수 있음

상부 공간의 모듈화까지 병행되는 경우 승객용 PBV는 승객 공간의 노후화, 진부화 완화 가능

- 3~5년 정도 운영을 하는 경우 내부 공간의 노후화 또는 진부화로 선호도가 떨어질 가능성이 존재하는데, 상부 공간 일부만 개별적으로 쉽게 교체할 수 있어 적은 비용으로 노후화, 진부화 완화 가능

또한 규모의 경제 달성을 위한 허들이 낮아지면서 수요가 상대적으로 두텁지 않은 특정 용도의 PBV 또는 중·소규모 사업자에 적합한 PBV등도 등장 가능

- 종전에는 높은 성장으로 빠르게 규모의 경제를 확보할 것으로 예상되는 승차공유업체 또는 대규모 화물업체가 PBV 도입 대상이었다면 중·소규모 화물사업자 등에도 적용 범위를 확대할 수 있을 것으로 기대

올해를 기점으로 주요 업체에서 by-Wire 및 스케이틀보드 플랫폼의 상용화를 진행할 예정으로, 이에 따라 PBV 시장도 빠르게 개화할 것으로 예상됨

PBV 시장의 확장 기대는 수년이 경과하였으나 아직은 제한적인 범위에서만 활용되고 있는 것이 현실

* 예를 들어 구급차 등과 같은 전통적인 영역 및 런던의 Black Cab과 같은 상징성을 가지는 승객용 외에는 Volkswagen의 MOIA+6(승객용), GM의 EV600(화물용) 등의 시범적인 운영 사례 중심임

그러나 2024~2025년경 by-Wire 시스템 및 스케이틀보드 플랫폼의 본격적인 상용화가 계획 중으로, 향후 이들의 상용화에 힘입어 PBV 시장의 본격적인 성장이 가능할 것으로 예상됨

- (CATL) by-Wire 시스템을 구현한 스케이틀보드 플랫폼 CIIC(CATL Integrated Intelligent Chassis)을 올해 3분기부터 양산할 예정으로, 언론은 Neta 등에서 CIIC 기반 차량을 생산할 것으로 전망

* 동사에 따르면 주행거리 1,000km, 전비 9.5km/kWh 등의 사양 보유. 다만, CIIC의 완성도에 대해서는 아직 검증된 바가 없으며 사양의 자세한 가정(상부 구조물의 형태, 무게 등)이 공개되지 않은 상태이므로 해석에는 주의할 필요가 있음

- (현대차그룹) CES 2024에서 공개된 기아 PV5는 현대모비스의 스케이틀보드 플랫폼 e-CCPM(Electric Complete Chassis Platform Module)를 탑재하여 2025년 출시 예정

- (Toyota) 2020년 스케이틀보드 플랫폼인 e-Palette를 공개한 바 있으며, 올해 말까지 Steer-by-Wire를 동사 전기차(Toyota bZ4x, Lexus RZ)에 적용할 계획

또한, 전기구동 시스템을 차량 바퀴 내부에 통합한 in-wheel motor 시스템 등이 상용화되면 공간 설계의 자유도를 한층 높일 수 있어 더욱 다양한 형태의 PBV가 등장할 수 있을 것으로 전망됨

다만, 새롭게 적용되는 기술에 대한 사용자의 보수적인 태도와 함께 PBV 개념 도입에 따라 일부 사업모델 상의 변화가 필요할 수 있다는 점은 도전 과제가 될 수 있음

- PBV는 맞춤형 제품으로 최적 활용 범위가 제한적이라 일정 기간을 활용한 이후 동일 수요를 가진 다른 주체를 물색하고 매각하기 어렵고, 이에 따라 최초 사용자가 차량을 장기적·안정적으로 운영하여야 하므로 차량에 대한 검증 및 신뢰성 등에 더욱 엄격한 기준을 요구할 유인이 있음

- 이러한 점은 조향, 제동 등 안전과 직결되는 신기술을 적용한 제품에 대해 가질 수 있는 사용자의 보수적인 태도와 합쳐져서 by-Wire 시스템 및 스케이틀보드 플랫폼 기반 PBV 채택을 저해하는 요인이 될 수 있음

- 따라서 최근 논의되는 PBV의 개념이 원활하게 확산되기 위해서는 안전성·안정성 등에 대한 사용자의 신뢰 확보가 관건이 될 것으로 예상됨

배터리 재사용·재활용 산업 활성화 방향

이서현 한국자동차연구원 산업분석실 선임연구원

KATECH INSIGHT

- ◆ 사용후 배터리 재사용·재활용 산업 활성화를 위해 전주기 이력정보 관리체계 구축이 필요, 관리체계를 주요국보다 앞선 시기에 구축한 나라로 중국이 있으나 관리체계 실효성이 낮아 산업 활성화가 지연
- ◆ 중국 사례를 고려할 때, 우리나라는 민간 자율성을 최대한 보장하는 방향으로 관련 정책을 추진하되 초기 시장의 불확실성을 완화하고 건전성을 높이기 위한 보완책을 도입할 필요가 있음

전기차 산업경쟁력을 위해서는 사용후 배터리 재사용·재활용 산업 활성화가 중요

2030년을 전후로 사용후 배터리 시장규모가 대폭 확대될 전망, 이에 따라 사용후 배터리의 회수 및 재사용(reuse)·재활용(recycle) 산업 활성화가 필요

- 사용후 배터리(폐배터리)는 전기차에서 분리해 재제조*·재사용·재활용 대상이 되는 배터리(산업통상자원부)

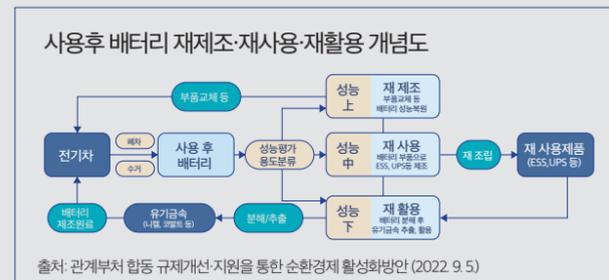
* 재제조는 배터리를 분해하고 내부 요소를 검사한 뒤 필요한 부품을 교체하여 본래의 용도로 되돌리는 방식. 본고서는 편의를 위해 사용후 배터리 재제조를 별도로 구분하지 않고 재사용·재활용을 중심으로 기술함

- 재사용은 전기차 배터리를 다른 용도(예: ESS)로 사용하는 방식이며 재활용은 배터리 방전, 물리적 해체 등 전처리 공정과 건식·습식제련 후처리 공정을 거쳐 유기금속을 회수하는 방식

* 배터리 잔량·상태 등에 따라 재사용할 수 있는 것은 우선 재제조·재사용하고 재사용이 어려운 것은 재활용

- SNE Research에 따르면 글로벌 전기차 폐차 대수는 2030년 411만 대, 2050년 4,227만 대, 글로벌 사용후 배터리 시장 규모는 2030년 약 70조 원에서 2050년 약 600조 원으로 증가할 전망

환경·공급망·경제성 등을 고려할 때, 사용후 배터리 재사용·재활용이 필수적이기 때문



- 사용후 배터리를 재사용·재활용하지 않으면 폐기물이 지속 증가하게 되며, 적절한 처리를 거치지 않고 방치하거나 매립·소각할 경우 유해물질이 발생하여 환경오염을 유발할 수 있음

- 또한 리튬·니켈·코발트 등 배터리 핵심 원료는 고가이며 공급망 리스크가 높는데, 배터리 재활용을 통해 고순도 원료를 확보한다면 공급망 다각화, 전기가 원가 절감 등을 달성할 수 있음

사용후 배터리 재사용·재활용 산업 활성화를 위해서는 전주기 이력정보 관리체계 구축이 필요

관련 산업을 활성화하기 위해서는 배터리 입고 단계부터 배터리 상태 진단결과, 등급 분류, 안정성 검사, 출고 이력까지 사용후 배터리 전주기 정보를 모니터링할 수 있는 이력정보 관리체계가 필요(한국환경연구원)

