

자율주행 자동차 상용화 대비
여객·화물 운송시장
선제적 제도 개선 방안 연구

2018년 12월

국토교통부
오 송 천

차 례

국외훈련개요	2
훈련기관 개요	3
훈련결과보고서 요약서	6
1. 서론	10
2. 자율주행 개요 및 우리나라의 정책방향	12
2-1. 자율주행 기본 개념 및 레벨, 요소기술	12
2-2. 우리나라의 자율주행 정책방향	16
3. 자율주행 추진동향	20
3-1. 해외 주요 선진국 동향	20
3-2. 자율주행 관련 업계 개발동향	45
4. 국내 여객·화물 운송산업 특징	54
4-1. 택시 산업 분석	54
4-2. 버스 산업 분석	62
4-3. 화물 운송 산업 분석	68
4-4. 택배 산업 분석	72
4-5. O2O 교통서비스 산업 현황	77
5. 자율주행 관련 여객 화물 운송시장 변화	79
5-1. 새로운 서비스 창출	79
5-2. 일자리의 변화	91
6. 결론	102
참고문헌	106

국외훈련 개요

1. 훈련국 : 미국
2. 훈련기관명 : 노스캐롤라이나주립대학
(North Carolina State University)
3. 훈련분야 : 교통(자율주행)
4. 훈련기간 : 2016년 12월 21일 - 2018년 12월 20일

훈련기관 개요

1. 기관개요

- 훈련국 : 미국
- 훈련기관명 : 노스캐롤라이나주립대학
(North Carolina State University)
토목건설환경공학과
(Department of Civil, Construction, and
Environmental Engineering)
- 인터넷 웹주소 : <https://www.ccee.ncsu.edu/>
- 주소 : 2501 Stinson Drive, Raleigh, NC 27695

2. 기관소개

- 노스캐롤라이나주립대학(NCSU) 개요
 - 1887년에 대학 설립
 - 노스캐롤라이나주의 주도인 랄리(Raleigh)에 위치하고 있으며, 공립인 주립대학으로서 지속적으로 상위권에 랭크되고 있음(프린스턴 리뷰, USA 투데이(2014), 최고 종합대학 가치 평가 4위)
 - 33,755명의 학생, 2,336명의 교수진 및 6,733명의 직원, 학생 - 교수 비율 13 : 1, 공대를 중심으로 10개 단과 대학
 - 2017 회계연도의 14억 5천5 백만 달러 예산, 2017 회계연도 후원 연구 연구비로 4억 5백만 달러, 998.6백만 달러 기부

- 특히, 주변의 DUKE, UNC 대학과의 선의의 경쟁으로 인해 시너지 효과가 발생하고 있고, 우수한 인력풀을 바탕으로 3개 대학이 소재하고 있는 지역이 Research Triangle Park(RTP)를 형성하여 SAS 등 각 분야 선도 기업들이 자리 잡고 있음

○ NCSU 토목건설환경공학과 개요

- 미국 내 가장 큰 규모의 토목공학부 중 하나로, US News & World Report(2017) 미국 토목공학 분야 14위로 평가, 특히 온라인 원격교육 프로그램은 미국 내 중 1위로 평가되고 있음
- 교수진 50여명, 학부생 800여명, 대학원생 300여명 규모
- 총 연구지출도 2천만 달러가 넘는 수준
- 석사, 박사과정 대학원의 경우 Computing and Systems, Construction Engineering, Environmental, Water Resources, and Coastal Engineering, Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Mechanics and Materials, Structural Engineering and Mechanics, Transportation Systems and Materials 등 7개 세부 전공으로 구분

3. 입학 관련

○ 학교선정

- 미국 내 대학순위, 학과순위 등을 기준으로 학교평판, 기 유학생들의 추천과 함께 기후, 물가, 치안 등을 고려하여 훈련기관 선정
- 봄학기에도 입학 가능한 점도 주요 선정 요인(미국 내 학교는 주로

가을학기에 시작하여 봄학기에 선발하지 않거나 소수만 선발하는 경우가 대부분)

○ 지원시 필요한 서류

- TOEFL 80점 이상, GRE는 별도 기준 없으나 주요 평가기준
- 학부 졸업증명서 및 성적증명서, 추천서(3부), 수학계획서 등 필요

○ VISA 관련

- 입학 허가 후 재정보증 등이 완료되면 I-20 발급, 이후 비자 인터뷰 등 절차 진행

○ 학비

- 주립대학으로 상대적으로 저렴한 수준이나, 1년에 약 25,000 - 30,000불 정도 소요되어 지원금 외에 추가 부담이 있음

훈련결과보고서 요약서

성명	오송천	직급	기술서기관
소속	국토교통부 도로정책과	연락처 (e-mail)	bauhaus@korea.kr
훈련국	미국	훈련기간	2016.12.21. - 2018.12.20.
훈련기관	노스캐롤라이나 주립대학	보고서 매수	108매
훈련과제	자율주행		
보고서 제목	자율주행 자동차 상용화 대비 여객·화물 운송시장 선제적 제도 개선 방안 연구		
내용요약	<p>자율주행은 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행하는 것을 말한다. 자율주행은 사람(운전자)과 시스템이 차량주행에 어느 정도 개입되는지에 따라 자율주행 수준(레벨)을 0-5단계로 구분하고 있다. 현재 주요 자동차 제작사들은 레벨 2 수준의 자율차를 상용화한 상태로 평가되고 있으며, 2020년대 초반 레벨 3-4 수준의 자율차 상용화를 목표로 제시하고 있다. 자율주행을 위해서는 센싱, 인지, 측위, 거동계획, 제어기술이 필요하며, V2X 인프라를 통한 협력주행도 중요하다.</p> <p>자동차 제작사는 물론 IT 업계를 비롯한 관련 업체들이 시장 선점을 위해 치열하게 경쟁하고 있고, 우리나라는 물론 세계 각국도 주력 산업으로 키우기 위해 지원을 강화하고 있다.</p>		

우리나라는 민간업체들의 기술 개발을 지원하여 자율주행 상용화 시기를 앞당기기 위해 정부 차원에서 K-CITY 조성, C-ITS 인프라 확대, 정밀도로지도 구축 등 지원사업을 적극 추진하고 있고, 제도 측면에서도 시험운행 구간 확대 등 규제 완화를 추진하고 있다.

미국, 네덜란드, 싱가포르 등 주요 선진국들의 자율주행 준비 동향을 알아보고, 우리나라 여객·화물 운송산업의 특징을 조사하여 향후 자율주행에 따른 여객·화물 운송 시장의 변화를 살펴볼 수 있었다. 기회 측면에서 자율주행을 통해 교통안전이 향상되고, 교통의 효율성과 형평성이 높아지는 것은 물론 새로운 서비스를 통해 연관 산업의 발전을 도모할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 기회를 살려 새로운 서비스를 활성화하는 방안에 대해 여러 전문가의 제안도 살펴보았다. 다만 기존 산업 종사자들에게는 일자리 충격이 불가피할 것으로 예상되며, 특히 지금도 열악한 근무 환경으로 어려움을 겪고 있는 여객·화물 운송 종사자들에게는 큰 위기로 다가오고 있다. 이에 대해 세부 연구를 준비하고 있는 미국과 우리나라의 정책 방향을 검토하여 시사점을 얻을 수 있었다.

우선 기회 측면에서 자율주행을 활용한 새로운 서비스 확대를 지원해야 한다. 우선 제도개선 방안으로 미국의 사례와 같은 가이드스 방식을 검토할 필요가 있다. 자율주행 산업이 성숙되기 전까지는 가이드스 방식을 통해 민간의 자율성을 최대한 보장해 주는 방식으로 기술개발과 산업 활성화를 촉진할 수 있다. 안전과 기존 산업 보호 측면에서 현행 법령 체계는 유지하되, 시험운행이나 기술개발에 제약이 되는 규제는 조정할 필요가 있다.

중앙정부와 지자체, 민간업계 등의 역할 분담에 고민도 필요하다. 특히 새로운 운송 서비스를 성공적으로 정착시키기 위해서는 실질적인 권한을 지닌 지자체의 역할이 중요하다. 중앙정부도 인프라 투자에 대한 패러다임을 전환하여 첨단 인프라를 확충하는데 집중하는 것이 필요하다. 나아가 이러한 기관간 역할 정립이나 투자 방식을 제도적으로 정착시키는 노력도 수반되어야 한다. 특히 화물 운송 분야에 대해서는 우선 화물 자율차 전용차로 등 과감한 투자도 시도할 필요가 있다.

위기 측면에서는 운송 관련 종사자들에 대한 일자리 대책을 검토해야 한다. 우선 자율주행 상용화 초기 단계에서는 운전자들의 안전에 대한 대책을 마련할 필요가 있다. 자율주행 초기 단계에서 운전자의 개입 감소에 따른 주의저하 문제나 레벨 3, 4 수준의 상용화 단계에서 위기상황에서의 예외적인 운전자의 개입 등을 고려하여 운전자의 안전 문제에 대한 대책을 미리 마련할 필요가 있다.

자율주행이 확산되는 단계에서는 개발 인력 등 양질의 일자리가 크게 확대될 것으로 보이나, 그 이후에는 운송에 직접 종사하는 운전자를 중심으로 일자리 전환이 불가피할 것으로 보인다. 특히 시스템 개발 인력과 운전 인력은 기술력과 지식 등 직업 요구수준의 차이가 크므로 이러한 특성을 고려한 면밀한 대책이 요구된다. 운전자는 물론 관련 업계 종사자들에 대해 직종 전환 프로그램, 교육 지원 등 종합적인 대책도 요구된다.

이러한 지원을 위해서는 자율주행을 통한 사회적 편익을 활용하는 방안을 검토할 수 있는데, 기금 형태로 운영하는 방식을 우선 제안하고자 한다. 기금 운영 방식은 자율주행으로 인해 신규 수익이 창출되거나 비용이 절감되는

분야에 대해 일정 수준 부담을 부과하고 이를 기금 형태로 조성하여 기존 인력의 일자리 전환 등에 소요되는 비용에 지원하는 방식이다. 이는 장래 과도한 예산 투입 문제를 사전에 준비할 수 있고, 자율주행 도입에 따른 기존 산업 종사자들의 위기의식이나 반발을 완화할 수 있는 안전판 역할을 할 수 있다.

논의된 방안들을 실제 제도화 하는 과정에서는 우선 자율주행과 개발 수준에 따라 단계적으로 제도 개선을 검토해야 한다. 자율주행 상용화 초기 단계까지는 기술개발을 지원하고 새로운 서비스를 활성화하는데 주력하고, 자율주행이 점차 가시화되는 시점에서는 안전, 보안 등을 포괄한 보다 체계적인 제도화가 필요하다. 운송 관련 종사자들에 대해서도 교육 훈련, 인력 수급관리, 직종 전환 지원 등 단계적 대책을 마련할 필요가 있다.

아울러 자율주행에 한정되지 않은 종합적인 대책을 마련해야 한다. 자율주행과 함께 AI 등 4차 산업혁명으로 인해 운송시장은 물론 사회 모든 분야에서 고용시장의 변화가 불가피하므로 이러한 변화를 종합적으로 고려하여 제도 개선방안을 마련해야 한다.

나아가 정책에 대한 상시적인 피드백 체계 구축하는 것도 필요하다. 일단 제도화가 된 이후에는 장기간 변화가 없던 과거와 달리 사회·경제적 환경이 급변하는 시대에 유연하게 대응할 수 있는 제도적 체계를 마련하는 것이 중요하다.

1. 서론

자동차관리법에 따르면 자율주행자동차는 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차로 정의된다.¹⁾ 위성항법 기술과 센서를 활용하여 차량의 위치를 측정하고 주행환경을 인식하며, 연산장치를 통해 가감속, 차선변경 등을 수행하여 자동차 스스로 주행을 제어하게 된다. 자율주행을 통해 교통사고를 획기적으로 줄이고, 교통약자의 이동성을 확대하며, 교통의 효율성을 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 자율차를 활용한 새로운 비즈니스 모델은 물론 주차장, 부동산, 엔터테인먼트 산업까지 우리의 삶을 전반적으로 변화시킬 것으로 기대를 모으고 있다.

자율주행은 1980-90년대부터 독일과 미국 학계를 중심으로 연구가 진행되다가 2009년 구글이 자율주행차 프로젝트에 착수하면서 업계에서 개발이 본격화되었다. 주요 자동차 제작사들은 2020-2021년경 레벨 3-4단계 자율차 양산을 목표로 하고 있으며, 첨단 ICT업체들은 완전 자율주행 수준인 레벨 4-5단계 개발을 목표로 접근하고 있다. 현재는 시험운행 중인 개발용 차량들이 정밀지도가 구축된 구간에서 연구용 고가센서를 사용하여 자율주행이 어느 정도 가능한 수준이며, 고속도로에서 앞 차량과 일정 거리를 두면서 자율주행이 가능한 레벨 2 기술이 일부 양산 차량에 적용되고 있다. (국토교통부, 2017)

자율주행차 시장은 점차 크게 성장하여 2020년부터 2035년까지 레벨 2-4 수준의 자율주행차가 전세계적으로 129백만대가 팔릴 것으로 예상하고 있다. (Navigant research, 2016) 이에 따라 2040년에는 자율주행차가 도로 상 자동차의 75%를 차지할 것으로 전망하고 있다. (IEEE, 2012)

세계 각국은 자국의 강점을 활용하여 자율차 시장 경쟁에 참여하고 있으며, 규제완화, 테스트베드 마련 등 정책적인 지원에 주력하고 있다.

1) 자동차관리법 제2조, 2015년 8월 11일 개정(자율주행자동차 정의 신설)

국내업체들도 자율차를 적극 개발하고 있으며, 센서 등 주요 부품은 해외 업체와 비교할 때 2-3년 정도 기술 격차가 있으나 완성차 단계에서는 유사한 수준으로 평가된다. 업계는 조속한 기술개발을 위해 다양한 환경에서의 시험운행, 정밀지도 등 자율주행 지원 인프라 구축을 요청하고 있다. 정부도 2020년 자율주행차 상용화를 통해 교통안전 향상, 신성장 동력 창출을 목표로, 관련 제도와 인프라를 조기에 구축하여 상용화 시기를 앞당기겠다는 계획을 가지고 있다. (국토교통부, 2017)

이렇게 자율주행 상용화가 가시화되는 상황에서 운전자에 대한 의존도가 높은 여객·화물 운송 분야는 산업 자체의 근본적인 변화가 불가피하다. 자율차를 활용한 새로운 서비스 개발, 물류비 절감, 사고 감소, 효율성 향상 등 긍정적인 효과도 예상되나, 여객, 화물 운전자 등 일자리 변화에 대한 면밀한 검토도 필요하다.

따라서 본 연구에서는 이러한 자율주행 시대를 대비하여 여객·화물 운송 시장의 발전을 위한 제도개선 방안을 검토하고자 한다. 우선 자율주행의 기본적인 개념과 함께 우리나라의 자율주행 정책방향을 알아보고, 세계 주요 국가들과 업계의 자율주행 추진동향도 살펴볼 계획이다. 아울러 국내 여객·화물 운송 산업의 특징과 종사자 현황 등을 조사하고, 새로운 서비스 창출과 일자리 변화의 측면에서 자율주행으로 인한 여객·화물 운송 산업의 변화에 대해 살펴보고자 한다. 이를 통해 자율주행 발전 단계에 맞추어 산업 활성화를 위해 어떠한 지원을 하고, 일자리 충격을 완화하기 위해 어떠한 대비를 해야 하는지 정책 방향을 검토할 계획이다.

2. 자율주행 개요 및 우리나라의 정책방향

2-1. 자율주행 기본 개념 및 레벨, 요소기술

자율주행이라는 명칭과 관련하여 미국 교통부는 최근 발표한 가이드스 3.0에서 self-driving, autonomous, driverless, highly automated 등 업계와 정부에서 사용하고 있는 여러 용어 가운데 automation 또는 automated vehicles 이라는 용어를 채택한다고 밝혔고, 국내에서는 주로 자율주행차, 자율차 등으로 통칭되고 있다. (U.S. DOT, 2018)

미국 자동차공학회(SAE)는 자율주행 수준(레벨)을 0단계부터 5단계까지 6단계로 구분하고 있다. 레벨 0-2단계는 사람이 주행환경을 모니터링 하면서 자동차를 운전지만, 레벨 3-5단계는 자율주행시 시스템이 주행환경을 모니터링하게 된다. 통상 레벨 0-2단계는 커넥티드 카, 레벨 3 단계와 4단계는 반(semi) 자율주행차, 레벨 5단계는 완전 자율주행차로 구분이 가능하다. (SAE, 2018) 최근 세계 주요 제작사들과 IT업계는 2020년대 초반 레벨 3 또는 4 수준의 자율주행차 양산 목표를 발표하고 있다. 현재 한국을 포함한 세계 기업들은 레벨 2 수준의 자율주행차를 상용화한 상태로 평가된다. 국내에서는 현대기아차가 2020년까지 고도로 자동화된 자율차를 만들고, 2030년까지는 완전 자율주행차 상용화를 목표로 제시하고 있다. 현재 수소·전기차를 기반으로 한 자율차에 대해 임시운행허가를 받아 도로 운행시험 및 기술개발을 진행하고 있다. 자동차 제작사 뿐만 아니라 대학과 연구소에서도 다양한 자율차를 개발하고 있으며, 네이버, 통신사(SK, KT), 부품업체 등 다양한 주체들이 자율주행 연구 개발에 참여하고 있다. (국토교통부, 2017)

SAE AUTOMATION LEVELS¹



0 No Automation
The full-time performance by the *human driver* of all aspects of the *dynamic driving task*, even when enhanced by warning or intervention systems.



1 Driver Assistance
The *driving mode-specific* execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/ deceleration using information about the *driving environment* and with the expectation that the *human driver* perform all remaining aspects of the *dynamic driving task*.



2 Partial Automation
The *driving mode-specific* execution by one or more driver assistance systems of both steering or acceleration/ deceleration using information about the *driving environment* and with the expectation that the *human driver* perform all remaining aspects of the *dynamic driving task*.



3 Conditional Automation
The *driving mode-specific* performance by an *automated driving system* of all aspects of the *dynamic driving task* with the expectation that the *human driver* will respond appropriately to a *request to intervene*.



4 High Automation
The *driving mode-specific* performance by an *automated driving system* of all aspects of the *dynamic driving task*, even if a *human driver* does not respond appropriately to a *request to intervene*.



5 Full Automation
The full-time performance by an *automated driving system* of all aspects of the *dynamic driving task* under all roadway and environmental conditions that can be managed by a *human driver*.

¹ SAE International, J3016, 201806: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles (Warrendale: SAE International, 15 June 2018), https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/.

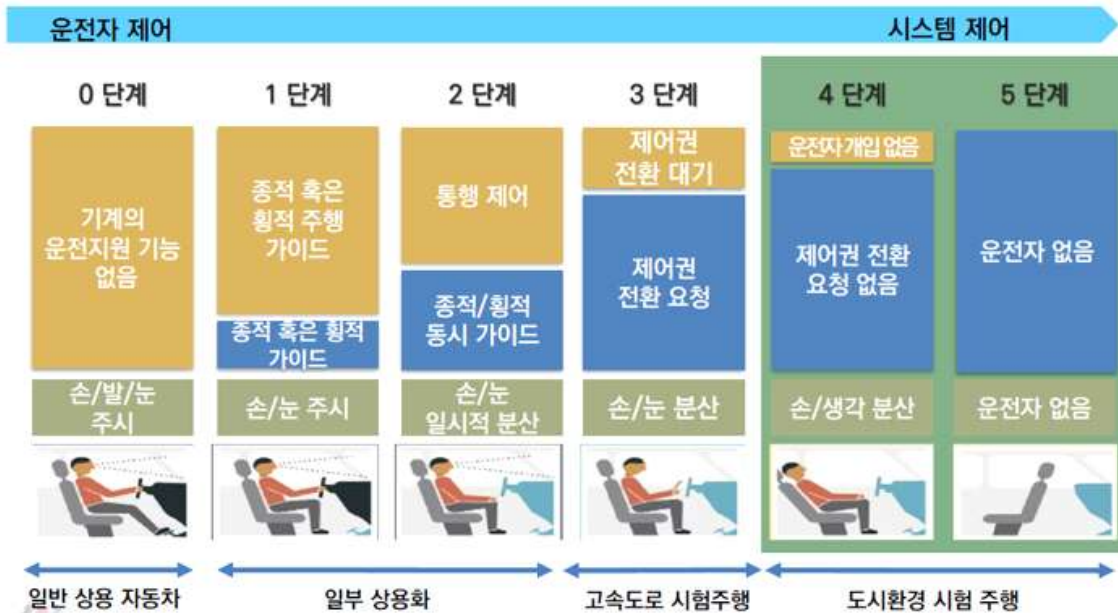


그림1. 자율주행 수준에 대한 미국 자동차공학회의 정의 및 개념도

수준	호칭	정의	조향과 가감속 실행	주행환경 관찰	역동적 운전 실행성	시스템 능력 (주행모드)
0	무자율	<ul style="list-style-type: none"> 경고나 개입시스템 강화시에도 운전자가 모든 역동적 운전을 완전 실행 (Performance) 	운전자	운전자	운전자	n/a
1	운전자 보조	<ul style="list-style-type: none"> 주행환경 관련 정보의 사용과 운전자가 역동적 운전의 나머지 부분을 수행 한다는 기대하에 운전보조 시스템이 조향이나 가감속의 특정 드라이브모드 수행(Execution) 	운전자 및 시스템	운전자	운전자	부분 주행 모드
2	부분 자율	<ul style="list-style-type: none"> 주행환경 관련 정보의 사용과 운전자가 역동적 운전의 나머지 부분을 수행 한다는 기대하에 하나 이상의 운전보조 시스템이 조향과 가감속의 특정 드라이브모드 수행(Execution) 	시스템	운전자	운전자	부분 주행 모드
3	조건부 자율	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 개입 요청에 적절히 대응할 것이라는 기대하에 모든 역동적운전의 자율주행시스템이 특정 드라이브모드 실행(Performance) 	시스템	시스템	운전자	부분 주행 모드
4	고도 자율	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 개입 요청에 적절히 대응하지 못하는 경우에도 모든 역동적운전의 자율주행시스템이 특정 드라이브모드 실행(Performance) 	시스템	시스템	시스템	부분 주행 모드
5	완전 자율	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 관리할 수 있는 도로 및 환경 조건하에 모든 역동적운전의 자율주행 시스템이 상시 실행 	시스템	시스템	시스템	전체 주행 모드

표1. 자율주행 수준별 운전자와 시스템의 개입 여부

자율주행을 실현하기 위한 요소기술은 센싱, 인지, 측위, 거동계획, 제어기술로 나눌 수 있다. 현재 일부 센서는 기술적 요구수준을 만족하며 가격경쟁력 확보가 가능한 양산 수준에 도달하였으며, 그 외 분야는 아직 개발단계라고 볼 수 있다. 센싱은 외부환경, 외부신호를 감지하는 기술로 카메라, 레이더, 라이다 등 센서와 운전자 상태를 인식하는 기술 등을 포괄한다. 인지 기술은 다양한 센서 정보를 종합해 보행자, 차량, 신호등 등 주행환경을 인식하는 기술이다. 측위 기술은 GPS, 차로, 노면표지, 도로 구조물 등을 인식하여 현재 차량의 위치를 정확하게 측정하는 기술을 말한다. 거동계획은 인식, 측위 결과를 토대로 주행경로와 상황에 맞는 차량의 거동을 계획하는 기술이며, 제어 기술은 계획된 거동에 따라 정확하게 차량을 제어하여 자율주행을 구현하는 기술을 의미한다. 나아가 원활한 자율주행을 위해서는 V2X 인프라를 통해 장애물, 주의 구간, 교통상황, 기상, 주변 차량 등의 정보를 제공하는 협력주행이 중요하다. 우리나라의 경우 우수한 ITS 및 광케이블 인프라를 바탕으로 기술우위를 확보하고 국제표준을 선점하는 등 협력주행 분야에서 강점을 보일 수 있을 것으로 전망된다. (국토교통부, 2017)



그림2. 자율주행 요소기술

2-2. 우리나라의 자율주행 정책방향²⁾

우리나라는 교통안전 향상과 신성장동력 창출을 비전으로, 2020년 레벨 3 자율주행차 상용화를 적극 지원하고 있다. 2018년 자율주행 상용화의 토대를 마련하여 2020년에는 고속도로 자율주행을 실현하고, 2022년까지 자율주행차 확산을 위해 완전 자율주행 기반을 마련한다는 계획이다.

우선 기술개발 기반을 마련하기 위해 다양한 시험환경, 초고속 5G 통신, 악천후 기상시설 등을 갖춘 최고 수준의 테스트베드 ‘K-City’를 조성하고 있다. 실제 도로의 다양한 환경을 재현한 K-City는 자율주행차를 개발하는 민간에게 개방할 예정이며, 고속주행로를 우선 완공하여 개방하고 2018년까지 모든 시설을 갖추어 개방할 계획이다. 고속도로, 도심, 교외, 주차장 등 다양한 도로 환경은 물론 신호등이 있는 교차로, 회전교차로, 모형건물, 버스 정류장, 터널 등 실제 도로 환경을 그대로 구현할 계획이다. 아울러 완전 자율주행 기반 인프라인 V2X 기술개발을 위해 WAVE, 4G 뿐만 아니라 5G 통신환경도 조성할 예정이다. 눈, 비, 안개 등 악천후를 재현할 수 있는 기상환경 재현시설도 구축하여 고난도 자율주행 기술개발을 지원할 계획이다. 또한 데이터 공유센터를 운영하여 다양한 주행정보를 수집하여 빅데이터를 형성하고 딥러닝 기술개발도 촉진한다.

안전하고 효율적인 자율주행을 위해 스마트 인프라 구축을 확대한다. 2014년부터 대전-세종 구간에서 통신기지국, 보행자 감지기 등을 설치하여 통신·보안 성능을 검증하고 정보제공 등에 대한 표준을 마련하고 있다. 2020년까지 서울, 제주에서 시범사업을 통해 대중교통과 공유서비스 자율주행을 위한 기반도 마련할 계획이며, 상암 DMC, 코엑스 등에 도심 자율주행 테스트베드도 조성하고, 2022년에는 전국 고속도로를 스마트화 할 계획이다.

2) 국토교통부, 2017, 자율주행차 정책 추진계획



그림3. 자율주행차 실험도시 K-CITY 조감도

안전한 자율주행을 위해서는 위치 정확도가 높은 정밀도로지도 구축이 필수적이므로 이를 신속히 구축하는 사업도 추진된다. 국토교통부는 도로 상에 존재하는 11가지의 정보를 포함한 정밀도로지도를 제작하여 민간에 무료로 제공하고 있다. 2017년 주요 고속도로 및 일부 도심도로 1,305km 구간에 대한 정밀지도를 제공하고 있으며, 2020년까지 전국 고속도로와 자동차전용도로 약 5천km 구간도 제작하여 공급할 계획이다. 2030년까지는 민관 협업을 통해 전국 모든 도로에 대한 정밀지도를 구축하여 전국 완전자율주행 환경을 조성한다는 계획이다. 아울러 정밀도로지도를 기반으로 전국을 실시간으로 교통을 관제할 수 있는 자율주행 교통관제센터를 2025년부터 구축해 나갈 계획이다. 차로 구분이 가능한 수준의 정밀 GPS 구축을 위해 2015년 오차범위 1m 이내의 고정밀 GPS 기술 개발을 완료하였으며, 2017년 서울 인근 지역에 시범사업을 시작하여 2019년에는 전국에 서비스를 제공할 계획이다. 또한 정부 차원에서 자율협력주행 관련 업계의 동반성장을 지원하여 기업간 연계, 기술개발 지원, 스타트업 육성 등에도 나선다.



