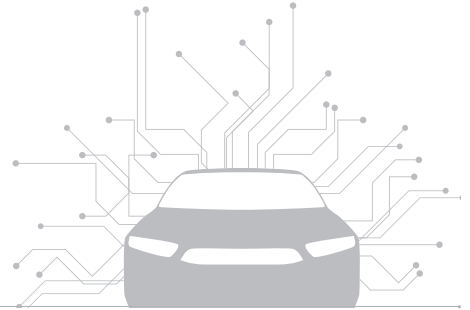


자율주행시스템 개발 동향 및 국제표준화 추진 현황

송유승 ETRI 자율주행시스템연구그룹 책임연구원



1. 머리말

자율주행시스템을 탑재한 차량들은 지능형교통시스템이 추구해 오고 있는 미래의 비전을 한층 더 강화하고 효과적으로 달성하는 데 중요한 핵심 요소가 되고 있다. 종래 교통시스템에 존재하는 교통체증, 교통사고, 운전피로, 대기오염 등의 고질적인 문제들을 해소하고 새로운 서비스 창출을 불러일으키는 신산업 성장의 동력이 되고 있다. 자율주행시스템은 네트워크 기술을 진화시켜 고화질의 인포테인먼트 서비스와 실시간 도로교통정보를 운전자에게 제공함으로써 보다 편리한 미래교통수단이 되고 있다[1].

자율주행시스템 기술은 4차 산업혁명을 주도하는 핵심 분야 중 하나로 2030년경에는 9,800억 달러의 세계 시장규모를 예측할 정도로 가파르게 성장하고 있다[2]. 자율주행시스템은 초기 2015년, 간단한 차량의 속도나 긴급제동 등의 안전서비스를 제공하는 것에서부터 출발하여 현재는 제한된 주행공간에서 운전자의 감시하에 자율주행이 가능한 자율주행자동차들이 시장에 출시되고 있다. 이러한 자율주행시스템의 보급과 확산은 관련된 부품, 네

트워크, 통신, 도로인프라뿐만 아니라 정부정책과 도로교통규제 등의 분야에도 파급적인 변화를 가져오고 있다.

자율주행시스템 기술은 주변 교통상황을 파악하여 운전자에게 위험상황을 알려주거나 차선변경이나 긴급제동 등의 운전자 보조(Driver assistance) 기술, 제한된 구간이나 특정 조건 하에서 스스로 운전하는 자동주행(Automated driving) 기술 그리고 모든 조건에서 운전자 없이도 주행할 수 있는 무인자동차(Unmanned vehicle) 기술로 점차 발전하고 있다. 본고 2장에서는 현재까지 진행 중인 국내 및 세계 각국의 대표적인 자율주행시스템의 개발 동향을 소개한다. 널리 알려진 구글의 자율주행자동차를 비롯한 유럽과 미국의 대표적인 완성차를 중심으로 시장에 소개되고 있는 기술을 살펴본다. 3장에서는 자율주행시스템에서 검증된 기술을 중심으로 진행되고 있는 국내외 표준화 현황을 소개하고 더불어 이미 완료되었거나 향후 진행될 표준화 항목들에 대해서도 살펴본다.

2. 자율주행시스템 개발 동향

2.1 국내 기술개발 동향

국내 자율주행시스템 개발은 초기 소형전기자동차 개조에서 시작하여 2010년부터 현대기아자동차가 실시하는 무인자율주행자동차 경진대회 등이 발판이 되어 현재는 여러 산학연에서 다양한 연구개발이 이뤄지고 있다[3]. 완성차에 탑재된 기술 동향을 살펴보면 CES 2014~2015년에 K9과 소나타에 운전자 편의기능과 인포테인먼트 기술을 선보였으며 2016년에는 제네시스에 부분 자율주행과 선행차량 추종기술 등이 장착되었다. 2017년 국제모터쇼에서 아이오닉(Ioniq) 자동차가 특정구간 내에서 장애물을 회피하여 주행하는 자동화레벨3(SAE J3016 기준)의 기술을 데모하였다. 저속 자율주행자동차의 경우 2018년 평창 동계올림픽에서 행사장을 왕래하는 무인셔틀버스 시연을 계획하고 있으며 2017년 12월에는 자율주행자동차를 판교 테크노밸리에서 국내 최초로 운행할 계획을 갖고 있다.

