



스마트 자동차에서의 IoT 동향

오우진* · 강민수*

*금오공과대학교 전자공학부

목 차

I. 서론	III. IoT와 스마트 자동차
II. 스마트 자동차 기술	- 커넥티드 카 현황, 네트워크 표준
- 국가 R&D 로드맵, 개발동향	IV. 결론

I. 서론

차량과 정보통신 기술의 융합은 1990년대 말 ITS (Intelligent Transport System)을 통하여 시작이 되었다. 이동전화 기술이 90년대 초반에 아날로그에서 GSM, CDMA와 같은 디지털로 발전하면서 다양한 분야에서 상호 연결(connected)되기 시작했고 자동차 분야에서는 ITS의 개념이 출현된 것이다.

초기의 ITS는 교통난을 해소하고 물류 관리를 위한 지능형 교통체계를 목표로 교통흐름 제어, 차량정보 공유, 도로정보 제공 등과 같이 지역단위의 정보를 수집, 전송 및 관리하는 국가 주도의 인프라 관련 기술이 대부분이었다. 2000년대 이후 ICT기술의 급격히 발전하고 다양한 센서가 개발되어 자동주차(Auto Parking), 능동안전, 지능형 자동차 등과 같은 차량 중심의 연구가 시작되었다. 현재는 C-ITS (Cooperative ITS) 와 스마트 자동차로 상호 융합된 완전 무인 자율주행 시스템으로 발전되고 있는 상황이다.

본 고에서는 자동차와 ICT간의 융합 기술에 대하여 차량 중심의 ICT 융합 기술을 우리나라의 R&D 로드맵을 기반으로 국내외 현황을 소개하고, IoT와 관련된 자동차 기술을 간단히 제시하고 결론을 맺는다.

II. 스마트 자동차 기술

2.1. 스마트카의 국가 R&D 로드맵

스마트 자동차는 지능형 자동차의 자율주행, 능동안전, 운전지원 시스템 등과 ITS의 도로 인프라와 주변 환경제어와 융합하여 국내에서 새롭게 정의한 것이다. C-ITS로 도로의 상황과 정보를 활용하여 차량제어, 보행자 보호, 교통흐름을 효율적으로 수행하게 되며, ICT 기술로는 적응주행, 전방충돌방지, 차선이탈방지, HUD (Head-Up Display), 인포테인먼트(Infotainment), 지능형 내비게이션, 모바일 오피스, 차량 관리 등과 같은 다양한 안전장치 및 편의요소를 제공하게 된다.

표준기반 R&D 로드맵[1]-[2]에서는 다음과 같이 스마트자동차의 기술을 분류하고 세부적인 체계를 표 1과 같이 정의하고 있다.

- 스마트자동차 안전 기술 : 사고를 예방 또는 회피를 하거나, 차량 결함, 충돌 등 위험상황으로부터 운전자 및 탑승자를 보호하여 교통사고 및 피해를 획기적으로 경감하는 기술
- 스마트자동차 편의 기술 : 자동차의 인포테인먼트기능을 부여하고 운전자 편의를 극대화하여, 자동차를 가정, 사무실에 이은 제3의 공간으로 활용하기 위한 기술
- 스마트자동차 융합 기술 : 안전과 편의 기능으로 분류되지 않는 ITS 연계 기술, 개인운송수단(Personal Mobility)등을 포함하여, V2X 통신, In-Vehicle Network 기술, 자동차용 임베디드 기술 등의 스마트자동차의 요소기반 기술을 포함