- 배터리의 생산·판매·사용 관련 정보뿐만 아니라 회수·운반 과정 정보 또한 사용후 배터리 성능평가와 재사용·재활용 판단에 중요한 근거가 될 수 있음

글로벌 전기차 보급을 선도한 중국은 생산자책임제, 이력 추적 플랫폼 구축, 적격 기업 선정 등 사용후 배터리 관리체계 또한 주요국보다 앞선 시기인 2018년부터 도입·운영

2018년 1월 ‘신에너지차 배터리 회수이용관리 잠정조치(新能源汽车动力电池回收利用管理暂行办法)’를 제정하여 사용후 배터리 재활용 주체임을 완성차 제조사가 지게 하고, 신에너지차 국가 모니터링·배터리 회수이용 이력관리 플랫폼(新能源汽车国家监测与动力电池回收利用溯源综合管理平台)*을 구축

* 해당 플랫폼에서 전기차 배터리 생산·판매·사용·폐기·회수·재사용·재활용 등 전주기 이력 등을 조회할 수 있다고 함. (한국무역협회, 2022, ‘EU 배터리 여권으로 살피는 이력 추적 플랫폼의 필요성’) 단 플랫폼은 관련 기업만 이용할 수 있음

2018년 9월부터 관련 기술, 회수 전문성 등을 평가하여 적격기준을 충족한 ‘화이트리스트 기업’을 선정

중국 신에너지차 국가 모니터링·배터리 회수이용 이력관리 플랫폼



출처: 자료: 베이징이공대학교 전기자동차 국가공정연구센터(北京理工大学电动汽车国家工程研究中心)

* 2023년 말 중국 배터리 회수·재사용·재활용 관련 기업은 10만개 이상이나 적격(화이트리스트) 기업은 2023년 12월 제5차 발표 기준 총 156개이며 나머지는 모두 비적격(비 화이트리스트) 기업임. 비적격 기업 중 대다수는 재활용·해체 자격, 환경영향평가인증, 안전 생산허가, 유해폐기물 관리허가 등을 받지 않은 소규모 불법작업장(小作坊)임

그러나 중국 내부에서는 관리체계 실효성이 낮아 사용후 배터리 산업 활성화가 지연되고 있다고 평가, 중국 정부는 2023년 12월 관련 기업의 책임을 강화하는 법률을 입안

중국 정부가 배터리 회수·재사용·재활용 적격 기업을 지정하고 있으나 중국 완성차 제조사는 적격 기업 여부를 고려하지 않고 사용후 배터리를 경매로 판매하고 있음

- 환경오염 방지 시설·장비 등을 갖추기 위해서는 대규모 투자가 필요하나, 비적격 기업은 이에 투자하지 않고 배터리를 처리하므로 적격 기업보다 더 높은 금액으로 입찰할 수 있음

* 중국 화학·물리 전원 산업협회(中国化学与物理电源行业协会)에 따르면 2023년 중국 내 사용후 배터리 중 25%만 적격(화이트리스트) 기업이 처리하며 나머지 75%는 비적격 기업이 처리하는 실정

- 현지 언론은 비적격 기업이 사용후 배터리를 재활용하는 과정에서 환경오염이 유발되며, 적격 기업이 배터리를 수급하지 못해 관련 기술 개발 및 규모의 경제 달성이 지연되는 문제가 있다고 분석

* 2022년 리튬 등 원료 가격 상승기에는 특히 단기차익을 얻으려는 소규모 불법작업장이 클러스터를 형성하여 탄산리튬, 삼원계 배터리를 수급한 뒤 블랙파우더로 만들면 배터리 재활용 기업 등이 이를 구매하여 후처리하는 구조가 유행

* 소규모 불법작업장은 자체 재활용, 후처리 공정 등을 적절하게 수행하지 못해 원료 재활용 효율 또한 낮음

* 현지 언론은 행정 여력 상 비적격 기업을 제재·관리하기 쉽지 않으며, 이에 따라 적격 기업이 고품질의 사용후 배터리를 수급하기 어려워 적격 기업의 재활용 처리시설 유휴율이 높을 편이라고 분석

이에 중국 정부는 2023년 12월 ‘신에너지차 배터리 종합이용 관리법(新能源汽车动力电池综合利用管理办法)’ 초안을 입안하여 관련 기업의 책임 및 이력정보 제공 의무 등을 강화

- 2018년 1월 발표한 신에너지차 배터리 회수이용관리 잠정조치를 법률로 격상, 배터리 재활용에 대한 기업의 책임소재를 강화하고 공급신식화부 주도하에 부처 간 이력 추적 정보공유 메커니즘을 구축하도록 함

* 완성차 제조사는 신에너지차에 탑재된 배터리를 회수할 책임(지역별 판매 대수에 따른 회수거점 설치 의무 포함), 소비자에 배터리 정비·사용 중지·회수 시기 및 절차를 안내할 책임, 재사용·재활용 과정 등에 대한 책임을 짐

관련 업계 일각에서는 해당 법률안에 대해 비적격 기업에 대한 제재·처벌을 강화하고 적격 기업에 대한 조세·재정 지원 혜택을 증대해야 한다고 주장(第一锂电网)

- 2023년 탄산리튬 등 원료 가격 하락기가 시작되어 당분간 지속될 전망으로 배터리 재활용 기업의 수익성이 약화

* 华安证券의 2023년 4월 중국 내수시장 분석 결과에 따르면 탄산리튬가격이 10만위안/t 이상이어야 LFP 계열 배터리 재활용 수익성을 담보할 수 있는데 2024년 2월 말 현재 전기차용 탄산리튬 평균 거래가격은 9만위안/t 수준(KOMIS)

중국 사례를 고려할 때, 우리나라는 민간 자율성을 최대한 보장하는 방향으로 관련 정책을 추진하되 초기 시장의 불확실성을 완화하고 건전성을 높이기 위한 보완책을 도입할 필요가 있음

2023년 12월 관계부처 합동으로 발표한 ‘이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안’은 사용후 배터리의 민간 자율거래를 최대한 보장하며 시장실패 시 보완 방안을 마련한다는 기본 방향성을 제시

다만 배터리 재사용·재활용 분야는 초기 단계로 시장 불확실성이 높으나, 관계부처 합동안은 규제성 장벽을 낮추되 최소한의 안전 기준 준수 및 배터리 이력 정보제공 의무를 부과하는 내용을 포함

- 재제조·재사용 기준을 충족하는 사용후 배터리를 제품으로 인정하여 폐기물 규제를 면제하고 재활용 과정의 중간 가공품(블랙파우더 등)을 재활용 제품으로 인정하여 완화된 사업허가를 통해 사업을 추진하게 할 것이라 함

- 사용후 배터리 전주기 이력 정보 관리체계를 2027년까지 구축하고 이 정보에 기반하여 민간주도 거래시장 지원 및 공급망 강화 등 정책적 활용을 촉진할 것이라고 함

* 배터리 활용 주체, 성능평가자에 제조부터 순환이용(재제조·재사용·재활용)까지 단계별 정보 입력 의무를 법제화할 예정

한편 배터리 재활용 사업은 현재 수익성이 낮아 기업이 대규모 투자를 단행하기 어려운 상황이므로 기업의 초기 투자를 지원하기 위한 조세·재정 지원 혜택 증대를 검토할 필요가 있음

「미래자동차부품산업법」의 주요내용과 의의

윤자영 한국자동차연구원 정책전략실 책임연구원

KATECH INSIGHT

- ◆ 7. 10. 법 시행을 앞두고, 시행령 및 시행규칙을 통해 기업지원 및 산업육성 세부사항을 규정함으로써 기업성장, 글로벌 진출, 인력양성, 기반조성 등 자동차산업 생태계 발전의 기틀 마련
- ◆ 미래자동차 및 기술의 정의를 새롭게 도입하고, 범부처 민관합동 기관 설립, 기술개발, 특례마련, 규제개선 등 부품기업 지원 정책수단을 종합적으로 제도화하였다는 점에서 의의