그림4. 첨단 정밀도로지도 구성

아울러 자율주행 시대를 대비해 국민들의 수용성을 높이기 위해 다양한 체험 기회를 확대해 나갈 계획이다. 평창올림픽 경기장 인근에서 올림픽 관람객을 대상으로 체험행사를 실시하고, 서울 도심에서도 대규모 체험 행사를 추진한다. 인천공항 2터미널과 장기주차장을 연결하는 자율주행 셔틀버스도 운행할 계획이다. 2019년에는 경부, 영동고속도로에서 자율주행 트럭 군집주행을 실증하고, 2020년에는 세종시에서 자율주행 미니 셔틀버스를 운영한다는 계획이다. 2021년에는 중대형 버스에 대해서도 자율주행 실증을 추진한다.

2016년에는 실제 도로에서 자율주행기술을 테스트할 수 있도록 자율주행차 시험운행 허가 제도를 도입하여 네거티브 규제의 맥락에서 전국 도로에서 주행을 허용하였다. 2017년까지 29대의 자율주행차가 시험운행 허가를 받았으며, 현대차, 쌍용차 등 자동차 제작자 뿐만 아니라 네이버, 삼성전자, LG전자, SK, KT 등 통신관련 업체, 연구소, 대학들도 포함되어 있다.

자율주행차가 개발되더라도 생산 기준인 자동차 안전기준이 없으면 상용화 될 수 없으므로 자율주행차의 안전기준을 개발하기 위해 안전성 평가기술 R&D도 추진하고 있다. 이를 통해 2020년 이전에 레벨 3 수준의 안전기준을 마련할 계획이다. 또한 자동차 안전 국제기준 논의체인 WP.29에서도 활발하게 활동하여 국제표준 제정에서 역할을 강화할 계획이다. 나아가 자율주행차의 사고 책임과 보험 제도에 대한 연구를 진행 중이며, 자율주행차 리콜과 검사 제도도 검토할 계획이다. (국토교통부, 2017)

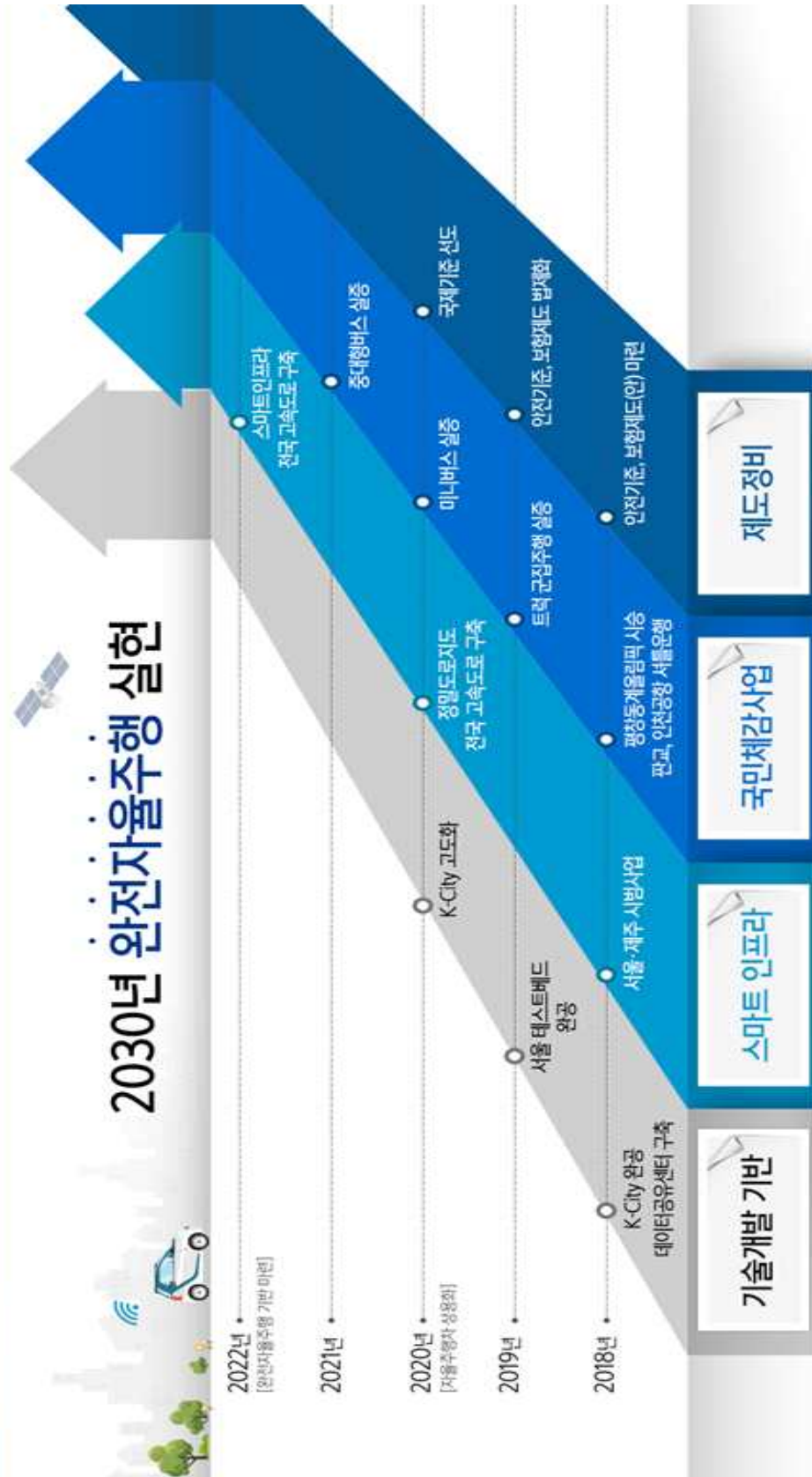


그림5. 자율주행 정책추진 로드맵

3. 자율주행 추진동향

3-1. 해외 주요 선진국 동향

3-1-1. 미국

미국 교통부는 안전성 제고를 통한 교통사고 사망자 감축, 교통혼잡 저감, 노약자 이동성 증진 등을 위해 자율차 도입을 촉진하고 있다. 불필요 규제 또는 의도되지 않은 규제가 자율차 관련 기술발전을 저해하지 않도록 가이드선 방식의 유연한 규제체계를 도입하고 있다. 2016년 첫 번째 가이드선이 제정되었고, 이후 2017년 9월 개정된 가이드선은 자발적 안전성 평가 가이드선, 통일된 규제체계 마련을 위한 주정부 규제입법 가이드선으로 구성된다. 가이드선 2.0은 버전 1.0과 달리 안전성 평가항목을 15개에서 12개로 축소하고, 안전성 평가결과 제출도 의무에서 권고사항으로 전환하였으며 안전기준 등 규제 관련 내용을 삭제하였다. 2018년 10월 개정된 가이드선 3.0 (Preparing for the Future of Transportation : Automated Vehicles 3.0)은 가이드선 2.0을 기반으로 자율주행 기술 관련 6대 원칙과 5대 이행전략을 제시하고 있다.

자율주행차 정책 수립의 6대 원칙

1. 안전 최우선

: 자동화에 따른 교통사고 위험 감축, 자동화의 잠재 위험요소 해결

2. 기술 중립적 접근

: 경쟁과 혁신 촉진을 위해 유연하고 기술 중립적인 정책 채택

3. 규제 및 규정 현대화

: 빠른 기술변화에 대응 가능한 유연하고 자발적인 규제 도입

4. 일관된 규제와 환경 조성

: 연방, 주 정부 등 규제 당국 간 규제의 일관성 확보

5. 적극적 자율주행시대 준비

: 기술개발 및 투자 촉진을 위해 행정·재정적 지원

6. 국민의 자유 보호 및 강화

: 자율 주행과 수동 주행의 선택이 가능한 환경 제공

6대 원칙을 실행하기 위한 5대 전략

1. 정책형성과정에 이해관계자 및 일반국민의 적극적 참여 유도
2. 자율주행 기술의 이해관계자에게 최신 정책과 우수 사례 제공
3. 자발적 기술표준 개발을 지원하기 위해 이해관계자, 표준개발기구와 협력
4. 정책 결정을 위한 자율주행 기술연구 수행
5. 자율주행 시험, 판매, 운영 및 상용화를 방해하는 규제 개혁

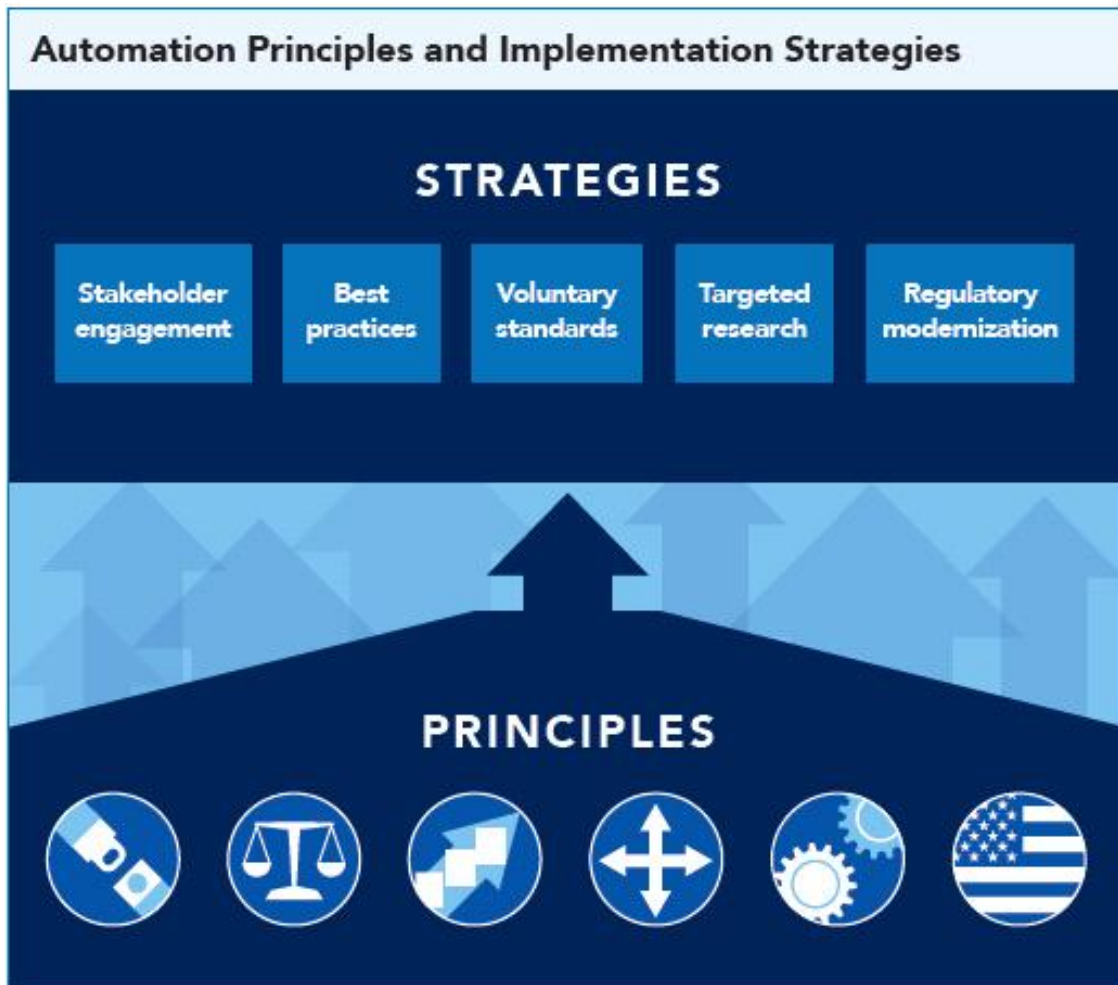


그림6. 미국 가이드선스 3.0 6대 원칙과 5대 이행전략
(Preparing for the Future of Transportation : Automated Vehicles 3.0)

가이드스 3.0의 내용을 자세히 살펴보면 적용 대상에 대중교통 산업 관계자, 기반시설 소유·운영자를 포함하고 있다. 자율주행 도입으로 발생할 변화에 대한 준비를 시작할 것과 새로운 직업을 예측하고 현 산업 인력의 재교육을 통한 직업 승계를 권고하고 있다. 교통약자의 접근성 고려, 산업 관계자·정부와의 지속 협력 등에 대한 내용도 언급되고 있다. 기반시설 소유자와 운영자들에 대해서도 자율주행 산업 관계자, 정부 등 이해관계자들과 함께 시험운행 및 운영, 제도 개선 등에 협력할 것을 명시하고 있다.

또한 자발적 안전 평가로 안전성을 입증토록 하고 있다. 가이드라인 2.0에서 제시한 12개 안전성 요소(①데이터 기록, ②충돌 후 거동, ③시스템 안전, ④사이버보안, ⑤인터페이스, ⑥충돌 안전성, ⑦소비자 교육 및 훈련, ⑧연방, 주, 지방법 준수, ⑨운영설계영역, ⑩사물 인지 및 반응 기능, ⑪고장 발생 시 대응능력, ⑫검증 방법)를 입증하여 투명성과 신뢰를 확보하는 ‘자발적 인증·공개’를 권장하고 있다. 안전기준상 운전자(Driver)와 운영자(Operator)의 정의에 사람 뿐 아니라 자율주행 시스템도 해당하는 것으로 해석하여 적용하고 있다.

자율주행차 정책의 방향성도 제시하고 있는데 급속한 기술발전을 저해하지 않는 유연한 규제체계를 지향하며, 그 일환으로 2017년 1월 발표한 10개의 자율주행차 시험장 지정을 철회하였다. 지난 20년간 7억 달러 이상의 R&D 투자는 물론 2018년말까지 기반시설에 1,000대 이상, 차량에는 18,000대 이상 V2X 통신기술을 구축하고 있으며, 지능형 교통시스템(ITS) 용도로 공용 지정된 5.9 GHz 대역 주파수 활용 기술의 개발을 권고하고 있다.

가이드스 3.0 발표에 따라 교통부 산하 기관별 조치계획을 살펴보면 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration)는 현 자동차안전기준에 대한 예외 적용 청원 관련 절차를 간소화하고, 자율주행 기술혁신을 촉진하면서도 현 수준의 안전성을 확보할 수 있는 방안에 대한 입법예고안을 마련하고 있다. FMCSA(Federal Motor Carrier Safety

Administration)는 자율주행 시스템의 검사, 수리, 유지관리 등에 있어 규제 개혁이 필요한 과제를 선정하여 입법예고안을 마련하는 중이다. Federal Highway Administration(FHWA)는 자율주행기술을 반영하여 교통통제장치 매뉴얼 개선을 추진하고 있으며, FTA(Federal Transit Administration)는 자율주행 버스체계에 대한 향후 5년간의 연구계획을 발표한다.

비교	버전 1.0	버전 2.0	버전 3.0
제목	Federal Automated Vehicle Policy	Automated Driving System 2.0 "A Vision for Safety"	Automated Driving System 3.0 "Preparing for the future of Transportation"
핵심용어	HAV(Highly Automated Vehicle)	ADS(Automated Driving System)* *SAE J3061 사용 용어로 변경	Multimodal Automation
목적	자율주행자동차 관련 "기술혁신"과 "국민안전" 두 마리 토끼를 잡기 위한	비 구체적인 측면에서 ADS의 "안전성", "이동성", "효율성" 확보를 위한	복합 운송시스템의 자율주행 도입을 위한 정부 및 관련 기관의 방향 제시
안전성 평가서	Safety Assessment Letter 시험과 배치 전 평가서 제출 의무	Voluntary Safety Self-Assessment 시험과 평가를 권장하나 자발적 평가	버전 2.0 유지
안전성 평가 항목	데이터 기록 및 공유, 충돌 후 거동, 사이버보안, HMI, 충돌 안전 시스템 안전, 소비자 교육 및 훈련, 연방, 주, 지방 소비자 교육 및 훈련, 연방, 주, 지방 준수, 운영실체영역, 사물 인지 및 반응 능력, 고장 발생시 대응능력, 검증 방법, 윤리적 고려, 개인정보 보호, 등록 방법 및 인증	데이터 기록, 충돌 후 거동, 사이버보안, 안전 시스템 안전, 소비자 교육 및 훈련, 연방, 주, 지방 준수, 운영실체영역, 사물 인지 및 반응 능력, 고장 발생시 대응능력, 검증 방법, 윤리적 고려, 개인정보 보호, 등록 방법 및 인증	버전 2.0 유지
적용 범위	SAE 자동화 레벨 2 ~ 5단계 차량	SAE 자동화 레벨 3 ~ 5단계 차량	SAE 자동화 레벨 3~5 단계와 0~2단계
적용 차량	승용차, 트럭 및 버스 등 모든 차량	승용차, 트럭과 버스 등 모든 차량	승용차, 트럭과 버스 등 모든 차량
가이드 라인 구성	1) 안전점검 지침 2) 각 주마다 다른 정책의 통일 방안 3) 현 규제를 적용 방안 4) 신규 도입이 필요한 규제 방안	1) 자동화된 시스템을 위한 자율적 가이드 2) 주정부를 위한 기술적 지원 가이드라인 * 규제와 관련된 내용 삭제	1) 자율주행과 안전 확보를 위한 접근 방식 2) 연방, 주 정부, 공공기관 및 민간의 역할 3) 자율주행 미래 전략 및 위험관리 절차

표2. 미국 자율주행 가이드라인 버전별 주요 내용

	역 할
연방 정부 (NHTSA)	<ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차 관련 ‘연방 자동차 안전기준’ 제정 및 집행 - 기준 불이행에 대한 리콜, 안전관련 결함 등에 대한 조사, 관리 - 자동차 안전 관련 공공 교육
주 정부	<ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차와 관련한 운전면허 발급 및 운행 등록 - 교통법규와 규제 제정 - 안전과 관련한 조사 수행 - 자율주행차 보험 및 법적 책임 제도화

표3. 가이드스 2.0 연방정부와 주정부의 역할

	역 할
연방 정부	- 자동차 및 장치의 안전 성능, 운영규제 책임
DOT (교통부)	<ul style="list-style-type: none"> - 협력형 자율주행과 커넥티비티 - 사이버 보안, 개인정보 보호
NHTSA (연방 도로교통 안전국)	<ul style="list-style-type: none"> - 연방 안전기준 제정 - 안전 결함 조사, 시정 명령 - ADS 장착 차량의 운전자 관련 예외 규정 설정 - 소프트웨어에 대한 안전기준 제정 방안 - 자기 인증 제도 운영 - 안전기준(FMVSS) 면제 절차 간소화 및 현대화
FMCSA (연방자동차 운수사업 안전국)	<ul style="list-style-type: none"> - 자동차 운수사업자 안전 - 상용차 운전자 자격 및 안전 및 안전 운영 규정 - 민간 협력, 경찰 및 검사 책임자와 협력 - 자율차와 기존 자동차의 확산을 위한 공개 기술 시연 - ADS 장착 상용차 안전기준 마련을 위한 NHTSA 협업
FHWA (연방 고속도로국)	<ul style="list-style-type: none"> - 국도의 설계, 건설 및 유지관리 및 지방정부 지원 - 국가표준에 따른 모든 도로의 교통제어장치 관리 - 교통제어장치 매뉴얼 업데이트
FTA (연방 대중교통국)	<ul style="list-style-type: none"> - 대중교통의 안전 감독 및 규제 - 대중교통기관 안전계획(PTASP)* 수립 및 공표 * 안전 위험 및 위해 요소 식별, 위험 완화계획수립, 안전도 모니터링, 검증 프로세스 개발 및 이행, 교육
주 정부	- 운전면허 제도, 도로교통 규칙 제정, 책임과 보험 정책 마련

표4. 가이드스 3.0 연방정부와 주정부, 연방기관의 역할

미국 의회는 자율주행차 관련 안전기준 마련 전에도 자율차 테스트 및 판매가 가능하도록 현 안전기준 면제 법안을 마련하는 중이다. 그동안 미국 자동차 업계는 유인 자동차를 전제로 한 현 자동차 안전기준의 적용 배제, 연방 차원 통일적인 규제체계 마련(주별 규제난립 방지) 등을 지속적으로 요구해 왔다. 이에 따라 하원이 2017년 9월 Self Drive Act를 만장일치로 통과시켰고, 상원 교통위원회도 10월 유사한 내용의 AV Start Act를 통과시켰다. 법안의 주요 내용은 미국 교통부에 자율차 설계, 제작, 성능 관련 독점적 규제 권한을 부여하여 연방 차원 통일적 규제체계 유도하고 자율주행차 안전기준이 마련될 때까지 일정기간 교통부 NHTSA에 현 자동차안전기준(FMVSS) 적용 면제 권한을 부여하고 있다. 자동차 제작사에는 교통부로 안전성 평가 보고서 제출을 의무화 하였다. 이 외에도 해킹에 대비한 사이버보안, 자율차에 대한 대중의 수용성 제고를 위한 소비자 교육 조항 등도 포함되어 있다. (주미대사관, 2018)

안전성 평가항목	주요 내용
① 시스템 안전	하드웨어 및 소프트웨어를 포함한 시스템이 의도된 기능을 수행하고 있음을 보증 시스템의 오동작으로 인한 위험을 완화 하는 조치 수행
② 데이터 기록	사고 정보 및 충돌 데이터의 기록
③ 사이버보안	사이버보안 취약점에 대한 정보교환 및 위험 최소화를 위한 조치 수행
④ HMI (Human Machine Interface)	운전자와 시스템간의 인터페이스 시각, 청각, 디스플레이등을 이용하여 시스템이 정상적으로 동작하는 지 확인
⑤ 충돌안전성	자율주행차의 좌석 위치를 고려하여 탑승자 보호를 위한 조치 수행
⑥ 자율주행기능	고도로 자동화 된 차량 및 주행 시스템의 기능과 한계 제시
⑦ 충돌 후 거동	충돌 후 센서 또는 중요 시스템 손상시 자동화된 시스템의 정상 동작 여부를 확인 조치 수행
⑧ 관련 법 준수	도로교통 법규와 관련 법령의 준수
⑨ 운영설계영역	자동화된 시스템의 동작하도록 설계된 영역 자율주행시스템의 이벤트를 감지하고 운전 시스템의 대응을 위한 조치 수행

표5. 안전성 평가항목 주요 내용

주요 내용	하원 입법(안)	상원 입법(안)
법안 명	Self Drive Act	AV Start Act
진행 현황	하원 만장일치 통과('17.9)	상원 상임위 통과('17.10)
적용 대상	승용차, 상용차	승용차 (트럭 제외, 노조 반발 감안)
안전기준	법 시행 18개월 이내 자율차 안전기준 마련 착수	법 시행 6개월 이내 자율차 안전기준 연구 완료 및 그로부터 1년 이내 개정 완료
안전성 평가 보고서	Safety Assessment Letters	Safety Evaluation Report *판매 90일전 교통부 제출
안전성 평가 항목	DOT에 평가항목 및 평가서 제출시기를 정하도록 위임	9가지 항목 시스템 안전, 데이터 기록, 사이버 보안, HMI, 충돌안전성, 자율주행기능, 충돌 후 거동, 관련 법 준수, 운영설계영역
면제 규정	최대 4년, 10만대 충돌기준 만족, 조향장치 필수	최대 5년, 8만대 요구사항 없음
사이버보안	적용 대상: 레벨 2이상 차량 보안 계획 수립 *미준수 시 미국 內 판매 금지	적용 대상 : 레벨 3이상 차량 보안 계획 수립, 취약점에 대한 자발적 정보 교환
개인정보보호	레벨 2이상 차량 *미준수 시 FCC “개인정보 보호법” 위반으로 간주	해당 내용 없음
소비자 교육	해당 내용 없음	소비자 교육 실무 그룹 조성
시험 차량 관리	연방정부에 서류 제출 *기관이름, 주소, 기능설명, 보험증서	해당 내용 없음

표6. 미국 상원·하원 자율주행 관련 입법안 주요내용

3-1-2. 네덜란드³⁾

네덜란드는 물류산업 강국답게, 교통 시스템에 선도적 투자가 이루어지고 있으며, 최근 글로벌 컨설팅 업체 KPMG 보고서에 의하면 자율주행 준비지수 1위 국가로 선정되는 등 자율주행을 비롯한 스마트 모빌리티 관련 전향적인 정부 정책 및 소비자 수용성을 바탕으로 다양한 연구와 사업화를 진행 중이다.

네덜란드의 물류산업은 250억 유로 규모로, 국가 주요 산업분야 중에서 2위(1위는 High-Tech 분야: 480억 유로)를 차지 할 정도로 중요한 산업이다. 네덜란드는 유럽 최대 항구 로테르담을 거점으로 EU 내 컨테이너의 40%를 처리하고 있으며, 암스테르담 공항은 유럽 3위, 공공도로 밀도는 세계 최고 수준이다. 네덜란드는 World Economic Forum의 Transport Infrastructure 평가에서 4위, World Bank의 LPI(Logistics Performance Index) 평가 4위 국가로, 싱가포르, UAE, 홍콩 등 도시국가를 제외할 경우 사실상 1위의 교통 인프라 강국이다.

네덜란드 정부는 안전, 교통체증, 환경영향 문제 해결을 위해 스마트 모빌리티를 국가주요 과제로 선정하고, 이를 위한 정책 지원을 하고 있다. 자율주행, 커넥티드 카, 전기차, 자전거 등 다양한 교통 수단을 위한 정책 지원을 하고 있다. 2015년에는 세계 최초로 자율주행차를 실제 공공도로에서 운행하였고, 9천만 유로를 투자하여 1,000여개의 신호등을 V2I 인프라로 구축하였다.

네덜란드 정부는 스마트 모빌리티를 위해 Real-life 테스트베드 환경을 제공하고 규제를 완화하여 Mobility as a Service, Shared Mobility 등 새로운 사업모델을 육성하는 등 관련 생태계를 조성하고 있다. 또한 2018년 네덜란드 정부와 Connexxion은 스마트 모빌리티 멤버십을 출범하였고, 네덜란드 내 인프라, 사업, 기술 현황 정보를 제공하는 원스톱 서비스를 시작하였다.

3) 주한 네덜란드 대사관, 2018, 네덜란드 자율주행 산업 동향

네덜란드 정부는 2015년 이미 공공도로에서의 자율 주행 시험운행을 허용하고, 2017년 2월 운전자 없이 자율주행이 가능하도록 허용하였다. 또한 2016년에는 EU 국가간 자율주행 기술 개발을 위한 단계 및 기준을 정한 암스테르담 선언을 이끌어 내기도 하였다.

국가응용과학연구소(TNO)를 중심으로 한 실내 시뮬레이션 연구 인프라, 교통청(RDW)의 시험 트랙, 헬몬트시의 통제형 개방 환경, 국도의 실제 환경 등 단계별로 신기술을 적용할 수 있는 인프라도 구축하였다. 로테르담-프랑크푸르트(독일)-비엔나(오스트리아) 3국 도로에 ITS G5(유럽 버전의 WAVE)를 위한 802.11p, 3G/4G 통신망 및 자동차/도로 상황 인식 센서 인프라를 구축하는 C-ITS Corridor 과제를 진행하였다. 네덜란드 델프트 공대 산하 DiTTlab2은 수집된 교통 데이터를 바탕으로 시뮬레이션과 교통개선 솔루션 개발을 진행 중이다.