표 1. 국가R&D 로드맵에서 스마트자동차 기술 분류 체계 및 정의

중분류	소분류	세부내용
안전 기술	센싱시스템	자동차에 장착된 다양한 환경 인식 센서 또는 외부와의 송수신이 가능한 단말기를 활용하여 자동차의 내부 및 외부 상황을 인식하는 기술 (예 : 레이더, 운전자 상태 감지, 보행자 인식, V2X 통신 등)
	액츄에이팅시스템	자동차의 승차감을 향상시키고, 교통사고 예방/회피/피해 경감을 위하여 자동차의 자세를 제어하는 조향, 제동, 현가 관련 기술 (예 : 자세제어장치, 전동식 파워 스티어링 등)
	수동안전시스템	자동차의 사고 발생 이후 탑승자와 보행자의 피해를 경감시키는 시스템 및 에어백 전개 자동감지 후 사고위치를 자동으로 응급센터에 알려 신속하게 구조하는 시스템 (예 : 에어백, 능동형 후드, 액티브 헤드레스트, e-Call 등)
	운전보조시스템	운전자에게 안전 운전에 도움이 되는 정보를 제공하거나 운전자가 자동차를 직접 제어하는데 도움을 주는 기술 (예 : HUD, AFLS, TPMS, SPAS, AVM 등)
	사고예방/회피시스템	환경 인식 센서 또는 V2X 통신 등을 통해 자동차 주변 상황을 인식하여 운전자에게 위험을 경고하거나, 자동차 스스로 제어를 하여 사고를 예방하거나 회피하는 기술 (예 : 차간 거리 제어, 자동 긴급 제동, 연쇄추돌방지, 사고 회피 등)
	(반)자율주행시스템	개별 능동 안전 시스템들을 통합하여 제한된 영역에서 자동차 스스로 자율 주행이 가능하면서 필요 시 운전자의 직접 제어가 가능한 자동 운전 기술 (예 : 자동 발렛 파킹, 전용 도로 자율 또는 군집 주행 등)
편의 기술	HMI 시스템	탑승자와 자동차 간의 효율적인 인터페이스를 통하여 안전과 편의를 향상시키는 기술 (예 : 음성 및 제스처 기반의 차량용 HMI 기술, 공조 제어 등)
	자동차 상태 모니터링 시스템	주행 중 자동차의 상태를 진단하여 고장 상황을 감지하여 알려주고, 사고 시 자동 통보, 재현 및 분석을 위한 기반기술 (예 : 자동차 블랙박스, 고장 진단 기술 등)
	운전 지원 단말 시스템	자동차 운전 시 필요한 정보를 운전자에게 전달하기 위한 단말시스템 관련 기술 (예 : 디지털클러스터, 차세대내비게이션 기술 등)
	자동차용 무선 통신 기술	고속 주행 중인 자동차와 외부와의 소통을 위한 무선통신인터페이스 기술 (예 : LTE, WAVE 등 기반 차량과 인프라간 통신 등)
	모바일 오피스 시스템	주행 중에도 이메일 처리, 웹정보 검색, 홈오토메이션시스템 제어 등 다양한 업무를 처리할 수 있도록 지원하는 기술 (예 : 스마트폰 등과의 연계를 통한 BM, 시공간 정보 웹 서비스 등)
융합 기술	Eco-ITS 연계 시스템	자동차 외부 인프라 정보와 운전정보를 이용하여 최적의 운전 조건을 설정하고 연비 절감을 극대화 시키는 기술 (예 : 맵 연계 에너지 관리, 연료 절감 내비게이션 x등)
	In Vehicle Network 기술	자동차 내부 시스템간의 정보 제공과 제어를 위한 자동차 내부의 네트워크 기술 (예 : FlexRay 기반 차내망, Ethernet 기반 차내망 등)
	자동차용 SoC 기술	자동차의 안전과 편의 기술 개발을 위한 다양한 기능을 가진 칩을 하나로 집적화하는 기술 (예 : 디지털 RF용 SoC, Ethernet용 SoC 등)
	자동차용 임베디드 기술	자동차의 안전과 편의와 관련한 시스템을 동작시키는 소프트웨어를 하드웨어에 내장하는 기술 (예 : 인식 및 차량자세제어용 SOC, 레이더용 IC 등)
	시험 및 표준화 기술	스마트자동차 관련 자동차와 시스템 성능 평가 및 표준화 기술 (예 : V2X 통신 장치 검증 및 인증기술 등)