2024년 7월 10일 「미래자동차부품산업법(이하 ‘미래차법’)」 시행이 예정된 가운데, 3. 14. 하위법령 입법예고를 통해 확장된 자동차 산업의 경계를 포괄하고, ‘전문기업 지정’, ‘디지털 혁신 촉진’, ‘협력모델 발굴지원’ 등 세부 기준 및 내용 공개

‘미래자동차 기술’에 소프트웨어 기술을 포함시켜 SDV, 서비스 분야를 아우르고, 부품산업을 생산을 비롯한 R&D, 실증, 생산시설, 유통 등 가치사슬 쉘 범위로 정의함으로써 정책 대상을 확장

- 또한, 법 적용의 대상에 자동차 기술이 적용된 건설기계를 포함시킴으로써 기업들의 사업 다각화 및 외연 확장을 도모하고, 타산업으로부터의 New Player 진입 기회를 마련한 것으로 해석

* 자동차관리법 상 자동차와 덤프트럭, 아스팔트살포기, 노상안정기, 콘크리트믹서트럭, 콘크리트펌프, 천공기(트럭적재식) 등 운전면허가 필요한 건설기계 포함

정부부처, 민간전문가로 구성된 ‘전략회의’를 신설하여 기본계획을 수립하고, 미래자동차 부품산업으로의 전환촉진·지원제도 등 산업생태계 전반의 사항을 결정하는 컨트롤타워의 역할 부여

- (전략회의) 산업부 장관이 의장이며, 기재부, 교육부, 행안부, 환경부, 고용부 등 자동차산업 관계부처 기관이 포함되며 기본계획, 실행계획, 미래자동차 및 기술범위, 전문기업 지정, 특화단지 검토, 협력모델 발굴 등의 사항을 결정

- (기본계획) ①국내외 시장분석, ②기술확보방안, ③미래차산업전환 지원, ④실증기반조성, ⑤인력양성, ⑥디지털혁신지원, ⑦국제협력·해외시장진출, ⑧재원조달방안 등을 포함, 이에 따라 매년 시행계획 수립

산업 현장의 변화를 모니터링하고 측정하기 위하여 시장동향, 공급망 구조, 기술변화추이 등에 대한 실태조사를 실시하고, 그 결과를 공개하는 근거 마련

- (실태조사 항목) ①국내·외 시장 현황 및 전망, ②인력 수요·공급현황, ③공급망 구조, ④투자현황, ⑤R&D·지식재산권 현황 등에 관한 실태조사 및 통계발간

[미래자동차의 정의]

구분	내용	내용
자동차*	환경친화적자동차	전기자동차, 태양광자동차, 하이브리드자동차, 수소전기자동차 외
	미래자동차 기술 적용차	자율주행자동차 재생에너지 및 신에너지를 동력원으로 하는 자동차 녹색기술, 정보통신기술, 지능정보기술, 소프트웨어·소프트웨어융합기술 등을 활용해 품질, 성능 및 기능을 향상시킨 자동차

* 완성차 4개시는 공동 출원 빈도가 매우 높아 분석 결과에서는 제외



기업의 기술개발 및 사업화 활동을 위한 기술활동 조사·평가, 금융지원 등의 사업시행과 기술선도기업 발굴 근거를 마련하고, 기업활동을 지원하는 협의체를 구성

중점 기술개발분야 및 목표가 담긴 기술개발시책 마련을 통해 기업에게 정보를 제공하고, 공공기관 등이 보유한 기술을 기업으로 이전, 공유, 활용할 수 있는 근거 규정을 구체화

- 기술개발사업) ①R&D, ②기술수준 및 지식재산권의 전략적 조사·분석, ③기업-대학-연구기관 공동R&D, ④기술협력·기술이전, ⑤기술정보 유통, ⑥ 기술개발을 금융지원(융자, 보증 등)

- (기술이전 및 사업화) 정부출연연구기관, 특정연구기관, 전문생산기술연구소 등 국가연구개발사업 수행을 통해 미래자동차 부품분야 연구성과물을 보유한 기관의 기술이전·공유·활용 및 사업화를 위한 금융지원*

* 시제품 제작, 설비투자, 지식재산권 활용, 인력·정보·설비·기술지도, 법률 상담, 우선구매, 홍보 등 포함

우수한 역량을 갖춘 ‘미래자동차 부품 전문기업’을 지정하고, 해당 기업의 경쟁력을 강화시킬 수 있는 지원 규정을 마련

- 전문기업에 대해서 기술개발 → 사업화 → 글로벌 진출 등 전 주기에 걸쳐 지원하고, 협력모델 구축·발굴·지원, 특화단지 우선입주, 지식재산화 사업 등 사업을 통해 기업의 경쟁력을 강화시킬 계획

- 전문기업은 총 매출액 중 미래자동차 부품 비중이 50% 이상 또는 연구개발비 비중이 매출액의 3% 이상 요건을 갖춰야 하고, 우수 기술인력 비율, 연구개발 전담부서 등 기술수준과 경영역량을 평가하여 선정

금융, 인력, 수출지원, 기술개발 등 종합적 정책수립·지원과 전문성 확보를 위해 ‘협의체’를 신설하고, 기업들의 미래자동차 분야 신기술 창출 독려를 위한 ‘국가연구개발 지원특례’ 마련

- (협의체*) 미래자동차 부품산업으로의 전환을 위한 ①전문가 파견, ②연구장비·시설 제공, ③기술지도, ④사업컨설팅, ⑤해외진출·투자유치, ⑦지식재산권 출원을 지원하고, 미래자동차 기술범위, 협력모델 구축 등 협의

* 정부출연연구기관, 대한무역투자진흥공사, 한국무역보험공사, 중소벤처기업진흥공단, 중소기업기술정보진흥원 외

- (중소기업 지원) 미래자동차 부품산업으로 전환하려는 중소·중견기업에 대해서는 시설장비 및 기술자료 지원, 자금 보조, 교육 및 컨설팅 등에 대한 별도의 지원조항 마련

- (국가연구개발 지원특례) 미래자동차 부품산업과 관련한 기술개발 사업 수행 시 정부출연금의 지원기준 및 현금부담비율 등을 달리 정할 수 있도록 규정함으로써 다양한 혁신 주체들이 산업으로 유입될 수 있도록 유도

이업종 기업 간 융복합·상생협력을 도모하고, 미래자동차로의 원활한 사업전환 지원을 위하여 디지털 혁신 지원, 협력모델 발굴, 데이터 플랫폼 구축 등 기반조성

디지털 혁신 지원, 협력모델 발굴, 실증기반 개방·활용, 데이터 플랫폼 구축에 대한 근거조항을 규정함으로써 데이터 기반의 미래자동차 산업 생태계를 구축하고, 고부가가치 시장을 창출하도록 유도

- (디지털 혁신 촉진) ①미래차부품-SW 간 융합, ②융합제품·서비스 상용화, ③데이터 활용 활성화, ④제조-유통-물류 등 생산 전 과정의 디지털 전환, ⑤ 산업 디지털전환 협업지원센터와 연계 등의 업무 지원

- (협력모델 발굴) 수요기업 또는 공급기업 사이의 보완적·수평적 협력모델을 확대할 수 있도록 교류프로그램 운영, 협력모델 구축·발굴을 위한 실태조사, 컨설팅 등의 지원근거를 마련하여 기업들의 신기술 개발의 비용절감과 위험 분산을 도모