그림7. C-ITS Corridor 과제 구간 및 네덜란드 C-ITS 인프라 현황

기술기업, 연구기관이 밀집한 아인트호벤 지역을 세계 최초의 대규모 자율주행차 도시로 만들려는 목표로 관련 산업을 육성하고 있다. 아인트호벤은 스마트 모빌리티관련 유럽 내 1위 도시로 이미 선정된 바 있다. EU 과제인 AutoPilot에 도심운행 시범도시로 선정되어 아인트호벤 공대 주도로 도시 내 C-ITS 기반의 자율주행을 개발하고 있다. 지방정부도 자율주행차의 버스 전용차로 이용 및 Grand Cooperative Driving Challenge 자율주행 행사 유치 등 행정적 지원을 하고 있다. 자동차 기

술 캠퍼스(Automotive Campus)도 운영하여 11,000㎡의 공간에 500여명의 관련 연구 개발자들과 100여명의 학생이 R&D 과제를 수행하고, 30개 회사, 기관 및 25개 실험시설이 운영 중이다. 이를 통해 매년 3,000명의 외부 방문을 유치하고 있다. 아인트호벤과 헬몬드 시 사이 도로 A207 국도 2km 구간에 ITS 5G 및 카메라 인프라를 통해 자율주행 시험 공간으로 활용 가능하도록 리빙랩 (Living Lab) 인프라를 구축하였다.



그림8. 아인트호벤 지역 자동차 기술 캠퍼스 및 리빙랩

네덜란드의 자율주행 사례를 살펴보면 우선 세계 최초로 무인 자율주행 버스를 운행하고 있다. 바헤닝언 시와 에더 시 사이에서 저속 (25km/h) 무인 전기버스인 ‘Wepod’ 을 철도역과 시내 사이 실제 도로에서 운행하고 있다. 프랑스 이지마일(EasyMile)이 제작한 버스를 델프트 공대에서 운영하는 것으로, 2015년 2월 시범운행을 시작으로 2016년 5월부터 실제 운행에 들어갔다.



그림9. Wepod 및 바헤닝언 지역 운행 모습

또한 TNO는 2015년 로테르담 항구 지역에서 네덜란드 트럭회사 DAF 와 공동으로 트럭 군집주행(Truck Platooning) 시범 운행에 성공했다. TNO 는 유럽 내 6 개 트럭제조사 (DAF, Daimler, IVECO, MAN, Scania, Volvo)와 반도체 업체 NXP 등이 참여하여 서로 다른 제작사의 트럭간 군집주행 기술을 개발하는 과제 ‘ENSEMBLE’ 을 주관하여 2021년까지 실제 도로 운행을 목표로 개발 중이다.

2015년 10월에는 암스테르담 스키폴 공항에서 하르렘(Haarlem)시까지 20km 구간에서 벤츠 자율 주행버스(FutureBus)가 첫 공용도로 시험 운행도 실시하였다. 운전석에 버스 운전기사가 상시 탑승하나, 최고 시속 70km 로 네덜란드의 교통 시스템과 정보를 주고 받으며 주행하며, 버스 운전사의 개입 없이 승하차가 진행된다.



그림10. 벤츠 자율주행 버스의 암스테르담 운행 모습

네덜란드 2getthere가 개발한 전기 저속 주행 버스 6대는 로테르담 시에서 현재 하루 평균 3,000여명을 지하철역에서 사무시설로 운송하고 있다. 도로 아래 자성 가이드라인을 따라 이동하며, 초음파 센서를 통해 주변 장애물을 확인하는 시스템이다. 1999년부터 시작된 시범운행은 현재까지 로테르담 지역 내 운영을 바탕으로 2018년말부터는 공공도로에서 자율주행 버스로 운영할 예정이다.



그림11. 2getthere의 자율주행 셔틀버스

3-1-3. 싱가포르⁴⁾

싱가포르는 자율주행 관련 4개 분야에 대한 세부 비전을 제시하고 이를 위한 정부차원의 지원 분야를 기술, 사회적 수용성 및 관련 법규로 규정하고 있다.

비 전	내 용
Fixed & Scheduled Services	- 정해진 경로와 일정에 따른 근거리 이동을 위한 안정적이고 효율적인 대중교통 구현
Point-to-point Mobility-on-demand	- 가변적 여정, 가격 정책을 통한 공유 서비스 거점 연결을 위한 원터치 요구에 부응
Freight	- 장거리 운송을 위해 사용량이 적은 시간에 신뢰할 수 있고 안전한 운송
Utility	- 사용량이 적은 시간에 효과적인 경로탐색 및 유틸리티 작동(쓰레기 수거차량, 도로 청소차 등)

표7. 싱가포르 자율주행 4대 비전 및 주요 내용

싱가포르 교통부는 민관 협동 자율주행 전담조직인 자율도로교통위원회 CARTS(Committee on Autonomous Road Transport for Singapore)를 설립하여 자율주행 관련 업무를 총괄하여 조정토록 하고 있다.

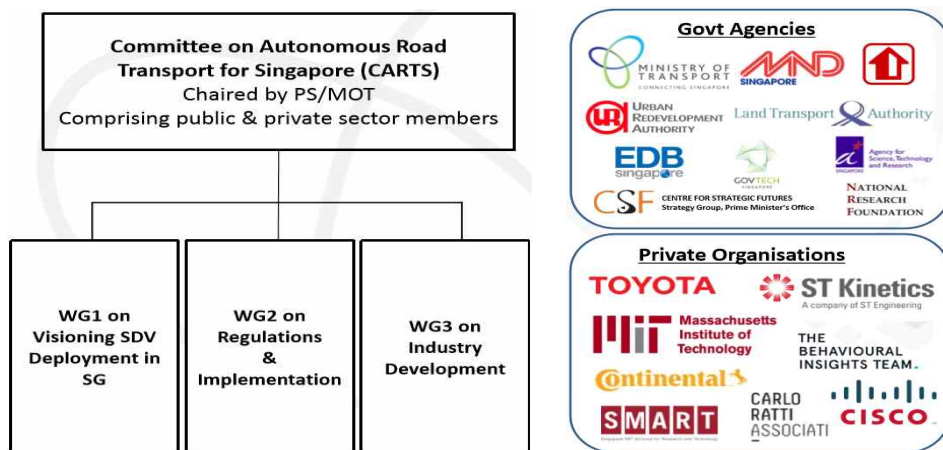


그림12. CARTS 조직 구성

4) 국토교통부, 2017, 싱가포르 자율차 추진현황

현재 싱가포르 자동차 정책은 개인의 자동차 소유를 줄이는 방향이며, 자율차 역시 공공 활용에 초점을 두고 있다. 자동차 생산국이 아닌 싱가포르는 자율주행 기술을 물류, 교통 및 부가서비스 등에 적용하는데 주력하고 있으며, 싱가포르를 자율차 시험·연구의 거점 국가로 육성하고자 해외 자동차 제작사 유치도 추진하고 있다.

2016년 8월에는 자율주행 연구와 관련하여 자율차 기능 시험 및 인증에 대한 기술과 지식 축적, 공공 도로에서의 자율차 운행 제도개선·기준 제안을 목적으로 난양기술대학교(NTU)와 파트너십을 체결하여 CETRAN(Centre of Excellence for Testing & Research of AVs)을 설립하였다. CETRAN을 중심으로 컨소시엄을 구성하여 자율차를 위한 기준 제정을 위해 기능안전, 시험 및 평가, 통신보안 및 테스트베드 개발 등의 연구를 수행하고 있다.

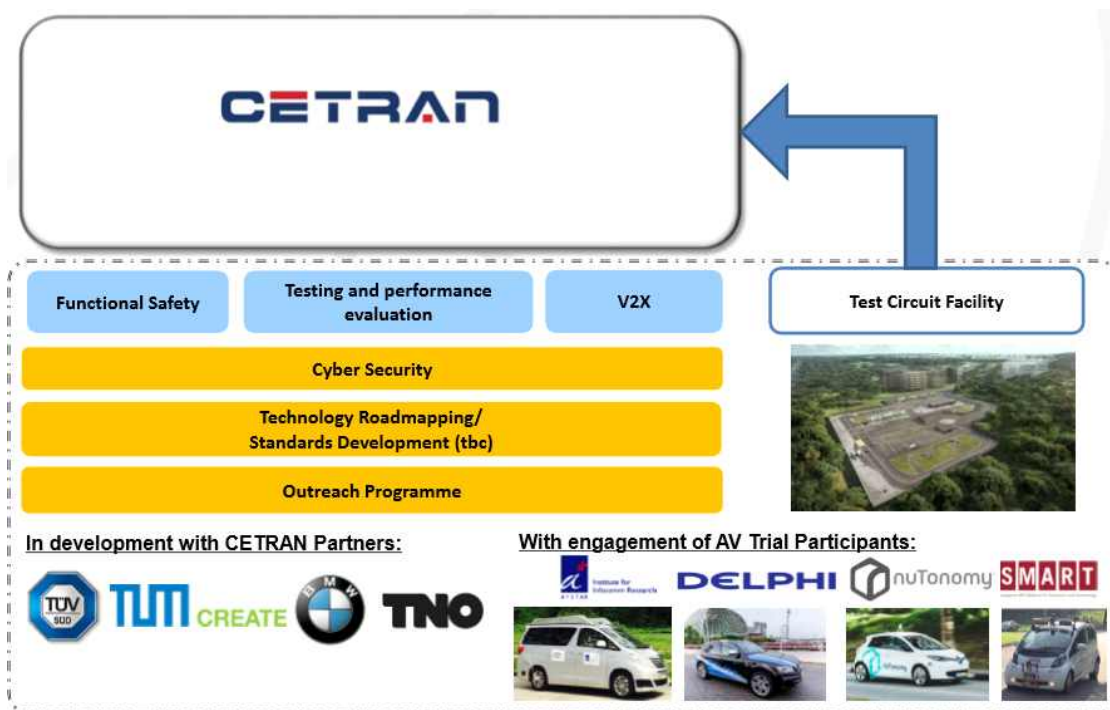


그림13. CETRAN 연구수행 체계

또한 기술개발 속도를 고려하여 2017년 2월 도로교통법(Road Traffic Act, RTA) 개정하여 규제 샌드박스(Sandbox)를 통해 신기술 및 시범주행에 대한 규제 혹은 완화를 탄력있게 적용토록 하였다. 규제 측면에서는 자율차 시범운행의 시간·장소 제한, 자율차 장치 기준 제정, 데이터 공유규정 마련 등을 규정하였고, 규제 완화 측면에서는 기존 RTA의 몇몇 조항의 적용 면제를 규정하였다. 아울러 바이오, 미디어 등 신기술에 대한 수용력이 높은 산업지구인 One North 지역을 자율차 시범지구로 지정하여 조건부로 시범 자율주행을 허가하고, 추후 지역을 확대할 계획이다. 나아가 이동 수단과 방법에 따라 주행 도로를 분산 배치하여 도심지역에 최적화된 교통물류 시스템을 구현하여 제한된 국토면적을 효율적으로 사용하고, 교통정체 및 친환경 도시 구현을 위한 미래 도시 컨셉도 수립하였다.

싱가포르의 자율주행 추진현황을 운송 수단별로 살펴보면, 우선 자율주행 택시와 관련하여 싱가포르 육상교통청(Land Transport Authority)은 자율주행차 개발업체인 누토노미(nuTonomy), 자동차부품업체 델파이(Delphi)와 각각 협약을 체결하고 사전에 선정된 일반인을 대상으로 일반도로에서 세계 최초로 자율주행 택시 무료운행을 시작하였다. 또한 동남아에 기반을 둔 택시 호출앱 그랩(Grab)과 파트너십을 체결하여 자율주행 택시 호출 서비스도 제공하고 있다. 2017년부터 2018년까지는 델파이가 개발한 자율주행 차량(아우디 Q5, 운전자탑승)이 원노스인접지역의 정해진 구간을 운행하고, 2019년부터는 운전자가 없는 자율주행 차량을 고객이 호출하여 운행토록 할 계획이다.

다음으로 자율주행 셔틀 서비스를 살펴보면 운전자가 없는 자율주행 전기버스를 3년간 난양기술대학교 학내에서 시범 운행할 예정이다. 프랑스 자율주행차 기업 나브야(Navya)가 개발한 미니버스를 활용하여 최고속도 45km/h, 1회 충전으로 최대 130km 주행한다. 일반인 탑승은 제한되며 최대 15인 탑승이 가능하고, 운전자는 없으나 안전문제로 1인(operator)이 상시 탑승한다. 싱가포르 센토사 섬의 관광지인 Gardens by the Bay 내를 주행하며 관광객들에게 오디오 설명을 제공

하는 서비스도 운영 중이다. 총 6인이 탑승 가능하며, 일반도로가 아닌 공원 내를 저속 주행하는 것으로, 일반인에게 완전 개방된 자율주행 셔틀 서비스이다.



그림14. 센토사 섬 자율주행셔틀

싱가포르 육상교통청(LTA)은 군수분야 무인차량 시스템을 개발해온 ST Kinetics와 자율주행 버스 개발·시험운행을 위한 파트너 협약을 체결하였다. 개발·시험운행은 총 40개월 간 3단계로 진행되며, 빠르면 2020년 10월 실제 버스노선에 투입할 계획이다.

ST Kinetics' autonomous bus prototype

Connectivity

The autonomous bus will be equipped with vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure connectivity to communicate seamlessly with other autonomous vehicles and infrastructure. The bus will also have Wi-Fi and 4G capabilities.

Precise positioning

The bus will use a Global Positioning System. It will also be fitted with sensors to scan the surroundings and determine the vehicle's position in any environment.

Perception sensors

Perception sensors will provide 2D and 3D maps of the environment to allow the bus to avoid obstacles.

Vehicle Specifications

Size	12m (length) x 2.55m (width) x 3m (height)
Carrying capacity	36 seated, 33 standing, 1 wheelchair (configurable)
Doors	Three
Maximum operating speed	Up to 60kmh
Typical range	30-50km

Body and powertrain

The bus will have an all-aluminium body and chassis. It has electric motors, powered by two choices of batteries.

Pedestrian and vehicle detection

Radars and sonars will cover the area within 10m in front of the vehicle and scan the surroundings before the bus moves off. Long-range radars will detect vehicles that are up to 200m ahead. Cameras will detect obstacles and supplement perception maps with environmental analysis and classification (such as road signs and traffic lights).

Source: LTA STRAITS TIMES GRAPHICS

그림15. ST Kinetic의 자율주행 버스

자율주행 트럭과 관련하여 싱가포르 교통부(MOT)와 항만청(PSA)은 2017년 1월 정부주도 시범사업으로 운전자가 탑승한 트럭 한 대가 무인트럭 3대를 리드해 군집주행하는 사업을 추진한다고 발표하였다. 1단계 기술개발을 위해 Scania와 도요타를 시행사로 선정하고, 1년간 각 연구소에서 자율주행 트럭 군집주행 기술을 설계하고, 테스트하는 작업을 추진한다. 이 기간동안 유인차량이 트럭 사이에 끼어든 경우, 리드 차량이 비상 정지를 한 경우 등 시나리오별 대응기술을 마련한 다음 1개사를 선정하여 2단계 시범사업을 진행할 계획이다. 시범사업 단계에서는 Pasir Panjang 터미널부터 Brani 터미널을 잇는 West Coast Highway 10km 구간을 테스트 주행하면서 폭우, 밤 등 다양한 상황에서 성능을 점검하고 주행 뿐만 아니라 화물 선·하적까지도 자동화하는 것을 목표로 하고 있다. 빠르면 2019년말에서 2020년초에 실제 현장에 적용하고, 향후 Pasir Panjang터미널-Tuas항을 잇는 20km 구간으로 확장할 계획이다.

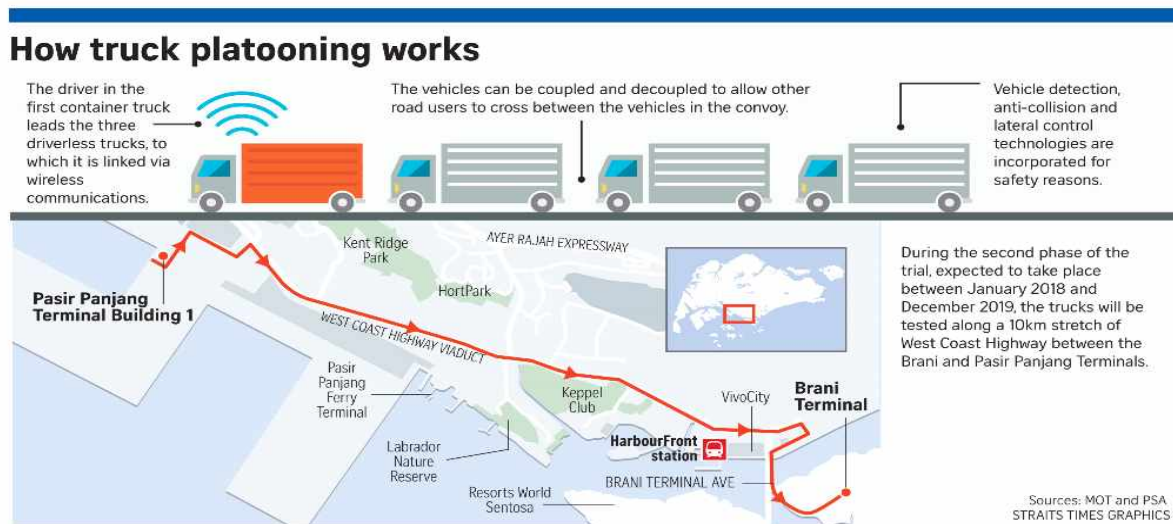


그림16. 자율주행 트럭 군집주행

민간주도 시범사업으로는 벨기에 기반 물류그룹 Katoen Natie가 2017년 9월부터 무인트럭 12대를 싱가포르에서 시험운행할 계획이라고 발표하였으며, 싱가포르 정부는 350만 SGD(약 28억원)를 지원할 계획이다. 1단계로 RFID 기반의 중계기를 주룽섬 물류단지 내 6-8km 구간

시험운행 도로에 설치하고, 중앙통제센터에서 차량-중계기(V2X), 차량-차량(V2V) 간의 통신을 통해 운행한다. 2단계로 GPS 기반의 무인트럭을 운행하고, 시험운행 도로도 확대한다. 3단계로 2020년말 일반 공공도로에서 레벨 5 완전자율주행 구현을 목표로 하고 있는데, 완전자율주행 실현시 운송 관련 인력을 현재의 1/8 수준까지 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다.

3-1-4. 일본, 독일, 영국 등⁵⁾

일본은 2015년 자율주행차 개발과 상용화를 위한 관민 ITS 구상 로드맵을 발표하고, 매년 개정본을 발표하여 3차 개정까지 이루어졌다. 여기에는 자율형, 협력형 자율주행 장치 및 안전운전 지원 장치를 2018년부터 보급하고, 레벨 3, 4 수준의 자율주행 시스템 연구 개발과 실증 사업을 2020년까지 추진한다는 내용이 담겨있다. 2020년 고속도로 부분 자율주행차를 상용화하고, 2025년에는 완전 자율주행차 상용화를 목표로 하고 있다. 이와 함께 데이터 공유 및 데이터 관련 제도 정비 검토, 신서비스 창출 등도 포괄하고 있다.

2020년 고도 자율운전 상용화를 위한 제도 정비를 살펴보면 2017년 無 핸들, 無페달 자동차 운행을 위한 도로운송차량법령을 개정하고 공공도로 실증 시험을 추진한다. 원격 운전자가 있는 무인차량의 도로 운행을 허용하고, 익명의 가공정보를 기업이 자유롭게 활용하도록 개인정보보호법을 개정하는 한편, 개인정보보호 가이드라인도 발표하였다. 또한 사이버보안 가이드라인을 발표하였으며, 사이버보안 평가 테스트베드 구축도 추진하고 무선통신에 의한 업데이트 활성화도 추진한다.

자율주행차의 신기술 개발 및 상용화 촉진을 위해 국가전략특구법 개정도 추진하였다. 우선 첨단기술 실증을 위해 현행법의 규제를 일시적으로 멈추고 전략 특구 내에 새로운 기술을 자유롭게 실증할 수 있도록 샌드박스(Sandbox) 제도 도입을 추진한다. 이러한 법 개정의 추진배경을 살펴보면 도쿄도는 중앙정부에 하네다 공항 일대 1-2 km 지역을 자율주행차 실증 시험 특구 지정하여 도로사용 허가 및 신청절차 간소화, AI에 의한 운전 허용 등 규제 완화를 요청한바 있으며, 아이치현은 완전자율주행 도입을 위한 도로교통법 70조(안전운전의무), 제네바 협약의 운전자 승차 의무에 대한 특례 검토를 요청하였다.

5) 국토교통부, 2017, 자율주행차 해외 입법 동향

독일은 비엔나 협약(1968) 가입국으로서 2016년 발효된 개정 협약에 따라 2017년 5월 도로교통법을 개정하여 자율주행차가 공공도로에서 운행 할 수 있도록 허용하였다. 해당 법령은 자율주행 기능으로 종방향 또는 횡방향으로 운행이 가능하고, 관련 교통규칙을 준수하고, 운전자는 언제나 기능을 비활성화 할 수 있거나 직접 운전에 개입 가능한 시스템으로 자율주행을 정의하고 있다. 자율주행 모드가 작동되는 동안 운전자는 전방 주시는 불필요하나, 제어권 전환에 대비할 필요가 있으며, 자율주행차가 교통사고 발생시 인적사고에 책임이 운전자에게 있는 경우 최대 500만 유로를 배상, 시스템에 책임이 있는 경우 최대 1,000만 유로 배상하도록 규정하였다. 운전자로 인한 물적사고는 최대 100만 유로를 배상, 시스템에 책임이 있는 경우 200만 유로를 배상하도록 하고 있다. 또한 자율주행기능의 데이터 저장 및 처리와 관련하여 제어권 전환시 GPS에서 전송받은 위치 및 시간을 저장하고, 저장된 데이터를 교통법규 위반 관련 처리기관에 전송될 수 있으나, 저장된 개인정보에 접근은 금지하고 있다. 저장된 정보는 6개월간 보관하며, 교통사고 관련 정보는 3년간 보관 의무를 부여하였다. 자동차가 인명피해, 재산피해와 연관되면 저장된 데이터는 익명의 형태로 교통사고 연구를 위하여 제3자에게 전송이 가능토록 하였다.

영국 의회도 자율주행차의 책임과 보험사의 의무를 명확히 하기 위한 법률 개정 절차를 진행하고 있다. 자율주행차는 영국 내 도로 및 공공장소에서 운행되는 자동차로서, 특정 조건에서 스스로 안전한 운행이 가능한 자동차로 정의하고 있다. 자율주행차가 교통사고 발생시 보험에 가입된 경우 보험사가 우선 보상하도록 하고, 보험에 가입되지 않은 경우 차량 소유자가 보상하도록 규정하였다. 교통사고가 사용자에 의한 소프트웨어의 변경 또는 업데이트 실패로 인하여 발생할 경우에는 보험회사의 책임이 없음을 명시하고 있다.

3-1-6. 국제협력 동향

자율주행자동차의 효율적인 상용화를 위한 국제 협력도 증가하고 있다. 언론보도⁶⁾ 등에 따르면 G7은 일본에서 개최된 교통장관회의(2016.9.24.)에서 자율주행자동차 관련 국제기준을 설정하는 한편 수요를 촉진하기 위해 규제를 완화하고, 사이버 공격 대응방안 등에 대해 논의하였다. 언론보도 등에 따르면 G7은 “자동운전은 교통사고를 줄이고 교통정체를 감소시킬 수 있으며, 물류의 효율성을 개선하고 운전자 부담을 감소시키는 데 이바지한다.”고 의의를 부여하고, 자율차 시장 활성화를 위해 적극 협력하기로 하였다. 이를 위해 우선 각국의 규제 장벽을 제거해 국제적으로 인정받는 규율을 제정하기 위해 노력하기로 합의하였다. 자율주행자동차 관련 국제기준은 현재 일본과 유럽 / 미국으로 나뉘어져 검토되고 있어 협력 필요성이 높은 상황으로 향후 별도 작업부 회의를 설치하여 논의하기로 하였다. G7은 자율주행자동차나 관련시스템에 대한 사이버 공격을 막는 것이 무엇보다 중요하므로 공동성명에서 “부정 접근을 방지하는 지침을 정비한다.”고 명기하였다. G7은 또한 자율주행자동차 상용화에 대비해 노후 교통 인프라에 대한 투자를 위해 재정 확보에 노력하고, 자율주행자동차 시대에 발맞추어 수소연료전지자동차 등 신기술 확대를 위해서도 노력하기로 합의하였다.

6) 매일경제. 2016. G7 "무인차 조기실현하자"
(<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?no=672880&year=2016>)

3-1-7. 각 국의 자율주행 준비수준

글로벌 컨설팅업체인 KPMG는 2018년 1월 ‘Autonomous Vehicles Readiness Index’ 라는 보고서를 통해 세계 각 국의 자율주행차 도입 준비수준에 대해 분석한 내용을 발표하였다. 전체 20개 국가를 대상으로 실시하였으며, 평가 분야는 크게 정책·입법, 기술·혁신, 인프라, 소비자 수용성 등 4가지 분류된다. 정책·입법 평가는 세부적으로 자율차 관련 정부출연 시범사업 수, 정부의 인프라 투자규모, 정부부처 내 자율차 담당부서 신설여부, 자율차 규율 등을 평가하고 있으며, 기술·혁신 지표는 인구당 특허수, 전기차 시장점유율, 자율주행 관련 분사 수 등이 포함된다. 인프라 평가에는 거리당 전기차 충전소 수, 4G 통신망 구축범위 등이 포함되며, 소비자 수용성은 실증사업이 진행되는 지역의 인구가 해당 국 전체 인구에서 차지하는 비율, 자율차 도입을 긍정적으로 생각하는 비율 등으로 평가된다.

각 지표를 계량화하여 평가한 결과, 총점 순으로 네덜란드가 1위, 싱가포르가 2위, 미국이 3위로 평가되었으며, 우리나라는 10위, 일본은 11위, 중국은 16위로 평가되었다. 1위인 네덜란드는 전기 충전소 보급, 도로정비 등 우수한 인프라와 소비자 수용성에서 높은 평가를 받았으며, 정책·입법에서도 좋은 평가를 받았다. 다만, 전기차·충전소 보급률, 온디맨드 서비스 가능여부 등이 평가지표로 되어 있어 자율차 보다는 교통인프라 전반에 대한 평가로 보여지는 한계가 있다. 2위인 싱가포르는 정책·입법, 인프라, 소비자 수용성 부문에서 높은 평가를 받았으며, 3위인 미국은 기술·혁신 분야에서 선두를 달리고 있는 것으로 나타났다.

전체 10위로 평가된 우리나라는 정책·입법, 인프라 부문에서 K-City 구축, 높은 4G 사용률, 양호한 도로 및 교통 상태, 활발한 정부투자 등이 강점으로 평가된 반면, 전기차, 우버의 점유율 부족, 실증사업 지역의 낮은 인구비율 등을 이유로 기술·혁신, 소비자수용성 부분은 미흡하다는 평가를 받았다.