2.2 국외 기술개발 동향

미국의 경우 자율주행시스템의 선두주자인 구글은 2012년 네바다 주에서 최초로 무인자동차 면허를 취득하면서 2016년 말 기준 총 55대의 자율주행자동차를 확보하고 있다. 현재는 완성차 형태인 웨이모(Waymo)를 출시하여 무인자동차 시장을 노리고 있다. 시장에 출시되고 있는 대표적인 모델로 테슬라(Tesla)의 모델3와 지엠(GM)의 볼트이브이(Bolt EV) 등이 있으며 운전자가 탑승한 조건에서 자율주행이 가능한 자동화레벨3의 기술을 제공하며 한번 충전으로 최대 320km까지 주행이 가능하다.

유럽 시장에 출시한 대표적인 모델로는 벤츠(Benz) S-Class와 BMW New 7 시리즈 등이 있다. 벤츠(Benz) S-Class에 탑재된 다양한 능동조향보조 기능은 운전경로 정보, 주변 표지판과 사물 인식을

통해 능동적으로 차량의 속도와 조향제어를 수행하며 실시간 안전정보 취득을 위해 차량용 근거리 통신장치도 제공한다. BMW New 7 시리즈의 가장 큰 특징은 동작인식 기능, 리모트 컨트롤을 통한 원격 주차 그리고 태블릿 장치를 활용한 터치 커맨드 등의 편의기능 등을 들 수 있다[4]. 또한, 저속의 무인셔틀시스템으로는 프랑스의 나비아가 개발한 아르마, 영국의 오토드라이브 팟(Autodrive Pod), 게이트웨이 팟(Gateway Pod) 등이 있다. 자율주행버스인 아르마는 현재 대중교통으로 운행 중에 있으며 스위스에서도 자율주행버스가 대중교통으로 운행되고 있고 영국 런던에서도 2016년 8월부터 자율주행 전기버스가 일반도로로 주행하고 있다.

일본은 주요 완성차 업체인 도요타, 닛산 그리고 혼다를 중심으로 정부가 자율주행시스템산업을 적극 육성시키고 있다. 도요타는 콘셉트아이(Concept-i)라는 자율주행시스템 콘셉트 자동차를 발표하였다. 도쿄 올림픽이 개최되는 2020년까지 자율주행자동차가 공용도로를 달리는 것을 목표로 연구개발을 추진 중이며 법 개정을 추진하고 있다. 또한, 디엔에이는 2016년 8월부터 최대 12명이 탑승 가능한 무인 자동운전 버스인 로봇 셔틀을 쇼핑단지, 공장, 대학교 등에서 운행하고 있으며 최대 시속 40km/h까지 운행이 가능하다.

3. 자율주행시스템 표준화 추진 현황

3.1 국내 표준화 현황

최근 산업통상자원부를 중심으로 자율주행자동차 표준화 간담회를 개최하고 2017년에 전방 차량 충돌 경감시스템 등 5종을 한국산업표준으로 개발 및 제정할 계획을 발표하였다. 지금까지 국가기술표준원은 자율주행자동차와 관련된 KS 23종을 제정하였다. 국내전문가들이 국제표준화 활동에 함께 참여하여 표준을 제정하고 있으며 향후 국제표준화

<표 1> ISO/TC204/WG14 표준화 항목[5]

