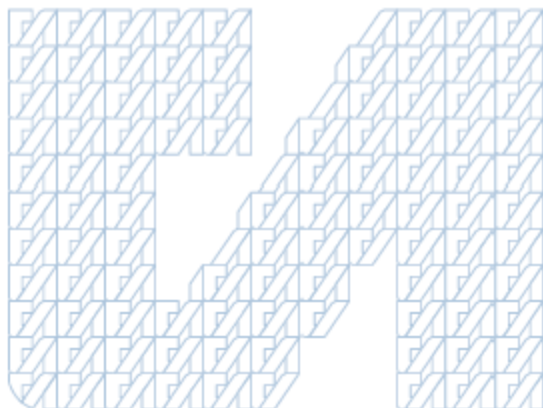


자율주행차 도입에 따른 대전시의 역할과 대응방안

The Role of Policy Makers in the Era of Autonomous
Vehicles

이 정 범



정책연구 2018-18

자율주행차 도입에 따른 대전시의 역할과 대응방안

The Role of Policy Makers in the Era of Autonomous
Vehicles

이 정 범

연구책임

• 이정범 / 도시기반연구실 책임연구위원

연구지원

• 진혜련 / 도시기반연구실 위촉연구원

정책연구 2018-18

자율주행차 도입에 따른 대전시의 역할과 대응방안

발행인 박 재 목

발행일 2018년 8월

발행처 대전세종연구원

34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동)

전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528

홈페이지 : <http://www.dsi.re.kr>

인쇄: 현대영상미디어 TEL 042-673-7237 FAX 042-673-7239

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종특별자치시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

요약 및 정책건의

■ 연구 배경과 연구 목적

- 최근 자율주행 자동차의 연구가 활성화 되면서 약 20년 이후 자율주행 자동차는 또 다른 교통패러다임을 만들고 도시공간구조를 새롭게 재편성할 것으로 예상됨
 - 특히, 전기차를 기반으로 하는 친환경 자율주행 자동차(self-driving, autonomous driving)는 기존의 인간의 운전으로 인한 많은 부작용(안전, 혼잡, 공간문제 등)을 제거하고 내연기관 자동차로 인한 문제를 해결할 수 있는 새로운 교통수단이 될 것으로 예상됨
- 4차 산업혁명특별시로서의 자리매김과 다가오는 자율주행 자동차 시대를 선도하기 위해서는 미래 자율주행 자동차 도입 및 확산에 대한 적절한 운영 및 관리방안을 세울 필요가 있으며, 그에 따른 교통 및 도시구조의 개편 방안을 마련할 필요가 있음
 - 멀지 않은 미래의 도시구조 및 교통의 패러다임은 변화가 확실시 되는 만큼 자율주행 자동차 확산에 따른 정책적 대비를 할 필요가 있음

■ 연구결과

□ 자율주행 시대의 도시변화

- 4차 산업혁명 이후 자율주행이 보편화 되면서 사람 중심의 도시개념으로 변화되고 있음
 - 자율주행을 통해 공유 자동차의 서비스를 활용할 수 있는 도시구조로 변화하면서 교통에 대한 니즈(needs)가 커지게 됨

○ 자율주행 자동차의 보급은 다양한 분야에서 장점을 가지고 있음

- 운전자의 실수로 인한 대부분의 사고를 줄일 수 있음
- 기존의 주차문제를 해결 할 수 있음
- 공유교통 시스템이 일반화되고 보험, 정비 등에 대한 문제로부터 자유로워 짐
- 대중교통의 역할은 재정비 되고 Uber, Lyft 등의 셰어링 자동차가 증가할 것임
- 새로운 비즈니스 모델을 만들 수 있으며, 이에 따른 운송비용 절감, 운전을 하지 않음으로써 생기는 생산성 향상 등의 경제적 효과가 예상됨
- 자동차의 일정속도를 유지시켜 가·감속으로 인한 연료소모와 배기가스 배출을 줄일 수 있음

□ 자율주행 자동차로 인한 교통 패러다임의 변화

1) 차량 소유의 감소

○ 자율주행차의 도입은 차량을 재화에서 서비스로 전환하는 흐름을 더욱 강화시킬 것으로 예상됨

2) 모빌리티의 변화(다양한 교통수단의 혼재)

○ 최근 수요중심의 다양한 교통수단이 생기면서 카풀, 카셰어링, 공유자전거, 장애인 콜택시, 수요대응형 교통수단(Demand Responsive Transit: DRT) 등의 공유교통수단이 공존하고 있음