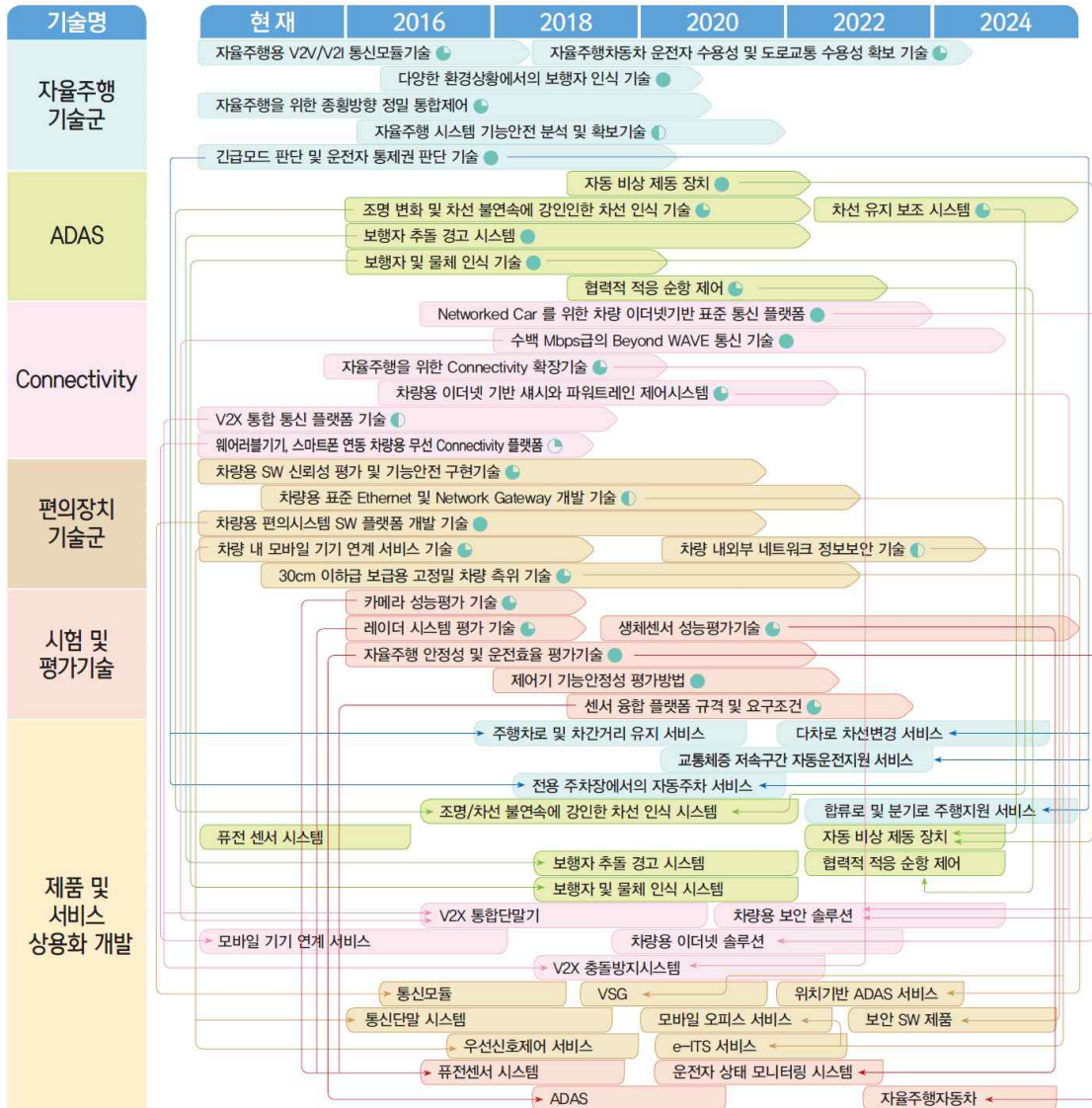


그림 1. 국가R&D 로드맵 스마트자동차 분야

위의 기술들이 융합되어 최종적으로 무인주행자동차를 실현 될 수 있으며 국내의 연구는 선진국에 비하여 상당히 늦게 시작되었다. 1980년대 카네기멜론 대학의 이 최초로 ALV(Autonomous Land Vehicle) 프로젝트로 연구에서 영상, 라이다(LiDAR) 기반의 자동차 추종 시스템을 개발하기 시작한 이래로 현재까지 많은 선진 자동차 기업과 구글과 같은 IT 기업에서 경쟁적으로

연구개발을 하고 있는 상황이다. 국내의 스마트 자동차 관련 R&D 로드맵은 그림 1과 같다.