약어	명칭	번호	단계	요약 설명
ACC	Adaptive Cruise Control	15622	진행	적응형 순항제어
FVCWS	Forward Vehicle Collision Warning Systems	15623	완료	선행 차량 충돌 경고
TIWS	Traffic Impediment Warning System	15624	완료	도로장애물 안내판 경고
MALSO	Maneuvering Aid for Low Speed Operation	17386	완료	후방 장애물 경고
LDWS	Lane Departure Warning Systems	17361	완료	주행차로 이탈 경고
LCDAS	Lane Change Decision Aid Systems	17387	완료	인접차선 차량 근접 경고
LSF	Low Speed Following systems	22178	완료	선행 차량 저속 추종
FVCMS	Forward Vehicle Collision Mitigation Systems	22839	완료	전방 차량 충돌완화
ERBA	Extended Range Backing Aid systems	22840	완료	확장 후방 장애물 경고
CIWS	Cooperative Intersection signal info. & violation Warning Systems	26684	완료	교차로 교통안전 경고
CSWS	Curve Speed Warning Systems	26684	완료	커브 구간 가속 경고
LKAS	Lane Keeping Assistance Systems	11270	완료	주행차선 유지
APS	Assisted Parking System	16787	완료	주차공간 탐지/조향제어
HNS	External Hazard detection and Notification Systems	18682	완료	경고 시스템 요구사항
PDMCS	Pedestrian Detection and Collision Mitigation Systems	19237	진행	보행자 충돌완화 급정지
RBDPS	Road Boundary Departure Prevention Systems	19638	진행	도로 경계선 이탈 방지
CACC	Cooperative Adaptive Cruise Control	20035	진행	협력적응형 순항제어
PAPS	Partially Automated Parking Systems	20900	진행	종횡축 제어 차량주차
EEBL	Emergency Electronic Brake Light systems	20901	진행	V2V로 차량 급정거
PADS	Partially Automated In-lane Driving Systems	21717	진행	주행차선 내 자율주행
PALS	Partially Automated Lane change Systems	21202	제안	자동 주행차선 변경
BDCMS	Bicyclist Detection and Collision Mitigation Systems	22078	제안	자전거 충돌완화 급정지
FSRA	Full Speed Range Adaptive cruise control	22178	완료	고속주행 순항제어
LSAD	Low Speed Automated Driving systems for limited operational design domain	22737	제안	제한구역 내 저속자율주행
TINS	Traffic Incident Notification Systems	22084	제안	V2I로 도로정보 제공

내용을 바탕으로 더 많은 항목이 국내표준으로 제정될 것으로 예상된다.

3.2 국제 표준화 현황

일부 국가에서 부분적으로 자율주행시스템 관련 표준화를 진행하고 있지만 본고에서는 모든 국가의 전문가들이 참여하여 자율주행시스템 표준을 제정하는 ISO/TC204/WG14에서 진행되고 있는 표준화 항목들에 대해 살펴보려고 한다. 참고로 WG14에서 다루지는 표준화 범위는 차량에 장착된 센서나 통신장치 등을 활용하여 주행상황을 감지하고 위험판단 시 차량 제어나 경고 메시지를 전달하게 되는데

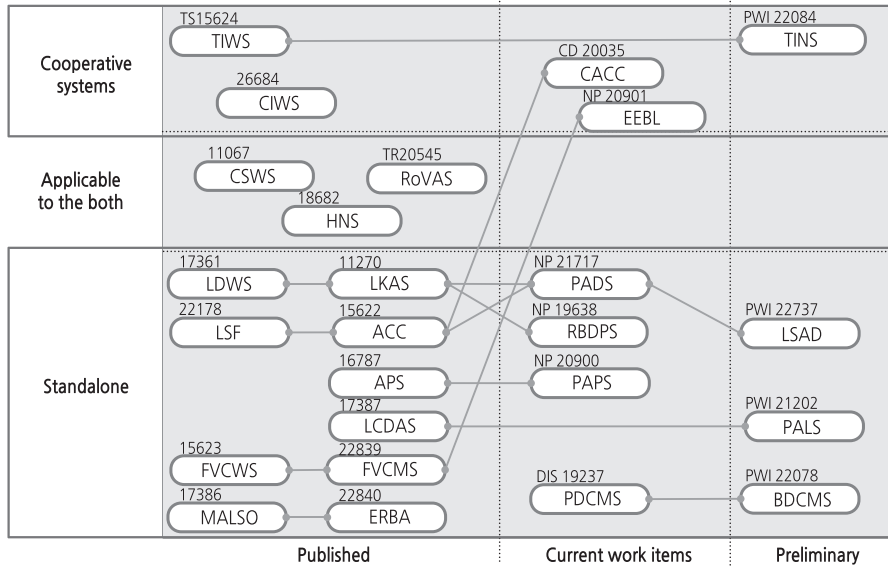
이때 필요한 시스템 및 성능 요구사항과 시험절차 등을 포함한다.

ISO/TC204/WG14에서 진행되어 온 표준화 항목들을 제안된 순서에 따라 <표 1>과 같이 요약하였다. 현재까지 14건의 표준문서가 제정되었으며 11건의 표준화 항목이 현재 작성 및 검토 중이거나 새롭게 제안된 상태이다.

