

미래 자동차 시대를 위한 발판, 자율주행 인프라 자율주행 자동차를 위한 국내 인프라 현황과 개선 방향

학과: 자동차IT융합학과 / 학번: 20183386 / 이름: 송원석

목 차

- I. 서론
- II. 자율주행 인프라의 국내 동향
 - 1. 지능형 교통체계 시스템 (C-ITS)
 - 2. 도로 시설물
- III. 자율주행 인프라 개선 방향
 - 1. C-V2X 단일 표준화
 - 2. 첨단도로 시설물
 - 3. 전기차 충전소
- IV. 결론

I. 서론

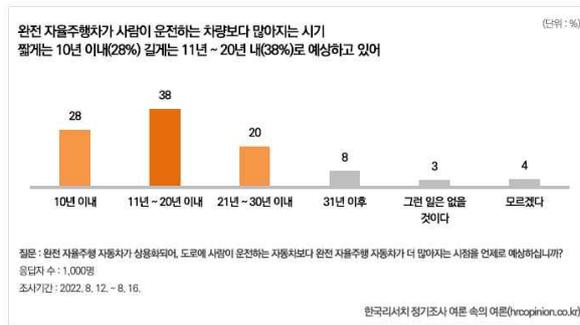
2010년대에 들어서 자율주행 자동차에 대한 기대감이 커지고 있다. 자율주행은 교통사고의 주요 원인인 졸음운전, 전방주시 태만, 교통법규 위반 등 운전자의 부주의로 인한 교통사고의 획기적인 저감을 목표로 한다. 이뿐만 아니라 인구 희소 지역과 교통 약자를 위한 모빌리티 서비스를 보다 안전하고 저렴한 비용으로 제공하는 공익적인 효과가 있을 수 있다.¹⁾ 자율주행 자동차의 기술 수준은 미국자동차공학회에서 규정한 0~5단계로 구분한다. 사람들은 운전자가 필요 없는 고도의 자율주행 기술인 레벨 4의 상용화가 머지않은 미래가 될 것이라 보고 있다. 국토교통부는 “2025년까지 자율주행 버스를 상용화하고, 2027년에는 운전자 없는 주행이 가능한 승용차를 상용화하겠다”²⁾는 입장이다. 또한, <그림 1>과 같이 한국리서치의 여론 조사 결과를 보면 자율주행 차량 도입을 긍정적으로 생각하는 여론이 다수 존재하는 것을 알 수 있다.

그런데 이러한 기대감에 비해서 자율주행 자동차 상용화를 위해 해결해야 할 문제들이 많이 남아있다. 실제로 자동차 스스로 주행하기 위한 차량 자체 센서 등의 기술적인 문제들도 존재하지만, 이 기술이 충족되더라도 상용화를 위한 인프라가 갖추어지지 않는다면 무용지물이 된

1) 손주찬(2021), 『주간기술동향 2013호』, 정보통신기획평가원, 2-3쪽.
2) 현기호(2023.08.30.), 「자율주행 기술, 어디까지 왔나」, 《이코리아》, <https://www.ekoreanews.co.kr/news/articleView.html?idxno=68863> (2023.12.10.).

다. 예를 들어, 자동차가 스스로 달리기 위해서는 통신망을 활용해 필요한 정보를 실시간으로 제공해주어야 한다. 차량 간의 통신(V2V), 차량과 주변 인프라 간의 통신(V2I) 기술처럼 자율주행을 위해 자동차와 사물 간의 통신이 가능한 도로 환경이 만들어져야 한다. 차량은 신호가 언제쯤 바뀔 예정인지 정보를 받아서 가감속을 해야 하며, 공사 중인 도로가 있으면 그 정보를 받아 경로를 생성해야 한다. 또한, 차량, 보행자, 인프라 같은 다양한 교통 주체와 교통 센터가 모두 연계되어 협력해야 한다. 이를 통해 정체 구간과 정체 시간에서의 차량집중을 분산시키고 도로의 차량흐름을 최적화하여 상습적인 교통체증을 개선할 수 있다.³⁾

하지만 현재 국내의 도로 공간은 자율주행 자동차를 위한 통신 시스템이 충분히 갖춰져 있지 않으며, 교통 표지판이나 신호 체계 등 자율주행에 필요한 도로 시설물 또한 부족한 상황이다. 본 고에서는 자율주행 인프라 기술의 국내 동향을 알아보고, 상용화를 위해 개선해야 할 방법을 모색해 보고자 한다.