Overall rank	Country	Total score	Policy and legislation		Technology & Innovation		Infrastructure		Consumer acceptance	
			Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score
1	The Netherlands	27.73	3	7.89	4	5.46	1	7.89	2	6.49
2	Singapore	26.08	1	8.49	8	4.26	2	6.72	1	6.63
3	United States	24.75	10	6.38	1	6.97	7	5.84	4	5.56
4	Sweden	24.73	8	6.83	2	6.44	6	6.04	6	5.41
5	United Kingdom	23.99	4	7.55	5	5.28	10	5.31	3	5.84
6	Germany	22.74	5	7.33	3	6.15	12	5.17	12	4.09
7	Canada	22.61	7	7.12	6	4.97	11	5.22	7	5.30
8	United Arab Emirates	20.89	6	7.26	14	2.71	5	6.12	8	4.79
9	New Zealand	20.75	2	7.92	12	3.26	16	4.14	5	5.43
10	South Korea	20.71	14	5.78	9	4.24	4	6.32	11	4.38
11	Japan	20.28	12	5.93	7	4.79	3	6.55	16	3.01
12	Austria	20.00	9	6.73	11	3.69	8	5.66	13	3.91
13	France	19.44	13	5.92	10	4.03	13	4.94	10	4.55
14	Australia	19.40	11	6.01	13	3.18	9	5.43	9	4.78
15	Spain	14.58	15	4.95	16	2.21	14	4.69	17	2.72
16	China	13.94	16	4.38	15	2.25	15	4.18	15	3.13
17	Brazil	7.17	20	0.93	18	0.86	19	1.89	14	3.49
18	Russia	7.09	17	2.58	20	0.52	20	1.64	18	2.35
19	Mexico	6.51	19	1.16	17	1.01	17	2.34	19	2.00
20	India	6.14	18	1.41	19	0.54	18	2.28	20	1.91



표8. 각 국가의 자율주행 준비수준 분야별 점수 및 순위

3-2. 자율주행 관련 업계 개발동향⁷⁾

3-2-1. 차량 제작사 개발동향

포드는 라이다를 이용해 주변 환경을 3D 이미지로 인식하여 정밀지도와 매핑을 통해 정확한 위치설정과 주행이 가능한 기술을 개발했다. 고해상도 지도에서 차량의 위치를 정확하게 실시간으로 파악하는 방식으로, 야간 자율주행이나 눈길 자율주행을 완벽하게 할 수 있는 기술을 개발하였다.

테슬라는 자율주행이 가능한 오토파일럿(Autopilot) 기능을 탑재하여 적응형 크루즈 컨트롤과 차로제어기술등이 복합적으로 융합된 차량이 앞차와의 간격을 유지하면서 자동으로 주행가능하고 고속도로 등에서는 운전자가 핸들에서 손을 떼고도 운행할 수 있는 기술을 개발하였다.

벤츠는 차량 및 엔진 제어, 원격제어 등 자율주행 관련 차량 컨트롤 부문 특허개발에 주력하였고, 첨단운전자보조시스템(ADAS) 구현을 위한 카메라 3종, 레이더 3종, 초음파센서 3종을 장착하여 능동적 주차보조, 교통표지판 보조, 적응형 브레이크 조명, 능동적 사각지대 보조, 능동적 차로유지보조 등을 구현하였으며, 최근 지능형 차로 변경기능을 탑재하기도 하였다.

BMW는 GPS, 레이더, 차량 카메라 등을 통해 차량의 움직임, 주위물체 식별, 속도제한 등의 정보를 인식하고 과거 주행경로를 기억하여 자율주행할 수 있는 무인운전 시스템을 개발하고, 차량 내 센서가 운전자의 동작을 인식하는 기술과 차량이 스스로 주차하는 자율 주차기술 등을 개발하였다.

토요타는 GPS, 카메라, 레이더, 라이다 및 자동화 제어시스템을 통해 주변환경 관찰과 반응이 가능한 능동형 안전강화 차량을 개발하였고.

7) 문영준, 2017, 자율주행차 융복합 미래포럼(미래 자율주행시스템 개요)

카메라로 수집한 영상과 GPS 데이터를 활용하여 지도를 자동생성하는 시스템을 개발하였다. 추후 이러한 기술을 활용한 완전자율주행차를 2020년까지 상용화할 계획이다.

닛산은 자율주행차 상용화의 일환으로 차량 내 탑재된 인공지능을 이용하여 예측 불가능한 상황에서 의사결정을 하고, 인공지능에 지식을 구축 할 수 있도록 하는 미국 항공우주국(NASA) 기술을 기반으로 하는 SAM(Seamless Autonomous Mobility)를 개발하였다.

현대기아차는 레이저 센서, GPS를 통해 차량위치를 파악하고, 차량 전면 3개 카메라로 보행자와의 거리와 차선 및 신호등 감지, 후측방 충돌 회피 지원 시스템으로 차로변경을 위한 정확한 정보를 제공하는 기능이 포함된 아이오닉 자율주행차를 개발하여 기술시연을 진행하였고, 2020년 고도자율주행 및 2030년까지 완전자율주행 상용화를 목표로 연구개발 중이다.

3-2-2. IT업체 개발동향

구글은 토요타 프리우스를 개조하여 동영상 카메라, 레이더 센서, 레이저 등을 장착하여 보행자와 차량을 감지하고, 완충지역을 설정하여 이를 피해갈 수 있는 자율주행차를 개발하여 300만km 이상 자율주행 테스트를 하였다.

애플은 타이탄 프로젝트로 명명된 자율주행전기차 개발을 추진하여 머신러닝과 자동화 연구에 집중 투자하고 있으며, 2019년까지 자율주행 기능이 탑재된 전기차량 출시를 계획하고 있다.

네이버는 토요타 하이브리드차량인 프리우스 V 상단 센서박스에 전방위 영상촬영과 물체탐지를 위한 카메라 및 센서, 먼 거리의 전방 장애물 탐지를 위한 차량전면 레이더 센서, 자기위치를 파악하는 GPS 센서를 포함한 자율주행차를 개발하여 실제도로에서 시험주행을 하고 있다.

바이두는 딥러닝 기술을 기반으로 자율주행에 필요한 센서 및 시스템을 장착한 차량을 실제도로에서 도로상황에 맞게 차로변경, 앞차량 추월 등을 하는 시험주행을 하였다. 아폴로 프로젝트로 자율주행시스템 소프트웨어 플랫폼을 개발하여 오픈소스로 제공하고, 2017년 자율주행 테스트를 시작하여 2020년까지 고속도로 및 일반도로에서 운행 가능한 완전자율주행차량을 공개할 계획이다.

3-2-3. 자율주행 기반기술 업체 개발동향

보쉬는 GPS 관련 업체인 탐탐(TomTom)과의 협력을 통해 계층화된 맵핑 시스템이 적용된 자율주행용 고정밀지도를 생성하여 차량위치를 오차범위 10cm 정도로 측정 가능하도록 하였고, 인공지능 차량용 슈퍼칩인 자비에어(Xavier) 아키텍처를 갖춘 엔비디아의 드라이브 PX를 탑재한 차량용 슈퍼컴퓨터를 개발 중이다.

엔비디아는 슈퍼컴퓨터 수준의 칩 ‘테그라X1’을 개발하였고, 특정상황에서 수행할 작업을 스스로 결정하는 딥러닝 시스템과 운전자 입술을 읽고 명령 수행하는 인식 기술을 개발 중이다.

모빌아이는 자율주행 핵심기술인 ADAS를 최초로 개발하여 전방충돌경고, 보행자 충돌경고, 차선이탈경고, 지능형 전조등제어, 속도제한 표시 등을 지원하고 있으며, 카메라 등 하드웨어는 물론 머신러닝 기반의 다양한 선도 기술을 보유하고 있다.

인텔은 하드웨어 및 소프트웨어 개발 키트로 구성된 자율주행을 위한 5G 지원 개발 플랫폼인 인텔 고 시스템을 개발하여 인식, 융합 및 의사결정을 포함한 자율주행기능을 수행할 수 기능을 제공한다.

델파이는 자동차운전 소프트웨어, 센서, 시스템의 통합분야 기술의 선두적 기업으로, 자율주행 프로토타입을 공개하고 디지털 맵핑과 표면 모델링 등 기능이 내장된 고기능의 라이다, 레이더, 카메라, 초음파 센서 등을 이용하여 기술을 구현하여 자율주행 테스트에 성공하였다.

삼성은 딥러닝 알고리즘이 탑재된 자율주행 소프트웨어를 개발하였고 이를 시험하기 위해 현대차를 개조한 자율주행차량을 만들어 국내에서 임시운행 허가를 받았으며, 크기를 줄이고 성능을 극대화 할 수 있는 자율주행용 고정형 라이다 개발에 집중하고 있어 연구개발을 마치면 이를 제품으로 생산할 계획이다.

3-2-4. 자율주행 업계 협력동향⁸⁾

자율주행은 자동차와 센서·정밀지도·V2X 등 첨단기술의 융복합체로, 타기술과의 융합 시너지 극대화를 위해 국경, 업역을 초월한 협력이 필요하다. 완성차 업체는 타분야 핵심기술을 단기간 내에 개발하기에는 한계가 있어 비용 절감 및 시장 경쟁력 강화를 위해 타업계와의 협력을 추진하고 있다.

완성차 업체들은 자율차의 위치정밀도를 향상시키고, 지도에 기반한 자율주행 데이터 확보 및 운전자 운전습관 분석을 통한 맞춤형 보험료 산정, 자동차 상태 조기 진단 등 향후 서비스 개발을 위해 지도업체를 인수하고 있다. BMW, 아우디, 다임러 등 독일 3개 완성차 업체가 자율주행을 위한 전자지도 및 위치정보 기술력을 가진 HERE를 인수하여 자율차의 정밀도를 향상시키고, 전 세계를 대상으로 자동차를 운행하며 지도에 기반한 자율주행 데이터 확보를 추진하고 있다. 포드도 Civil Maps에 투자함으로써 자율차의 정밀도를 향상시키고, 지도 기반 자율주행 데이터 확보를 추진하고 있다. 구글을 중심으로 현대, 아우디, GM, 혼다 등 완성차 업체의 협업으로 자율차의 정밀도를 향상, 지도 기반 자율주행 데이터 확보, 자동차 상태 조기진단 서비스 개발 등을 추진하고 있다.

자율주행 인공지능력 향상, 데이터 분석 및 제어기술 고도화를 위해 센서, IT, S/W 업체와 협력도 강화하고 있다. 현대차와 구글, 테슬라의 자율주행 개발자로 구성된 스타트업인 오로라가 자율주행기술 개발 동맹을 맺고, 레벨 4 도심형 자율주행 시스템 상용화를 추진한다. 글로벌 자율주행 반도체 시장을 주도하는 엔비디아를 중심으로 완성차 업체인 아우디, 다임러와 자동차부품업체 델파이, 보쉬, Autoliv를 비롯해 자율주행기술력을 가진 퀴너지, TT테크와의 협업을 추진하고 있다.

또한 자율차의 적용이 가장 빠를 것으로 예상되는 차량 공유 서비스

8) 국토교통부, 2018, 자율주행기술 업계간 연계협력 동향 보고

시장을 선점하기 위한 투자 협력도 확대되고 있다. 공자율주행차 시장으로의 업역 확대를 위해 공유 교통 서비스 업체인 우버가 완성차 업체 볼보에 3억 달러를 투자하였으며, Ottomotto를 인수하여 자율주행 상용차 기술력 확보를 추진하고 있다. 다임러는 우버에 자율주행차를 공급하는 최초의 업체이나 자율주행차를 개발하는 것이 아닌 벤츠 차량을 우버 서비스 차량에 포함하는 수준이다. GM은 자율주행차로부터 파생될 공유 교통 서비스로의 업역 확대를 위해 Lyft에 5억 달러를 투자한다고 발표하였다.

차량과 외부기기간 통신을 통해 영화감상, 모바일 채팅, 화상회의, 원격 차량상태 진단, 응급구조 등 인포테인먼트(정보+오락) 및 다양한 비즈니스 모델 개발을 위한 협력도 추진되고 있다. 폭스바겐과 LG전자는 사물인터넷 기반 기술 및 비즈니스 모델 개발, 자율주행차 기술력 강화를 위해 협력하고 있으며, SK텔레콤과 엔비디아는 자율주행 관련 전략적 협약을 체결하고 3D 초정밀 지도 제작, 5G 차세대 네트워크 기반 차량통신, 자율주행 플랫폼 분야에서 협력기로 하였다. 삼성전자는 차량용 인포테인먼트 서비스 분야 글로벌 선두업체인 하만을 인수하여, 커넥티드 카 솔루션, 자동차 클라우드 서비스 등을 개발해 나가고 있다. 도요타와 소프트뱅크는 합작회사를 설립하여 도요타의 차세대 자율주행차량인 e-팔레트를 활용한 무인택배, 차량공유 서비스 등을 추진한다. 혼다는 GM의 자율주행 부문 자회사인 크루즈홀딩스에 투자하여 글로벌시장 경쟁력 확보에 나서고 있다.

이러한 업계의 협력 동향을 살펴보면 제조업 중심의 자동차 산업 패러다임이 모빌리티 서비스 중심으로 전환될 것으로 예상되며, 서비스의 핵심요소인 데이터 확보·처리 기술 개발에 집중하고 있다고 분석할 수 있다.

자율차의 수많은 데이터를 처리하는 인공지능 기술 선점을 위해 엔비디아와 모빌아이·인텔 진영이 경쟁하고 있으며, 구글은 다양한 자율주행 데이터를 축적함으로써 구글 중심의 자율주행 시장 주도를 위해

현대차, 아우디 등 완성차 업체와 협력하고 있다. 완성차 업체는 자율주행 S/W 기술고도화 뿐만 아니라 차량 공유 서비스 시장을 선점하기 위해 협력하고 있다. 전자업체, 통신사는 자율주행 인포테인먼트 서비스를 강화하고 자율주행 부품, S/W, 지도기술 강화를 위해 협력하고 있다. 자율차 상용화에 대비하여 글로벌 시장 여건 강화, 비즈니스 모델 발굴 등을 위해 글로벌 기업들간의 협력과 경쟁은 더욱 심화될 것으로 전망된다.

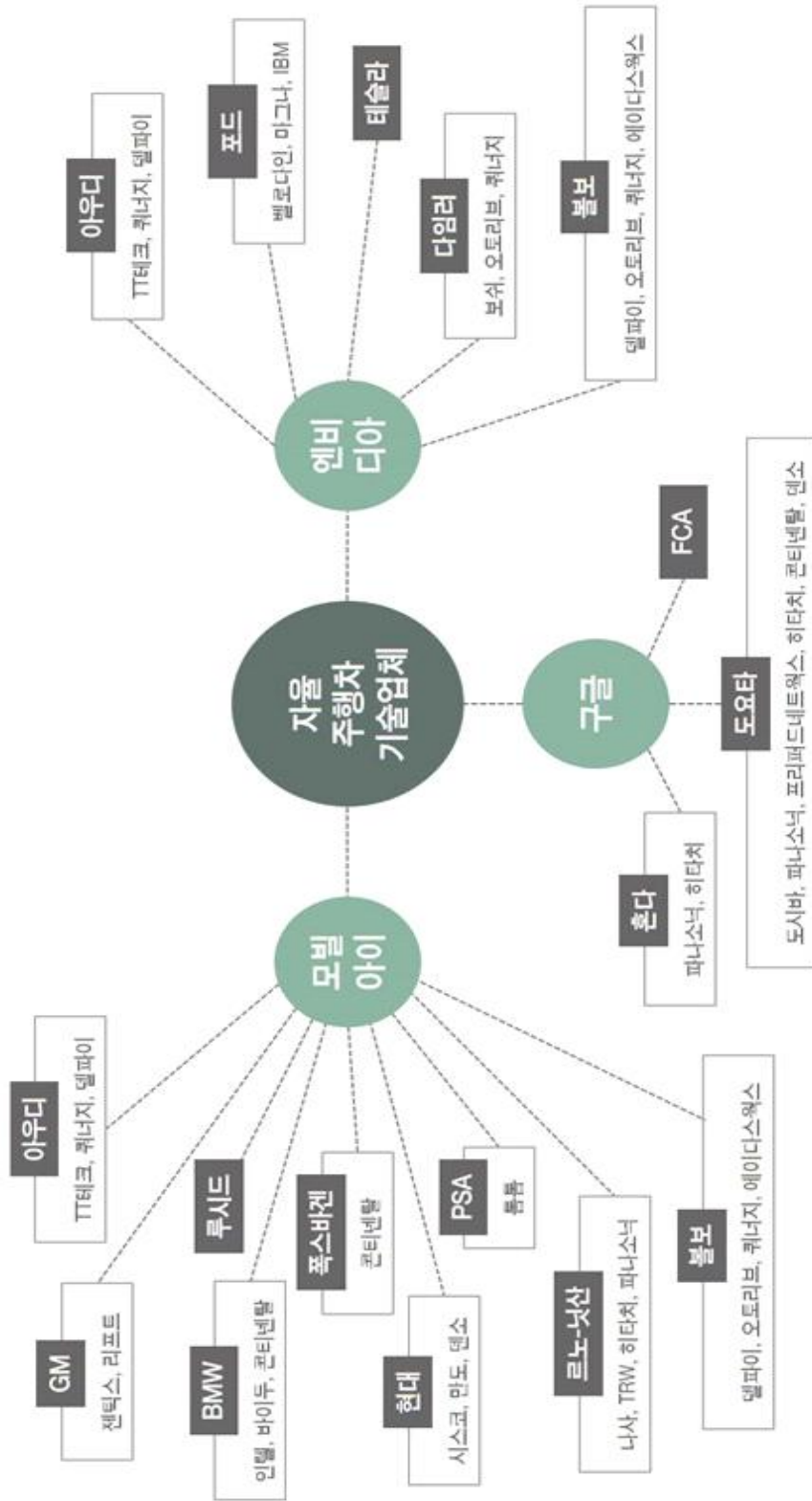


그림17. 자율주행 업계 협력 동향

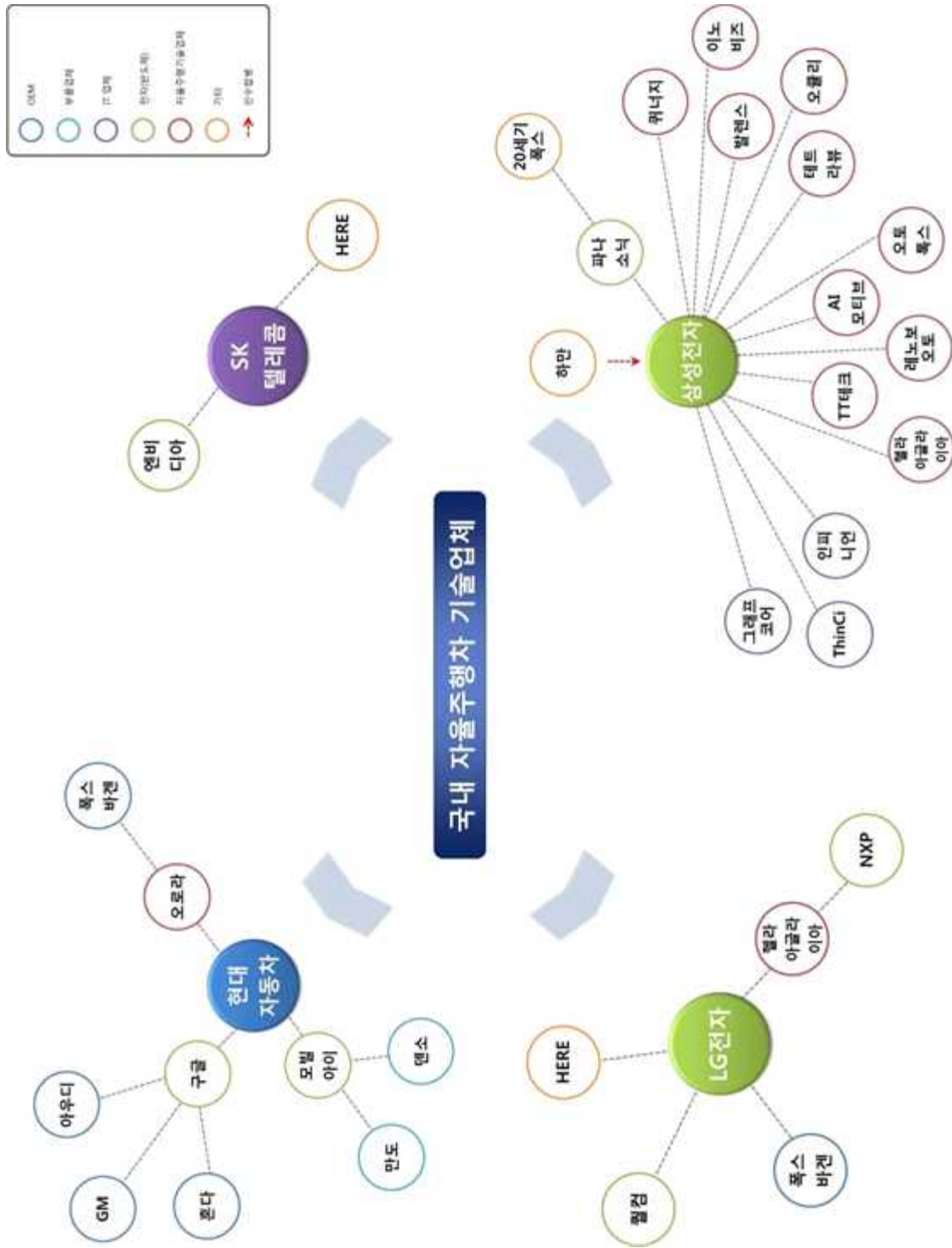


그림18. 국내 자율주행 업계 편편 동향

4. 국내 여객·화물 운송산업 특징

4-1. 택시 산업 분석

2017년 기준 전국 택시대수는 25만 4천대로, 법인택시가 전체의 41%인 8만 9천대, 개인택시가 59%인 16만 4천대이다. 택시 운전 종사자수는 법인택시에 11만 3천명, 개인택시 16만 4천명 등 총 27만 7천명으로 파악된다.

지 역	계	일 반 택 시	개 인 택 시
서 울	72,007	22,738	49,269
부 산	24,933	11,003	13,930
대 구	16,737	6,667	10,070
인 천	14,379	5,385	8,994
광 주	8,204	3,407	4,797
대 전	8,726	3,370	5,356
울 산	5,778	2,156	3,622
세 종	282	124	158
경 기	36,909	10,498	26,411
강 원	7,845	3,162	4,683
충 북	6,962	2,560	4,402
충 남	6,646	2,381	4,265
전 북	9,008	3,305	5,703
전 남	6,946	2,960	3,986
경 북	10,210	3,290	6,920
경 남	12,974	4,867	8,107
제 주	5,390	1,471	3,919
계	253,936	89,344	164,592

표9. 전국 택시대수 현황(국토교통부, 2016)

2016년 통계청 및 각 시도의 자료에 따르면 택시 운전 종사자들의 소득 수준은 법인택시의 경우 월 159만원이며, 개인택시의 경우 월 180만원 수준이다.

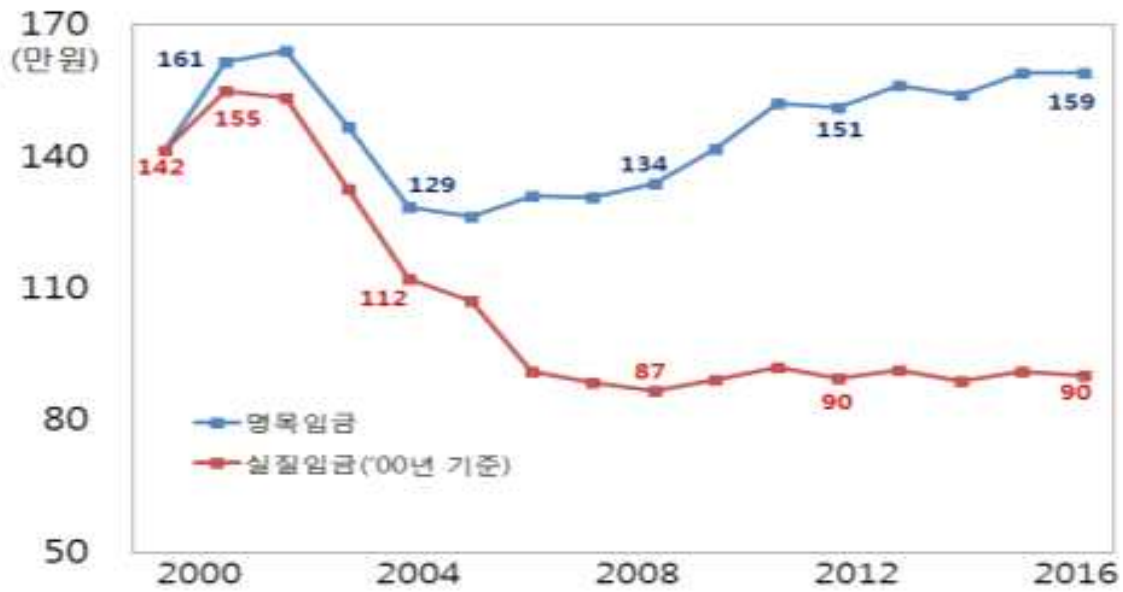


그림19. 법인택시 종사자 명목·실질임금
(통계청 소비자 물가지수, 운수업조사 재구성)

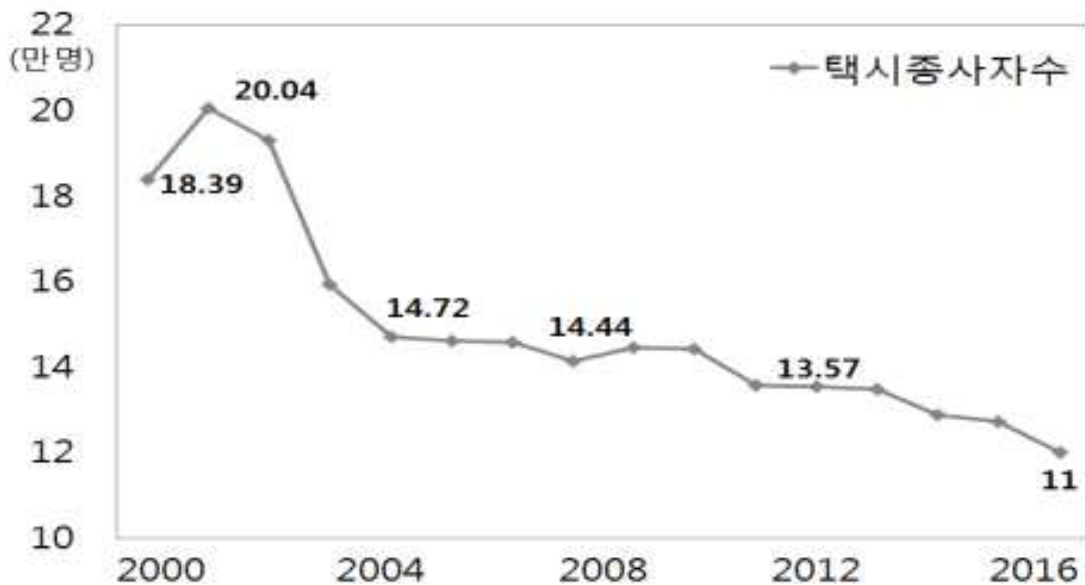


그림20. 법인택시 종사자수(통계청 운수업조사)

자가용 증가와 대중교통의 발달로 택시수요는 감소하고 있으나, 면허 발급이 크게 증가하여 과잉공급이 심화되고 있는 실정이다. 택시의 수송실적은 1995년 59.2억명에서 2013년 36.8억명으로 25% 감소하였으나, 면허는 1995년 20.5만대에서 2013년 25.5만대로 24% 증가하였다. 이러한 과잉 공급은 택시 1일 대당 수송실적을 1995년 65.5명에서 2015년 41명으로 37% 하락시켜 전반적인 산업 여건을 악화시키고 있는 것으로 나타났다.