무인 자동차 기술의 단계별 수준은 표 2로 정의하고 있으며, 현재 레벨 3의 단계까지로 진입하고 있는 단계이다. 상용차 업계는 2020년까지 상용화하는 것을 목표로 하고 있다.

표 2. 자율주행 레벨 (NHTSA)

레벨	자율 수준	특징
0	수동 No Automation	
1	운전자 보조 Function-specific automation	자동 브레이크
2	부분 자동 combined function automation	차선유지 차간거리 (ACC)
3	제한된 자율주행 Limited-self driving automation	차량제어기능 자동화
4	완전자동 Full Self-Driving Automation	모든 교통 상황에서 자율 주행

무인주행자동차를 목표로 장기간의 선행연구와 실제 도로 주행시험 등을 하고 있으며 종합적인 분석과 통합 제어, 인지 및 인공지능 기술 등은 완성차 업체보다 앞선 상황이다. 완성차 업체도 무인 자동차 기술에 필수적인 지도데이터를 확보하기 위하여 보쉬는 2014년

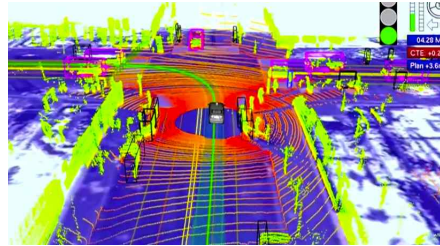


그림 2. 구글 무인자동차의 도로정보 활용

2.2. 개발동향

자율주행을 위해서는 도로의 정보를 다양한 센서로 수집하여 차량을 제어해야 한다. 상용차 업계는 현재 자동주행(ACC; Adaptive Cruise Control), 차량 추종 (Vehicle Following), 차선이탈 경보(Lane Departure Warning), 자동 주차(Auto Parking) 등과 같이 차량 중심으로 획득한 정보를 활용하여 단계적으로 상용화 하고 자율주행에 대하여 시험하는 단계이다. IT 기업에서는 항공뷰와 같은 지도정보와 연계하여 궁극적인



그림 3. 중국 바이두의 무인자동차

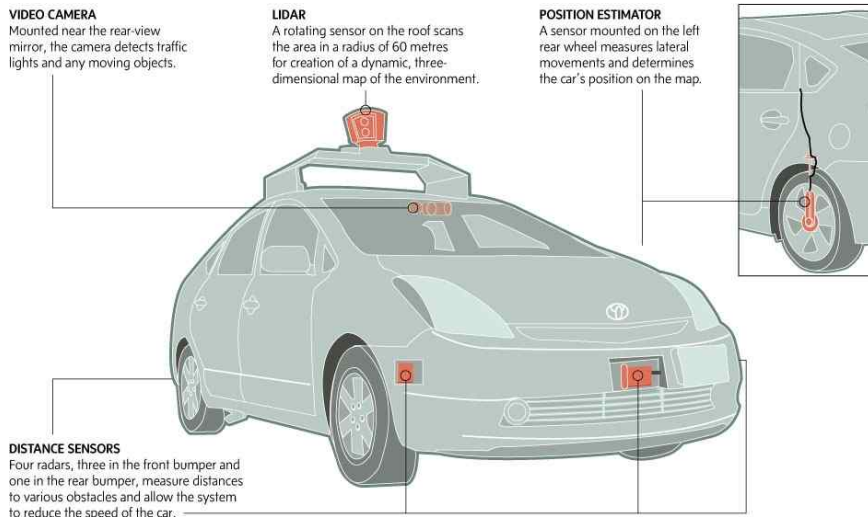


그림 4. 구글 무인카에 장착된 센서들

에 TomTom과 제휴했으며, Audi, BMW, Daimler는 노키아의 지도 데이터를 27억 달러에 구매하기도 했다.