<그림 1> 대중교통수단으로 자율주행 차량 도입에 대한 여론

II. 자율주행 인프라의 국내 동향

자율주행을 위한 핵심 인프라는 통신 시설, 교통관제, 첨단도로 등이 있다. 기상악화 시 자율주행 차량의 차량 센서 기능 저하나 원거리 및 사각지대를 검지의 한계를 극복하기 위해서 도로 인프라의 지원이 필수적이다. 하지만 <그림 2>와 같이 현재 국내의 자율주행 인프라는 일부 제한된 지역에 구축되어 있다. 이에 따라 그 지역에서 자율주행 차량을 시범적으로 운행하면서 자율주행의 상용화를 위한 사업을 추진 중이지만 목표인 2027년까지 자율주행 차량을 상용화하기 위해서는 한참 부족하다. 정부의 자율주행 인프라 구축 사업 계획에 따르면 중기적으로 2025년까지 목표 구축률은 대도시권을 포함하여 18%이며, 장기적으로 2030년까지 목표 구축률은 중소도시로 확대한 30%에 그친다. 이러한 인프라 구축 사업은 국토연구원의 첨단도로 인프라 정책 방안의 총 3단계 중 1단계 수준이다. 이렇듯 차량 자체의 자율주행 기술은 나날이 발전하고 있지만, 상용화를 위한 인프라 구축 사업은 더딘 것이 현실이다.

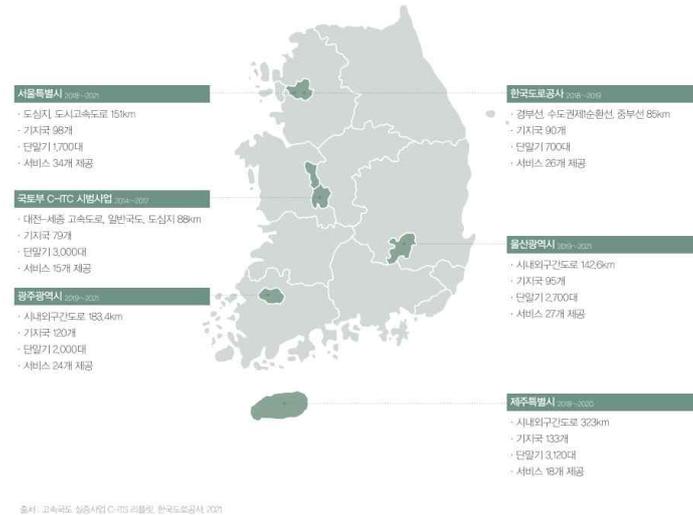
1. 지능형 교통체계 시스템 (C-ITS)

C-ITS는 차량이 주행하면서 도로 인프라 및 다른 차량과 서로 통신하며, 다양한 교통정보와 서비스를 교환·공유할 수 있는 융합시스템을 일컫는다.⁴⁾ 기존의 지능형 교통체계(ITS)에서

3) 김문선(2022.04.05.), 「“자율주행 차” 기술 개발과 국내 동향」, 《디지털 비즈온》, <https://www.digitalbizon.com/news/articleView.html?idxno=2122540>(2023.12.11.).

4) 이민규(2022.10.21.), 「C-ITS 인프라 3단계 구축...2030년 전국 모든 도로 확대」, 《정보통신신문》.