- 버스, 도시철도 등의 대중교통은 거점을 연결하는 급행으로 운영을 하게 되며, 도시내 교통은 자율주행차가 대체하게 됨

3) 형평성 관련 문제

○ Level 4의 자율주행차 도입은 장애인, 고령자, 어린이, 저소득층 등 기존 교통약자들의 이동성을 증진시킬 수 있다는 측면에서 교통 서비스의 형평성을 개선할 수 있음

4) 대중교통과 역할 재정비

○ 자율주행 카셰어링 서비스의 제공은 대중교통의 경쟁성을 감소시킬 가능성이 있어 대중교통의 역할에 대한 재정비가 필요함

- 향후 Zipcar, car2go 등의 카셰어링 업체와 Uber, Lyft와 같은 라이드 셰어링 업체가 자율주행차 도입과 함께 대중교통보다 저렴하고 효율적인 교통수단을 제공할 수 있음

5) 주차장 및 차량 관련 기반 시설의 변화

- 현재 도시의 상당부분은 주차장, 도로, 주유소 등 차량 관련 기반시설로 이루어져 있음
- 자율주행차의 도입은 이러한 기반시설의 위치 및 규모에 많은 영향을 미칠 것으로 기대되며, 주유소, 세차장 등의 차량 관련 시설도 도심지 내에서 사라질 것으로 예상됨

6) 안전성

- 자율주행차에 대한 낙관론 중 하나는 Level 5의 자율주행차가 운전자의 실수로 기인하는 교통사고를 현저하게 줄일 수 있을 것이라고 예측함

7) 전기차의 보급

- 전기차는 휘발유에 비해 에너지가 지속적이고 친환경 적이며, 배기가스 저감을 통해 삶의 질을 개선할 수 있음
- 자동차 업체들은 미래의 이동성의 기술연결고리는 소형 전기차-카셰어링-자율주행-무선충전으로 갈 것으로 예측하고 있음

□ 자율주행으로 인한 시장의 변화

1) 자율주행과 미래 산업

- 자율주행 차량은 기존의 자동차 산업에 통신, 센서, 카메라, 디스플레이, 각종 전기전자 부품기술 등의 다양한 산업이 집약된 고 부가가치 산업임
- 또한, 미래의 자율주행은 특정요금제를 통하여 다양한 교통수단을 이용할 수 있는 새로운 개념의 교통 시스템과 알고리즘 개발이 필요한 미래의 새로운 먹거리가 될 수 있음

2) 경제적 효과

- 자율주행 전기자동차로 인한 모빌리티의 변화는 새로운 경제적 파급효과와 비즈니스 기회를 창출할 수 있음
 - 이러한 새로운 비즈니스 모델을 TaaS라 하며, 자동차의 소유에 비해 훨씬 저렴한 비용으로 다양한 교통수단을 이용할 수 있음
 - TaaS는 운송 및 석유산업의 전반에 걸쳐 기존의 가치 체인을 파괴하지만, 새로운 비즈니스 기회가 창출되면서 수조 달러의 기회비용을 창출하고 GDP를 성장시킬 것으로 예측됨
 - 결과적으로, TaaS는 새로운 자동차를 구입하는 것 보다 1마일 당 4~10배 가격이 저렴하고 2021년에는 기존의 자동차를 운행하는 것 보다 2~4배 저렴할 것으로 예상됨

3) 환경적 효과

- 환경적 효과는 다음과 같음
 - TaaS는 운송부문의 대기오염과 온실가스를 현저히 감소시키거나 제거함
 - TaaS 교통시스템은 에너지 수요의 80%, 배기가스 배출의 90% 이상을 줄일 수 있음