지도정보를 보유한 IT기업인 Apple도 Titan 프로젝트로 2019년까지 전기 자동차를 개발을 추진 중에 있으며 장기적으로는 무인자동차 까지 추진할 것으로 예측되고 있다. 중국은 포탈회사인 바이두와 BMW가 2014년부터 무인자동차를 개발을 시작하여 2015년 12월에 30km의 실 주행 영상을 공개한 바 있다.

이 분야에서 가장 앞선 구글 무인자동차는 10만불 이상의 센서와 컴퓨팅 장치로 구성되어 있으며, 가장 고가의 장비는 3D Lidar 시스템이다. 초음파, 레이더, Lidar, 영상 등의 센서를 복합적으로 활용해도 도로의 포트홀(pothole), 노면의 결빙, 악천후에서의 전방차량 정지등을 판단하기에는 어려움이 있는 것으로 알려져 있다. 또한 민수용 GPS의 내재적 오차로 인하여 차선 변화와 같은 수십 cm급 위치 인식 기술은 부족한 실정이다. 따라서 다른 차량과의 통신이나 도로정보를 전송하는 인프라와 상호 연계하여 주행하는 C-ITS등이 연구되고 있다.

등과 같은 편리성과 즐거움을 위한 인포테인먼트에 중점을 두고 있다. 대분의 업체가 표준 오픈 플랫폼인 GENIVI 협회의 MirrorLink를 기반으로 블루투스나 USB로 스마트폰과 연결하여 다양한 응용기능을 제공하고 있다. 상용차 업계는 IT기업과 제휴나 협력을 통하여 음성인식, 접속기능 등을 개발하고 있으며, 주요 협력사례를 보면 MS와 포드는 음성인식 기술인 포드 싱크(Sync), 포드터치(Touch)를 개발하였으며, BMW는 인텔과 BMW Assit를, 아우디는 NVIDIA와 함께 차세대 계기판 등에서 협력하고 있다. 국내에서는 현대자동차가 MS와 블루링크를 개발하였다.



그림 5. NVIDIA와 협업한 Audi의 미래형 계기판

III. IoT와 스마트 자동차

3.1. 커넥티드 카 현황

커넥티드 카는 통신(Telecommunication)과 정보과학(Informatics)이 결합한 원격 정보전송 이라는 텔레매틱스(Telematics)에서 발전된 개념이다. 초기의 텔레매틱스는 차량 탑재형 무선통신 장치로 외부 네트워크와 연결되어 고유의 기능만을 정의했었다. 최근 ICT 기술의 발전과 IoT의 출현으로 차량이 스마트 디바이스에서 고도화된 역할을 수행하는 커넥티드 카(connected car)로 확장되었다.

자동차의 전장화가 진행됨에 따라 차량의 인터넷 연결은 당연시 되고 있다. CES 2015 (Consumer Electronic Show 2015)에도 주요 10개 완성차 업체가 참여하였으며, 5년 전에 비하여 2배 이상 넓은 전시장에 무인 주행기술과 더불어 커넥티드 카에 대한 많은 제품을 선보였다.

현재의 자동차관련 IoT 기술은 내비게이션, 오디오 등을 네트워크로 연결하여 최신파지도와 음악, 도로정보

안전운전을 위한 운전자 인지능력을 보조하기 위하여 새로운 HMI (Human Machine Interface)로 증강현실(Virtual Reality), HUD(Head Up Display)에 대한 연구도 활발하다.



(a) TI DLP를 사용한 HUD 예시



(b) 아이나비의 증강현실

그림 6. HUD와 증강현실의 예시

커넥티드 카에 대한 소비자의 요구 기술에 대한 조사 결과를 살펴보면 오히려 무인자동차 기술보다는 실시간 교통 및 날씨 정보, 내비게이션, 차량유지관리의 순서로 비용을 지불할 의향이 있다고 조사되었다.

