

스마트 자동차 능동적 안전 확보 동향

구태완·주백수·이승곤 (현대오토론), 금득규 (유엔진솔루션즈)

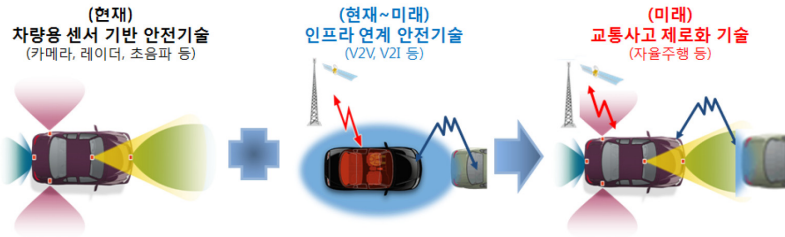
목차	1. 서론
	2. 자동차 능동적 안전 기술 적용 동향
	3. 결론

1. 서론

최근 한국산업기술진흥원에서 발행한 산업기술 로드맵에 따르면 스마트 카 (Smart Car)란 “기계 중심의 자동차 기술에서 최신의 전자, 제어, 정보통신 기술을 융복합하여 고도의 안전과 편의를 제공하는 자동차”라고 정의하고 있으며, 좁은 의미로는 통신망에 상시 연결된 커넥티드 카 (Connected Car)를 의미한다^[1]. 이를 위해 미국, 유럽 등은 2000년 초부터 정부차원의 육성 및 기술 표준화를 주도하고 있으며, 국내에서도 2014년 미래 성장 동력 산업 중 하나로 스마트 카를 선정하여 스마트 카 안전 기술, 스마트 카 편의 기술, 그리고 스마트 카 융합 기술과 같은 기술 개발 범위를 담은 R&D 로드맵을 작성하였다^[2,3]. 실제로 자동차 전자장치 중 안전과 편의의 중심의 스마트 카 시장은 2010년 394억 달러에서 2019년 783억 달러 규모로, 연평균 7.9%의 성장률 (CAGR '10~19 기준)로 성장할 것으로 예상하고 있으며, 이 중 안전 관련 분야는 이러한 성장률을 훨씬 상회하고 있다^[4].

또한 2013년 국내에서 발생한 자동차 사고를 살펴보면 과속 및 신호 위반 등 운전자 법규 위반이 51.2%, 전방 주시 태만, 졸음 운전, 운전 미숙과 같은 운전자 부주의가 41.2%, 도로여건 및 기상 등 외부적 요인이 5.6%이었다^[5,6]. 그래서 글로벌 시장에서는 이러한 운전자 과실에 의한 자동차 사고를 예방하기 위해 자동차 안전 규제 (의무 장착)가 강화되고, 국내에서도 NCAP (New Car Assessment Program, 신차평가제도) 가산점을 도입하는 등 고 안전 정책을 마련하고 있다. 특히 토요타 리콜 사태 이후 안전에 대한 소비자 관심이 증대됨에 따라 ISO 26262와 같은 안전 규정을 준수하려는 노력을 기울이고 있다.

아울러 (그림 1)에서 보는 바와 같이 스마트 카 안전 분야 기술 도입을 단계적으로 적용하기 위해 국내/외 자동차 업계에서는 ADAS (Advanced Driver Assistance System, 첨단 운전자 지원 시스템)를 도입하여 LDWS, ACC, PSB 등 운전자 과실에 의한 자동차 사고를 예방하기 위한 다양한 능동 안전 시스템 개발에서 인프라 연계 안전 기술 및 자율 주행



(그림 1) 스마트 카 안전 분야의 예 (출처: 표준기반 R&D 로드맵^[2])

과 같은 교통 사고 제로화 기술을 추진하고 있다.