차량과 도로가 서로 협력한다는 의미를 더해 C-ITS라는 개념이 생겼다. 이 시스템의 핵심은 차량이 차량단말기를 이용해 주변 차량, 기지국, 보행자 등과 통신하여 정보를 수집해서 돌발 상황이나 교통상황을 파악할 수 있도록 하는 것이다. 정부는 지난 2014년부터 2017년까지 대전~세종 간 주요 도로(약 87.8km) 구간에서 C-ITS 시범사업을 완료했고, 현재도 고속도로, 국도, 시가지 도로(약 90.7km)로 범위를 확대하여 꾸준히 사업을 진행 중이다. 이후 C-ITS 서비스의 실증을 위해서 제주도 주요 도로(약 300km) 구간에 3천여 대의 렌터카를 대상으로 C-ITS 구축 사업을 시행했으며, 서울특별시, 울산광역시, 광주광역시 같은 여러 지자체에서도 지능형 교통체계 인프라를 구축하여 정보를 제공하고 있다.



<그림 2> 국내 C-ITS 시범/실증사업 현황

2. 도로 시설물

현재의 도로 시설물은 도로의 정보를 운전자에게 제공하는 기능이 대부분 사람의 눈을 대상으로 설계되어 있다. 예를 들어 시선 유도 시설인 갈매기 표지 같은 경우 표지의 크기, 갈매기 마크의 규격과 색도(색상), 반사도를 높이기 위한 재귀 반사지의 사용 등 다양한 조건을 통해서 운전자를 위한 최적의 시인성 기준이 제시되고 있다.⁵⁾ 이처럼 현재의 기준과 이에 따른 시설물의 기능은 운전자의 눈을 대상으로 하고 있기 때문에 자율주행 센서를 대상으로도 충분한 조건을 갖추고 있다고 말하기는 어렵다. 이렇듯 자율주행을 위한 도로 시설물은 아직 연구 단계에 머물러 있다. 한국건설기술연구원은 최근 사고/공사 상황에서 임시로 설치되는 교통콘의 개선 방안과 그 효과를 연구하며 자율주행 차량이 더욱 정확하게 인지할 수 있도록 했다. 또한, 국토연구원의 첨단도로 인프라 정책 방안의 2단계로 자율주행 자동차를 상용화하기 위해서 자율주행 전용차로 설치를 추진하고 있다.⁶⁾ 모든 조건에서 가능한 완벽한 자율주행 기술을 구현하는 것보다 현재의 기술 수준에 맞춰 실제로 주행이 가능한 도로 환경을 구축하는 것을 목표로 한다. 국내의 버스 전용 중앙차로처럼 자율주행차의 차로를 분리하여 자율주행 차량이 일반 차량과 함께 통행할 수 있도록 해서 자율주행에 대한 인식을 높이고, 레벨 4 자율주행 실현을 앞당기자는 것이다.

https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=104609(2023.12.10.).
 5) 전찬민(2022.05.02.), 「자율주행이 바라보는 도로시설물… 안정성 확보 위해 시인성 높인다」, 《공학저널》, <http://www.engjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=1891>(2023.12.10.).
 6) 오성호(2017), 『자율주행시대에 대비한 첨단도로인프라 정책방안』, 국토연구원, 5-6쪽.

Ⅲ. 자율주행 인프라 개선 방향

앞서 말했듯이 국내의 기업과 정부는 자율주행 상용화를 위한 다양한 사업을 추진 중이지만 인프라 구축에 있어서 다른 선도국에 비해 부족한 것이 현실이다. 미국과 중국, 유럽은 인프라 구축을 위한 사업을 적극적으로 진행 중이지만 한국은 2021년 6월에 부처 간 갈등으로 C-ITS 사업 보류를 결정⁷⁾하면서 상용화 시점이 늦어질 가능성이 커졌다. 이러한 문제를 가지고 선도국들의 사례를 살펴보면 자율주행 상용화를 앞당기기 위한 인프라 구축 방안을 조사해 보고자 한다.