표 3. Deloitte's 소비자 설문 결과(2014 미국판)

항목	선호도(%)	주요 서비스
Traffic/Weather	40	실시간 정보제공
Navigation	39	경로정보
Maintenance	28	진단, 차량 관리
Access	23	스마트키, 차량추적
Entertainment	18	음악 스트리밍
Fuel Tracking	18	연료 효율
Automation	10	무인자동차

대부분의 완성차 업체는 독자적인 앱을 개발하여 도어락, 자동 환기 및 사전 예열 등과 같은 기능을 제공하고 있다. 특히 전기자동차의 경우에는 주행거리의 제한과 충전문제를 해결하는 별도의 앱을 제공하여 충전소의 위치, 사용정보, 장거리 경로제공, 사용예약 등도 지원하고 있다.



(a) BMW i App: 전기자동차



(b) 현대자동차 Bluelink

그림 7. 완성차 회사의 전용 앱들

완성차 업체가 차량 내부 정보를 온도, 환기와 같은 단순한 것만 제공하는 데 반하여 중소기업들은 차량진단기인 OBD(On-Board Diagnostics) 스캐너기능을 무선 어댑터와 스마트폰 앱으로 연동하여 많은 정보를 제공하고 있다. OBD 신호는 WiFi, 블루투스, USB 등으로 스마트폰에 전송되어 앱에서는 차종에 따라 신호를 분석하여 제공하는 것이다. 엔진경고, 속도, RPM, 연료소모량 및 잔량, 토크, 주행거리, 배터리 상태 등 다양한 정보를 제공하고 있다.



그림 8. OBD 무선 어댑터와 관련 앱

그밖에도 차량 이동성(Mobility)를 활용한 신규서비스가 신생 기업을 중심으로 다양하게 개척되어 급격히 성장하고 있다.

- 차량공유 서비스: Uber
- 택시 호출 서비스: 카카오택시, Hailo
- 근거리 동승: Lyft, Sidecar
- 장거리 동승: BlaBlaCar
- 단기 대여: 쏘카, 유카, RelayRides
- 트럭과 소규모 화물주 연결: Cargomatic

인포테인먼트를 구현하기 위한 플랫폼 OS는 그림 8 처럼 QNX가 53%(2013년기준)를 점유하며 주도하고 있지만 모회사인 블랙베리의 경영난으로 미래 전망을 예측하기 어렵다. 안정성(Safety)에 강한 QNX는 능동 제어와 같은 전문분야에 주력하고 인포테인먼트 분야는 Linux 기반은 open source를 표방하는 GENIVI Alliance와 AGL (Automotive Grade Linux)의 Tizen이 그 자리를 차지할 것으로 전망하고 있다. 다만 GENIVI의 주축인 Nokia의 몰락으로 향후 Tizen이 앞설 것으로 예측되고 있다. MS는 Windows CE로 포드

와 개발한 SYNC가 호응을 얻지 못하고 Linux로 변경되면서 점점 입지가 줄어들 것으로 예측되고 있다.

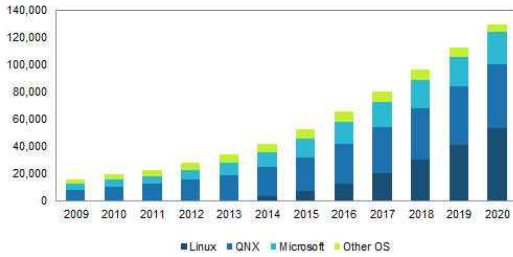


그림 9. 세계 인포테인먼트 OS 시장 전망 (IHS Automotive Nov. 2013)

최근에는 애플과 구글은 CarPlay와 Android Auto로 차량용 헤드유닛 등과 같은 멀티미디어 시스템을 위한 플랫폼 시장에 적극 진출하고 있다. 현재는 전통적인 카오디오의 Headunit을 대상으로 스마트페드와 유사하게 구현하고, 휴대폰과 미러링, 앱 실행, 음성명령 인식 등을 온라인으로 지원하고 있다.



그림 10. 애플 CarPlay의 예

현재 자동차용 반도체 시장은 일본의 르네사스(Renesas)가 주도하고 있으나 2015년 상반기에 NXP가 Freescale을 인수하여 1위로 부상하였으며 ADAS와 같은 능동 안전 분야에서 요구하는 고성능 혼합신호 반

도체를 선점할 것으로 예측되고 있다. 비주력 반도체 기업인 NVIDIA, 삼성, LG 등도 차세대 전장 부품 시장에 진입하기 위하여 완성차 업계와 협업을 진행하고 있다.