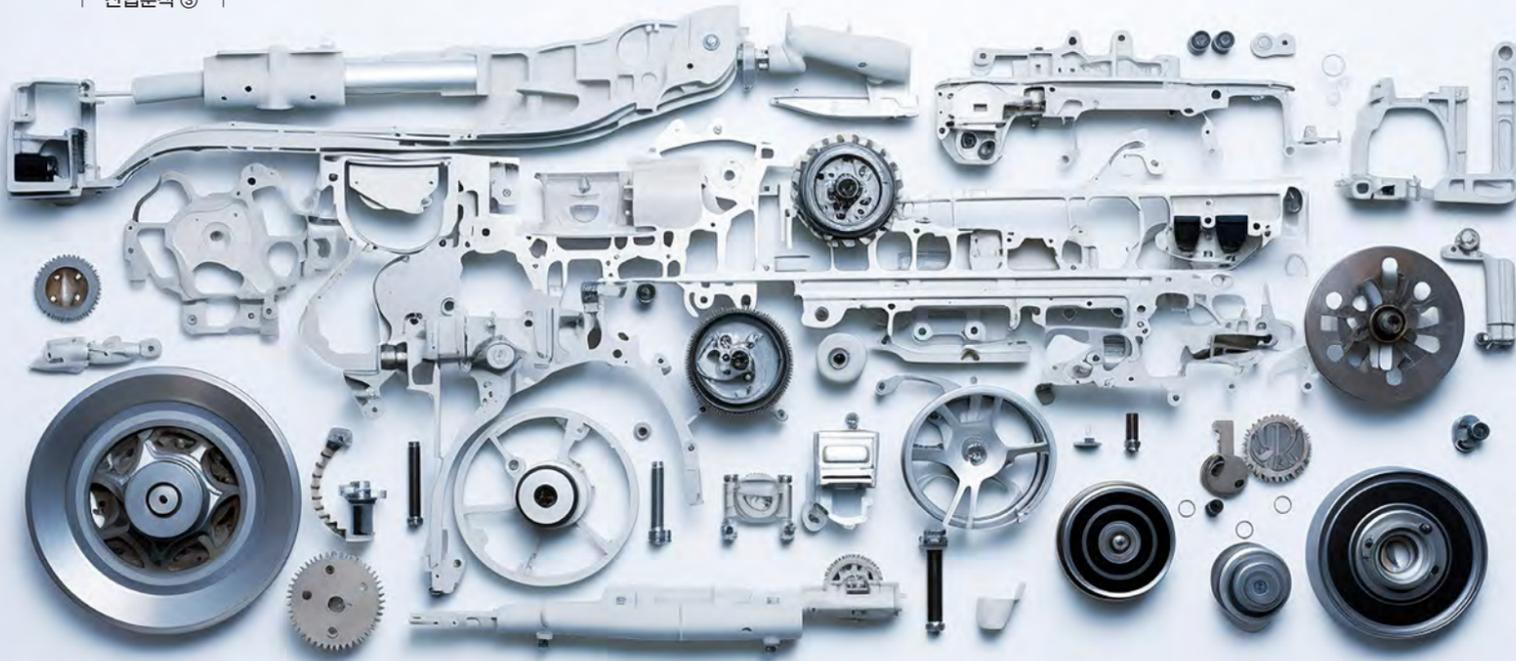
- (실증기반 개방·활용) 공공기관, 국공립·정부출연연구기관 등이 보유한 실증·생산 관련 시설 및 시설정보를 기업에게 개방하고 비용을 지원함으로써 제품, 서비스 등의 실증시험·신뢰성평가·성능검증 등을 촉진

데이터, SW 등 미래자동차 기술분야의 인력 부족 및 IT기업 선호현상을 극복하고 자동차산업을 위한 전문인력을 양성하기 위한 사업 추진 및 계약학과 등 설치·운영의 지원근거 마련

- 인력양성) 교육기관 및 기업을 통한 현장연수사업, 재직자 능력개발, 교육과정 개설 및 취업연계사업, 기술인력 양성, 연구시설·장비 확충사업 추진과 더불어 정비인력 능력개발 사업을 포함시킴으로써 정비 분야의 정의로운 전환(Just Transition)* 추진

* 녹색 경제를 추구하는 과정에서 모든 관계자에게 가능한 한 정의롭고 포용적인 방식으로 접근하며, 양질의 일자리를 창출하고 아무도 소외되지 않도록 하는 정책으로, 국제노동기구(ILO)에서 정의

- (직업교육훈련과정 설치지원) 미래자동차 부품산업 관련 계약학과 등을 설치하는 경우, 산업체 부담금 및 학생부담 수업료 지원 가능



대한민국 기술혁신이 시작되고 뿔어나가는 곳,
혁신의 플랫폼 KIAT가 우리 산학연을 응원합니다.

우리가 산업기술 강국이 되기까지 걸어온 길에는
많은 기업, 대학, 연구소의 땀이 스며 있습니다.

기술혁신을 위한 산학연의 노력이 더 나은 삶으로 이어지도록
한국산업기술진흥원이 뒷받침하겠습니다.

기업투자의 걸림돌 제거와 활성화를 위해 외국인투자, 리쇼어링기업, 중소·중견기업에 대한 특례를 마련하고, 적극적인 규제개선 근거를 마련

국내·외 기업의 미래차 공장시설 투자 시 재정적 지원 및 별도 요건 적용이 가능하도록 하였고, 미래차 부품산업 전환·재편을 촉진하기 위한 지원사업 근거 마련

- 부품산업 전환 특례) ① 해외 기업의 미래차 공장시설 전환투자 시 현금지원 (외국인투자촉진법 제14조의2), ② 미래차 공장시설 전환 시 재정적 지원요건 변경 가능(지방자치분권 및 지역균형발전특별법 제24조), ③ 특화단지 입주기업의 사업재편 우선 처리(기업활력제고특별법 제9조)

-(리쇼어링 지원) 해외 진출기업이 미래차 부품 공장시설로 국내 복귀 시, 해외사업장 청산·양도·축소없이 지원대상으로 선정 가능

-(중소·중견기업 특례) ① 미래차 부품산업 전환·재편 중소·중견기업 지원시책 수립 및 시행가능, ② 중소·중견기업에 대한 지원(컨설팅, 정보제공, R&D, 기술상용화, 자금, 근로자교육, 금융지원, 판로확보 등)

* 중소기업사업전환촉진법상 사업전환요건을 갖춘 것으로 인정 및 우선처리가 가능하고, 기업활력법 상 신산업판정심의 생략 및 우선처리 가능하도록 근거를 마련

미래차 부품산업의 발전을 저해하거나 글로벌 스탠다드에 맞지 않는 규제를 발굴하여 개선방안을 검토하고, 민간기업의 규제개선 신청 시 개선상황을 투명하게 공개할 수 있도록 절차 마련

- 이해관계자·전문가의 의견 수렴을 통해 규제를 발굴하고, 개선방안을 검토하는 규제합동개선반을 구성·운영하고, 규제 관계 행정기관의 장은 종합적 검토*를 통해 법령정비를 추진하도록 규정

* ① 규제개선 신청의 구체성 및 실행가능성, ② 규제개선을 통한 목적달성 가능성, ③ 규제개선의 파급효과

이번 「미래차법」은 「미래자동차 및 기술」의 정의를 새롭게 도입하고, 범부처 민관합동 기관설립, 기술개발, 규제개선 등 부품기업 지원정책을 종합적으로 제도화하였다는 점에서 의의

미래자동차 산업 범위에 소프트웨어를 포함시킴으로써 소프트웨어와 부품의 융합 및 서비스화 지원방향을 제시하였고, 미래차 시장정보 활용, SW전문인력 확보, 신기술·인프라 활용에 어려움을 겪고 있는 부품기업 현황을 반영하여 지원근거를 마련

산업경계의 확장, 글로벌 패권 경쟁 격화, 탄소중립 대응, 공급망 불안의 상황 속에서 법 제정의 실효성을 높이기 위해서는 관련 사업들이 조속히 전개될 필요



한국자동차산업의 경쟁력, 한국자동차연구원이 함께 합니다! 한국자동차연구원 기술이전



한국자동차연구원은
핵심기술인 소재기술, 시스템기술, 부품기술과
보완기술인 평가환경구축기술, 검증 기술, 신뢰성 기술을
개발 및 전수하고 있습니다.