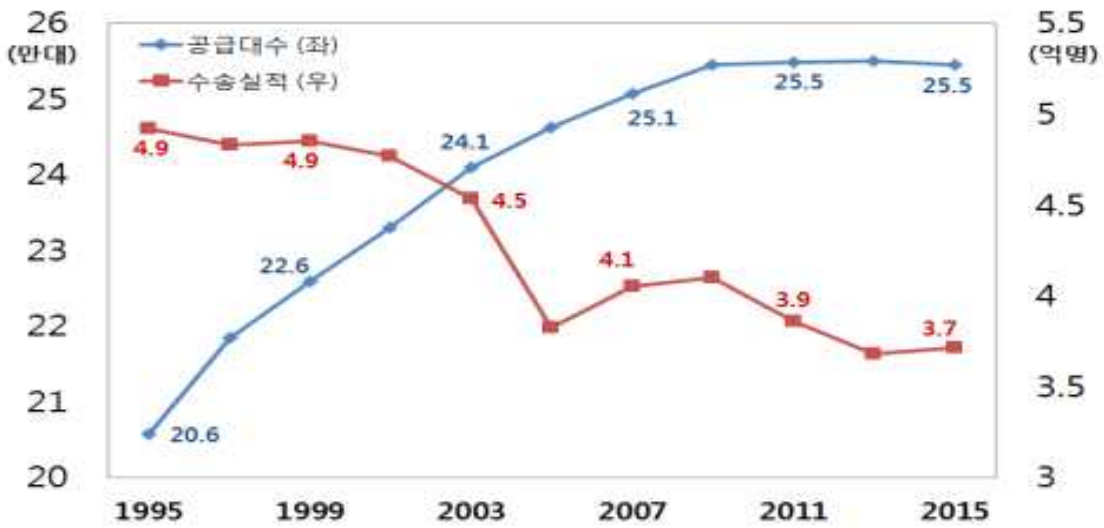


그림21. 택시공급 및 수송실적 추이(국토교통 통계연보)

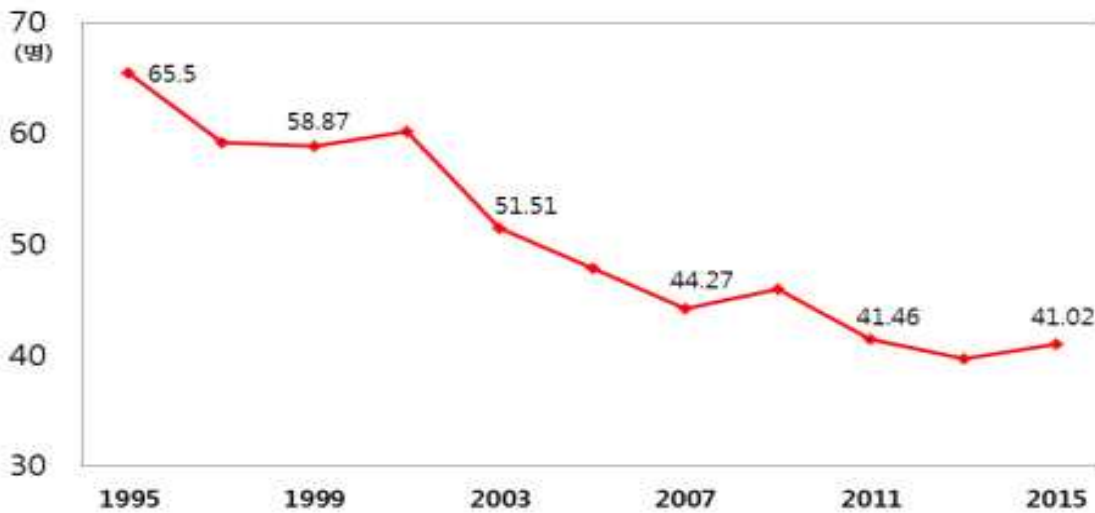


그림22. 택시 1대 대당 수송실적(국토교통 통계연보 재구성)

종사자 관리·감독이 어려운 택시는 노·사가 협의한 시간을 기준으로 임금을 지급하고 있는데, 택시 사업자는 임금지급 근로시간을 축소하고, 운송기준금 즉, 사납금을 인상하는 등의 방법으로 종사자에게 경영 부담을 전가하고 있다.

이와 함께 낮은 요금체제도 종사자에게 어려움으로 작용하고 있다. 서울 지역에서 6km 주행시 택시요금은 5,817원으로 주요 선진국 평균 17,469원의 1/3 수준이다. 이러한 이유 등으로 종사자는 1일 운송기준금 충족과 소득보전을 위해 일평균 12시간에 이르는 장시간 근로가 불가피한 실정이다. 이러한 상황에서 각 지자체가 결정권을 갖고 있는 택시요금의 인상은 택시 서비스에 대한 이용자들의 불만과 부정적 여론 등으로 인해 조정이 어려운 실정이다.



그림23. 법인택시 종사자 명목·실질임금
(통계청 소비자 물가지수, 운수업조사 재구성)

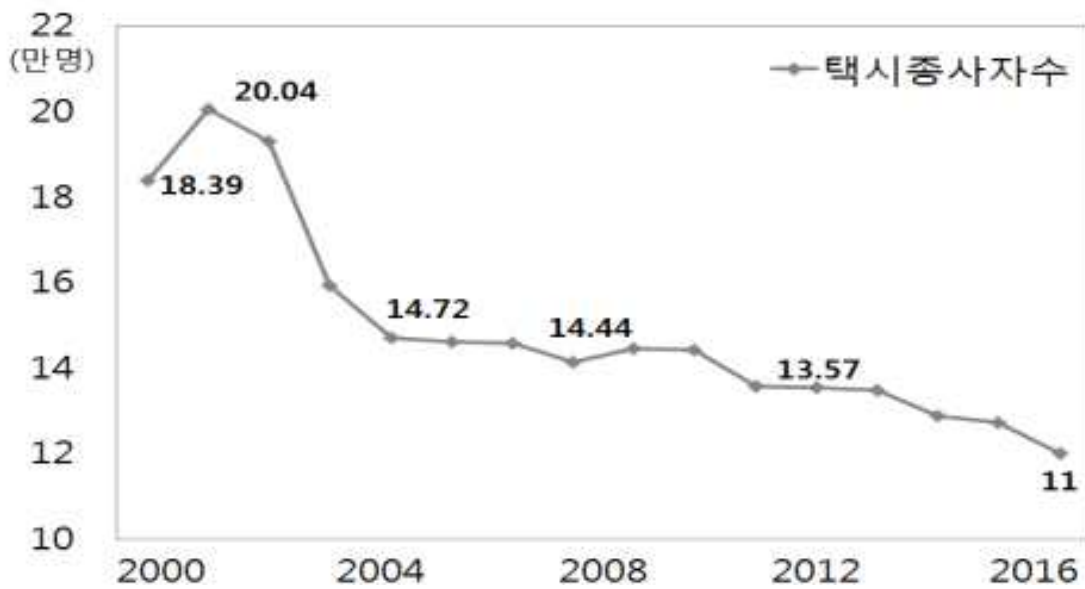


그림24. 법인택시 종사자수(통계청 운수업조사)

종사자의 열악한 근로여건은 승차거부나 과속 등 불법·난폭 운전과 직업의식 부재에 따른 서비스의 질적 하락을 야기하고 있다. 2017년 서울시의 택시 관련 민원을 살펴보면 전체 1만 8천건의 민원 중 불친절, 승차거부, 부당요금 관련 민원이 84%를 차지하고 있다.

구분	불친절	승차거부	부당요금	도중하차	관외영업	장기정차	합승	기타	총계
건수	7,128 (38.2%)	5,121 (27.4%)	3,616 (19.3%)	1,133 (6%)	376 (2%)	157 (0.8%)	95 (0.5%)	1,020 (5.8%)	18,646

표10. 서울시 택시 민원 현황(서울시, 2017)

이로 인해 택시종사자의 1년 내 평균이직률은 2014년 기준 54%에 달하며, 일반택시 종사자의 평균연령은 2016년 기준 55세로 나타났다.

구분		20대	30대	40대	50대	60-64	65-69	70이상	계	
2011	인원	633	12,111	63,553	135,606	45,353	22,622	8,851	288,729	
	건수	명	37	715	3,997	8,759	3,204	1,515	601	18,828
		%	5.8	5.9	6.3	6.5	7.1	6.7	6.8	6.5
	사망	명	-	6	14	58	17	9	2	106
%		-	0.05	0.02	0.04	0.04	0.04	0.02	0.04	
2012	인원	481	9,866	56,134	134,023	50,589	25,695	11,645	288,433	
	건수	명	47	591	3,452	9,216	3,471	1,704	763	19,244
		%	9.8	6.0	6.1	6.9	6.9	6.6	6.6	6.7
	사망	명	1	4	11	40	16	7	5	84
%		0.21	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	
2013	인원	375	7,825	50,001	132,469	53,910	29,536	13,831	287,947	
	건수	명	23	436	2,795	8,209	3,388	1,885	958	17,694
		%	6.1	5.6	5.6	6.2	6.3	6.4	6.9	6.1
	사망	명	-	4	13	36	18	17	2	90
%		-	0.05	0.03	0.03	0.03	0.06	0.01	0.03	
2014	인원	304	6,067	43,412	126,822	58,485	32,769	16,177	284,036	
	건수	명	23	293	2,369	7,675	3,642	2,166	1,077	17,245
		%	7.6	4.8	5.5	6.1	6.2	6.6	6.7	6.0
	사망	명	-	-	8	37	19	12	7	83
%		-	-	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	
2015	인원	281	4,972	37,896	119,075	64,160	36,718	18,055	281,157	
	건수	명	24	221	1,954	6,913	3,914	2,275	1,210	16,511
		%	8.5	4.4	5.2	5.8	6.1	6.2	6.7	5.8
	사망	명	-	3	11	31	19	13	7	84
%		-	0.06	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	
2016	인원	251	4,079	32,536	110,311	68,415	39,598	20,814	276,004	
	건수	명	35	290	1,966	7,346	4,796	2,834	1,488	18,755
		%	13.9	7.1	6.0	6.7	7.0	7.2	7.1	6.8
	사망	명	-	1	11	37	24	17	5	95
%		-	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.03	

표11. 택시 운수종사자 연령대별 종사자수 및 사고현황(교통안전공단)

또한, 과잉공급에도 불구하고 심야·출퇴근 시간에는 택시가 부족하여 단거리 승차거부 등 이용자 불만이 높은 실정이다. 이는 전체 택시 중 개인택시 비중이 65%를 차지하나, 고령의 개인택시 운전자들이 심야근무를 기피하는 경향 등에 기인한 것으로 파악된다.

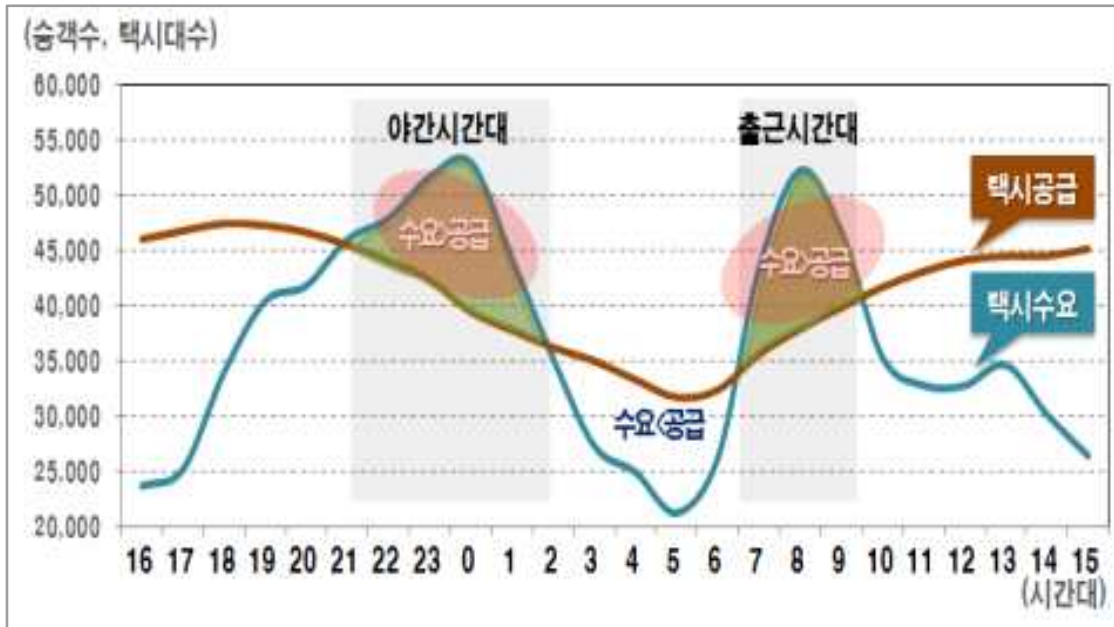


그림25. 택시수급 상황 시간대별 분석(서울시, 2016)

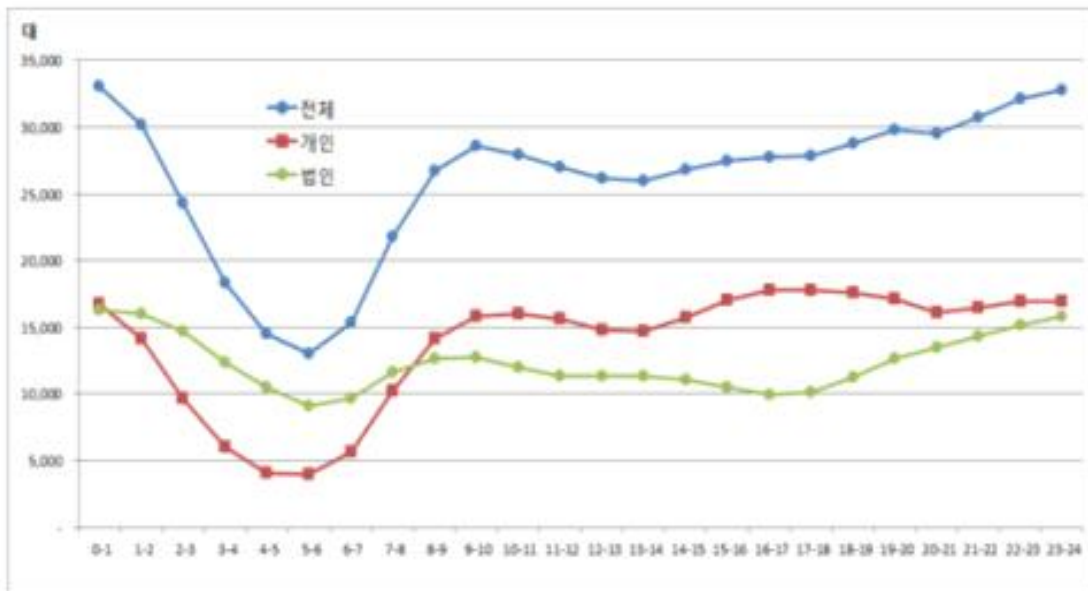


그림26. 시간대별 개인·법인택시 공급 추이(서울시, 2016)

최근에는 카셰어링, 카풀 등 신교통 O2O사업과의 경쟁이 심화되어 택시산업의 여건은 더욱 악화되고 있다. 그러나 택시업계는 자발적인 경영 개선, 종사자 처우개선 등 자구 노력 보다는 정부의 지원정책과 업계 기득권 보호에 집중하는 경향을 보이고 있다.

4-2. 버스 산업 분석

버스는 크게 시내, 시외버스 등 노선버스와 구역단위의 전세버스로 구분된다. 2017년 기준 13만 4천명이 종사하고 있으며, 노선버스에 약 9만명이 종사하고 있다. 연령별로는 40-60대 종사자의 비율이 높은 것으로 나타났다.

구 분		사업자수	노선수	면허·등록대수		
노 선 운 송 사 업	시내버스	364	8,536	34,840		
	농어촌버스	86	4,182	1,879		
	마을버스	339	908	4,573		
	시 외 버 스	일반·직행형	71	4,100	7,094	
		고속형	고속사	8	166	1,899
			직행사	(22) 직행형과 중복	4,266	449
			소계	8	4,432	2,348
	합계	79	8,532	9,442		
노선업 계		868	22,158	50,734		
구 역 운 송 사 업	전세버스	1,739	-	44,054		
	특수여객	1,407	-	3,417		
	구역업 계	3,146	-	47,471		
여객자동차터미널사업		334	-	-		

표12. 여객자동차 운수사업자 현황
(교통안전공단, 전국버스운송사업조합연합회)

업종	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
고속버스	2,982	3,010	2,761	3,068	3,055
시외버스	10,110	10,247	10,308	10,389	9,952
시내버스	65,441	65,958	66,516	66,116	68,420
농어촌버스	2,398	2,393	2,436	2,444	2,486
마을버스	7,643	7,904	8,360	8,505	8,565
전세버스	37,463	40,702	43,990	42,144	39,843
특수여객	2,056	2,045	2,169	2,069	2,031
합계	128,093	132,259	136,540	134,735	134,352

연령대	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
20대	623	640	759	914	1,136
30대	11,036	10,155	9,612	8,768	8,161
40대	42,693	42,250	41,030	37,577	35,032
50대	58,000	60,440	62,366	62,235	61,212
60대	15,636	18,589	22,451	25,062	27,679
70대	1,183	1,508	1,820	2,033	2,466
80대	7	12	12	10	13
합계	129,178	133,594	138,050	136,599	135,699

표13. 여객자동차 운수사업자 업종별, 연령대별 현황
(교통안전공단, 전국버스운송사업조합연합회)

버스의 수송 분담율을 22.8%로 연 67.3억명을 수송하고 있으며, 총 매출액은 11.5조원 규모이나, 전체 업체의 78%는 50대 미만의 버스로 운영되는 영세한 구조이다.

연도별		수송인원(천명)			
		계	일반인	중고생	초등생
서울	고속	11,322	10,933	226	163
	시외	-	-	-	-
	시내	1,532,998	1,393,495	119,574	19,929
	농어촌	-	-	-	-
	마을	-	-	-	-
부산	고속	1,495	1,451	23	21
	시외	-	-	-	-
	시내	592,289	538,983	47,383	5,923
	농어촌	-	-	-	-
	마을	-	-	-	-
대구	고속	1,452	1,410	26	16
	시외	-	-	-	-
	시내	238,227	201,945	33,256	3,026
	농어촌	-	-	-	-
	마을	-	-	-	-
인천	고속	727	705	7	15
	시외	-	-	-	-
	시내	335,229	288,297	34,864	12,068
	농어촌	-	-	-	-
	마을	-	-	-	-
광주	고속	2,990	2,900	42	48
	시외	-	-	-	-
	시내	134,988	119,518	15,051	419
	농어촌	-	-	-	-
	마을	-	-	-	-
대전	고속	1,489	1,439	33	17
	시외	-	-	-	-
	시내	149,337	131,013	17,204	1,120
	농어촌	-	-	-	-
	마을	-	-	-	-
울산	고속	325	314	7	4
	시외	-	-	-	-
	시내	92,167	79,540	11,890	737
	농어촌	-	-	-	-
	마을	-	-	-	-
세종	고속	517	505	2	10
경기	고속	1,051	1,012	14	25
	시외	73,759	68,227	4,647	885
	시내	1,524,316	1,368,836	146,334	9,146
	농어촌	5,743	5,008	666	69
	마을	-	-	-	-

연도별		수송인원(천명)			
		계	일반인	중고생	초등생
강원	고속	1,468	1,417	29	22
	시외	15,871	14,379	1,206	286
	시내	56,042	45,114	10,144	784
	농어촌	7,633	6,267	1,214	152
	마을	-	-	-	-
충북	고속	1,152	1,096	39	17
	시외	10,973	9,327	1,426	220
	시내	58,644	46,915	8,797	2,932
	농어촌	8,761	7,447	876	438
	마을	-	-	-	-
충남	고속	2,379	2,291	64	24
	시외	26,095	22,964	2,610	521
	시내	85,638	61,659	19,697	4,282
	농어촌	12,707	9,657	2,796	254
	마을	-	-	-	-
전북	고속	2,366	2,275	51	40
	시외	11,820	10,392	1,139	289
	시내	82,032	65,699	14,610	1,723
	농어촌	5,036	3,991	927	118
	마을	-	-	-	-
전남	고속	1,067	1,033	12	22
	시외	15,718	14,068	1,179	471
	시내	64,514	50,773	12,967	774
	농어촌	17,851	15,727	2,053	71
	마을	-	-	-	-
경북	고속	625	592	24	9
	시외	18,782	14,744	2,874	1,164
	시내	99,398	71,567	19,880	7,951
	농어촌	9,530	7,052	2,097	381
	마을	-	-	-	-
경남	고속	1,232	1,174	38	20
	시외	41,606	35,032	5,201	1,373
	시내	198,138	156,925	40,222	991
	농어촌	7,583	6,362	1,062	159
	마을	-	-	-	-
제주	고속	-	-	-	-
	시외	11,251	9,755	1,418	78
	시내	46,091	37,610	7,854	627
	농어촌	-	-	-	-
	마을	-	-	-	-
합계	고속	31,657	30,547	637	473
	시외	225,875	198,888	21,700	5,287
	시내	5,290,048	4,657,889	559,727	72,432
	농어촌	74,844	61,511	11,691	1,642
	마을	-	-	-	-

표14. 버스 수송 실적(전국버스운송사업조합연합회, 2017).

지역조합명	수 송 인 원 (단위 : 천명)			
	합 계	일반인	중고생	초등생
서울시조합	435,627	384,173	38,519	12,935
경기도조합	327,293	287,645	35,522	4,126
부산시조합	90,212	79,805	8,461	1,946
광주시조합	3,887	3,136	702	49
합 계	857,019	754,759	83,204	19,056

표15. 마을버스 수송 실적(전국마을버스운송사업조합연합회, 2017)

특별광역시도	10대미만	10대이상~ 20대미만	20대이상~ 30대미만	30대이상~ 50대미만	50대이상	계
서울	28	17	44	27	19	135
부산	11	9	21	28	6	75
대구	3	1	20	23	11	58
인천	5	1	17	13	15	51
광주	6	16	14	12	4	46
대전	6	2	18	12	0	38
울산	2	0	9	13	4	28
세종	2	3	4			9
경기	34	219	139	119	39	550
강원	6	56	10	3	1	76
충북	26	58	40	49	53	106
충남	19	67	26	27	9	148
전북	13	48	23	16	5	105
전남	34	62	25	13	3	132
경북	11	103	27	12	1	154
경남	24	73	32	23	8	160
제주	-	-	24	23	12	59
총 계	230	735	493	413	190	1,930

표16. 전세버스 차량등록 규모별 업체현황(2016)

버스 산업은 시내버스의 혼잡, 획일적인 시외버스, 버스 터미널의 노후화 등 서비스가 열악하고 업역간 갈등으로 인해 서비스 개선 및 새로운 수요 창출이 곤란한 실정이다. 또한 관련 재원과 집행 권한이 지자체에 위임되어 지자체간 이견이 발생할 경우 조정이 곤란하다. 지자체와 이용자들은 적자 노선의 증설을 요구하고 있으나, 요금 현실화에는 소극적이며, 국고지원을 희망하고 있다.

노선버스의 경우 열악한 근로여건, 낮은 임금 등으로 인해 운전업무를 기피하고 있어 운전자 부족 문제가 심각한 수준이다. 준공영제 시내버스는 대당 2.4명이 운행하고 있으나, 그 외 업종은 대당 1.5명이 운행하고 있다. 업종별로 시내버스, 마을버스는 1일 2교대제(준공영제 지역)나 종일근무 후 익일 휴무하는 격일제 형태로 근로방식을 취하고 있으며, 장거리 운행이 많은 농어촌 버스, 시외버스, 고속버스는 2일(4일)근로 후 1일(2일) 휴무하는 복격일제 방식을 채택하고 있다. 준공영제 시내버스 및 고속버스는 1주 50시간 미만으로 근무하고 있으나, 비준공영제 시내버스, 농어촌버스, 시외버스는 1주 60시간 이상 근무하고 있으며, 운전자 부족, 낮은 임금수준으로 인해 대부분 운전자들이 월간 1-3일 초과근무를 하고 있는 것으로 조사되었다.

구분 (단위: 시간)		근무 형태	근로시간			월간 근무일수		월평균 임금 (단위: 원)
			1일	1주	1월	만근	초과	
시내 버스	특별시· 광역시	1일 2교대	9.0	49.7	216.1	22.0일	2.1일	378.8만
	도지역	격일제 복격일제	14.3	56.9	247.5	15.7일	2.1일	296.7만
농어촌버스		복격일제	12.4	61.8	268.8	19.5일	2.3일	265.3만
시외버스		복격일제	12.3	63.6	276.5	20.4일	2.0일	330.9만
고속버스		복격일제	8.9	41.5	180.5	20.4일	2.0일	426.1만
마을버스		1일 2교대, 격일,복격일제	13.0	56.0	243.6	-	-	223.7만

표17. 노선버스 업종별 근로여건 현황(전국버스운송사업조합연합회, 2016)

4-3. 화물 운송 산업 분석

화물운송시장은 물류산업 내에서 가장 큰 비중을 차지하며, 최근 택배 산업 성장, IT 등 타산업과 융·복합 등을 통해 급격히 변화하고 있는 중이다. 이러한 환경변화에도 불구하고 화물운송시장은 복잡한 이해관계 등으로 기존 산업 프레임에 매몰되어 정체되어 있다는 평가가 많다.

2004년 과잉공급 해소를 위해 도입된 허가제(수급조절제)는 택배차량 부족 문제, 불법 자가용 유상운송 논란 등의 문제를 야기하였다. 전자상거래 확산으로 택배 물동량은 지속 증가하고 있으나, 택배차량 1대당 프리미엄이 약 2천만원에 이르고 있으며, 연 1회 수급분석을 통한 증차 시스템은 실제 증차에 약 1년의 기간 소요되는 등 정책 시차로 차량 적기 확충에 어려움이 발생하고 있다.

구분	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
합계	378,603	381,977	387,200	395,032	400,479	416,137	429,568	437,501	446,701	450,449
전년대비 증가율	1.3%	0.9%	1.4%	2.0%	1.4%	3.9%	3.2%	1.8%	2.1%	0.8%
화물자동차	338,711	341,745	345,805	351,197	354,010	367,566	378,583	383,063	389,424	391,168
화물일반형	231,450	230,589	231,231	234,495	235,383	239,362	242,358	243,309	245,187	245,294
화물덤프형	3,404	3,470	3,312	3,074	2,955	2,808	2,571	2,339	2,203	2,128
화물밴형	20,535	20,566	20,118	19,369	18,663	17,829	17,059	15,474	14,077	12,327
화물특수용도형	83,322	87,120	91,144	94,259	97,009	107,567	116,595	121,941	127,957	131,419
특수자동차	39,892	40,232	41,395	43,835	46,469	48,571	50,985	54,438	57,277	59,281
구난차	7,250	7,164	7,140	7,104	7,170	7,185	7,206	7,341	7,357	7,265
견인차	28,708	28,710	28,853	29,582	30,488	31,283	31,917	32,905	33,817	33,871
특수작업형	3,934	4,358	5,402	7,149	8,811	10,103	11,862	14,192	16,103	18,145

표18. 사업용 화물자동차 등록대수(국토교통부 통계누리)

구 분		차량대수	적정수급량	초과공급대수	수급수준 (%)	
일 반	일반형·밴형·덤프형 (5톤이상)	86,514	98,641	△12,127	87.7	
	냉장·냉동차	14,039	7,249	6,790	193.7	
	견인차	BCT	2,669	4,545	△1,876	58.7
		컨테이너	22,838	27,530	△4,692	83.0
	구난차	7,265	7,334	△69	99.1	
	유조차	2,833	4,068	△1,235	69.6	
	기타 (분석제외)	141,056	141,056	-	100	
소계	277,214	290,423	△13,209	95.5		
개별 (1톤 초과~5톤 미만)		92,331	111,608	△19,277	82.7	
용달 (1톤 이하)		80,904	105,282	△24,378	76.8	
총 계		450,449	507,313	△56,864	88.8	

표19. 사업용 화물자동차 수급 현황(한국교통연구원, 2017)

구 분	2003	2004	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
합 계	319,405	351,567	350,166	360,455	370,746	358,493	372,141	368,665	378,944	384,369
일 반	179,071	208,580	201,082	207,773	214,465	204,634	200,655	187,227	194,930	195,187
개 별	60,407	63,316	66,094	67,198	68,302	68,294	70,600	72,286	72,956	74,264
용 달	79,927	79,671	82,990	85,484	87,979	85,565	100,886	109,152	111,058	114,918

표20. 화물운송 종사자 현황(통계청, 2017, *2010년은 추정치)

또한 온라인 유통업체의 자가용 이용 배송에 대한 기존 업계의 불법논란 제기 등으로 인해 혁신적인 서비스 도입과 대규모 투자를 시도하는 융·복합형 기업의 신규진입이 억제되어 시장 활력 제고에 장애요인으로 작용하고 있다.