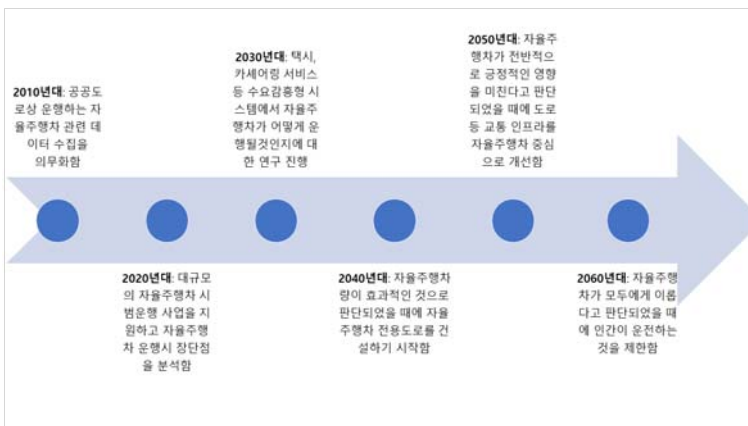
4) 사회적 효과

- 사회적 효과는 다음과 같음
 - 이동성(mobility)을 향상시키고 일터, 교육, 건강관리(특히, 노인 및 장애인과 같이 오늘날 이동성에 제약이 있는 사람들에 대한 접근성을 향상시킬 수 있음
 - TaaS Pool 모델에 따르면 대중교통은 무료로 운행될 수 있고 대중교통과 개인교통의 구분이 없어질 수 있음
 - 대중교통국(Public Transportation Authorities: PTA)의 역할은 교통 자산의 소유 및 관리에서 저렴한 교통수단을 평등하고 보편적 접근이 가능하도록 하기 위해 TaaS 제공 업체를 관리하는 방향으로 변할 것임

■ 정책건의(지자체의 역할)

□ 자율주행 도입 단계에서의 정책 마련 필요

- 자율주행차량의 도입 과정에서 자율주행차량과 일반차량의 혼재 및 기존 교통시스템 내에서의 적응 등 상당한 혼란이 예상됨
 - 현재는 Level 5의 자율주행차량 판매 이전의 단계로써 우선적으로 자율주행차량이 판매되고 공공도로상에서 운행되기 시작했을 때에 나타날 문제점에 대한 대비가 필요함
- 먼저, 각 지자체는 도입단계별 필요한 정책을 세울 필요가 있음
 - 도입 초기의 경우 데이터 수집 등 소프트웨어 관련 투자를 중심으로 하며, 도입 중기에 인프라 등 하드웨어 관련 투자를 시작하고, 자율주행차량의 긍정적 사회적 합의가 있을 때에 이를 강화할 필요가 있음
 - 자율주행차 시범운행을 위한 행정적 지원방안 마련 필요(2020년대)
 - 자율주행차와 카셰어링 등의 공유교통, 택시 등의 기존의 운송업체 등의 관계에 대한 정립 필요(2030년대)
 - 자율주행 차량을 위한 도로건설 및 네트워크 체계 마련(2040년대)
 - 자율주행 차량을 위한 교통인프라 건설 및 기존도로의 활용방안 마련(2050년대)



자율주행차량 도입단계별 정책

□ 자율주행으로 인한 교통패러다임의 이해 필요

- 자율주행차로 인한 도시 내 주요 변화 요소별로 필요한 정책은 다음과 같음
 - 먼저, 차량이 소유에서 서비스로 전환할 때에 관련 시스템이 원활하게 작동할 수 있도록 관련 업체 인허가 등 필요한 규제를 마련해야 함
 - 대전시는 자율주행차의 도입 시 소외받는 계층이 없도록 개입할 필요가 있음. 특히, 자율주행차가 정차할 수 있는 장소, 자율주행차 이용비용 등에 대한 고려가 필요함
 - 또한, 보다 효율적인 주차 시스템을 개발 및 공급하고 기존 주차 시설을 도시에 맞게 재개발할 필요가 있음
 - 자율주행으로 인한 공유교통이 활성화 되면 주거지역의 주차장 기준도 바뀌게 되며, 이에 따라 주차장 분리분양제 등을 통해 주차 공간에 대한 새로운 개념정립이 필요함

□ 대중교통의 역할 재정비 필요

- 교통계획상 대중교통의 역할에 대한 재정비가 필요함
 - Uber 및 Lyft 등의 교통 셰어링 서비스 업체의 시장 점유율이 점차 증가하면서 향후 Zipcar, car2go 등의 카셰어링 업체와 Uber, Lyft와 같은 라이드셰어링 업체가 자율주행차 도입과 함께 대중교통보다 저렴하고 효율적인 교통수단을 제공할 수 있음
 - 따라서, 민관 파트너십을 통해 보다 효율적인 교통수단을 제공하는 등의 방법을 모색할 필요가 있음

□ 모빌리티의 다양화에 대한 새로운 시각 필요

- 공유교통 활성화를 위해 시대적 흐름에 맞추어 기존 제도의 제약을 완화하여 모빌리티를 다양화 할 것인지에 대한 결정이 필요한 시점임
 - 향후 자율주행이 일반화되면 모빌리티 서비스는 공유로 갈 수 밖에

없는 현실에서 현재의 규제는 수정될 필요가 있음

- 공유교통을 활성화 시키고 기존 운송업체의 상생을 위한 방법으로 카풀, Uber 등의 수익금에 대한 세금을 택시 등을 위한 발전기금으로 조성할 필요가 있음