한국자동차연구원 기술이전 홈페이지 통해
더 많은 정보를 확인할 수 있으며,
기술이전 상담신청이나 기술이전 설명회 참가 신청 등
기술이전과 관련된 다양한 서비스를 제공하고 있습니다.

<https://tlo.katech.re.kr>

한국자동차연구원
우수기술 이전문의

담당자 : 손민구 책임 Tel_ 041-559-3060 mgson@katech.re.kr
문환식 책임 Tel_ 041-559-3055 hsmun@katech.re.kr

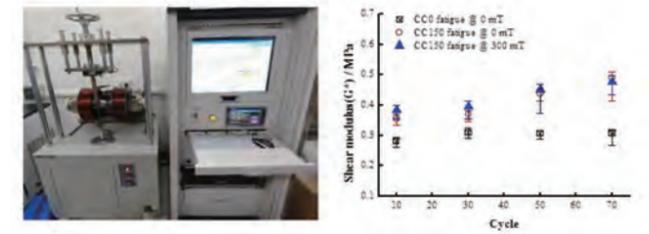
기술이전이란 기업이 기존 사업확장 및 신사업 창출 등을 위해 필요한 기술을 KATECH으로부터
제공받아 자체 실시할 수 있도록 전수 받는 것입니다.

자기유변형탄성체 시험 장치 및 방법

본 기술은 자기유변탄성체 시험 장치 및 방법에 관한 것으로, 외부 자기장 인가에 따라 기계적 특성이 가역적으로 변화되는 특성에 대해 초기 탄성계수 대비 자기장 영역에서 변화된 탄성계수를 백분율로 나타낸 자기유변 특성을 측정할 수 있는 장치와 방법을 포함함. 또한 자기장 인가 조건에서 피로내구 및 진동내구 평가를 수행할 수 있음.

개발상태

- 유사 환경에서의 프로토타입 개발



우수성

- 장시간 자기장 인가 피로시험 가능함.
- 샘플 크기 및 인가 자기장 세기 증가함.
- 장시간 자기장 세기 유지 가능함.
- 분위기 온도 조성 가능함.
- 잔류자기장 제거(탈자) 가능함.
- 인가 자기장 프로그래밍 가능함.

시편 고정 및 Clamp guide 제거 Slide type 전자식 이동/고정



시장동향	활용분야
<ul style="list-style-type: none"> • 자기유변 탄성체 및 자기유변 특성 측정장치는 아직까지 원천기술 개발 단계로 상용화 사례가 없으며 시장 형성이 이루어지지 않음. • 독일, 일본, 중국, 호주 등 각국에서 철도용 방진부품, 대변형 액추에이터, 타이어, 스티어링 휠, 센서 및 의료재료 등 다양한 산업분야에서 활발히 연구 중임. 	<ul style="list-style-type: none"> • 자기유변 탄성체 자기유변 특성 및 내구평가 • 자기장 인가 고주파 동특성평가 • 자기유변 탄성체 적용 제품 특성 제어 평가

기술성숙도



지식재산권 현황

NO.	특허명	출원일	출원번호	등록번호
1	자기유변형탄성체 시험 장치 및 방법	2019-04-18	10-2019-0045747	10-2400935

자동차용 부품에 대한 응축 감지 장치 및 응축 재현 시험 방법

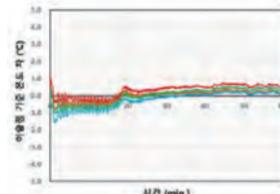
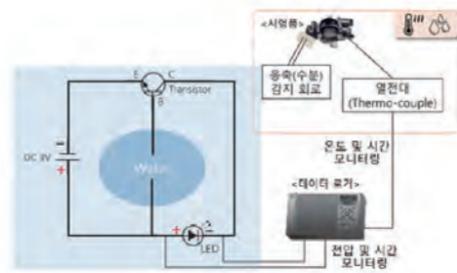
전장품을 비롯한 각종 자동차 부품의 응축 발생 여부 또는 응축 발생 시점을 평가하기 위한 것을 특징으로 함.

개발상태

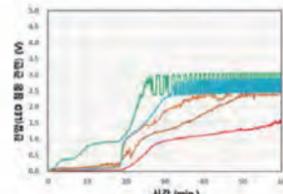
- 실제 환경에서 시제품 데모

우수성

- 시험 중 응축 여부 확인이 가능하고, 필요 시 응축 발생 시점에 대해서도 추정이 가능함 → 기존의 온습도 시험(결로 발생 관련)은 부식 발생 여부에만 초점이 맞춰져, 시험 중의 응축 여부에 관계없이 표면 부식 및 그에 따른 평가만 수행됨.
- 시험 조건별 부품의 특성에 따라 응축 발생 여부를 모니터링할 경우, 해당 결과를 토대로 가속한 시험 설계 및 필드 현상을 모사하는 고장 재현 시험 가능함.



응축 발생 여부 판단을 위한 그래프



응축 발생 시점 모니터링 그래프

시장동향	활용분야
<ul style="list-style-type: none"> • 전 세계 환경 모니터링 및 센싱 시장은 2016년 156억 달러에서 연평균 성장률 5.48%로 증가하여, 2021년에는 203억 7,000만 달러에 도달하였음. • 대표 기업 : Bosch Sensortech, Honeywell, Siemens, 삼성전자, LG이노텍 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차용 전장품, 차량용 반도체 등 일반 사용자 환경에 노출되어 응축이 발생할 수 있는 모든 부품에 범용적으로 사용 가능.

기술성숙도



지식재산권 현황

NO.	특허명	출원일	출원번호	등록번호
1	자동차용 부품에 대한 응축 감지 장치 및 응축 재현 시험 방법	2022-08-31	10-2022-0110046	10-2605712

주행 시험 장치 및 이를 이용한 차량의 주행 시험 방법

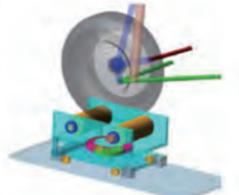
이동형 주행모사 장치는 차량 리프트 플레이트에서 이동형으로 설치하여 차륜의 회전을 주행상황과 유사하게 구현하여 시스템을 간소화하고 이동 편리성을 향상하며, 제작비용을 절감할 수 있음.

개발상태

- 유사 환경에서의 프로토타입 개발

우수성

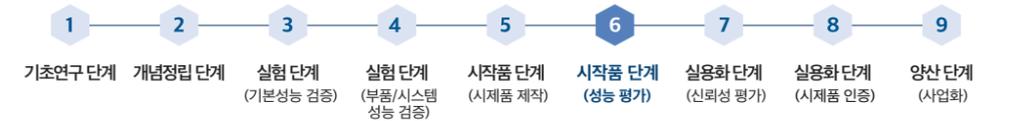
- 이동형으로 각 타이어 위치에 설치할 수 있어, 축거와 윤거가 다른 소형승용차, 대형승용차, SUV, 상용차 등 다양한차종에 대하여 적용할 수 있음.
- 이동형 주행모사 장치는 차량의 주행모사를 통해 주행 시나리오 영상 및 레이더 시뮬레이터와 결합하여 LDWS LKAS, AEB 등의 첨단안전장치에 대한 성능검증 및 검사에 활용될 수 있고, 자율주행차량 개발 및 평가에도 활용될 수 있음.