3.2.1 국제표준화 분류

3.2.1.1 자율주행시스템 동작형태에 따른 분류

앞에서 소개된 표준화 항목들은 [그림 1]과 같이



[그림 1] 자율주행시스템 동작 형태에 따른 분류 및 전개 현황

독립형, 협력형 그리고 두 가지 모두 가능한 형태로 시스템이 동작할 수 있다. 독립형은 자율주행시스템이 차량에 장착된 여러 센서로부터 데이터를 수집하고 처리하여 경고나 제어를 수행하게 된다. 반면 협력형 자율주행시스템은 차량에 장착된 센서들로부터 취득한 정보를 V2X 통신장치를 활용하여 주변 자율주행시스템과 공유함으로써 시스템을 보다 효과적으로 제어하거나 경고메시지를 전달한다. 협력형 자율주행시스템의 가장 큰 장점은 독립형의 센터 감지 범위를 크게 확장함으로써 사고발생 가능시점 훨씬 이전에 조치를 취할 수 있으므로 예방 시간이 증가한다. 또한, CACC의 경우 협력형 동작을 통해 앞차와의 차간 거리를 기존의 ACC보다 2~4배 정도 더 줄일 수 있어서 도로의 효율성을 크게 증대시킬 수 있다.

[그림 1]에서 선으로 연결된 표준화 항목들에서 살펴보는 바와 같이 자율주행시스템의 표준화 항목들은 점차적으로 자동화 단계가 높아지는 방향으로 진화하고 있다. 예를 들어 주행차선 이탈 관련

한 표준화항목들을 살펴보면 주행차량의 차선이탈 경고(LDWS)에서 주행차로 유지(LKAS)로 전개되어, 도로경계선 이탈방지(RBDPS)나 주행차선 내에서의 부분 자율주행(PADS) 등의 항목들로 계속 발전되고 현재는 제한된 구역 안에서의 저속 자율주행(LSAD)까지 새로운 표준화 항목이 제안된 상태이다. 동일하게 전방차량 추돌 경고(FVCWS) 역시 긴급제동(FVCMS) 표준화를 거쳐 현재 V2V 통신을 활용한 전방추돌 경고(EEBL)까지 확대되어 논의가 진행 중이다. 기타 동일한 표준화 전개 흐름을 갖고 발전하고 있는 표준화 항목들은 [그림 1]에서 선으로 연결된 항목들을 참고하면 된다. 자율주행시스템은 일차원적인 단순한 제어에서 향후 다차원적이면서 상호 정보를 공유하며 협력하는 형태의 표준화 항목들이 계속해서 제안될 것으로 예상된다.

3.2.1.2 자율주행시스템 자동화 단계에 따른 분류

지금까지 진행되고 있는 표준화 항목들을 미국자동차공학회에서 발간한 문서[6]에 따라 자동화 단계

Level	Name	Description	ISO/TC204/WG14 Standards
0	No driving automation	운전자 운행 안전정보 참조	CSWS, HNS, EEBL, TINS, ERBA, CIWS, FVCWS, TIWS, MALSO, LDWS, LCDAS, FVCMS, PDCMS, BDCMS
1	Driver assistance	종 또는 횡 방향 차량제어	ACC, GACC, LSF, CACC, LKAS, APS, PALS
2	Partial driving automation	종 그리고 횡 방향 차량제어	PAPS, PADS
3	Conditional driving automation	자율주행시스템이 차량제어 운전자 개입 대기	LSAD
4	High driving automation	자율주행시스템이 차량제어 제한된 주행공간	
5	Full driving automation	자율주행시스템이 차량제어 무제한 주행공간	

[그림 2] 자율주행시스템의 자동화 단계에 따른 분류


를 구분하면 [그림 2]와 같이 분류된다. 현재까지 절반에 가까운 표준들이 자동화 단계 0에서 진행되었음을 알 수 있다. 즉, 차량에 탑재된 센서들로부터 획득한 데이터들을 자율주행시스템이 판단하여 주로 운전자에게 경고나 안전정보 등을 제공하는 단계였다. 상용화 기술이 점차 자동화 단계 3 정도로 성장함에 따라 표준화 단계도 1~2단계로의 급격한 진행이 이루어지고 있다. 예를 들어 자동차 주차의 경우 자동화 단계 1에서 2로 발전되어 종과 횡축제어가 모두 적용되는 표준화가 진행되고 있다. 최근에는 제한된 공간에서 저속으로 이동하는 자율주행시스템(LSAD)이 제안되어 논의를 시작하고 있다. 최근 유럽과 일본 등지에서 저속의 자율주행 셔틀버스 서비스가 본격적으로 제공됨에 따라 자동화 단계 3의 표준화 시점이 다가왔음을 의미한다. 현재 시장에서는 자동화 단계 4까지의 기술이 업체와 연구소에서 확보되어 속속 출시를 앞당기고 있다. 따라서 시장에서 검증된 자동화 단계 2~3에 해당하는 자율주행 시스템들이 표준화 항목들로 제안되고 본격적인 논

의를 거쳐 국제표준으로 제정될 전망이다.