시장상황과 맞지 않는 불합리한 업종구분으로 탄력성이 저해되고, 환경변화에 유연한 대응과 업체 규모화 등 경쟁력 확보에도 한계를 나타내고 있다. 시장상황 변화에 대한 효율적 대응을 위해 차량 톤급의 자유로운 조정이 필요하나, 차량 톤급 제한으로 대응이 곤란하다. 허가기준상 최소 차량 보유대수 1대인 소규모 업체가 난립하여 운송업체 대형화를 통한 경쟁력 확보에 한계가 있다. 일반운송업의 경우도 차량등록 대수가 10대 미만인 사업자가 전체의 약 64%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

구분	전체	1대	2~10대	11~20대	20대 초과					
					계	21~30대	31~50대	51~100대	100대 초과	
업체	업체 수	11,593	3,316	4,201	1,361	2,715	840	882	743	250
	비율(%)	100	28.6%	36.2%	11.7%	23.4%	7.2%	7.6%	6.4%	2.2%
보유 차량	대수	189,593	3,316	19,441	19,749	147,087	20,491	34,381	50,919	41,296
	비율(%)	100	1.7%	10.3%	10.4%	77.6%	10.8%	18.1%	26.9%	21.8%

표21. 차량 보유 대수별 운송업체 현황(화물운송연합회, 2017)

이와 함께 일반운송업의 경우 지입 차량이 전체의 96.4%를 차지하는 등 지입 경영이 확산되고 개별 차주 중심으로 시장이 형성되어 서비스 품질 제고에 한계가 있고, 지입계약 관련 분쟁이 빈발하여 시장에 불안정 요소로 작용하고 있다. 일부 운송업체는 물동량 확보 보다는 허가권 프리미엄, 지입료 등에 관심을 갖는 지입전문회사로 전략하였고, 허가권을 소유한 운송업체가 일방적 지입계약 해지, 과도한 금전 요구 등 우월적 지위를 이용한 불공정 행위로 인해 분쟁이 발생하고 지입차주의 재산권 피해가 발생하고 있다.

화물운송업계의 다단계 운송으로 인한 영세 차주의 수입 감소 문제가 발생하고, 화물연대는 운임인상 등을 지속 요구하면서 2003년부터 4차례의 물류대란이 발생하는 등 화물운송시장의 안정성이 저하되고 있다.

(단위: 만원)

연도	분기	일반 화물						개별 화물	용달 화물
		평균	컨테이너	BCT	탱크로리	카고형	기타		
2013	연평균	221	212	202	241	217	249	168	88
	1분기	189	184	90	203	197	255	152	82
	2분기	233	204	270	248	230	241	176	86
	3분기	220	215	198	267	205	235	172	99
	4분기	244	245	247	246	236	264	171	84
2014	연평균	268	320	166	249	261	297	158	88
	1분기	227	291	68	233	220	214	155	84
	2분기	258	333	155	220	251	247	190	95
	3분기	293	291	244	314	304	303	99	85
	4분기	239	307	169	214	213	283	187	96
2015	연평균	279	298	204	332	253	327	182	100
	1분기	243	269	84	297	238	285	163	86
	2분기	282	318	276	309	234	330	170	92
	3분기	290	294	223	361	264	349	190	106
	4분기	302	309	231	364	277	346	205	118
2016	연평균	302	326	187	386	286	345	197	117
	1분기	291	335	86	410	269	325	186	105
	2분기	309	330	245	385	297	323	200	111
	3분기	301	333	148	408	282	354	189	128
	4분기	309	307	260	340	297	371	215	127
2017	연평균	280	311	148	347	275	305	188	115
	1분기	264	312	30	332	277	306	170	110
	2분기	278	306	212	345	253	314	193	112
	3분기	285	305	147	363	285	306	190	127
	4분기	292	322	204	346	286	295	200	110

표22. 화물차주 차종별 월평균 순수입(한국교통연구원, *유가보조금 포함)

4-4. 택배 산업 분석

2004년 4억개 수준이던 택배 물동량은 2017년 23억개로 증가하고 있으며, 매출액도 1.3조원에서 5.2조원으로 연평균 10% 이상 성장하고 있다. 전자상거래 활성화에 따라 기업-개인 간 거래(B2C)가 82.3%로 가장 큰 규모를 차지하고 있으며, 평균 요금은 개인 간 거래(C2C)가 5,000원, 기업-개인 간 거래(B2C)가 2,500원 수준으로 파악되고 있다. (기업-기업간 거래는 개별 계약을 통해 형성) 20여개 업체 중 CJ, 롯데 등 상위 5개사가 택배시장의 83.3%를 차지하고 있으며, 기업 간 M&A도 활발하게 진행 중이다.

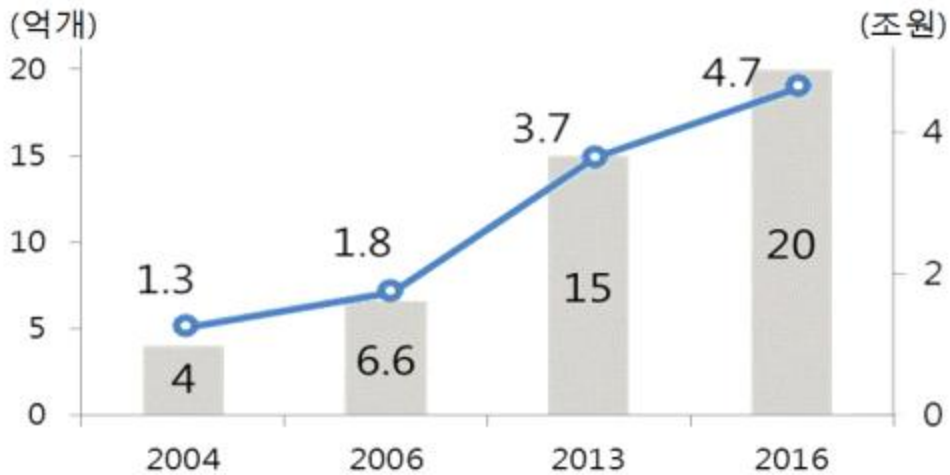


그림27. 국내 택배산업 규모(국토교통부)

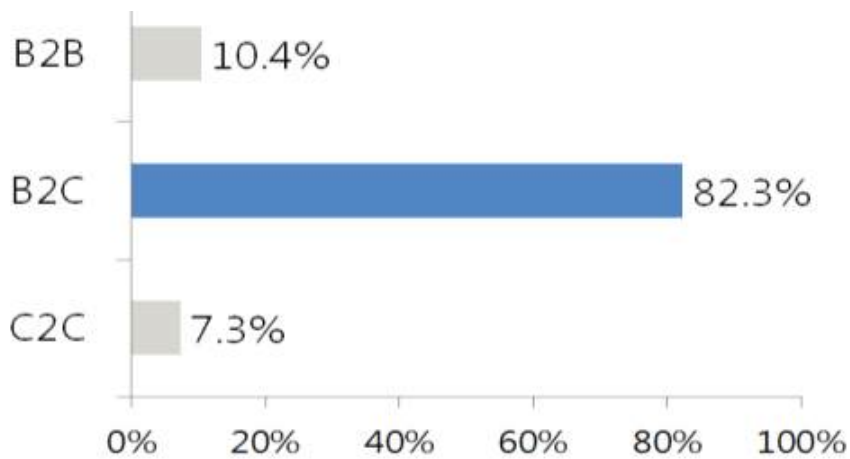


그림28. 거래유형별 비율

(단위: 만 박스, %, 조원, 원/박스)

구분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
물량 (전년대비 증가율)	40,469	52,550 (29.9)	65,799 (25.2)	79,951 (21.5)	89,188 (11.6)	107,966 (21.1)	119,818 (11.0)
매출액	1,273	1,556	1,847	2,138	2,324	2,723	2,990
평균 매출단가	3,146	2,961	2,807	2,674	2,606	2,522	2,495

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
물량 (전년대비 증가율)	129,906 (8.4)	140,598 (8.2)	150,931 (7.3)	162,325 (7.5)	181,960 (12.1)	204,666 (12.5)	231,946 (13.3)
매출액	3,292	3,523	3,735	3,976	4,344	4,744	5,215
평균 매출단가	2,534	2,506	2,475	2,449	2,387	2,318	2,248

표23. 택배시장 물동량, 매출액, 단가 추이(국토교통부)

(단위: 회/명·년)

구분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
국민 1인당	8.3	10.8	13.4	16.2	18.0	21.7	23.7
15세 이상 국민 1인당	10.7	13.8	17.0	20.4	22.4	26.8	29.3
경제활동인구 1인당	17.2	22.2	27.4	32.8	36.3	43.9	48.0

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
국민 1인당	25.6	27.6	29.5	31.6	35.3	39.6	44.8
15세 이상 국민 1인당	31.4	33.6	35.7	37.9	42.1	46.9	52.8
경제활동인구 1인당	51.2	54.5	57.8	60.5	67.0	74.6	83.6

표24. 택배이용 횟수 추이(한국통합물류협회)

(단위: 만개, %)

연도	택배시장 전체	상위 5개사					
		합계 (점유 율)	CJ대한 통운	현대 택배	한진 택배	우체국	로젠
'08년	89,188	66,691 (74.8)	26,621	12,057	10,618	9,942	7,454
'09년	107,966	82,794 (76.7)	36,507	13,355	13,664	11,113	8,155
'10년	119,818	92,668 (77.3)	41,010	15,190	14,989	11,968	9,511
'11년	129,906	100,919 (77.7)	45,580	16,794	15,192	12,981	10,372
'12년	140,598	110,530 (78.6)	53,290	18,337	15,846	12,402	10,655
'13년	150,932	117,660 (78.0)	53,470	19,344	17,530	15,435	11,881
'14년	162,325	128,484 (79.2)	61,739	20,889	18,669	14,495	12,692
'15년	181,596	148,501 (81.8)	75,042	23,043	22,806	13,730	13,880
'16년	204,666	170,473 (83.3)	90,389	24,416	24,344	16,473	14,851
'17년	231,946	198,406 (85.5)	105,493	29,332	28,201	18,871	16,509
연평균 증가율	11.2	12.9	16.5	10.4	11.5	7.4	9.2

표25. 주요 택배업체 물량 및 시장점유율

연도	인수그룹명	인수기업명	피인수기업명
2006년	CJ그룹	CJ GLS	HTH택배 (삼성물산계열)
	동원그룹	동원택배	KT로지스택배, 아주택배(아주그룹)
2007년	동부그룹	동부익스프레스	훼미리택배 (중앙일보 그룹)
	유진그룹	유진그룹 (건설 소재산업)	로젠택배
2008년	엘로우캡	엘로우캡 (現 KG엘로우캡)	KG케미칼
	한진그룹	한진택배 (現 한덱스)	신세계드림익스프레스 (세텍스)
2009년	CJ그룹	CJ GLS	SC로지스
2010년	두산그룹	하나로택배	시장 철수
2011년		양양정기화물택배	시장 철수
2012년	CJ그룹	CJ GLS	대한통운 (M&A)
2014년	KG그룹	KG그룹 (KG엘로우캡)	동부택배
2016년	롯데그룹	롯데글로벌로지스	현대로지스틱스
2017년	KG그룹	KG로지스	KGB택배

표26. 택배업계 M&A 현황

택배 산업의 근로형태는 최저임금을 받는 분류인력(약 3만명)과 건당 배송 수수료를 받는 배송기사(약 4.5만명)로 구분된다. 배송 기사의 일일 취급량은 150~250개, 월 평균 순수입은 240만원으로, 일본 배송 기사 순수입의 약 69% 수준으로 파악된다.

구분	배송기사	순수입(GDP대비)	인당 취급량(1일)	근무시간(1일)
한국	4.5만명	240만원(69)	150~250개	10시간
일본	11.6만명	450만원(100)	100~120개	10시간

표27. 한국, 일본 배송기사 순수입 및 근무여건 비교

전자상거래 활성화에 따라 온라인 쇼핑물은 택배회사 간 가격 경쟁을 유도하고 있으며, 이는 배송 기사가 받는 배송 수수료의 하락을 초래하고 있다.

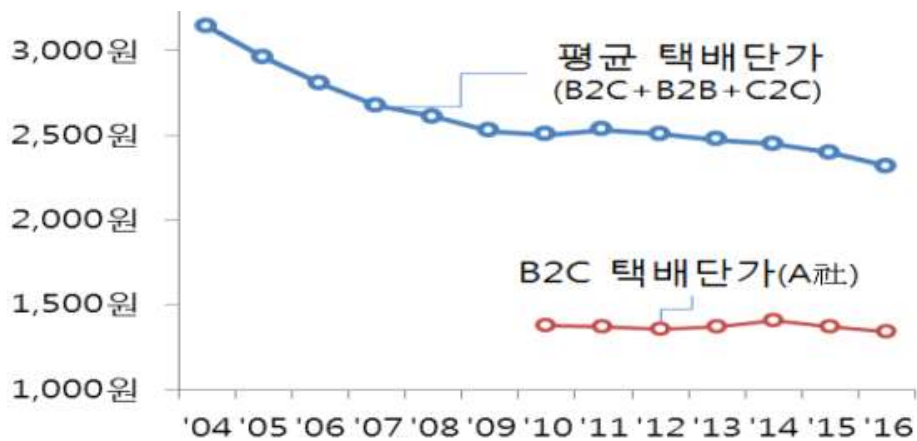


그림29. 택배요금 추세(개당)

더욱이 온라인 쇼핑물은 소비자에게 받은 택배요금을 택배회사간 입찰을 통해 현저히 낮게 지불하는 불공정 관행을 지속하고 있는 실정이다.

배송 기사들은 주차구역이 없는 주택가 등 배송을 위해 생계형 주·정차가 불가피하나, 단속에 따른 과태료를 부담하고 있으며, 택배 상·하

차 작업은 자동화되어 있지 않아 고강도 육체노동을 요구하여 종사자들이 어려움을 호소하고 있다.

사전도착 알림, 무인택배함 도입 등 서비스 향상 노력에도 불구하고 물품 파손·지연 등 소비자 피해는 여전한 실정이다. 특히 시장 점유율 확대를 위해 서비스 경쟁보다는 가격 경쟁에 치중하다보니 다양한 서비스 상품 개발 등에 한계를 보이고 있다.

구분	지연	파손·훼손	오배송	분실	변질	기타
경험비율(41.5%)	62.7%	50.6%	39.8%	15.7%	14.5%	2.4%

표28. 택배 관련 소비자 피해 경험 비율 및 유형
(한국표준협회, *중복선택)

2003년 화물연대 파업이후 화물운송업을 등록제에서 허가제로 전환하면서 허가를 동결하여 영업용 택배차량 확보에 어려움이 있다. 영업용 차량을 확보하지 못한 종사자는 불법 자가용 택배차량을 사용하며 상시 단속 위협에 노출되고 있다.

용달화물 등 기득권 보호를 위한 각종 규제가 생활물류 스타트업의 자유로운 시장 진출을 저해하고 있다. 새로운 수요와 일자리를 창출하는 유망 스타트업, 실버택배 등을 체계적으로 육성하기 위한 정부의 정책적 지원도 미흡한 실정이다.

4-5. O2O 교통서비스 산업 현황

ICT 기술이 택시·버스·렌터카 등 기존 교통산업과 결합하여 인터넷·스마트폰 기반의 O2O 교통서비스 시장이 지속적으로 성장하고 있다. 관련 서비스를 현행 법체계에서 검토해보면 크게 세가지 범주로 나누어 볼 수 있다.

우선 면허·등록 등 자격을 갖춘 택시·렌터카와 승객을 중개해 주는 합법적인 서비스로 카셰어링, 앱택시, 벅시 등의 사례를 들 수 있다. 카셰어링은 사업용으로 등록된 렌터카를 스마트폰 앱이나 웹서비스를 통해 무인방식으로 예약하는 시간단위에 따라 자동차를 대여하는 서비스로 여객자동차운수사업법 상의 자동차대여사업 규정이 적용되며, 현재 그린커, 쏘카 등을 예로 들 수 있다. 정부는 무인영업소 허용, 차고지 설치기준 완화, 친환경차 카셰어링 인센티브 부여, 세종시 카셰어링 시범사업 등 활성화 정책을 적극 추진하고 있다. 2011년 국내 도입 이후 시장규모는 매년 2배 이상 성장하여 2017년 현재 회원수 415만명, 등록차량은 12,200대로 파악된다.

앱택시는 스마트폰 앱을 이용한 택시 호출 서비스로 카카오 택시, 티맵택시 등이 서비스 중이다. 택시호출과 더불어 앱을 통한 결제기능 도입, 택시 고급화 위해 앱 고급·승합택시에 대해서는 외관 택시표시물 부착을 면제하는 등 지속적으로 규제를 완화하고 있다. 2015년 택시호출 앱 출시 이후 상당수의 택시종사자가 이용하고 있는 것으로 파악되며, 카카오택시 기준 일평균 약 100만콜에 이른다.

운전자를 포함한 승합렌터카(11~15인승)를 공동으로 이용할 회원들과 렌터카업체(차량+기사)를 앱·웹으로 중개하는 벅시가 2016년부터 서비스 중이다. 인천·김포공항 - 수도권(서울·인천·경기) 간 운행을 서비스 중으로, 시장을 점차 확대하고 있다.

자가용을 앱으로 호출하여 반려동물을 운송하는 펫택시 서비스도 서울

지역에서 10여개 업체가 영업하고 있으며, 대구, 부산 등 주요도시로 서비스를 확대하고 있다.

두번째로 기존에 합법 서비스이나, 변형된 형태로 영업하면서 불법 우려가 있는 서비스로는 카풀앱을 들 수 있다. 출퇴근시간 유사경로의 동승자를 앱으로 중개하는 풀러스, 렉시 등이 이에 해당하는데 현행 여객자동차법 상 카풀이 가능한 출퇴근 시간이 불명확하여 자가용 불법 유상운송 이슈가 제기되고 있다.

마지막으로 자가용(비사업용) 유상운송 금지 조항에 위반되는 우버, 콜버스는 불법 사례이다. 우버는 자가용 운송을 일반인에게 중개하는 Ride-Sharing 서비스이다. 자가용(우버엑스), 고급렌터카(우버블랙), 택시(우버택시) 등 이용차량에 따라 다양한 서비스를 제공한다. 그러나 자가용 유상운송 금지 조항에 위반되는 문제가 있다. 불법택시영업으로 택시 과잉공급을 유발하고, 택시 면허제와 배치되어 공공운송질서가 훼손되며, 보험 미가입, 범죄 등 소비자 피해도 우려된다는 지적이 있다. 우버는 현재 불법 서비스를 중단하고, 기존 면허를 받은 고급·중형택시와 제휴하여 택시 중개서비스에 대해 합법 영업 중이다.

콜버스는 심야시간대 유사한 경로의 이동수요를 앱을 통해 실시간 매칭하여 탄력적으로 운행하는 수요응답형 여객서비스로 시범사업 초기 전세버스로 불특정 다수를 대상으로 영업을 개시하여 불법 논란이 있었으나, 여객법 시행규칙 개정 등을 거쳐 2016년 합법 영업을 개시하였다.

5. 자율주행 관련 여객 화물 운송시장 변화

5-1. 새로운 서비스 창출

5-1-1. 승용차를 활용한 새로운 서비스⁹⁾

국제교통포럼(ITF)이 리스본을 대상으로 차량 공유가 도시에 미치는 영향에 대해 연구한 결과, 현재 자동차의 3%만 효율적으로 활용하여도 현재 필요한 교통 수요를 모두 처리할 수 있는 것으로 분석되었다. (ITF-OECD, 2016) 대도시 면적의 30%가 주차 공간이며, 자동차 전체 수명 중 오직 4% 정도의 기간만 운행에 사용되고 나머지 96%는 주차되어 있으며, 도시 내 차량의 30%는 주차 장소를 찾고 있는 것으로 분석된 바 있다. (Donald Shoup, 2007) 자율주행 차량으로 전환시 대부분의 시간을 주행에 사용할 수 있어 차량 활용의 효율성은 물론 도시공간의 활용도도 높아질 것으로 예상된다.

우선 현재 추진되고 있는 자율주행 택시에 대해 살펴보면 해외 주요 업체들이 정밀 지도를 기반으로 카메라, 라이다, 레이더 및 AI 기술 등을 활용하여 자율주행 택시를 시험운영하고 있는 중이다. 다만 도심 지역 운행 특성상 정밀 GPS 활용이 제약되며, C-ITS 등 인프라 지원이 없는 실정이다.

미국, 싱가포르 등에서 자율주행 차량 및 로봇 탑재 소프트웨어를 개발하는 누토노미(NuTonomy)는 2016년 9월 세계 최초로 싱가포르 원노스 인근 상업·주거 지역 약 6km 구간에서 승차공유 플랫폼 회사 그랩(Grab)과 함께 자율주행 택시 시범 서비스 운영을 시작하였다.

스마트폰 기반의 교통 서비스를 제공하는 플랫폼 회사로 2009년에 설립된 우버(Uber)는 2016년 9월 미국 피츠버그 인근에서 자율주행 택시 시험운행을 개시하였으며, 2017년 11월 볼보와 2019년부터 2021년까지

9) 백은경, 2017, 자율주행차 융복합 미래포럼(승용차를 활용한 신서비스 유형)

자율주행차 24,000대 공급 계약을 체결하고 미국 샌프란시스코 등에서도 운송서비스를 개시하였다.

구글의 자율주행 차량 연구 프로젝트인 웨이모는 2017년 11월 미국 애리조나 피닉스 인근 외곽의 Chandler 타운 부근에서 보조 운전자 없는 완전 자율주행 택시 서비스를 시범 운영한다는 계획을 발표하였다.

GM은 2016년 Lyft에 5억 달러를 투자하였으며, 2017년 12월 자율주행 택시를 미래 수익모델로 보고 미국 뉴욕, LA 등 도심지 택시사업 진출을 위해 2019년까지 완전 자율주행에 의한 자율주행 택시를 상용화한다는 계획을 발표하였다.

닛산은 2018년 3월 일본 요코하마 닛산 본사 인근 일반도로에서 자율주행 택시를 시범운행할 예정으로 2020년 도쿄 올림픽 무인택시 서비스 브랜드인 ‘Easy Ride’ 홈페이지 예약 통해 2018년 3월부터 서비스를 시범운영한다고 밝혔다.

누토노미, 웨이모, 포드, GM 등과 협업 중인 리프트는 2017년 12월 미국 보스턴 Seaport 지구에서 누토노미가 제작한 자율주행 택시 호출 시범 서비스를 시작하였다.

장래에는 공유된 자율주행 차량을 활용하여 이용자들의 수요에 따라 최적화된 경로로 운행하면서 효율적으로 여객 운송을 하는 서비스가 가능할 것으로 전망된다. 빅데이터를 기반으로 수요를 예측하여 운송 효율을 높일 경우 도시 내 교통량을 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

버스, 지하철 등 대중교통과 달리 승용차는 1인 또는 2-3인의 소그룹을 대상으로 서비스를 제공할 수 있어 승객 개개인의 요구를 파악하여 맞춤형 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 나아가 차량 자체를 수요자 요구에 맞추어 리모델링 하는 것도 가능할 것으로 보인다. 차량 내에

사무실 환경을 구축하여 업무 연속성을 지원하거나 가족 고객을 대상으로 맞춤형 환경을 조성하는 등의 사업 모델을 고려할 수 있다.

개인 차량을 소형 물류 서비스에 활용하는 것도 가능하다. 배달업은 물론 영세 사업자들의 소규모 물류 지원에 활용할 수 있으며, 차량간 통신을 통해 이동 중인 고객에게 물건을 배달하는 등의 새로운 서비스도 가능할 전망이다.

그 외에도 자율주행 서비스를 제공하는 동시에 주행 중 교통, 도로 관련 데이터를 지속적으로 수집하여 교통수요 분석, 도로관리 등에 활용하는 것이 가능하다.

자율주행차 융복합 미래포럼은 승용차를 활용한 새로운 서비스 활성화를 위해 다음과 같은 방안을 제안하였다. 우선 차량공유 활성화를 위해서 자율주행 차량에 알맞은 규제 환경, 무엇보다 우선적으로 차량공유에 대한 적절한 규정을 만들어야 한다고 제안했다. 자율주행 차량의 상용화로 인한 혜택의 대부분은 차량이 공유될 때에 실현될 수 있으므로 사람들이 지금 가지고 있는 차량을 단순히 자율주행 차량으로 바꾸는 것만으로는 이익을 얻기 힘들다고 보았다. 차량공유를 통한 사회적 이익을 실현하기 위해서는 새로운 차량 구입 및 공유 등에 필요한 비용들을 보전해주며, 차량공유를 홍보하고 추진하는 등의 장려정책이 필요하다고 밝혔다. 스마트 시티구현을 위한 노력은 사회기반시설 개발에 대한 많은 투자가 필요하지만 현 기반 시설을 유지보수하며 차량공유를 활성화하는 것만으로도 현 도시들이 추구하는 많은 이익을 얻을 수 있을 것으로 보았다.

다음으로는 여객 운송 관련법을 현대화해야 한다고 제안했다. 기존 법률에서 명시하고 있는 여객 운송 수단은 택시로, 이로 인해 개인 소유 운행이 아닌 경우 전부 택시로 분류되어 차량공유 등의 새로운 서비스의 규정이 모호하여 시장 진입이 어려움이 있다고 하였다. 새로운 카테고리들을 제정하여 차량공유 등의 새로운 서비스가 기존 규제에 얽매

이지 않고 발전할 수 있도록 법률을 개선하여야 할 것이며, 이와 관련된 요금 문제, 보험 문제 등을 시작부터 법적으로 규제하기 보다는 시장에 자유롭게 맡기어 가장 효율적인 해결책을 찾을 수 있도록 장려할 필요가 있다고 제안했다. 가능한 것만을 법적으로 명시하여 새로운 산업의 시장 진입을 저해하는 포지티브(positive) 규제가 아닌, 불가능한 것을 법적으로 명시하여 일정 기준 이상의 수준을 갖춘 서비스는 자유로이 시장에 진입하여 시장 다양성을 풍부하게 할 수 있는 네거티브(negative) 규제안 쪽으로 규제를 개혁해야 한다고 밝혔다.