시장동향	활용분야
<ul style="list-style-type: none"> • 2020년 중반 부터 자율주행차(레벨3) 안전기준 도입 및 발표로 레벨3 자율차의 출시 판매 가능함. • 기존 국내 법안의 경우 대형차에 대해서 LDWS, AEB 장치 장착이 의무화되었고, NECE R152로 승용차에 대해서도 AEB 장치 의무화에 대한 가속화 진행됨. 	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단안전장치 장착 차량성능 검사 • 자율주행 차량 개발 및 평가



기술성숙도



지식재산권 현황

NO.	특허명	출원일	출원번호	등록번호
1	드라이빙 시뮬레이션 장치 및 방법	2014-04-02	10-2014-0039213	10-2505670
2	차량자세장치의 성능 검증을 위한 휠 모사 장치	2017-05-10	10-2017-0058189	10-1964178
3	차량용 주행시험장치 및 이를 이용한 차량의 주행 시험 방법	2021-06-28	10-2021-0083838	10-2546015

미래차의 신뢰성 주요 키워드

Issue & Keyword

SDV(Software Defined Vehicle)

SDV는 소프트웨어로 하드웨어를 제어하고 관리하는 자동차를 뜻한다. 소프트웨어를 수시로 업데이트해 성능을 개선하고 앱을 설치해 새로운 기능도 추가하는 스마트폰과 유사한 모습이다. SDV는 소프트웨어가 자동차의 주행 성능은 물론 편의 기능, 안전 기능, 차량의 감성 품질 및 브랜드의 아이덴티티까지 규정한다. 크게 OTA 업데이트와 통합 ECU, 차량용 소프트웨어 및 클라우드 등으로 구성되는 전자 아키텍처, 모빌리티 및 커넥티비티 서비스를 통합하고 서드 파티 사업자까지 고려한 서비스 플랫폼 등으로 구성된다. 자동차 제조사들은 SDV를 통해 ECU의 공용화와 소프트웨어 내재화로 차량 개발비 절감이 가능하며, 전자 아키텍처 기반의 고성능 컴퓨터와 네트워크를 통해 자율주행 기술 고도화가 가능해진다. 또한, OTA 업데이트를 활용해 운전자에게 신규 서비스 및 차량 성능 향상 효과를 제공한다.

PBV(Purpose Built Vehicle)

PBV는 목적기반 모빌리티를 말한다. 연령대나 라이프스타일과 같은 포괄적 개념의 소비층을 넘어 특정 산업이나 직군 심지어는 개별 기업을 위해 선보이는 맞춤형 자동차를 뜻한다. 어쩌면 주문제작형 상용차, 혹은 영업용 차량이라고 표현할 수도 있겠다. 이런 점에서 PBV는 맞춤 정장에 비유할 수 있다. 자신의 신체 조건에 최적화된 옷을 입듯, 자동차도 자신의 라이프스타일과 종사하는 직종에 맞춰 제작되는 것이다. 코로나19 이후 자동차가 단순 이동수단이 아닌 '공간'의 개념으로 진화하고 있어서다. 카 셰어링이나 라이드 헤일링 같은 새로운 개념의 교통 산업들이 등장하며 관련 업종에 특화된 자동차를 요구하는 수요층이 발생하는 것도 한몫했다.

PHM (Prognostics & Health Management)

PHM 기술은 1980년대 영국 북해 유전 헬리콥터 추락 사건을 계기로 지금까지 많은 연구와 다양한 산업계 접목이 이루어지고 있는 기술이다. PHM은 장치의 건전성을 예측하고 관리하는 종합적인 분야로 다섯 단계로 구분할 수 있다.

1. 계측 (sensing) : 장치의 각종 물리량을 계측하는 단계. 정확하고 유의미한 정보를 잘 설계하여 적절한 계측방법을 사용하는 것이 중요하다.
2. 모니터링 (monitoring) : 계측 데이터에서 유의미한 정보를 찾아 이해하기 쉽게 표시하는 과정이 모니터링 단계.
3. 진단 (diagnostics) : 모니터링을 통해 장치의 현재 상태를 정의하는 단계
4. 예측 (prognostics) : 과거의 사례와 진단 단계의 정보를 바탕으로 향후 고장의 시기나 정도를 예측하는 단계. 실제로 고장 예측 시스템의 핵심이다.
5. 관리 (management) : 장치의 건전성 관리. 예상 고장의 선제적 정비 등의 후속 조치 단계

RPA(Reliability Physics Analysis) : 신뢰성 물리학분석

신뢰성 물리학분석(Reliability Physics Analysis)는 고장 물리 기반분석(Physics of Failure based analysis)의 다른 용어로 최근 표준화(SAE J3168) 진행 과정에서 통일되고 더 사용자 친화적인 용어의 필요성 때문에 만들어졌다. 신뢰성 물리학분석(RPA)은 물리적 과학(물리, 화학, 재료 등)을 수단으로 사용하여 모델링 및 시뮬레이션을 하고 신뢰성을 예측하는 분석 방법이다. 즉, 신뢰성을 예측하고 싶은 대상체(보통은 고신뢰성이 요구되는 전자제품)의 가상모델을 만들고, 구성요소의 물리적인 재질과 구조적 특성에 기초하여 시뮬레이션을 수행하여 신뢰성(사용자의 사용 기간 동안 지속해서 미션을 수행할 수 있는 능력)을 평가하는 방법이다. 이러한 방법을 수행하는 상용도구로는 'Sherlock'이라는 글로벌 제품이 있고, 주로 자동차, 우주항공, 국방 등 고신뢰성 전자제품의 신뢰성이 요구되는 산업 분야에서 활발히 적용되고 있다.

ISO 26262

ISO 26262 또는 자동차 기능 안전성 국제 표준은 자동차에 탑재되는 E/E (Electrical and/or Electronic) 시스템의 오류로 인한 사고방지를 위해 ISO에서 제정한 자동차 기능 안전 국제 규격이다. ISO 26262는 프로세스 모델과 함께 요구되는 활동, 유무형의 증거물, 그리고 개발과 생산에 사용되는 방식을 정의한다. 기능 안전은 각 제품 개발 단계에 통합되는데, 그 범위는 명세(Specification)로부터 시작하여 설계(Design), 구

현 (Implementation), 통합, 검증(Verification), 인증(Validation) 그리고 생산을 위한 출도 단계에 이른다. ISO 26262 표준은 기능 안전 표준 IEC 61508을 자동차 전기/전자 시스템에 적용한 것이다. ISO 26262는 모든 자동차용 전기/전자 안전 관련 시스템의 제품 수명 전 주기에 걸쳐 적용 가능한 자동차용 장비의 기능 안전을 정의한다.

PL법(Product Liability : 제조물 책임법)

제조물 책임법은 제품의 결함으로 손해가 발생한 경우 그 책임을 해당 제품을 생산한 제조업자에게 물어 손해배상금을 지급하도록 함으로써 소비자를 보호하고, 나아가 국민 생활의 안전을 향상하고 국민경제의 건전한 발전에 이바지하는 것을 목적으로 하는 법이다. 제조물책임(Product Liability 이하 PL이라 함)이란 "제조 판매된 제품의 결함이 원인이 되어, 그 제품의 구매자 또는 사용자가 신체의 상해(傷害)나 재산상의 손해(損害)를 입은 경우, 그 제품의 제조 또는 판매자 등이 부담해야 하는 법률상의 손해배상책임"을 말한다. PL법은 주로 미국에서 발전하여온 법 개념으로, 제조물을 만든 제조업체와 그 제조물(상품)을 구매하여 사용한 사용자 사이에 해당 제품의 결함으로 발생한 사고를 둘러싼 배상 책임의 범위를 규정하는 것이다. 우리나라 제조물 책임법은 2000년 1월 12일 법률 제6109호로 공포되었으며, 산업계의 준비 기간을 고려하여 2년 6개월의 유예기간을 거쳐 2002년 7월 1일부터 시행하기로 하였다. 제품의 품질은 기본으로 하고 어떠한 제품이라도 예측 가능한 범위 내에서 사용자의 행태(行態)를 충분히 파악하여 설계하고, 소비자의 안전을 위하여 제품의 제조, 판매, 회수, 폐기의 전 과정을 엄격하게 관리하여야 한다.