그러나 최근 매체에 따르면 미국 통계기관 Harris Poll은 미국 성인들은 자율주행자동차가 미래 자동차 시장의 대세임에도 불구하고 여전히 많은 소프트웨어 버그가 존재한다고 생각하여 상당수의 미국인들은 자율주행자동차를 당장은 구매할 의사가 없다고 한다^[7]. 이 결과는 스마트카에 대한 여러 기술적 요소들이 도입되고 있다 하더라도, 아직까지는 이러한 기술 요소의 수준이 소비자로부터 신뢰할 만한 수준에 도달하지 못했음을 반증하는 것이다. 그러므로 본 기고문에서는 기존 스마트 카 관련 기술에 대한 필요성과 시장성 그리고 자동차 안전을 위해 필요한 기술 요소들을 단순히 소개하는데 그치는 것이 아니라, 해당 기술 요소들의 적용 수준 및 현황을 살펴보고 국내 자동차 업계에서 추진 중인 능동적 자동차 안전 기술 보안을 위해 필요한 사항이 무엇인지 점검하고자 한다.

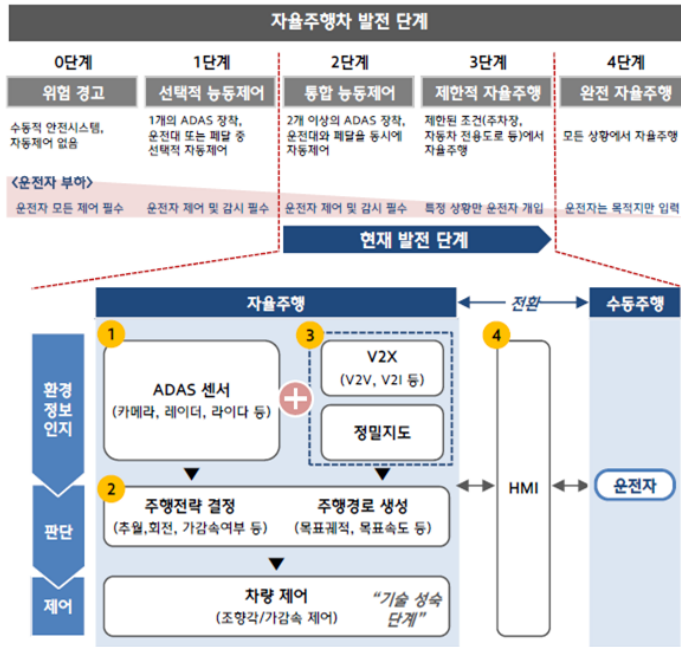
2. 자동차 능동적 안전 기술 적용 동향

자동차 안전은 크게 사고 이후 피해 경감을 목적으로 하는 수동적 안전 기술과 사고 이전에 자동차의 위험 상황을 인지하여 운전자에게 알리고, 사고를 예방하기 위한 능동적 안전 기술로 구분할 수 있다. 이러한 자동차의 능동적 안전 핵심 기술은 일반적으로 센서, 맵핑, 인식/판단, 통신 기술로 구분될 수 있다^[8]. (그림 2)와 같이 능동적

안전 기술 요소를 자율주행자동차 관점에서 살펴보면, 통합 능동 제어 및 제한적 자율 주행 단계에서 환경 정보 인지, 판단, 제어 기술 개발이 주를 이루고 있으며 주변 환경 정보를 인지하기 위한 ADAS 센서와 V2X, 그리고 정밀지도 맵핑 관련 기술들은 주로 해외 업체 주도로 인지 기능 다변화 및 기능 통합, 소재 변경에 의한 원가 절감에 주력하고있는 실정으로 안전 기술 성숙도 측면에서는 미흡한 부분이 남아 있는 실정이다^[9]. 또한 판단 및 제어 기술의 경우, OEM과 대형 부품업체 중심으로 자율주행자동차를 구현할 수 있는 기술적 수준을 갖추고 있으나, 기능 통합 및 신뢰성 확보 측면에서 해결해야 할 과제가 여전히 남아 있다. 이를 위해 실증 실험의 경험 축적과 안전성을 확보하기 위한 ISO 26262의 적용을 통해 시스템 신뢰성 확보를 위한 노력을 기울이고 있다.