3.2.2 향후 국제표준화 전망

현재 상용기술의 가파른 진보와 시장 보급화 그리고 유럽과 미국 등지의 사설표준화 단체의 흐름을 맞추기 위해 점차적으로 자율주행시스템의 표준화는 자동화 단계 2~3에 집중될 것으로 예상된다. 앞서 언급한 표준화 항목 외에도 발렛파킹(Valet Parking)이나 트럭군집주행(Platooning) 등이 표준화 필요성에 대해 논의되고 있다. 특히 발렛파킹에 대한 표준화는 2017년 여름 일본에서 개최된 별도의 워크숍을 통해 일본, 독일, 한국 등의 관련 연구 개발 사례들을 발표하였고 이후 주요항목들을 국가별로 재검토하기로 하기로 함에 따라 10월 미국 총회에서 구체적인 표준화 범위를 논의할 것으로 전망된다. 또한, 인공지능이나 빅데이터와 같은 급격한 응용기술의 발전과 접목으로 인해 자율주행시스템 분야의 표준화 방향과 범위를 재고하는 논의가 진행될 예정이다.

4. 맺음말

본고에서는 급격한 4차 산업혁명과 맞물려 발전하고 있는 자율주행시스템에 대한 국내외 기술개발 동향과 표준화 동향에 대해서 언급하였다. 자율주행시스템은 미래의 무인자동차 및 지능화 사회를 만들어가는 첫 시험대인 동시에 미래 경제를 이끌고 갈 신산업 분야이다. 완성차 업계에서는 앞다투어 자동화 단계 3의 자율주행시스템이 탑재된 자동차를 출시하거나 미래의 자율주행자동차를 선보이고 있으며 2030년까지 자동화 단계 5를 목표로 개발을 진행 중이다. 이러한 시장기술을 바탕으로 검증된 기술과 실제 자동차에 탑재되고 있는 기술이 표준으로 제정되고 있다. 현재까지 대부분의 표준은 자동화 단계 0~1에 속해있으나 기술개발의 속도를 고려하여 점차 자동화 단계 2~3에 해당하는 표준들이 제안되어 논의될 것으로 예상된다. 또한, 단순히 자동화뿐만 아니라 지능화에 초점을 맞추어 인공지능과 빅데이터와 같은 새로운 응용기술들이 자율주행시스템에 접목됨에 따라 관련된 표준화 방향과 범위 등에 대한 논의도 향후 진행될 것으로 예상된다. 

※본 연구는 2017년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행되었음[No.10053654, Networked Car 실현을 위한 차세대 IVN 기술 표준화 기반조성].

[참고문헌]

- [1] Fagnant, Daniel J., and Kara Kockelman. 'Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations.' Transportation Research Part A: Policy and Practice 77 (2015): 167-181.
- [2] Navigant research, 'Self-driving vehicles, autonomous parking, and other advanced driver assistance systems: global market analysis and forecasts,' 3Q 2013
- [3] 안경환 외 3명, '자율주행 자동차 기술 동향,' 전자통신동향분석 제28권 제4호 2013년 8월
- [4] 이병윤, '국내외 자율주행자동차 기술개발 동향과 전망,' 정보와 통신, 2016년 4월
- [5] <https://www.iso.org/committee/54706/x/catalogue/>
- [6] SAE, Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles (J3016), 2016년 9월

[주요 용어 풀이]

- V2X 통신: 차량을 중심으로 유무선망을 통해 정보를 제공하는 기술. V2X는 차량과 차량 사이의 무선 통신(V2V, Vehicle to Vehicle), 차량과 인프라 간 무선 통신(V2I, Vehicle to Infrastructure), 차량 내 유무선 네트워킹(IVN, In-Vehicle Networking), 차량과 이동 단말 간 통신(V2P, Vehicle to Pedestrian) 등을 총칭한다. V2X를 이용하여 차량과 도로의 정보 환경, 안정성, 편리성 등을 향상시킬 수 있다.
- Platooning(군집주행): 차량 간 통신과 차량과 인프라간 통신 환경을 기반으로 주행하는 차량 간에 그룹 형성, 그룹 주행, 그리고 그룹 이탈 과정을 포함하는 서비스를 의미한다.