FMEDA (Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis)

FMEDA(고장모드 영향 및 진단분석)는 하위 시스템 또는 제품 수준의 오류율, 오류모드, 진단 기능을 얻기 위한 체계적인 분석기술을 말한다. FMEDA 기술은 1984년 RAMS 심포지엄의 논문에 부분적으로 기초하여 exida 엔지니어에 의해 1980년대 후반에 개발되었다. FMEDA는 잠재적 고장 모드, 원인, 동작에 미치는 영향을 확인하기 위한 시스템, 서브 시스템, 방법, 구조 또는 기능의 구성 정성 분석이다. 주요 이점은 시스템의 안전성과 신뢰성을 정성적으로 평가하고, 허용할 수 없는 오류 모드를 결정하고, 잠재적인 설계 개선 사항을 식별하고, 유지관리 활동을 계획하고, 잠재적인 오류가 있는 경우 시스템 작동을 이해하는데 도움이 된다. 이를 통해 분석 사용자는 위험 측면에서 가장 중요한 고장 모드/영향에 신속하게 집중할 수 있으며 비용/편의 비교를 기반으로 우선순위를 지정하여 개선을 유도할 수 있다.

AUTOSAR(AUTomotive Open System ARchitecture)

AUTOSAR는 2003년에 만들어진 자동차 관련 분야의 세계적인 개발 파트너십이다. 자동차 ECU의 개방형 표준 소프트웨어 구조를 개발하고 설립하는데 목적을 두고 있다. 구체적인 목표로는 다양한 차량 및 플랫폼 변형, 소프트웨어 이전 가능성, 가용성 및 안전 요구사항 고려, 다양한 파트너 간의 협력, 천연자원의 지속 가능한 활용 또는 전체 "제품 수명주기"에 걸친 유지관리 가능성에 대한 확장성이 포함된다. AUTOSAR는 기본 소프트웨어 모듈을 설명하고 애플리케이션 인터페이스를 정의하며 표준화된 교환 형식을 기반으로 일반적인 개발 방법론을 구축하는 일련의 설명서(Specifications)를 제공한다.

AUTOSAR의 계층화된 소프트웨어 아키텍처가 제공하는 기본 소프트웨어 모듈은 각기 다른 제조업체(OEMs, Manufacturers)의 자동차 및 여러 공급업체(Suppliers, Tiers)의 전자부품에 사용될 수 있는데, 이를 통해 연구 개발 비용을 줄이고 점차 확대되고 있는 자동차나 전자 소프트웨어 구조의 복잡성에 대비하는 것이다. AUTOSAR는 성능, 안전성 및 환경 친화성을 개선하고 차량의 서비스 수명 동안 소프트웨어 및 하드웨어의 교환 및 업데이트를 쉽게 하는 혁신적인 전자 시스템의 길을 열어 줄 수 있도록 고안되었다. 다가오는 기술에 대비하고 품질에 대한 타협 없이 비용 효율성을 향상하는 것을 목표로 한다.

OTA(Over The Air)

OTA는 스마트폰이나 자동차와 같은 디바이스의 소프트웨어를 데이터 통신과 같은 무선 통신으로 업데이트하거나 변경하는 프로세스를 말한다. OTA는 소프트웨어 정의 자동차(SDV)에 꼭 필요한 기술이라 해도 과언이 아니다. 소프트웨어로 인해 자동차의 가치가 결정되는 시대에는 시의적절하고도 안전한 소프트웨어 업데이트 · 관리가 무엇보다 중요하다. 그러므로 세계 각국의 자동차 기업은 SDV의 개발 및 OTA의 적용에 열심히 뛰어든다.

기존에 고객이 차에 요구하는 것은 하드웨어적인 관점인 외형, 색, 내부 디자인이었지만, 최근 요구하는 것은 GPS를 통한 지도 표시와 길 안내, 센서를 통한 사고방지 기능 등 운전자를 돕는 소프트웨어적인 관점의 기능으로 변화하고 있다. 이로 인해 자동차 기업은 '각종 센서, 카메라, 레이더, 거리 측정 디바이스' 등의 기능을 추가하는 데 주안점을 둔 소프트웨어 정의 자동차(SDV)를 개발하고 있다. 자동차 개발의 축은 기존의 '하드웨어 중심'에서 부가가치를 결정하는 '소프트웨어 중심'으로 변화하고 있다.

MOBILITY INSIGHT 2024 02월호 Review

한국자동차연구원 산업분석실

친환경 상용차의 미래 전기상용차 vs 수소상용차

□ 커비스토리

친환경 모빌리티로의 전환시대 상용차 시장에도 핫 이슈로 급부상

탄소중립과 친환경이라는 시대적 요구 속에서 미래 상용차 시장의 큰 방향성은 '중·단거리용은 전기', '장거리, 대용량은 수소'라는 인식이 확대되고 있다. 미래 친환경 상용차 시장에서 전기의 대안으로 수소에 관한 관심이 어느 때보다도 높다. 전체 모빌리티 환경 속에서 친환경 이슈는 이제 선택이 아닌 필수가 되었고 승용차 시장을 넘어 상용차 시장까지 그 범위를 넓혀가고 있다.

한국자동차연구원이 주관한 이번 좌담회는 유상석 좌장(충남대학교 기계공학부 교수, 김경유(산업연구원 성장동력산업연구본부 실장), 김덕진(한국자동차연구원 하이브리드기술부문 부문장), 장중현(한국과학기술연구원 수소연료전지연구센터 센터장), 정성욱(한국에너지기술평가원 수소에너지실 PD), 조연호(한국자동차연구원 수소연료전지기술부문 실장) 등 6명의 산학연 전문가들이 모여 친환경 상용차 산업분석 및 전망, 핵심 기술의 방향성 그리고 제도적 개선점을 토론했다.

상용차 시장, 친환경으로의 발전 거스를 수 없는 대세이며 과제

유상석(좌장) 충남대학교 기계공학부 교수



2050년 탄소중립이 글로벌 新 패러다임으로 대두되고 있는 가운데 자동차를 포함한 수송(transport) 부문의 온실가스 배출 저감이 핵심 아젠다로 제기되고 있다. 자동차 시장 전반에 걸친 친환경 이슈는 이제 거스를 수 없는 대세가 되었으며 승용차 시장을 넘어 상용차 시장까지 확대되고 있다. 상용차 시장은 그 특성상 내연기관을 중심으로 발전해왔음에 따라 유해배출물질에 대한 개선이 절실하다.

자동차 산업에서의 탄소중립 목표 승용에서 상용까지 확대 적용 불가피

김경유 산업연구원 성장동력산업연구본부 실장



글로벌 자동차 산업에서 탄소중립을 위한 환경규제 강화는 산업 패러다임을 변화시키고 있는 중요한 이슈이다. 그간 기존 배터리 기술은 대형, 장거리 운행이라는 상용

차의 사용 특성에 적합하지 않았으나 배터리 기술발전으로 대형 전기상용차가 양산되고 수소연료전지차가 또 하나의 대안으로 부상하면서 친환경 상용차에 관한 관심이 어느 때 보다 높아지고 있다.

현실과 기술의 조화 전기와 수소는 상호협력 관계

김덕진 한국자동차연구원 하이브리드기술부문 부문장



같은 규모의 대형 상용차라도 도심 내에서 짧은 거리를 주행하거나 작업하는 차종들은 전기상용차가 적합할 것이고, 장거리 주행이 필요하거나 장시간 충전을 할 수 없는 차종들은 '수소상용차가 더 적합할 수 있다. 기술적으로는 경쟁적인 차종이라고 인식할 수 있으나 다양한 상용차의 용도와 규모에 따라 차종별 장단점이 존재하므로 두 차종이 모두 지속적인 친환경 상용차 시장과 기술을 선도하리라 생각한다.