1. C-V2X 단일 표준화

C-V2X는 기존의 단거리 무선통신 기술(WAVE) 방식이 아닌 LTE, 5G와 같은 셀룰러 이동통신망을 통해 차량이 다른 차량이나 교통인프라, 보행자, 네트워크 등과 정보를 서로 주고받는 차량 통신 기술이다.⁸⁾ 미국과 중국, 유럽과 같은 선도국들이 단거리 무선통신 방식의 범위와 속도의 한계를 극복하고, C-ITS 구축을 위해 주목하고 있는 기술이다. 유럽은 C-ITS 공동 구축 사업을 통해 18개국에 걸쳐 C-Roads를 구축해 호환성과 서비스를 검증하는 단계이며, 현재 C-Roads 2 사업이 오스트리아, 독일, 이탈리아를 중심으로 진행 중이다. 이와 같은 사업을 진행하면서 표준화된 C-V2X 방식으로 C-ITS를 구축하는 새로운 법안을 추진 중이다. 미국과 중국 또한 이 기술을 단일 표준으로 채택했다. 차량은 셀룰러 이동통신망으로 실시간 연결되어 차량과 차량은 물론이고 이동통신사의 중앙 서버와 연결돼 결제 서비스나 교통정보 수신 등이 가능할 것으로 전망된다. 미국이 C-V2X 기술을 채택한다면 글로벌 자율주행차 제조사들은 미국 수출을 위해서 C-V2X 기술을 탑재하는 것이 필수적으로 요구된다. 중국의 경우 이 기술에 가장 많은 투자를 하면서 C-V2X 모듈을 상용화한 글로벌 기업 7개 중 5개를 차지하는 등 핵심부품 분야에서 선두 국가로 뽑히고 있다. 이렇듯 한국도 단거리 무선통신 기술뿐만 아니라 셀룰러 기반의 차량·사물 통신 기술을 채택하여 자율주행 상용화에 앞장서야 한다.

2. 첨단도로 시설물

자율주행을 위한 첨단도로는 필수 요소이다. 중국의 경우 베이징과 송안신구 도시를 연결하는 자율주행 전용 도로를 건설 중이다. 고속도로나 버스 전용로와 같은 자율주행 도로를 건설해서 약 100km 길이의 두 도시를 이어 소요 시간이 2시간 반에서 1시간으로 크게 단축될 예정이다. 또한, 중국의 산둥성에서는 26km의 자율주행 전용 도로를 건설했는데 이 스마트 고속도로는 제한속도 120km로 5G 무선통신망과 3차원 지도, 도로 센서 등 자율주행에 필요한 기술 인프라를 적용했다. 이뿐만 아니라 5G 초고속 통신, 빅데이터 및 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용해 정확하게 실시간 도로 상황을 파악하고 도로 관리 및 스마트 충전 서비스도 제공할 수 있도록 한다. 미국은 2011년부터 자율주행차 시험 운영을 위한 제도 개선을 시행하여 여러 주의 실제 도로에 자율주행 시험환경을 구축하였고, 현재 자율주행차 시대에 준비가 가장 잘된 나라로 꼽힌다.⁹⁾ 이러한 자율주행 도로 환경을 바탕으로 샌프란시스코는 완전 자율주행

7) 오영주(2021.08.09.), 「자율주행 위한 ‘C-ITS’ 세계는 어디까지 왔나」, 《이코노믹포스트》, [http://www.economicpost.co.kr/24579\(2023.12.10.\)](http://www.economicpost.co.kr/24579(2023.12.10.)).

8) 위의 글.

9) 이재구(2022.03.10.), 「“자율주행차 혁명 준비 잘된 나라 1위 미국”…톱 30개국 중 한국은?」, 《tech42》.

택시 사업을 승인하여 도로에서 사람이 운전하지 않는 자율주행 차량을 볼 수 있다. 이같이 선도국의 발 빠른 움직임을 따라 자율주행을 위한 첨단도로를 구축해야 할 필요가 있다.

3. 전기차 충전소

친환경 정책에 따라 미래의 자율주행차는 대부분 전기자동차일 것으로 예상된다. 현재도 전기자동차의 생산과 보급은 빠른 속도로 진행 중이지만 충전 인프라는 이를 따라가지 못하고 있다. 이에 따라 전기차 충전소 인프라도 충분히 구축되어야 한다. 미국의 한 스타트업에서는 자율주행 로봇이 찾아가서 전기를 충전해 주는 시스템을 개발해서 상용화를 추진하고 있다.¹⁰⁾ 전기차 충전소를 설치하지 않아도 로봇을 통해 충전할 수 있어 더 효율적이다. 이러한 획기적인 충전 시스템을 제외하고도 이 역시 미국과 중국, 유럽이 전기차 충전 인프라의 규모 면에서 선두를 차지하고 있다.¹¹⁾ 한국도 최근 정부의 전기차 충전소의 의무 설치 비율 상향으로 전기차 충전소의 보급률이 많이 증가했지만, 급속 충전소의 비율은 적은 편이며, 아파트나 큰 건물에 집중되어 정작 필요한 장소에는 충전소가 부족한 상황이다.¹²⁾