또한 자율주행 차량은 계속 개발 중에 있기 때문에 권위적인 규제를 만들기보다는 결과에 초점을 맞추어 규제를 제정해야 한다고 제안했다. 자율주행 기술은 차량 안전 규제기관이 잘 알고 있는, 지금까지 차량에 탑재되어 온 소프트웨어와는 근본적으로 다른 소프트웨어를 채용하고 있으며, 지금까지의 차량과 소프트웨어는 최종 소비자에게 팔린 이후에는 거의 업데이트 되지 않으나, 이와 대조적으로 자율주행 소프트웨어는 지속적으로 업데이트되며 또한 그렇게 되어야 하므로 이러한 소프트웨어의 업데이트를 배포하기 전에 매번 승인을 받도록 요구하는 것은 혁신을 크게 방해할 것이라고 밝혔다. 자율주행기술은 여객 운송 차량의 전통적인 소비자 판매 양식과는 근본적으로 다른 차량 운행 및 이용을 용이하게 할 것이므로 이러한 패러다임의 변화를 받아들이고 관련 법규를 올바르게 제정할 시 자율주행기술을 통해 개인의 차량소유를 감소시키고 차량공유 서비스를 더욱 활성화시키며 더 나은 사회 환경을 만드는 데에 기여할 것이라고 한다.

5-1-2. 승합차, 버스를 활용한 새로운 서비스¹⁰⁾

승합차는 승용차보다 더 많은 인원을 운송할 수 있고, 비교적 공간이 넓어서 다양한 목적으로 활용할 수 있지만, 다수가 공동으로 이용하는 차량이기 때문에 승용차에 비하여 개인 맞춤형 서비스에는 한계가 있다. 승합차에 자율주행 도입을 통해 인건비 절감, 맞춤형 노선 및 일정 에 따른 운행, 이동식 편의시설 구현 등의 효과가 기대된다.

국내에는 판교, 송도, 세종 등에서 자율주행 버스 운행이 추진되고 있으며, 주로 정해진 노선에서 셔틀버스 및 간선급행버스(BRT: Bus Rapid Transit) 형태로 계획하고 있다.

판교 제로시티에서는 2017년 12월 대중교통용 12인승 전기차 셔틀버스를 도입하기 위하여 개발 및 용역을 진행하고 있다. 신분당선 판교역~판교 제로시티 입구 2.5km 구간을 대상으로 제한속도 시속 30km로 고려 중이며, 중앙관제센터를 통해 차량 주행 데이터를 실시간으로 전송하여 교통상황을 관리하고 사고를 미연에 방지할 계획이다.

송도 투모로우시티 복합환승센터에 전국의 시외버스를 유치하고, 인천 국제공항과 복합환승센터간 노선을 자율주행 셔틀버스로 연계하는 계획도 있다.

세종시는 도시 전체에 자율주행차가 다닐 수 있는 자율주행 특화도시 조성 계획을 수립하였으며, 행정중심복합도시건설청은 2020년까지 세종시의 모든 도로에서 자율주행이 가능하도록 정밀지도를 제작할 계획이다.

경상북도, 울릉군, 포스코ICT는 2016년 울릉도에 자율주행 셔틀버스를 도입하기 위하여 영국 정부, 웨스트필드 스포츠카와 업무협약을 체결하였으며, 런던 히드로 공항에서 운행한 자율주행 차량 모델을 개량하

10) 정재운, 2017, 자율주행차 융복합 미래포럼(버스, 승합차를 활용한 신서비스 유형)

여 자율주행차 공동 개발과 현지화 계획을 추진하고 있다.

유럽연합(EU)의 연구프로젝트 시티모빌2(Citymobil2)는 약 196억원을 투입하여 완전 자율주행 버스를 개발하는 대규모 실험주행 프로젝트를 추진하고 있다.

네덜란드의 위팟 버스는 일반도로에서 시범 운행 중인 6인승 자율주행 셔틀버스로 마헤닝언대 내에서 최대 100km의 구간을 지정해 매주 화요일 무료 운행 중이다. 네덜란드 로테르담 근교 도시인 펠러안더에이 설에서는 12인승 자율주행 셔틀버스 파크셔틀을 운행하고 있다. 75km 내에 설치된 정류장 5곳 중 한 곳을 선택하면, 자율주행 버스가 바로 도착하는 방식으로 운영되는데, 이용률이 높아 주요 교통수단으로 정착되고 있다.

프랑스 파리의 자율주행 셔틀버스 서비스 EZ10은 100% 전기로 운행되며 센 강을 가로질러 2개 주요 역 사이의 130m를 운행한다. 최대 10명이 탑승 가능하다. 프랑스 기업 Navya가 개발한 자율주행 버스 ARMA가 스위스 시온에서 운행되고 있다. 최대 15명이 탑승하여 최대 시속 45km로 운행되며, 레벨 5 기술이 적용된 완전 전기자동차로 무선 충전이 가능하다.

그리스 트리칼라 시에서는 실제 시민들이 이용하는 자율주행 버스가 2015년 9월부터 2016년 3월까지 6개월간 운행되었다. 버스의 최대 속력은 시속 12km으로 차선 변경은 시도할 수 없으며 정해진 순환 노선을 무료로 운행한다.

핀란드의 주문형 버스 콧수플루스는 2016년 7월 헬싱키와 탐페레, 에스포 지역에서 자율주행 시험운행을 실시하였다. 최대 12명이 탑승하고, 180도 회전 경로가 포함된다. 헬싱키시와 핀란드 교통통신부는 비싼 인건비에 대한 대책으로 맞춤형 자율주행 대중교통 서비스를 실용화하기 위해 시범사업을 진행 중이다.

영국 GATEway (Greenwich Automated Transport Environment) 프로젝트의 일환으로 그리니치에 자율주행 전기버스를 2016년부터 시내 대중교통으로 투입한다. 차량 유도를 위한 소형 콘크리트 구조물을 따라 자율주행을 한다.

독일은 2017년부터 뮌헨과 뉘른베르크를 연결하는 A9 구간에서 무인버스를 운영한다. 도로와 표지판에 센서를 설치하고 정밀지도를 구축하여 교통정보를 실시간으로 주고 받을 수 있으며, 무선 네트워크를 통해 관제센터에서 교통정보를 분석해 차량에 전달한다.

미국에서는 IBM의 기술이 적용된 자율주행 셔틀버스 올리(Olli)가 메릴랜드주 내셔널 하버에서 운영된다. 12인승으로 음성-텍스트 변환, 자연어 분류 기술 등이 적용되어 승객들과 버스 간 의사전달도 가능할 전망이다.

새로운 유형의 서비스도 확대될 수 있을 것으로 전망된다. 장래에는 자율주행 버스 뿐만 아니라 수요 응답형 교통의 일환으로 교외 지역 연결, 심야버스, 콜버스 등의 맞춤형 노선 설계가 가능하다. 또한 쇼핑센터, 병원, 백화점, 대학 등에서 맞춤형 셔틀버스 운행도 검토할 수 있으며, 교통체증을 피해 노선을 조정하는 운행방식도 가능할 것으로 예상된다.

버스, 기차, 지하철 등 스케줄과 연계하여 자율주행 버스의 배차간격을 조정하여 맞춤형 스케줄로 운행하는 동적 연결 방식도 추진할 수 있다.

이동형 공공서비스로 이동식 도서관, 주민센터(민원발급기), 헌혈, 보건소 등을 자율주행 버스로 이용하는 것도 가능하다. 또한 모빌리티뱅크(ATM), 사무실(회의공간), 관광+카페+레스토랑을 결합한 형태의 서비스도 고려할 수 있다.

쇼핑센터, 관광지 등 특정 구역을 운행하거나 교통 소외지역, 장애인 등을 대상으로 운행하는 것도 가능하다. 응급실, 소방 등 특수 목적으로 활용하는 방안도 검토할 수 있으며, 중소규모 기관들의 버스 임대, 버스 공유서비스와도 연계도 고려할 수 있다.

이와 함께 공공 기능을 탑재하여 방범 CCTV, 보행자 밀집 등의 정보를 수집하는 것이 가능하고, 도로, 시설 파손 정보 수집 등에 활용할 수도 있을 것으로 보인다.

자율주행차 융복합 미래포럼에서 제안된 내용을 살펴보면 우선 지방정부들의 상호협력과 경험 공유를 제안하고 있다. 자동차 제조사의 차량 개발과는 달리 공공서비스인 버스의 자율주행은 실제 도로 주행에서 발생하는 여러 가지 사례 및 데이터를 수집하고 공유하는 상호협력이 필요하다. 지자체들이 경쟁적으로 자율주행 버스를 개별 도입하고 있지만, 지역 홍보 및 시범 서비스에 그치고 있는 실정이므로 중앙정부, 지방정부 간 협의를 통하여 상호협력 방안을 모색해야 한다고 제안하고 있다.

농어촌 지역은 인구감소와 고령화 문제로 기존 버스운행 차질이 많이 발생하고 있다. 자율주행 버스는 인건비 절감, 수요 응답형 운행을 통하여 외곽지역 등 교통소외 지역이나 노약자 등 교통취약계층을 위한 교통편의 수단으로 활용될 수 있다. 중앙정부에서 전국적인 수요 발굴 및 우선지역 선정, 경제성 분석을 통하여, 우선 적용 지역을 선정하고 시범 구축함으로써 성공적인 모범 사례를 공유하여 타 지역으로 확대시킬 필요가 있다고 강조하고 있다.

버스는 대중교통, 셔틀버스 등 공공서비스로 활용될 가능성이 많은 만큼 자동차 제조사들이 참여한 공공 프로젝트로 추진하는 것을 검토해야 한다고 한다. 버스 자율주행 기술 개발을 위해서는 차량 개발뿐만 아니라, 정류장, 전용차선 등 버스운행 시설물과의 연계가 필요하고,

중앙관제센터와 통신을 통한 운행 통제 및 관리 등의 경험을 축적하므로 향후 국내 확산 및 해외 수출 사업으로 육성하기 위하여 민관학연 공동기술 개발이 필요하다고 밝혔다.

5-1-3 화물분야의 신서비스 유형11)

국내에서는 현대차가 임시운행허가를 받은 40톤급 엑시언트 자율주행 트럭으로 2018년 8월 고속도로 자율주행 시연에 성공하였다. 아산 KD 센터-영동고속도로 부곡IC, 서창Jct 인근은 일반모드로, 그 외 경부고속도로 부곡IC-제2경인고속도로 능해IC 고속도로는 자율주행 모드로 약 1시간동안 40km를 운행하였다. 이 과정에서 차선유지, 차선 변경, 앞차량 차선변경 인식 대응, 정체 상황 정지·출발, 터널 통과 기술 등을 시연하였으며 차량에는 카메라, 레이더, 라이다 등 10개 센서, 정밀지도와 결합된 가감속, 조향 등 전자제어 시스템, 전동조향제어시스템 등이 설치되었다. (현대차, 2018)



그림30. 현대차 자율주행 트럭

11) 차원용, 2017, 자율주행차 융복합 미래포럼(화물분야의 신서비스 유형)

미국에서는 우버가 2016년 8월에 자율주행 트럭 스타트업 회사인 오토(Otto)를 6억8천만 달러에 인수하고, 2016년 10월에 오토의 자율주행 트럭을 이용해 미국 콜로라도 포토 콜린스에서 콜로라도 스프링까지 I-25 고속도로 120마일을 달려 버드와이저 맥주 5만캔을 운송하였다. I-25에 진입할 때까지는 운전자가 직접 운전을 했고, 이후에는 자율주행 모드로 운행하였다.

향후 자율주행 트럭과 자율주행 화물차 전용도로가 결합되면 원하는 시간에 원하는 장소로 시간과 공간의 제약 없이 물류배송이 이루어질 것으로 전망된다. 승용차와 달리 물류만 배송할 경우 속도의 한계가 거의 없어 물류수송의 새로운 전기가 마련될 것으로 예상된다. 이와 함께농산물, 수산물, 전자상거래 맞춤형으로 산지나 공장에서 신속하게 배송하여 신선도를 유지하는 콜드체인도 확대될 수 있다. 또한 차량재원정보, 공간정보, 사고/보험정보, 실제운행정보, 환경정보, 고객정보 등 스마트데이터와 인공지능을 결합한 새로운 물류 플랫폼 개발도 추진할 수있을 것으로 예상된다.

나아가 자율주행 트럭 뿐만 아니라 로봇, 드론 등이 가세하여 자율 화물차가 장거리운송 역할을, 로봇이 선적과 하적 역할을, 그리고 드론이 최종배송 역할을 담당할 것도 가능하다. 자율화물차, 로봇, 드론이 인공지능 클라우드나 자체 제어를 통해 관리될 수 있을 것이다.

자율주행차 융복합 미래포럼은 자율 화물차를 활용하여 새로운 서비스를 활성화 하기 위해서는 우선 모든 차량재원정보, 공간정보, 사고/보험정보, 실제 운행정보, 환경정보, 고객정보 등 공공기관의 스마트데이터에 대한 공개문제에 대해 국내 법령과 규제를 연구하고 이를 완화, 공개하는 것이 필요하다고 제안한다. 미국과 같이 가이드라인을 만들고 화물사업에 참여하는 기업들이 데이터를 공유하도록 유도해야 한다는 것이다. 정부는 화물전용도로 등의 기본 인프라를 지원하는 한편, 모든 이해관계자들이 참여 하는 생태계를 구축하여 비즈니스 모델을 연구하고 오픈 플랫폼을 구축하는 것이 필요하다고 제안한다. 또한 AI,

로봇, 드론 연구개발에도 장기적인 로드맵을 구축하여 개발을 지원하는 것도 필요하다고 제안하였다.

5-2. 일자리의 변화

미국 교통부가 2018년 10월 발표한 가인턴스 3.0(Preparing for the Future of Transportation : Automated Vehicles 3.0)에는 자율주행으로 인한 일자리의 변화를 언급하고 있다. 자율주행은 운전 관련 직업을 수행하거나 관련 산업에서 일하는 수백만 미국인들에게 영향을 미칠 수 있으나, 직무 범위 전반에 걸쳐 이러한 영향이 어떻게 진화할지에 대해서는 불확실성의 수준이 높다고 보고 있다. 운수 기술에 대한 과거의 경험은 자율주행으로 인해 새롭고 때로는 예상치 못한 사업 및 고용 기회가 생길 것을 암시하는데, 예를 들어, 제2차 세계대전 이후에 자동차 소유의 확대는 자동차 제조와 서비스업에서 직접 고용으로 이어졌을 뿐만 아니라 자동차 금융과 보험의 새로운 시장으로 이어졌고 그리고 궁극적으로는 관광, 도로 서비스 및 교외 주택 건설 수요의 확대 등 미국 생활 방식에 커다란 변화로 이어졌다고 평가하고 있다. 자율주행은 프로그래밍, 사이버 보안, 그리고 새로운 기술과 이에 관련된 교육과 훈련에 대한 수요를 불러올 가능성이 있는 다른 분야에서 일자리를 창출할 것이며, 수동 운전 기반의 직업을 위한 전환 전략을 개발할 필요가 있다고 보고 있다. 미국 교통부는 자율주행자동차의 고용 및 노동력 영향에 대한 종합적인 분석을 위해 다른 행정부 기관과 협력하고 있고, 교통부 내 개별 운영 관리청들도 이해관계자들과 논의하기 시작했으며 각자의 운수 방식에 영향을 미치는 인력 문제에 대한 연구를 후원하기 시작했다고 밝혔다. 자율주행 기술의 개발에 참여하는 주체들은 잠재적인 노동력 효과, 새로운 기술과 능력에 대한 미래의 요구를 어떻게 평가할지와 시간이 지남에 따라 어떻게 노동력이 새로운 역할로 전환될 것인지를 고려해야 한다고 밝혔다. 이러한 노동력 효과와 교육 요구를 파악하여 새로운 기술을 지원해야 적절한 기술을 갖춘 인력을 확보할 수 있다고 보고 있다.

이와 함께 자율주행 기술이 노동력(일자리)에 미치는 영향에 대한 연구 과제에 대해 의견수렴(Notice of Request for Comments: Scope of the Study on the Impact of Automated Vehicle Technologies on

Workforce)을 시작하였다. 해당 연구과제는 노동부와 교통부가 함께 최대 150만 달러를 투입하여 자율주행 기술이 노동력의 변화를 포함하여 상업용 자동차 운전자들에게 미치는 영향을 포괄적으로 분석하는 것이다. 여기에서 제시된 연구주제들을 살펴보면 미국 교통부가 장래 자율주행으로 인한 노동시장의 변화에 대해 어떤 관점을 가지고 있는지 확인할 수 있다. 미국 교통부는 자율주행 기술이 향후 10년간 가속화 될 것으로 예상하고 현재의 노동시장에 대한 자율주행의 영향이 어느 정도인지 사업자와 업계에서 큰 관심을 보일 것으로 예상했다. 또한 자율주행 기술이 장애인들의 이동성을 향상시키는 막대한 잠재력을 통해 삶의 질을 향상시키고, 직장 접근성을 향상시키면 노동시장과 사회에 완전하게 참여할 수 있는 기회를 제공한다고 보고 있다.

세부적인 연구내용을 살펴보면 노동력의 변환과 관련하여 자율주행으로 인해 잠재적인 일자리 변화가 얼마나 빠르게 진행될지에 대해 연구하고 자율주행의 영향을 받는 화물 및 여객 운송부문은 무엇인지, 그리고 어느 분야가 부정적인 영향을 받을 가능성이 높은지에 대한 분석을 요구하고 있다. 상업 및 비상업 운전자가 다른 운송 수단이나 기존 운전과 관련이 없는 다른 일자리로 전환될 경우 이들에게 어떠한 새로운 가능성이 있는지, 그리고 새로운 일자리를 수행하는데 필요한 최소한의 교육과 기술 수준과 관련하여 가장 수요가 많은 부분이 무엇인지에 대한 분석을 요구하고 있다. 새로운 취업의 기회를 제공하기 위해 연방정부와 주정부가 지원하고 있는 프로그램은 무엇인지를 검토하고, 이러한 기존 프로그램이 운전자들이 요구하는 수준과 어떤 차이가 있는지, 차이가 있다면 운전자들의 요구를 충족시키기 위해 기본 프로그램을 어떻게 수정하는 것이 필요한지 검토를 요구하고 있다. 나아가 자율주행이 운전자들의 주의를 저하시키거나 상황인식 능력을 감소시킬 위험에 대해 연구하고 이를 계량화하여 위험을 완화시킬 수 있는 방안을 마련할 것을 요구하고 있다.

이를 종합적으로 분석해보면 미국 교통부는 자율주행 기술로 인해 화물 및 여객 운송시장의 일자리 변환에 대해 높은 관심을 가지고 있다

는 것을 확인하고 있다. 또한 운전자들에게 연방정부와 주정부가 교육 프로그램을 제공하여 안정적으로 새로운 일자리로 전환시키기 위해 선제적으로 준비하고 있으며, 운전자들의 안전을 위해 자율주행으로 인한 위험을 분석하고 이를 최소화하기 위한 방안까지 준비하고 있다.

2017년 8월 미국 상무부는 자율주행으로 인한 고용 영향(The Employment Impact of Autonomous Vehicles)이라는 보고서를 통해 자율주행이 일자리에 상당한 영향을 줄 가능성이 있다고 밝힌 바 있다. 해당 보고서는 2015년 기준 1550만명의 미국 노동자가 자율주행으로 인해 영향을 받을 것으로 예상하였다. 이는 미국 전체 노동자의 1/9 수준으로, 특히 직접 운송에 종사하는 근로자도 380만명으로 조사되었다.

해당 보고서는 자율주행 기술이 최근 몇 년 동안 급속하게 발전해 왔지만, 완전한 자율주행 차량의 보급은 몇 년이 더 걸릴 것으로 예상했다. 자율주행 기술은 현재 자동차와 운송과 관련된 기업에서 점점 더 많이 채택될 것으로 보고 있다. 다양한 직종에서 여러 데이터를 분석하여 어떤 것이 운전과 관련이 있으며 향후 비즈니스에서 자율주행의 채택으로 인해 영향을 받을 가능성이 높은지 조사하였다. 이 분석은 해당 일자리는 물론 그 일에 종사하는 근로자의 특성을 파악하고 자율주행의 채택이 일자리에 상당 부분 영향을 줄 가능성이 있음을 보여주고 있다. 어떠한 직종이 사라지고, 그로 인해 해당 일자리가 줄어드는지, 다른 직종과 복합적으로 관계되어 어떠한 일자리가 변화되는지에 대해서는 아직 명확하지 않다고 분석하고 있지만, 노동시장의 영향과 관련하여 몇 가지 중요한 분석 결과를 제시하고 있다.

첫째, 일부 운전직 근로자는 대체 고용을 찾는 데 어려움을 겪을 수도 있다고 보았다. 자동차 운전이 종사하는 근로자는 나이가 들고 교육 수준이 낮으며 대부분의 경우 다른 근로자보다 타 직종에서도 활용할 수 있는 전환 가능 기술 수준이 낮다고 분석했다. 둘째, 자동차 운전자로 분류되는 근로자들의 약 3 배에 달하는 관련 근로자들은 운전자들보다 다양한 업무 활동, 지식 및 기술을 갖추고 있다고 분석했다. 이들

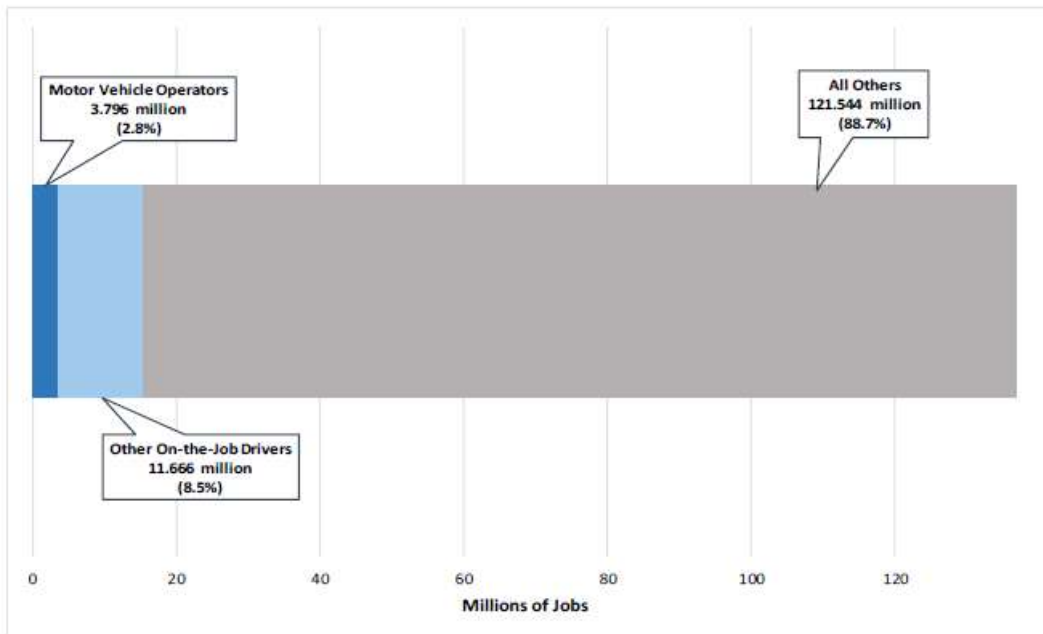
에게 운전은 중요한 업무 활동이지만 운전은 여러 중요한 업무 활동 중 하나일 뿐이며, 그 중 상당수는 이미 경제 분야에서 점차 수요가 증가하고 있는 비반복적 인지(non-routine cognitive) 기술을 갖추고 있어 자율주행으로 인한 일자리 변화에 적응할 수 있을 것으로 보았다.

Figure 1. Driving-related Occupations



그림31. 운전 관련 직종 분석

Figure 2. Employment in Driving-related Occupations



Note: Percentages are share of total occupational employment.
 Source: Bureau of Labor Statistics, Occupational Employment Statistics, 2015.

그림32. 운전 관련 직종 고용현황

Figure 3. Driving-related Jobs by Industry

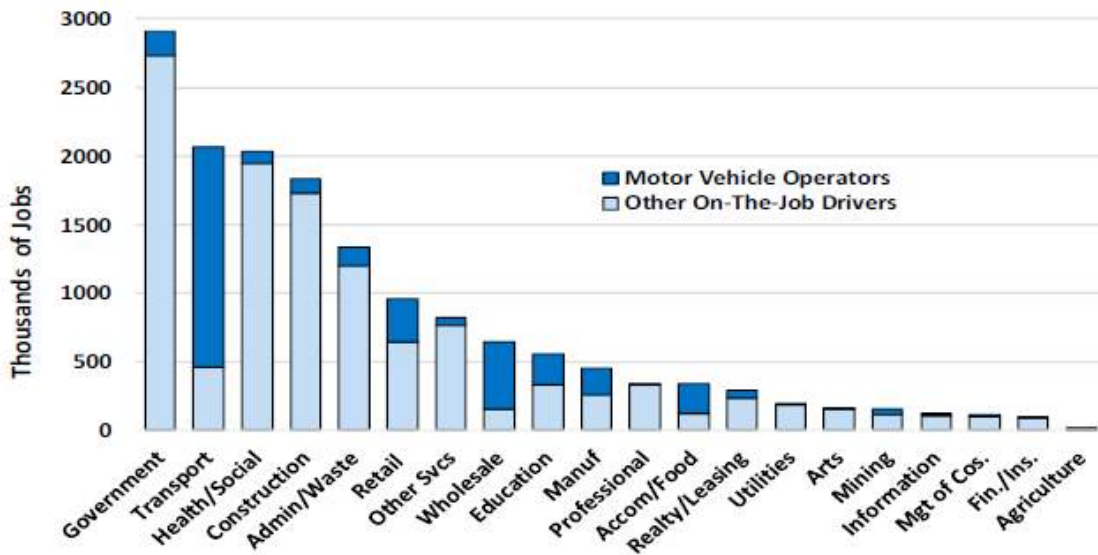
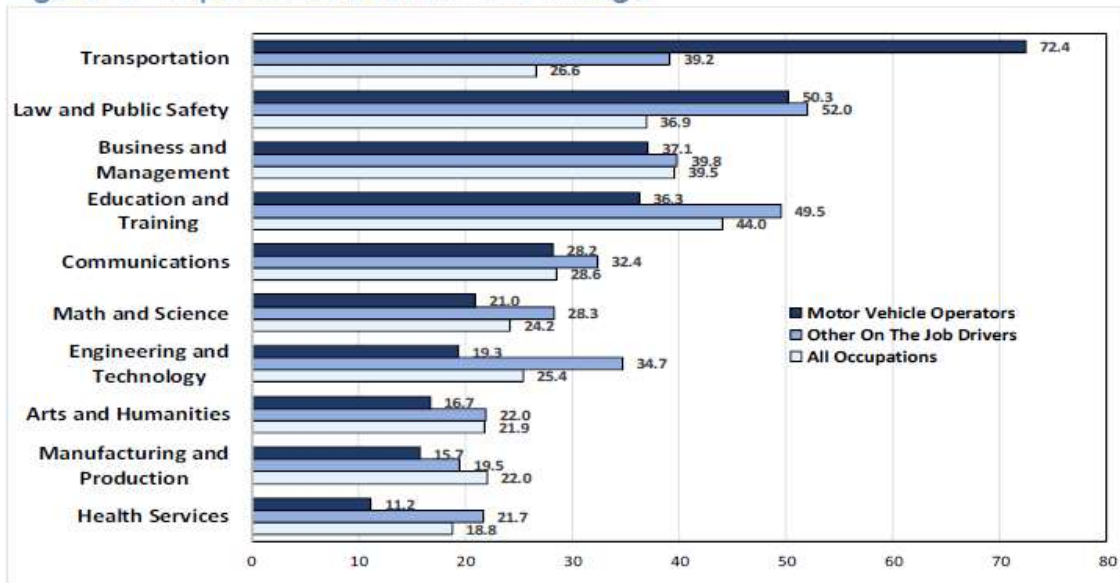


그림33. 산업 분야별 운전 관련 직종 고용현황

Figure 4: Importance Scores: Knowledge



Source: Author calculations of average importance scores by occupation, using O*NET data on Knowledge required for each occupation, weighted by employment for each occupation, using Occupational Employment Statistics, 2015.