친환경 에너지로의 전환 과도기적 극복 과제도 많아

장중현 한국과학기술연구원 수소연료전지연구센터 센터장



상용차 시장에서의 전기차와 수소차의 발전 방향을 생각해 볼 때 결국 기술적인 발전뿐만 아니라 법 제도의 개선과 기본 인프라 구축의 문제가 더 시급한 부분이 아닌가 싶다. 특히 충전의 문제는 전기차나 수소차 모두의 숙명이라고 본다. 기존 내연기관을 중심으로 발전한 자동차 산업에서 지금도 많은 주유소가 한순간에 없어질 수 없지만, 전기나 수소 충전 인프라가 빠르게 늘어나면서 점차적인 전환이 이루어질 것이다

수소의 차종, 시장확대 연구개발을 통한 기술발전 필요

정성욱 한국에너지기술평가원 수소에너지실 PD



수소차 보급 확대를 위해 정부 차원의 보조금 제도를 통해 촉진하려는 노력도 하고 있으며 관련 연구소나 전문가 등을 통해 가격 경쟁력과 시스템 내구성 등을 갖추는 연구도 활발하게 진행되고 있다. 전기차의 한계를 극복하는 친환경 방안이 결국 수소에 있다고 한다. 이런 부분에서 기술개발과 연구를 빠르게 진행해서 시장이 요구하는 싸고 안전하고 편리한 시스템을 완성해야 한다.

다양한 방법으로 '수소충전소' 확대 노력 '수소충전소' 확대가 전체 수소 경제의 초석

조연호 한국자동차연구원 수소연료전지기술부문 실장



수소상용차가 전체 수소 경제를 이끌어 갈 수 있는 실마리가 될 수 있다는 것은 바로 수소 충전 인프라 때문이다. 현재 수소승용차가 빠르게 성장하지 못하는 여러 가지 이유 중 가장 큰 것은 충전소의 부족일 것이다. 수소충전소를 설치하는데 큰 비용이 들어간다는 약점은 있으나 정부나 기업, 지자체 중심으로 충전소를 주요 거점에 설치하는 것이 점차 늘어난다면 가격과 충전시간, 주행거리 등에서도 유리해질 것이고 이는 전체 수소차 보급 확대에 큰 도움이 될 것이다.

□ 스페셜컬럼

탄소중립 시대, 환경과 기술의 문제 수소상용차의 발전에서 가능성을 본다.

이정우 충남대학교 자율운항시스템공학과 교수



배터리보다 상대적으로 고출력에 유리한 수소 연료전지 역시 고부하 조건에 이르면 농도 손실(Concentration Loss)이 심해짐에 따라 효율에 있어서 문제를 겪을 수 있으므로 대형 화물차량에 아주 적합한 동력원이라 보기는 어렵다. 실제 현재까지 대형 화물차들은 출력 밀도나 열효율이 우수한 내연기관을 주로 사용하였다. 그렇다면 내연기관을 활용하여 탄소 중립에 이바지할 수 있는 친환경 상용차를 만들 수 있을까? 그 가능성의 답을 수소차에서 찾는다.

□ 정책동향

국내 친환경 상용차의 발전을 위해 전환여건과 개선방안이 함께 모색되어야

박지영 한국교통연구원 모빌리티전환연구본부 연구위원



사업용 차량 운전자가 기존 운행 차량을 전기·수소차로 전환할 수 있도록 구매비용과 리스 등에 대한 구매 지원이 강화되어야 한다. 또한, 사업용 차량 운영 특성을 고려한 지역별 연료 인프라 공급 계획도 중요하다. 향후 친환경차 보급 정책은 지역별 특성을 반영하여 지역 단위 친환경차와 연료 인프라 보급계획을 수립할 수 있도록 관련 제도 마련이 필요하다. 국내 전기·수소차 전환 추진 과정에서 국내 상용차 시장 특성과 현장 적합성을 반영한 효과적인 정책 방안이 수립되길 기대한다.

□ 트렌드리뷰

전기상용차? 수소상용차? 공존해야 하는 친환경 에너지

김성현 오토타임즈 기자



전기와 수소 둘 중에 어느 한쪽에만 집중되어서는 안 된다. 단순 현상만 보면 수소보다는 전기 쪽으로 급격히 기울어 가는 것 같지만 수소를 향한 정부의 의지와 제조사의 노력을 보면 꼭 그렇지도 않은 것 같기 때문이다. 폭넓은 선택지를

고르게 발전시키려는 방법이 궁극적으로는 친환경 상용차라는 틀 안에서 시너지 효과를 내며 더 큰 폭으로 성장할 기회가 될 것이다.

□ 테크리뷰

미래 친환경 상용차 시장 기술개발 함께 발전할 것으로 기대

김덕진 한국자동차연구원 하이브리드기술부문 부문장



우리나라는 우수한 승용부문의 친환경차 기술 역량(K-연료전지, K-배터리 등)을 상용부문으로 빠르게 파생 고도화시킬 수 있다는 잠재력을 보유하고 있다는 장점을 바탕으로 미래 수송 분야 탄소중립에 크게 이바지할 뿐만 아니라 경제적, 사회적 가치도 창출할 수 있는 친환경 상용차 분야에 대한 전략적 지원과 투자를 지속해서 추진한다면 국내 전동화 부품산업 육성, 글로벌 친환경 상용차 기술 지배력 강화와 더불어 정부에서 추진코자 하는 '30년 글로벌 전동화 탑티어(Top-tier)'로 도약에도 크게 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.

□ 생생 인터뷰

경험 전기상용차 시장을 정조준하는 대창모터스

오창기 대창모터스 대표이사



"대창모터스에게 2024년은 기업으로서 세 번째 단계로 접어드는 중요한 시기입니다. 전기차 산업은 아직도 많은 투자가 필요하기에 올해 성공적인 양산 능력 확보와 판매 실적을 통해 꼭 IPO를 진행하고자 합니다. 이를 통해 지속해서 투자할 수 있는 자금을 확보해 배터리 기술의 고도화, 열관리 기술, 자율주행 기술 등 그동안의 연구 실적을 융합해 국내외 경험 전기차 시장에서 연간 3만 대 판매를 목표로 하고 있습니다."

친환경 전환을 글로벌 도약의 기회로, 특장차 전문기업 리텍

채경선 리텍 대표이사



"친환경 전환은 미래 특장차 시장에서 중요한 경쟁력이 될 것입니다. 정책의 지원과 상관없이 결국 누군가는 해야 할 일이고 우리가 아니면 누군가 선점할 것이 분명하기에 리텍은 친환경의 타임라인을 2035년으로 선언하고 진행하고 있습니다. 누군가 먼저 친환경 전환의 사례를 만들고 앞으로 무인 청소와 무인 제설까지 앞서 나간다면 국내 특장차 산업이 해외 시장에서 분명한 존재감을 갖출 수 있는 전환의 기회가 될 것으로 생각합니다."



국내 자동차 산업의
지속적인 혁신과
성장 동력 발굴을 위한
미래기술 개발 역량 강화에
앞장서겠습니다.

한국자동차연구원



모빌리티 인사이트 2024. 04. Vol.30

www.katech.re.kr

발행인: 나승식

발행처: 한국자동차연구원

충청남도 천안시 동남구 풍세면 풍세로 303

TEL_041.559.3114 / FAX_041.559.3068

문의처: mobilityinsight@katech.re.kr

편집/디자인: 브랜드캐스트(주) TEL_02.2661.6786

※ 본 「모빌리티 인사이트」에 실린 보고서는 연구진이나 집필자의 개인적인 견해이므로 한국자동차연구원의 공식적인 의견이 아님을 말씀드립니다.

Copyright(c) 2024 KATECH(Korea Automotive Technology Institute) All right reserved.