2.1 국내외 법규 추진 현황

국내에서는 1999년부터 자동차 안전도 평가 (Korea New Car Assessment Program, KNCAP)를 시행하고 있으며, 2000년대 중반 이후 사고를 미리 예방하고, 사고 시, 인명 피해를 최소화하기 위한 보다 적극적이고 포괄적인 능동안전장치의 필요성이 부각됨에 따라 2002년부터 제동안전성 확보에서 출발하여 2005년에는 세계 최초로 제동



(그림 2) 자율주행자동차 관점의 능동적 안전 기술 요소

안전성과 더불어 주행 전복 안전성을 동시에 시행하는 국가가 되었으며, 2007년에는 보행자 안전성, 2010년 기동 측면 충돌 안전성 요청 시험 항목을 추가하고, 2013년에는 사고 예방 안전성 항목 신규 도입 및 기타 자동차 안전도 향상 등을 유도하기 위한 항목을 포함하여 현재 총 10개의 항목으로 확대 적용 중에 있다. 특히 2013년에 도입된 사고예방 안전성 평가 항목은 총 3개 항목, 즉 전방충돌경고장치(FCW), 차로이탈경고장치(LDWS) 안전띠미착용경고장치(SBR)으로 구성되어 있으며, 향후 2016년 이후에는 이를 점차 확대하여 자동비상제동장치(AEB), 차로이탈방지장치(LKAS), 지능형속도제한장치(ISA) 및 사각지역 감지장치(BSD)등을 신규로 도입할 계획에 있다.

해외의 경우도, 국내와 유사한 NCAP 제도를 운영하여 ESC, TPMS 등에 대한 평가제도를 실시 하고 있으며, 주목할 만한 능동적 안전 기술 정책으로 최근 이슈화 되고 있는 자율주행자동차

관련해서 주로 북미 중심의 정책들이 가시적으로 추진되고 있다. 먼저 미 연방 자동차 안전 기준 (Federal Motor Vehicle Safety Standard, FMVSS) 의 예비 법규 초안으로 V2V (Vehicle to Vehicle) 무선통신 장치 의무 장착 (FMVSS 150, Vehicle to Vehicle Communication) 법안이 발표되었다. 이를 위해 현대자동차를 포함한 Ford, GM, Honda, Daimler, Nissan 등 8개사로 구성된 CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership)에서는 DSRC 통신 파라미터의 최소 성능 요구사항 및 생산 시 보완 시스템에 대한 연구를 진행 중에 있다. 그러나 Wi-Fi와 유사한 통신 기술인 DSRC와 고유의 주파수를 단독으로 이용할 예정 이나, Google이나 Microsoft와 같은 IT/통신 업체 들이 주파수 공유를 주장하고 있는데, 이에 대해 완성차업체는 V2V가 교통사고로부터 인명을 구할 수 있는 안전 기술로서 IT 편의성 증대보다 더 가치가 있으며, 주파수 공유에 따른 간섭 위험을

이유로 주파수 공유에 반대하고 있는 실정이다.

또한 캘리포니아주를 포함한 네바다, 플로리다, 워싱턴 DC에서 자율주행 자동차에 대한 시험 주행 법안 추진이 완료되었으며, 추가적으로 하와이, 메사추세츠, 미시건, 미네소타, 뉴저지 등 13개 주에서 심사중에 있다. 그러나 캘리포니아 자동차관리국(Department of Motor Vehicles, DMV)의 자율 주행자동차의 일반 주행과 관련한 법안은 운전자 필수 배석, 자동차 안전성 보장, 법규 위반 또는 사고시 법적 책임 소재, 주행을 위한 데이터 수집시 개인정보보호와 같은 문제점들이 쟁점화되고 있다. 그럼에도 불구하고 캘리포니아주가 추진하는 자율주행자동차의 일반주행 법안은 세계에서 유일하므로 매우 높은 관심을 끌고 있으나, 국내는 이러한 제도적 지원이 거의 없는 상황이다. 참고로 현재 도로교통법상 자율주행자동차가 일반도로에서 시험을 위한 주행은 불가능한 실정이므로, 법 제도 개선과 더불어 국제 기준에 부합하는 자율주행 자동차 전용 주파수의 할당, 안전성 규제에 대응하는 R&D 및 사업화 추진이 필요하다.