이와 대비해서 중국은 급속 충전소를 완속 충전소보다 빠르게 보급하고 있다. 다른 주요 전기차 시장보다 훨씬 높은 수치를 기록했는데, 이는 정부 보조금과 공공 유틸리티의 적극적인 인프라 개발을 통해 이루어졌다. 전기 요금에 대한 정책으로 도시 거주자들의 공공 충전 수요와 택시, 차량 공유, 물류 등에서 전기화 증가로 전기차 충전 사업의 수익성을 개선할 수 있었다. 이처럼 정부의 개선 정책이나 적극적인 인프라 개발을 통해 관련 수익을 증대시켜 더 많은 기업이 뛰어 들 수 있도록 해야 한다.

IV. 결론

지금까지 자율주행 인프라의 국내 동향을 살펴보고, 개선 방향을 모색해 보았다. 현재 한국에서는 2027년 레벨 4 자율주행 상용화를 목표로 다양한 사업을 추진하고 기술 개발을 수행하고 있다. 하지만 상용화를 위한 움직임이 더뎠고 있으며, 다른 선두 국가에 비해서 추진율이 상당히 저조한 상황이다. C-ITS 사업의 경우 국토교통부와 과학기술정보통신부의 의견 차이로 사업이 보류되었다가 협의를 통해 재개되면서 진행이 다소 지연되었다. 또한, 현재 진행 상황조차 국내의 일부 지역에 한정되어 있어 통신 기술의 표준화와 기지국, 차량단말기 설치 등을 보편화하는 것이 시급하다. 정부에서는 C-ITS 구축이 완료되면 다음 단계로 자율주행차 전용 도로 설치를 목표로 하고 있다. 자율주행차 유도선과 차로 분리대 등을 설치해서 자율주행차가 실제로 주행하기 위함이다. 하지만 C-ITS의 지연 문제와 더불어 자율주행차를 위한 도로 시설물이 부족하다. 자율주행차는 인간의 눈이 아닌 카메라, Lidar, Radar 센서 등을 통해 전방을 주시하고 주변을 인지하기 때문에 센서가 인지할 수 있는 교통 표지판, 신호

[https://www.tech42.co.kr/자율주행차-혁명-준비-잘된-나라-1위-미국...톱-30/\(2023.12.10.\)](https://www.tech42.co.kr/자율주행차-혁명-준비-잘된-나라-1위-미국...톱-30/(2023.12.10.))
10) 연선옥(2022.06.17.), 「자율주행 로봇이 전기차 찾아가 충전해준다」, 《조선일보》,
[https://biz.chosun.com/industry/car/2022/06/17/7R543JZPFNHJZHAB7P4OT6WHHY/\(2023.12.10.\)](https://biz.chosun.com/industry/car/2022/06/17/7R543JZPFNHJZHAB7P4OT6WHHY/(2023.12.10.))
11) 드라이트리(2023.03.24.), 「글로벌 전기차 충전기 보급 현황」, 브런치스토리,
[https://brunch.co.kr/@drytree21/79\(2023.12.10.\)](https://brunch.co.kr/@drytree21/79(2023.12.10.))
12) 신석주(2023.08.25.), 「전기차 충전기 세계 1위에도 부족함 느끼는 이유」, 《에너지신문》,
[https://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=89328\(2023.12.11.\)](https://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=89328(2023.12.11.))

등이 필요하다. 이 부분은 아직 연구 단계에 있으며 실질적으로 적용해서 시험하지 못하고 있다. 또한, 전기차 충전소의 경우 적극적으로 보급을 추진하고 있지만 실제로 더 효율성 있는 급속 충전기의 비율은 상당히 낮다.