3.2. 커넥티드 카 네트워크

커넥티드 카의 통신망 구성은 in-vehicle 과 inter-vehicle 또는 외부 네트워크 연결로 구분된다. 차량내 통신은 LIN(Local Interconnect Network), CAN (Controller Area Network)으로 단순했다. 전장부품의 증가, 능동안전의 고속 데이터, 자율주행 등과 같이 실시간 데이터 전송에 대한 요구로 최근 몇 년 사이에 새로운 전송방식에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 표 4에 주요 네트워크에 대해 비교하였다. 차량 네트워크는 서비스와 목적에 따라 다수의 bus로 구성되며 폭스바겐 골프 5세대의 경우 10여개의 CAN 버스가 게이트웨이를 통해 연결되어 있다.

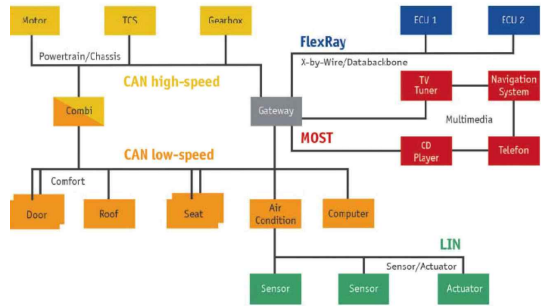


그림 11. In-vehicle 통신 버스의 예

차량용 이더넷은 고속전송이 가능하고 비용이 저렴하여 이종 네트워크를 대체할 수 있는 차세대 네트워크로 표준화가 여러 그룹 및 단체에서 진행 중이다.

표 4. 유선 In-vehicle 네트워크 비교

구분	전송율	전송매체	접속방식	용도
LIN	19.2Kbps	Single Wire	Polling	저속 제어용
CAN	1Mbps	Twisted Pair(TP)	CSMA/CR	낮은 실시간 제어, 안전제어
FlexRay	20Mbps	TP/Optical	TDMA	고속전송, 높은 실시간 제어, 안전제어
MOST	150Mbps	Optical	TDMA/CSMA	Infotainment data
Ethernet	1Gps	TP	CSMA	표준화/상용화 진행중

Open Alliance SIG(Special Interest Group)는 자동차 회사를 주축으로 구성되어 한쌍의 비차폐선과 같은 저가의 물리계층으로 이더넷인 Broad-Rich를 표준화했다. Broadcom은 twist pair 선로에서 100Mbps 급의 트랜시버를 출시하여 많은 차량에 적용되어 있다. AVnu Alliance는 음성, 영상 전송을 위한 실시간 고품질의 네트워크의 링크계층의 표준을 추진하는 산업체 포럼으로 차량용 네트워크에 대한 표준화까지 확대하여 진행 중에 있다. AUTOSAR는 차량용 소프트웨어가 복잡해짐에 따라 자동차 완성차 및 부품업체들이 SW 개발을 위한 개방형 플랫폼(Open System Architecture)를 표방하고 만들어진 산업 표준 단체이다. AUTOSAR 버전 4.0 이후부터 차량용 이더넷 통신 스택을 추가하여 관련 디바이스 드라이버, 소켓, IP, UDP등에 대한 인터페이스 모듈을 제공하고 있다.

차량내 통신으로 무선통신은 비용, 신뢰성, 안정성 문제로 주요 네트워크에는 적용하지 않고 인포테인먼트와 같은 분야에서 일부 사용되고 있다. 산업용으로 wireless CAN상용화 되어 있으며 일부에서 2대 이상의 차량연동과 같은 특수한 경우에 사용되고 있다.