2.2 자동차 업계 능동적 안전 추진 현황

2011년 11월 정식 제정된 자동차 기능안전 규격

인 ISO 26262를 바탕으로 각 도메인별 제어기가 가질 수 있는 위험 상황을 도출하여, 이를 예방하고 대처하기 위한 기술 탑재를 목표로 하는 노력들이 진행중에 있다. ISO 26262는 자동차에서 발생할 수 있는 사고에 대비해 잠재된 위험을 운전자 및 보행자가 허용가능한 수준으로 감소시키는 것을 목적으로 한다. 그러므로 다음 표 2에서 보는바와 같이 영역별 능동적 안전 기술 확보 대상은 ADAS (Advanced Driver Assistance System) 제어기를 중심으로 높은 수준의 위험이 존재한다는 전제하에 그에 대한 예방 대책을 모색중에 있다.

예를 들어 LKAS의 경우, 의도하지 않은 제어기의 오작동으로 인해 자동차가 횡방향 이동하게 되면, 운전자에게 심각한 사고가 발생 할 수 있으며, SCC는 고속 주행 중 과도한 감속으로 인한 운전자 상해가 높다고 판단하여, 높은 ASIL (Automotive Safety Integrity Level) 등급을 부여하여 안전 메커니즘을 구현하여 제어기 개발에 적용하고 있다. 그럼에도 불구하고 이러한 ASIL이 적용된 자동차 개발 목표 시점이 해외에 비해 국내 OEM은 상대적으로 뒤져 있는 편이며, OEM 및 대형 부품 업체 중심으로 ASIL 대응 전략을 수립하고 있는 형편이므로, 완성된 수준의 안전 기술 적용을 위해서는 부품 개발 전반에 걸친 일관성있고 종합적인 프로세스 보완 및 대책 수립이 필요한 실정이다.

〈표 1〉 국내/외 제어기별 ASIL 부여 현황

도메인	대상 제어기	ASIL
사시/안전	LKAS (Lane Keeping, Assist System) SPAS (Smart Parking Assist System) ECS (Electronic Control Suspension) EPB (Electronic Parking Brake) PSB (Pre-safe Seat Belt) AEB (Auto Emergency Braking) SCC (Smart Cruise Control)	ASIL C, ASIL D
파워트레인	PCM (Powertrain Control Module) ECU (Engine Control Unit) DCT (Dual Clutch Transmission)	ASIL B, ASIL C
바디/편의	CLU (Cluster) SMK (Smart Key)	ASIL B, ASIL C, ASIL D

2.3 능동적 안전 기술 핵심 소프트웨어 플랫폼 (AUTOSAR)

자동차 제어를 위해 전장 시스템의 비중이 급증함에 따라 센서, 메모리, ECU, 통신과 같은 다양한 자원들을 종합적으로 관리해야 하므로 자동차 능동적 안전 기술을 개발하고 적용함에 있어 핵심적인 역할을 하는 것이 바로 AUTOSAR와 같은 소프트웨어 플랫폼의 적용이다. 실제로 AUTOSAR 4.X 명세에 따르면 기능안전 적용 방안으로 다음 6가지를 제시하고 있다.

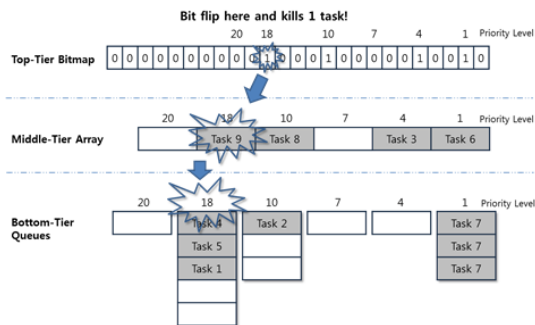
예를 들어 2013년 10월 미국 오클라호마주 자동

차 오작동 관련 소송에서 도요타사가 패소하는데 결정적 역할을 한 Barr 그룹의 보고서에 따르면 (그림 3) (a)에서 보는바와 같이 자동차 엔진 스로틀 밸브를 제어하는 ETCS (Electric Throttle Control System)에서 메모리상에 저장된 데이터들의 변질 (Memory Corruption)이 발생함에 따라 하위 메모리상에 할당된 기능이 정상적으로 동작하지 않아서 약 30초 정도 자동차에서 급발진 현상이 발생하였다고 보고한 바 있다.