그림34. 운전 관련 직종 종사자들의 분야별 지식수준 분석

Figure 5. Importance Scores: Cross Functional Skills

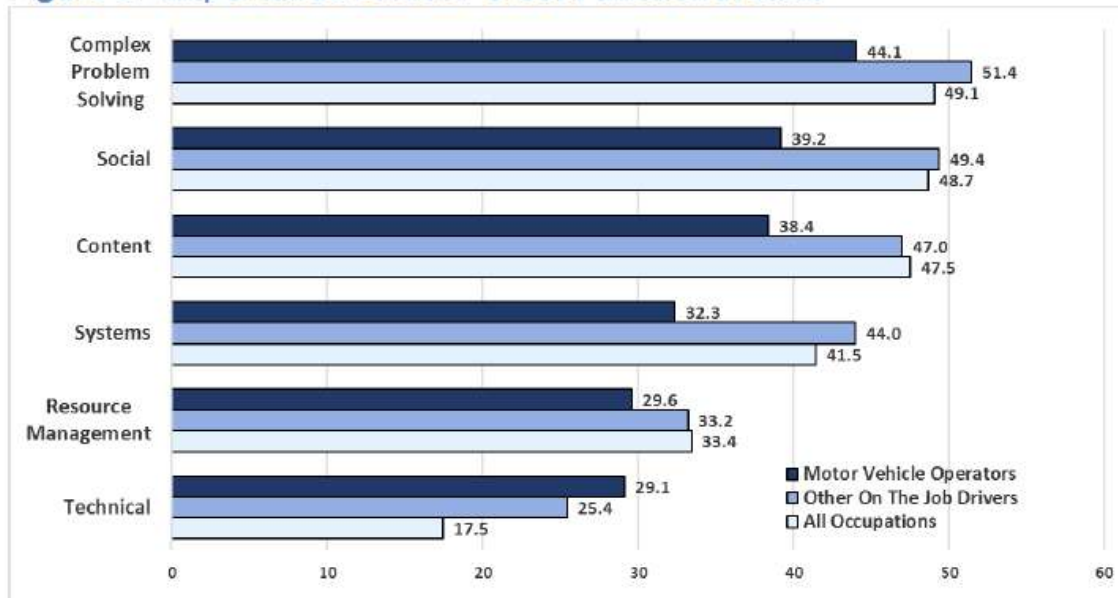


그림35. 운전 관련 직종 종사자들의 타직종 활용가능 기술수준 분석

또한 Securing America's Future Energy(SAFE)에서 발표한 보고서(America's Workforce and the Self Driving Future)는 자율주행으로 인해 일자리의 증가나 감소, 변화가 복잡하게 일어날 것을 지적하고 있으며, 잠재적으로 장기 고용 변화와 사회적 혜택 등에 대해서도 논의하고 있다. 또한 부정적인 영향을 완화하기 위한 정책을 권고하고, 정책 연구 의제도 설정하고 있다.

세부적으로 살펴보면 해당 보고서는 자율주행 자동차와 트럭의 도입으로 향후 30년 동안 1.3-2.3백만명의 근로자 일자리가 직접적으로 감소될 수 있다고 보았다. 미국 제조업은 1978년 절정을 맞은 이래로 670만개의 일자리를 잃었고 10년당 170만개의 일자리를 잃었다는 점을 고려할 때, 자율주행 채택으로 인해 30년동안 130만에서 230만개의 일자리가 사라져 제조업 일자리 손실 규모의 절반 수준의 고용 손실이 발생한다고 분석했다. 이러한 효과는 중국과의 교역 증가로 인한 제조업 일자리 손실보다 작고 지리적으로 더 집중 될 수 있지만, 심한 타격을 입은 지역 사회 또는 침체기의 영향으로 인해 일자리 손실은 중대하다고 보았다. 자율주행의 단기적 영향은 제한적이지만, 2040년대까지 시뮬레이션한 결과 연간 실업률이 최대 약 0.1%P 올라갈 수 있다고 분석했다. 자율주행의 영향을 받는 근로자의 대부분은 결국 새로운 일자리를 찾거나 은퇴 할 것이며, 이는 임금 증가 또는 감소로 이어질 수 있다고 보았다. 정리 해고를 당한 각 근로자는 근로 중단으로 인해 평생 소득에서 평균 약 8만 달러의 손실을 입어, 미국 근로자 전체로는 약 1,800억 달러의 손실이 발생할 것으로 분석했다. 근로자들의 나이를 고려할 때 평균적으로 약 16년의 노동력 참여에 제한이 생길 것으로 분석했다.

보고서는 자율주행으로 인한 일자리 창출에 대한 구체적인 추정치를 제공하지 않지만, 새로운 일자리를 창출할 수 있는 교통 전반의 성장, 자율주행 분야의 새로운 노동 투입, 교통 수단을 덜 소비하는 소비자의 다른 재화 및 서비스 구매 증가에 대해 논의하고 있다. 자율주행의 채택으로 직무가 바뀔 가능성이 큰 일자리는 2016년에 770만명 수준으

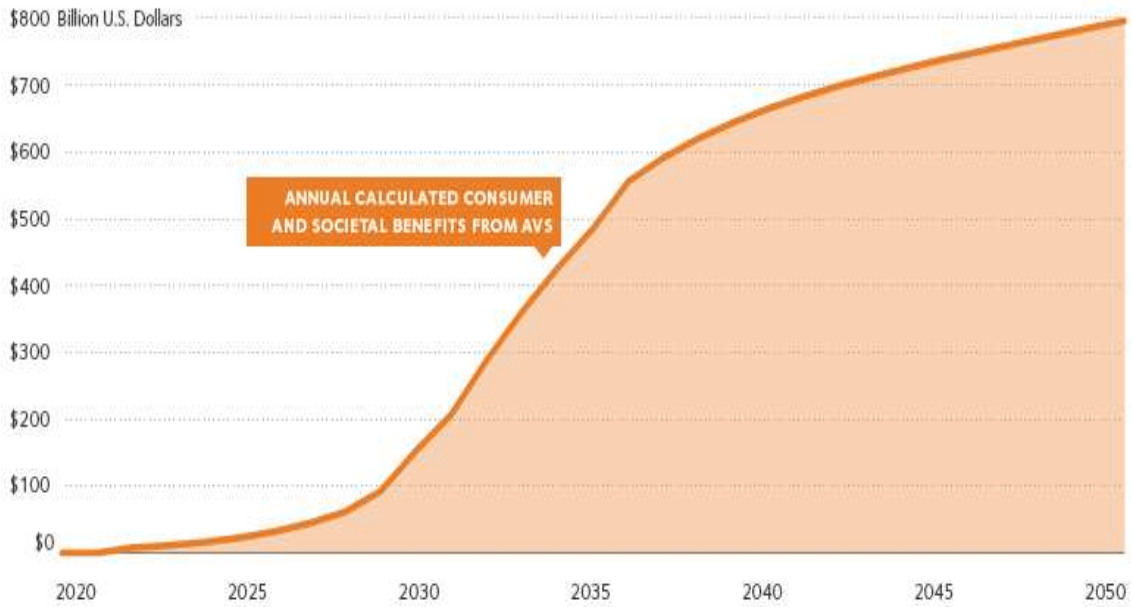
로, 직무의 변화는 임금이나 기술의 관점에서 볼 때 더 좋거나 나쁜 일자리와 관련 될 수 있다고 보았다.

보고서는 자율주행의 영향을 받는 직업에 종사하는 근로자를 지원하기 위한 다양한 정책 옵션을 제시한다. 자율주행으로 인해 연간 8000억 달러에서 1조 달러로 추산되는 경제적 이익을 활용하여 정책적 지원이 가능하다고 보고 있다. 분석 시나리오에 따르면 2030년까지는 고용 붕괴가 시작되지 않을 것이고, 점진적으로 진행될 것으로 보았다.

또한 자율주행으로 인한 노동 시장 변화에 대응하는데 있어 몇가지 원칙을 제시하고 있다. 우선 자율주행으로 인한 변화는 근로자들이 직면하게 되는 다양한 도전 중 하나에 불과하므로 보다 잠재적인 변화와 함께 포괄적으로 접근해야 한다는 것이다. 또한 자율주행은 다양한 지역과 다양한 연령대에 모두 영향을 미치게 되므로 단일 정책이 아닌 광범위한 접근이 필요하다고 제안했다. 이와 함께 기존 인력에 대한 지원과 직업개발을 강화하는 것이 필요하며, 지속적으로 정책의 영향과 효과에 대해 평가하고 민간부문이 참여해야 한다고 제안한다.

나아가 정부가 취할 수 있는 정책방향에 대해서도 논의하고 있다. 특별한 규제 없이 자율주행이 빠르게 확산되도록 대응하고 사회적 혼란과 그에 따른 비용은 근로자들이 부담토록 하는 옵션과 규제를 통해 자율주행 개발을 제한하여 현재 노동시장의 충격을 해소하는 옵션, 그리고 자율주행 확산을 추구하면서 장점을 활용하여 근로자들이 부담하는 비용을 줄일 수 있도록 정책적인 투자를 하는 옵션 중에서 세 번째 투자 옵션을 지지하고 있다. 지나친 방치나 규제는 사회적 혼란이나 미래 이익 상실 등의 문제가 있다고 보고, 자율주행에 따른 혜택을 인력 개발에 대한 투자에 활용하면 모든 국민들이 편익을 누리면서 일자리 충격에 대한 준비를 할 수 있다고 제안하고 있다.

Projected Annual Consumer and Societal Benefits from AVs



Source: David Montgomery, *Public and Private Benefits of Autonomous Vehicles*, June 2018.

그림36. 자율주행으로 인한 연차별 소비자 및 사회적 편익 추정

Quantified Benefits of Autonomous Vehicles

Public Benefits by 2050 (annual)	\$633 Billion
Congestion Mitigation	\$71 Billion
Accident Reduction – Economic Impact	\$118 Billion
Accident Reduction – Quality of Life Improvements	\$385 Billion
Reduced Oil Consumption	\$58 Billion
Consumer Benefits by 2050 (annual)	\$163 Billion
Value of Time	\$153 Billion
Reduction in Cost of Current Taxi Service	\$10 Billion
Total Annual Benefits (by 2050)	\$796 Billion

Source: David Montgomery, *Public and Private Benefits of Autonomous Vehicles*, June 2018.

표29. 자율주행으로 인한 사회적 편익 분석

Marginal Contribution to Unemployment Rate

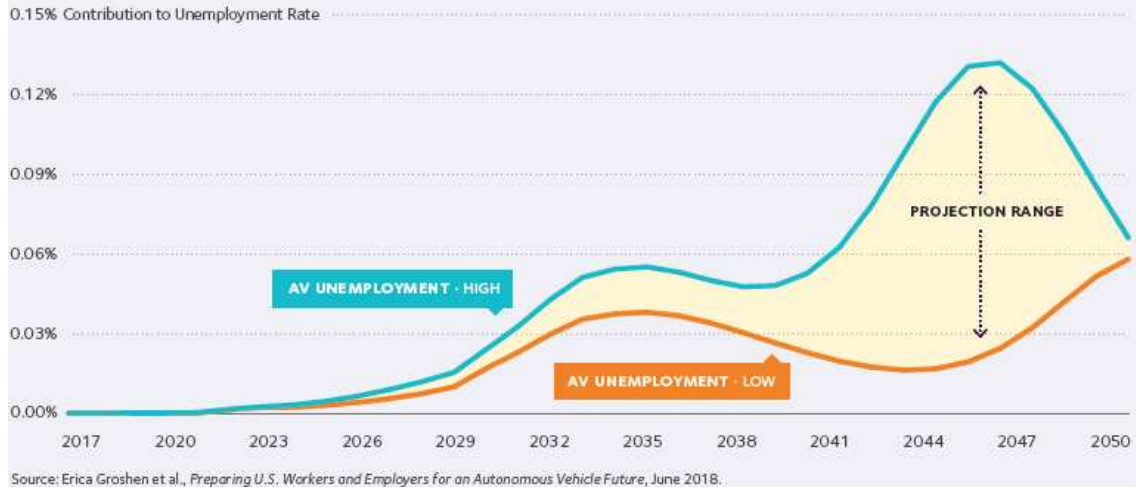


그림37. 자율주행으로 인한 실업률 영향 분석

AV Benefits and Wage Loss: Broader Context

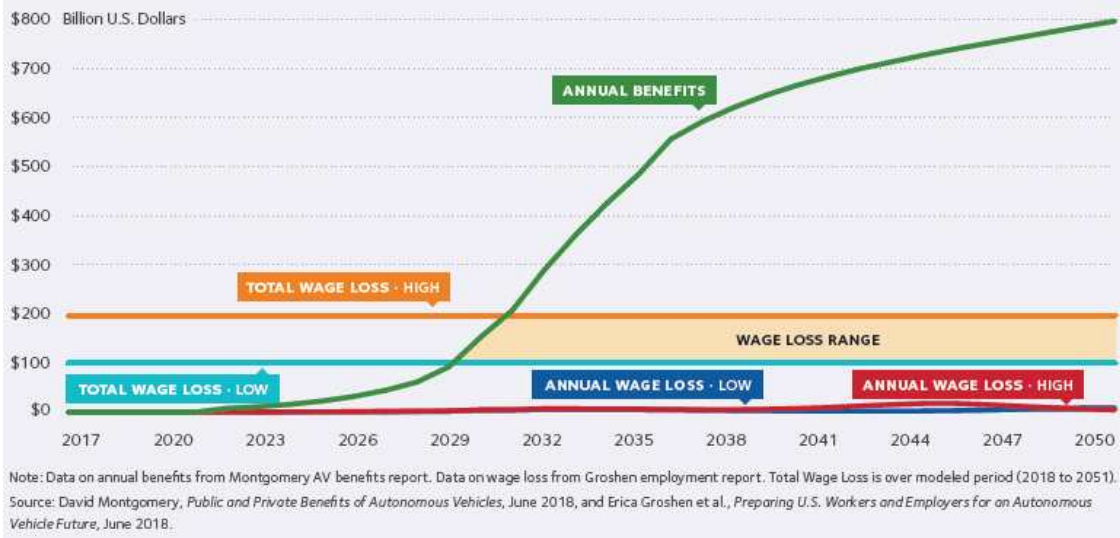


그림38. 자율주행으로 인한 사회적 편익과 임금 감소 비교 분석

국내의 경우도 국토교통부 검토자료에 따르면 자율차 보급으로 AI, 센서, SW 분야 고용은 증가하고, 레벨 5가 보편화되면 장기적으로 운수·보험업 등 고용은 감소할 가능성이 있다고 보고 있다. 레벨 3~4 자율주행 단계까지는 운전자가 필요하므로 기존 운수업의 고용감소는 없고, 센서, 인공지능, 컴퓨터, 빅데이터 등 양질의 일자리가 추가로 창출될 가능성이 높다고 분석하고 있다. 산업기술진흥원 2025년까지 5.2만명의 추가 인력수요가 있을 것으로 예상하고 있다. 레벨 4-5단계의 자율주행 고도화 단계에서는 상용화 초기 단계에서 운수업 고용은 감소할 것이나, 자율차 가격에 따른 보급 속도에 따라 파급력은 차이를 보일 것으로 예측하고 있다. 자율차의 가격이 높을 경우에는 택시·트럭·버스에서 자율자동차 대체가 낮은 속도로 이루어져 운전자의 급속한 감소는 없을 전망이다, 저렴한 고기능 범용 AI가 전폭 확대되면, 사회 전 분야에서 노동 대체 현상과 일자리의 양극화가 발생할 가능성도 있을 것으로 예상하고 있다. 기술발전, 시장전망에 따라 일자리 변화에 대한 예측의 편차가 크지만 대체로 일자리 영향은 5단계 완전자율주행 정착 이후가 될 것으로 전망하고 있다. 국토교통부는 보다 세부적인 분석을 위해 2017년 7월 ‘자율주행차 3단계 상용화 일자리 창출 효과 분석 연구’에 착수하였다.

6. 결론

자율주행은 4차 산업혁명의 선도 분야로, 이제는 거스를 수 없는 시대적 흐름이 되어가고 있다. 그동안 개념 수준의 논의와 시험 개발 수준을 넘어서 상용화를 눈 앞에 두고 있는 상황이다. 자동차 제작사는 물론 IT 업계를 비롯한 관련 업체들이 시장 선점을 위해 치열하게 경쟁하고 있고, 우리나라는 물론 세계 각국도 주력 산업으로 키우기 위해 지원을 강화하고 있다.

우리나라도 민간업체들의 기술 개발을 지원하여 자율주행 상용화 시기를 앞당기기 위해 정부 차원에서 K-CITY 조성, C-ITS 인프라 확대, 정밀도로지도 구축 등 지원사업을 적극 추진하고 있다. 제도 측면에서도 시험운행 구간 확대 등 규제 완화를 추진하고 있지만, 언론과 업계에서는 해외 사례 등을 고려하여 보다 전향적으로 규제를 완화해야 한다고 주장하고 있다. 하지만 정부 입장에서는 규제 완화에 따른 안전 문제, 복잡한 이해관계, 사회적 과급력 등을 종합적으로 검토해야 하는 입장이다. 2018년 3월 우버 자율주행차의 보행자 사망사고, 최근 카카오 카풀에 대한 택시업계 반발 등의 사례를 보면 정부의 고민이 깊어질 수 밖에 없다.

새로운 산업과 서비스의 출현은 언제나 우리 사회에 기회와 위기를 동시에 가져온다. 자율주행을 통해 교통안전이 향상되고, 교통의 효율성과 형평성이 높아지는 것은 물론 새로운 서비스를 통해 연관 산업의 발전을 도모할 수 있다. 다만 기존 산업 종사자들에게는 일자리 충격이 불가피할 것으로 예상되며, 특히 지금도 열악한 근무 환경으로 어려움을 겪고 있는 여객·화물 운송 종사자들에게는 큰 위기로 다가오고 있다. 따라서 기회 요인을 충분히 살려 사회적 편익을 높이고, 위기 요인은 최소화 하여 충격을 줄이는 방안을 검토해야 한다.

여객·화물 운송시장의 기회 측면에서는 자율주행을 활용한 새로운 서비스 확대를 지원해야 한다. 우선 제도개선 방안으로 미국의 사례와

같은 가이드스 방식을 검토할 필요가 있다. 기본적으로 제도는 입법이 수반되어야 하지만, 자율주행 산업이 성숙되기 전까지는 가이드스 방식을 통해 민간의 자율성을 최대한 보장해 주는 방식으로 기술개발과 산업 활성화를 촉진할 수 있다. 안전과 기존 산업 보호 측면에서 현행 법령 체계는 유지하되, 시험운행이나 기술개발에 제약이 되는 규제는 전향적으로 조정할 필요도 있다.

이와 함께 중앙정부와 지자체, 민간업계 등의 역할 분담에 고민도 필요하다. 특히 현재의 여객 운송시장을 살펴볼 때 요금결정권, 신규 면허 허가권 등 지자체의 권한이 절대적이므로, 앞으로 자율주행을 통한 새로운 운송 서비스를 성공적으로 정착시키기 위해서는 지자체의 역할이 중요하다. 중앙정부도 인프라 투자에 대한 패러다임을 전환하여 양적 확대에 치중하기 보다는 자율주행 시대를 대비하여 C-ITS 등 첨단 인프라를 확충하는데 집중하는 것이 필요하다. 나아가 이러한 기관간 역할 정립이나 투자 방식이 일회성 TF나 지원예산에 그치지 않고 제도적으로 정착시키는 노력도 수반되어야 한다. 이와 함께 민간업계는 이용자들의 요구에 맞는 다양한 서비스를 개발하여 직접 서비스 하거나 정부에 제안하는 것이 필요하고, 개발업체와 연구기관 등에 대해서는 인프라나 제도적 지원을 통해 얻게 된 다양한 정보를 공유하도록 유도하는 것도 필요하다.

특히 화물 운송 분야에 대해서는 우선 과감한 투자도 시도할 필요가 있다. 여객 운송에 비해 국민들의 자율주행 수용성이 높고, 도심 보다는 간선도로를 주로 운행하여 안전 문제에 있어서도 상대적으로 유리한 측면이 있으므로 화물 자율차 전용차로 등을 우선 검토해 볼 수 있다.

여객·화물 운송시장의 위기 측면에서는 운송 관련 종사자들에 대한 일자리 대책을 검토해야 한다. 2030년경으로 예상되는 완전 자율주행 시대에 접어들어야 운전자들에 대한 직접적인 일자리 충격을 직면하게 될 것으로 보이나, 선제적인 대책을 마련하여 추진할 필요가 있다.

우선 자율주행 상용화 초기 단계에서는 운전자들의 안전에 대한 대책을 마련할 필요가 있다. 자율주행 초기 단계에서 운전자의 개입 감소에 따른 주의 저하 문제나 레벨 3, 4 수준의 상용화 단계에서 위기상황에서의 예외적인 운전자의 개입 등을 고려하여 운전자의 안전 문제에 대한 대책을 우선 마련해야 할 것이다.

자율주행이 확산되는 단계에서는 개발 인력 등 양질의 일자리가 크게 확대될 것으로 보이나, 그 이후에는 운송에 직접 종사하는 운전자를 중심으로 일자리 전환이 불가피 할 것으로 보인다. 특히 시스템 개발 인력과 운전 인력은 기술력과 지식 등 직업 요구수준의 차이가 크므로 이러한 특성을 고려한 면밀한 대책이 요구된다. 운전자는 물론 관련 업계 종사자들에 대해 직종 전환 프로그램, 교육 지원 등 종합적인 대책도 요구된다.

이러한 지원을 위해서는 정책적으로 시기별 예산 배분 측면에서 접근하는 방법도 가능하지만, 자율주행을 통한 사회적 편익을 활용하는 방안을 검토할 수 있는데, 기금 형태로 운영하는 방식을 우선 제안하고자 한다. 기금 운영 방식은 자율주행으로 인해 신규 수익이 창출되거나 비용이 절감되는 분야에 대해 일정 수준 부담을 부과하고 이를 기금 형태로 조성하여 기존 인력의 일자리 전환 등에 소요되는 비용에 지원하는 방식이다. 이는 장래 과도한 예산 투입 문제를 사전에 준비할 수 있고, 자율주행 도입에 따른 기존 산업 종사자들의 위기의식이나 반발을 완화할 수 있는 안전판 역할도 기대할 수 있다.

논의된 방안들을 실제 제도화 하는 과정에서는 우선 자율주행과 개발 수준에 따라 단계적으로 제도 개선을 검토해야 한다. 자율주행 상용화 초기 단계까지는 기술개발을 지원하고 새로운 서비스를 활성화하는데 주력하고, 자율주행이 점차 가시화되는 시점에서는 안전, 보안 등을 포괄한 보다 체계적인 제도화가 필요하다. 운송 관련 종사자들에 대해서도 교육 훈련, 인력 수급관리, 직종 전환 지원 등 단계적 대책을 마련할 필요가 있다.

아울러 자율주행에 한정되지 않은 종합적인 대책을 마련해야 한다. 자율주행과 함께 AI 등 4차 산업혁명으로 인해 운송시장은 물론 사회 모든 분야에서 고용시장의 변화가 불가피하므로 이러한 변화를 종합적으로 고려하여 제도 개선방안을 마련해야 한다.

나아가 정책에 대한 상시적인 피드백 체계 구축하는 것도 필요하다. 일단 제도화가 된 이후에는 장기간 변화가 없던 과거와 달리 사회·경제적 환경이 급변하는 시대에 유연하게 대응할 수 있는 제도적 체계를 마련하는 것이 중요하다.

참고문헌

관계부처 합동. 2013. 택시산업발전 종합대책.

관계부처 합동. 2017. 택배 서비스 발전방안.

국토연구원. 2016. 해외의 자율주행 도입 추진현황.

국토교통부. 2016. 화물운송시장 발전방안.

국토교통부. 2017. 싱가포르 자율차 추진현황.

국토교통부. 2017. 자율주행자동차 융복합 미래포럼 국제컨퍼런스.

국토교통부. 2017. 자율주행차 정책 추진계획 - 상용화 지원 로드맵.

국토교통부. 2017. 자율주행차 해외 입법 동향.

국토교통부. 2017. O2O 교통서비스 시장 현황.

국토교통부. 2018, 자율주행기술 업계간 연계협력 동향 보고.

국토교통부. 2018. 자율주행 상용화를 위한 스마트교통시스템 구축방안.

국토교통부. 2018. 자율주행차 융복합 미래포럼 1차 보고서.

국토교통부 통계누리 (<http://stat.molit.go.kr/portal/main/portalMain.do>)

매일경제. 2016. G7 “무인차 조기실현하자.

(<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?no=672880&year=2016>)

일본조사회. 2018. 일본 자율주행차 시장전망과 개발전략.

주미대사관 국토교통관. 2018. 미국 자율주행차 관련 정책 및 입법동향 보고.

주한 네덜란드 대사관. 2018. 네덜란드 자율주행 산업 동향.

한국과학기술원. 2016. 인공지능 기반 미래도로 구축 방안 연구.

한국무역협회. 2017. KITA market report(2017년 유럽의 자율주행차 관련 정책 및 산업동향).

현대차. 2018. 대형트럭 자율주행 국내 최초 성공.

LG CNS. 2018. 대중교통도 자가용처럼 편하게 이용할 수 있을까?
(https://blog.lgcns.com/1821#footnote_link_1821_1)

American Center for Mobility. 2018. Automated vehicles will create a shift in workforce demands.

Bank of America Merrill Lynch. Smart Mobility for Smarter Cities.
(Donald Shoup, 2007 재인용)

Erica L. Groshen, Susan Helper, John Paul MacDuffie, Charles Carson. 2018. Preparing U.S. Workers and Employers for an Autonomous Vehicle Future.

IEEE. 2012. IEEE Intelligent Transportation Systems Society
(<https://www.ieee.org/about/news/2012/5september-2-2012.html>)

ITF-OECD. 2016. Shared Mobility – Innovation for Liveable Cities.

KMPG. 2018. Autonomous Vehicles Readiness Index.

Navigant research. 2016. 129 Million Autonomous-Capable Vehicles Are Expected to Be Sold from 2020 to 2035.

SAE International. 2018. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles.

Securing America's Future Energy(SAFE). 2018. America's Workforce and the Self-Driving Future - Realizing Productivity Gains and Spurring Economic Growth.

U.S. Department of Commerce. 2017. The Employment Impact of Autonomous Vehicles

U.S. Department of Transportation. 2016. Federal Automated Vehicles Policy.

U.S. Department of Transportation. 2017. Automated Driving Systems: A Vision for Safety 2.0.

U.S. Department of Transportation. 2018. Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicles 3.0.

U.S. Department of Transportation, Office of the Secretary. 2018. Notice of Request for Comments: Scope of the Study on the Impact of Automated Vehicle Technologies on Workforce.