Inter-vehicle 통신은 1990년대말 ITS, 텔레메틱스 분야에서 지속적으로 연구되어 왔다. 차량 통신은 V2X (Vehicle-to-Everything)로 표현하며 V2V(-to Vehicle), V2I(-to Infrastructure), V2H(-to Home), V2N(-to Nomadic device), V2G(-to Grid) 등으로 세분화하여 다양한 방식이 제안되어 있다. V2X 통신은 기존에 이동통신망, DMB, GPS와 더불어 5.9GHz의 ITS대역에서 Wifi를 자동차 환경에 맞게 개선한 IEEE802.11p WAVE, 차량요금 징수 시스템인 DSRC(Dedicated Short Range Communication), 다양한 무선통신 기술을 수용한 ISO TC204 CALM (Communication Access for Land Mobile) 등이 연구 및 표준화되어 있다.

V2V/V2I 기술은 인프라의 구축과 차량에 동일한 규격이 적용되어야 하므로 대부분의 경우 국가적인 프로젝트로 연구되고 있다. 미국은 Safety Pilot 프로젝트로 테스트베드를 실제로 구축하여 관련 기술을 검증하였으며 유럽은 CVIS(Cooperative Vehicle Infrastructure System), SAFESPOT 등의 프로젝트를 수행하였다. 이러한 프로젝트로 차량간 통신과 도로 정보의 전달로 차량 충돌/추돌 방지, 교차로 사고방지, 추월 금지, 위험지역 경고, 교통혼잡 제어 등과 같은 협력적 안전

(Cooperative Safety), C-ITS의 기능을 검증하고 2017년부터 대형 트럭에 적용하는 것을 계획 중에 있다.

IV. 결론

본 기고에서는 자동차의 전장화에 따른 ICT 융합 기술을 스마트 자동차를 중심으로 커넥티드 카에 대한 개발동향을 살펴보았다. 자동차 전장 부품의 비율은 2000년에 22%에서 2020년에는 50%로 증가할 것으로 예측되고 있어 주요 전자업체도 전장 부품에 집중 투자를 계획하고 있다. 이러한 신산업 분야에 적합한 전문 인력양성과 융합연구가 절실히 요구되고 있는 상황이다.

본 기고를 통해 전장 분야에 대한 관심을 갖고 IoT 전문가들의 전장분야에 대한 진출이 확대되기를 기대하는 바 이다.

참고문헌

- [1] 표준기반 R&D 로드맵: 스마트 자동차, 국가기술표준원, 한국표준협회 2015.
- [2] 미래신성장 7대산업 표준기반 R&D 추진전략 발표회: 스마트 자동차세션, 2015. 3
- [3] ISO TC204의 스마트카 표준화 동향, KATS 기술보고서, Vol 71, 국가기술표준원, 2015. 3
- [4] IoT로 자동차를 연결해 새로운 모빌리티 제공, 금월의 토픽 No. 231-1, 일본정책투자은행, 2015. 5
- [5] 이동훈, 자동차-ICT 융합 및 표준화 기술 동향, TTA 저널, 154권, 2014. 7
- [6] 한태만, 조성익, 전황수, 허재두, 스마트차량과 자동차 사물인터넷(IoV) 기술동향 분석, 전자통신동향분석, 30권 5호, ETRI, 2015. 10.
- [7] IT 융합 기반 V2X 차량 통신 기술개발 동향, 한국방송통신전파진흥원,
- [8] S. Tuohy, M. Glavin, C. Hughes, E. Jones, M. Trivedi, L. Kilmartin, Intra-Vehicle Networks: A Review, IEEE Trans. on Intelligent Transportation and Systems, Vol. 6, No. 2, 2015. 4
- [9] NVIDIA Drive Px: Self-driving Car Computer, <http://www.nvidia.com/object/drive-px.html>



오우진(Woojin Oh)

1996년: 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학박사)
1996년~1998년: SK 텔레콤 중앙연구원 (선임연구원)
1998년~현재: 금오공과대학교 전자공학부 (교수)
※ 관심분야: 신호처리, DSP 및 FPGA 시스템 설계 및 구현, 차량용 레이더 신호처리
이메일: wjoh@kumoh.ac.kr



강민수(Minsoo Kang)

2015년: 금오공과대학교 전자공학부 (학사)
2015년~현재: 금오공과대학교 전자공학부 (석사과정)
※ 관심분야: 신호처리, DSP, 마이크로프로세서
이메일: minsu6147@gmail.com