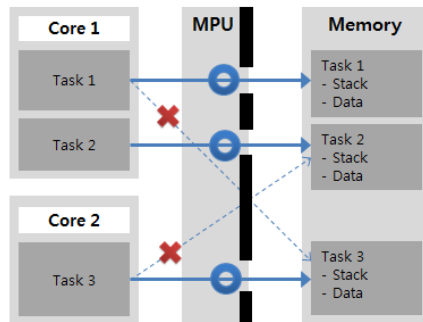
이러한 메모리 간섭을 해결하기 위한 대책으로 (그림 3) (b)에서 보는바와 같이 AUTOSAR 4.x에서는 MPU(Memory Protection Unit)를 바탕으로 설정

표 2. AUTOSAR 4.x Features^[10]

AUTOSAR 적용 방안	내용
메모리 분할과 사용자/관리자 모드	소프트웨어 컴포넌트간 데이터의 간섭 발생을 방지하기 위해 메모리 영역을 분리함
End to End 통신 보호	임베디드 시스템에서 송/수신간 데이터 교환에 따른 데이터 무결성 보호 메커니즘 제공
3-Level 모니터링	기본 기능을 나타내는 Level 1과 이를 모니터링 하는 기능 모니터링(Level 2), 그리고 고장 진단 및 제어 모니터링을 수행하는 Level 3 모니터링으로 구성
제어흐름 모니터링	프로그램 동작의 모니터링 혹은 제어 흐름을 검사
시간 제약성	시간 제약성을 만족하도록 구현 지원
통신 스택	COM 통신 모듈에서 기능안전 메커니즘을 추가하여 통신 장애모드 제공



(a)



(b)

(그림 3) (a) 메모리 간섭에 의한 Memory Corruption 예, (b) AUTOSAR 4.x에서 지원하는 MPU (Memory Protection Unit) 개념

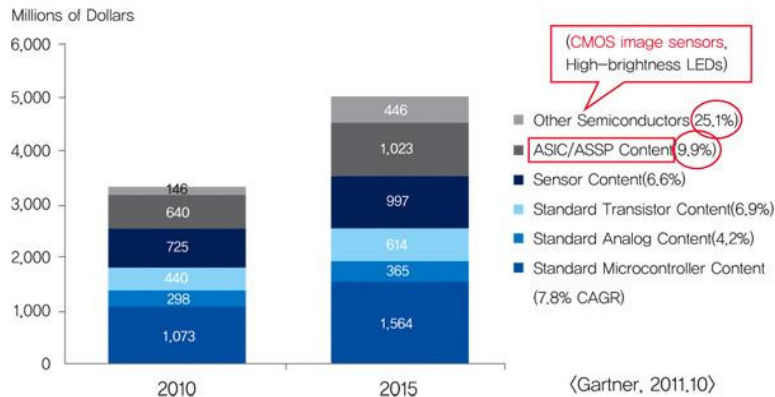
된 메모리 블록에만 어플리케이션이 접근 가능하도록 규정하여 의도치 않은 비트 플립과 같은 잘못된 오버라이팅을 예방하고 다양한 프로세스 코어와 태스크간의 정확한 데이터 교환을 가능하도록 지원한다. 그러므로 국내에서는 현대자동차를 비롯한 여러 자동차 OEM 업체에서 AUTOSAR 2.X, 3.X, 그리고 최근 AUTOSAR 4.X 등 주요 버전 별로 병행 개발되고 있으며, 제어기의 능동적 안전 확보를 위해 AUTOSAR를 적용한 국제 표준 플랫폼 기반의 양산 기술을 활용, 2016년 이후 기능안전 적용 자동차에 대한 차세대 플랫폼을 적용할 계획을 가지고 있다.