자율주행 기술은 다양한 편의성 증대와 교통 약자에 대한 공익적인 효과를 불러올 수 있다. 이를 상용화하기 위해선 기술적인 문제 외에도 제도나 정책 개선 같이 해결해야 할 문제가 많이 남아있다. 본 고에서는 그 중 인프라 문제를 다루었고, 국내의 인프라 사업이 저조한 상황인 것을 파악할 수 있었다. 자율주행 사업에서 선두에 있는 국가들의 사례를 살펴보면, 어떤 방향으로 나아가야 할지 모색했다. 이외에도 관련 기업과 정부가 협력하여 빠르게 다가오는 자율주행 시대에 발맞춰 개선 방안을 연구하고 해결책을 모색하여 자율주행 차량을 위한 인프라 확충 사업을 적극적으로 추진해야 할 것이다.

[참고 문헌]

[국내 자료]

김훈(2023), 『위치정보 산업 동향 보고서 4월호』, 한국인터넷진흥원.
손주찬(2021), 『주간기술동향 2013호』, 정보통신기획평가원.
오성호(2017), 『자율주행시대에 대비한 첨단도로인프라 정책방안』, 국토연구원.

[기타 참고 자료]

곽노필(2019.04.21.), 「중국, 자율주행차 전용 고속도로 건설」, 《한겨레》,
<https://www.hani.co.kr/arti/science/future/890855.html>(2023.12.10.).
김문선(2022.04.05.), 「“자율주행 차” 기술 개발과 국내 동향」, 《디지털 비즈온》,
<https://www.digitalbizon.com/news/articleView.html?idxno=2122540>(2023.12.11.).
신석주(2023.08.25.), 「전기차 충전기 세계 1위에도 부족함 느끼는 이유」, 《에너지신문》,
<https://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=89328>(2023.12.11.).
연선옥(2022.06.17.), 「자율주행 로봇이 전기차 찾아가 충전해준다」, 《조선일보》,
<https://biz.chosun.com/industry/car/2022/06/17/7R543JZPFNHJZHAB7P4OT6WHHY/>(2023.12.10.).
오영주(2021.08.09.), 「자율주행 위한 'C-ITS' 세계는 어디까지 왔나」, 《이코노믹포스트》,
<http://www.economicpost.co.kr/24579>(2023.12.10.).
육지훈(2023.08.14.), 「인공지능 운전사가 나간다, 자율주행 택시 사업 허가한 미국」, 《파퓰러사이언스》,
<https://www.popsci.co.kr/news/articleView.html?idxno=21085>(2023.12.10.).
이길주(2021.08.26.), 「부처간 갈등에 멈춘 'C-ITS 사업' 구축 시작」, 《정보통신신문》,
<https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=88160>(2023.12.10.).
이민규(2022.10.21.), 「C-ITS 인프라 3단계 구축...2030년 전국 모든 도로 확대」, 《정보통신신문》,
<https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=104609>(2023.12.10.).
이재구(2022.03.10.), 「“자율주행차 혁명 준비 잘된 나라 1위 미국”...톱 30개국 중 한국은?」,
《tech42》,<https://www.tech42.co.kr/자율주행차-혁명-준비-잘된-나라-1위-미국...톱-30/>(2023.12.10.).
전찬민(2020.04.17.), 「스마트도로, 자율주행의 핵심 인프라」, 《공학저널》,
<http://www.engjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=697>(2023.12.10.).
전찬민(2022.05.02.), 「자율주행이 바라보는 도로시설물... 안정성 확보 위해 시인성 높인다」,
《공학저널》, <http://www.engjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=1891>(2023.12.10.).
현기호(2023.08.30.), 「자율주행 기술, 어디까지 왔나」, 《이코리아》,
<https://www.ekoreanews.co.kr/news/articleView.html?idxno=68863>(2023.12.05.).
드라이트리(2023.03.24.), 「글로벌 전기차 충전기 보급 현황」, 브런치스토리,
<https://brunch.co.kr/@drytree21/79>(2023.12.10.).