2.4 능동적 안전 기반 기술 자동차용 반도체

자동차용 반도체란 주행 관련 각종 정보(온도, 압력, 속도 등)를 직접 입력 받는 센서, 입력 정보를 사용하여 엔진, 트랜스미션 및 각종 전자장치의 동작 제어 명령을 생성하는 ECU, 그리고 DCU로부터 받은 제어 명령을 실행하여 작동시키는 액추에이터 등에 사용되는 반도체로서, 스마트 자동차의 능동적 안전 기술을 구현하는 기반 기술의 핵심 역할을 담당하고 있다. 특히 안전성을 확보하고 연료 효율

을 개선하기 위해 많은 전장 시스템들이 ASIC (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)을 기반으로 개발되고 있는 추세에 맞춰 자동차용 반도체 시장은 매년 높은 수준으로 증가하고 있다.

아울러 스마트 자동차에 탑재되는 제어기의 안전성 확보가 중요해짐에 따라 ISO 26262는 하드웨어를 구성하는 최소 단위인 Part를 인증하기 위한 방안으로 Automotive Electronic Council에서 제정한 AEC-Q100/101/200 규격을 명시하기도 하였다. 또한 국내 완성차 업체에서는 능동적 안전 기술을 구현한 제어기의 안전 기술 신뢰성을 확보하기 위해 자체적인 자동차용 반도체 신뢰성 평가 기준을 마련하는 등 안전 기술 구현의 기반 기술력을 강화하고 있는 추세이다. 그러나 이러한 노력의 대부분이 르네사스, 인피니언, 프리스케일 등 주로 해외 업체들에 의해 주도적인 노력이 이루어지고 있는 추세이다. 그러나 자동차용 반도체의 경우, 반도체 설계업체가 임의로 반도체 고장률을 계산하여 적용하는 등 객관적 제품 안전성 확보에 문제가 있다는 논의가 제기됨에 따라, 개정 작업이 진행되고 있으며, 이를 위해 ISO PAS (Publicly Available Specification) 19451를 준비하고 있다. ISO PAS 19451은 자동차용 반도체에 대해 디지털 회로 뿐만 아니라, 아날로그, MEMS (Micro-



(그림 4) 자동차용 반도체 시장 전망 [4]

ElectroMechanical System), 고장률 등을 명확하게 규정하여 적용할 수 있는 근거를 마련하고 향후 ISO 26262와 통합을 논의할 예정에 있다. 특히 구글이 자율주행자동차를 양산하기 위해 미국 대표로 2012년부터 ISO PAS 19451에 적극적으로 참여하고 있으며 자율주행차의 핵심 반도체를 직접 연구 개발하고 있다.

4. 결론

해외의 한 평가 보고서에 따르면 향후 2025년이 되면, 자율주행자동차가 법규가 원하는 수준의 성능에 도달할 수 있을 것으로 전망하고 있다^[11]. 이를 위해 국내 완성차 업계, 부품업체, 학계에서는 스마트 카 기술 확보를 위해 많은 노력을 기울이고 있는 추세이며, 이를 통해 미래 자동차 시장은 자율주행자동차와 같은 스마트 자동차 보급이 상당수 늘어날 것임에는 반론의 여지가 없다. 그러나, 스마트 자동차는 단순히 스마트 기능을 탑재하기 위한 기술력 확보도 중요하지만, Harris의 조사에서 보는바와 같이 여전히 안전성 및 신뢰성 확보에 대한 의구심을 해결해야 할 과제도 남아 있다. 그럼에도 불구하고 현재 능동적 안전 기술 확보는 기술 개발 및 기능 통합을 위한 원가 절감의 측면이 부각되고 있는 실정을 고려할 때, 실질적 안전을 보장한다는 측면에서는 기준이나 방법론, 업계의 노력, 제도적 지원의 측면에서 여전이 미흡한 실정이다. 그러므로 본 기고문에서는 스마트 자동차의 능동적 안전 확보를 위해 필요한 제도적 지원, 업계에서의 능동적 안전 추진 현황, 핵심적 기술 요소라 할 수 있는 자동차용 제어기를 위한 통합 플랫폼, 그리고 능동적 안전 확보를 위한 기반 기술로서 자동차용 반도체에서의 안전성 확보 동향을 살펴보았다.

참고 문헌

- [1] 한국산업기술진흥원, "2012 산업기술로드맵, 주력산업 자동차," 2012.
- [2] 문종덕, 조광오, "산업부의 자율주행 자동차 기술 개발 방향", KEIT PD Issue Report, Vol.14-12, 2014.
- [3] 국가기술표준원, 한국표준협회, "표준기반 R&D 로드맵", <http://techtrend.kr>, 2014.
- [4] 신윤오, "차량용 반도체, 메모리 반도체 넘어서는 돌파구이자 새로운 기회로" http://www.epnc.co.kr/at/view.asp?a_id=1226,
- [5] 교통안전공단, "교통사고 안전불이행 유형 및 원인 분석 연구", 2012. 12.
- [6] 도로교통공단, TAAS 교통사고 통계 검색, <http://taas.koroad.or.kr>
- [7] Harris, "The Driverless Debate: Equal Percentages of Americans See Self-Driving Cars as the "Wave of the Future" Yet Would Never Consider Purchasing One", <http://www.harrisinteractive.com/NewsRoom/HarrisPolls/tabid/447/csl/ReadCustom%20Default/mid/1508/ArticleId/1562/Default.aspx>
- [8] Jerome M. Lutin et al., "The Revolutionary Development of Self-Driving Vehicles and Implications for the Transportation Engineering Profession," JTE Journal, July, 2013.
- [9] 정영규, 주백수, 조상훈, 구태완, "자동차 임베디드 시스템의 현재와 미래," SW Insight, 정보통신산업진흥원, 2013.
- [10] 모세준, 박재우, 강산들, "자율주행차 핵심 기술 및 업체 전략," 한국자동차산업연구소, 2015. 01.
- [11] Matthew Michaels Moore and Beverly Lu, "Autonomous Vehicles for Personal Transport: A Technology Assessment," Social Science Research Network (SSRN), <http://ssrn.com/absrtract=1865047>, 2011.

저 자 약 력



구 태 완

이메일: Taewan, Gu@hyundai-autron.com

- 2007년 한림대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2007년~2011년 한국과학기술원(KAIST) 전산학과 Post.Doc. 및 연구교수
- 2011년~2012년 현대오토에버 선임컨설턴트
- 2012년~현재 현대오토론 책임연구원
- 관심분야: SW 신뢰성 모델링, SW 요구사항 분석, SW 프로세스 개선, Functional Safety Analysis, System/SW 검증



주 백 수

이메일: innospi_joo@gmail.com

- 1997년 부산대학교 항공우주공학(학사)
- 1997년~2002년 한국항공우주산업(KAI)
- 2003년 성균관대학교 기술경영정보
- 2006년~2011년1 현대 오토에버
- 2012년~현대 현대 오토론
- 2014년 한양대학교 기술경영학(석사)
- 관심분야: 무인자율주행, 자동차 평가 기술, 기술수용 및 기술확산 모델 분석



이 승 곤

이메일: skonlee@gmail.com

- 1998년 경북대학교 공과대학(학사)
- 2008년 고려대학교 정보통신대학원(석사)
- 1999년~2010년 LGCNS 임베디드SW개발 및 시험
- 2010년~2012 현대오토에버 차량전장센터
- 2012년~현재 현대오토론 ISO26262 적용 및 프로세스 개선
- 관심분야: ISO26262, 임베디드SW & System, Test Engineering, CMMI, A-SPICE



김 득 규

이메일: dkkum@uengine.org

- 2015년~현재 (주)유엔진솔루션즈 CTO
- 2009년~현재 동서울대학교 컴퓨터소프트웨어과 겸임 교수
- 2014년 건강보험심사평가원 자문위원
- 2013년 국립국어원 자문위원
- 2012년 숭실대학교 전산학과(박사)
- 2007년 한국 BPM 표준화분과위원회 위원
- 관심분야: 서비스지향 아키텍처, 스마트 자동차, 빅데이터 분석기술 등