- 다음은 앞에서 언급된 대전시의 역할과 관할부서를 정리한 것임

자율주행 관련 대전시 역할 및 관할부서

분 류		내 용	관할부서
도입 단계	교통 패러다임	제도적 시범사업	교통정책과
		공유교통과 기존 운송업체간 관계 정립	교통정책과, 운송주차과
		운전의 개념 수정	국가
	정책	카풀, 우버, 라이드셰어링 도입	국가, 운송주차과
		관련업체 인허가	대중교통과
		자율주행 차량의 안전에 대한 검증	국가
		모빌리티의 다양화에 대한 제도적 완화	대전시
		공유교통의 수익금을 이용한 택시와의 상생방안 마련	운송주차과
	중간단계	자율주행 차량을 위한 도로건설	건설도로과
네트워크 체계 마련(혼합교통류, 신호 운영)		교통정책과	
주차장 분리분양제 등의 주거지 정비		도시주택과	
완성 단계	건설	완전자율주행을 위한 교통인프라 건설	건설도로과
	정책	기존 도로 및 주차시설 활용방안	운송주차과, 도시재생과
		대중교통을 활성화 할 수 있는 정책 마련	대중교통과

차 례

1장 서론	1
1절. 연구의 배경 및 목적	3
1. 연구의 배경	3
2. 연구의 목적	4
2절. 연구의 범위	5
1. 시간 및 공간적 범위	5
2. 내용적 범위	5
3절. 연구의 방법	6
2장 현황조사 및 분석	7
1절. 일반현황	9
1. 시도별 등록인구 및 면허소지자 수	9
2. 자동차 등록대수 현황	11
3. 통행특성	13
4. 혼잡비용	14
2절. 자동차 시장 현황	15
1. 자동차 산업 현황	15
2. 친환경자동차 산업 현황	17
3절. 고령운전자 현황	20
1. 고령자 인구 현황	20
2. 고령운전자 면허소지 현황	22
3. 고령운전자 사고 현황	23
3장 자율주행 자동차 관련 동향	27

1절. 자율주행 자동차의 개발	29
2절. 자율주행 자동차의 상용화	32
3절. 자율주행 자동차 상용화 예측 관련 선행연구	35
1. Autonomous Vehicle Implementation Predictions	35
2. Effects of Next-Generation Vehicles on Travel Demand and Highway Capacity ·	37
3. Revolution in the Driver's Seat: The Road to Autonomous Vehicles ·	40
4. 자율주행차 상용화 예측 관련 선행연구 결과 비교	42
4장 자율주행의 기대효과 및 도시변화	45
1절. 자율주행 시대	47
1. 4차 산업혁명과 자율주행	47
2. 자율주행 기술동향	48
3. 자율주행 시대의 도시변화	54
2절. 자율주행으로 인한 법률 개정	57
1. 여객자동차 운송사업법 정비	57
2. 자율주행 관련 법제도 정비	61
3절. 자율주행 자동차로 인한 교통 패러다임의 변화	65
1. 차량 소유의 감소	65
2. 모빌리티의 변화(다양한 교통수단의 혼재)	66
3. 형평성 관련 문제	68
4. 대중교통과 역할 재정비	68
5. 주차장 및 차량 관련 기반 시설의 변화	70
6. 안전성 향상	70
7. 전기차의 보급	72
8. 자율주행으로 인한 시장의 변화	74
5장 결론 및 정책제언	85
1절. 결 론	87

2절. 정책제언	95
참고문헌	101

표 차례

[표 2-1] 시도별 등록인구 및 면허소지자 수	9
[표 2-2] 대전시 구별 인구 및 세대수	10
[표 2-3] 자동차 등록대수 현황	11
[표 2-4] 대전시 자치구별 자동차 등록대수(2017년 12월 기준)	12
[표 2-5] 차급별·지역별 자가용승용차 운행률	13
[표 2-6] 대전시 교통수단분담률	13
[표 2-7] 광역시도별 교통혼잡비용	14
[표 2-8] 세계자동차 판매 현황	15
[표 2-9] 국내 자동차 산업 현황	16
[표 2-10] 지역별 전기자동차 보급 현황	18
[표 2-11] 하이브리드자동차 보급 현황	19
[표 2-12] 대전시 전기자동차 보급 현황	19
[표 2-13] 전국 고령인구 현황	20
[표 2-14] 대전시 등록인구 및 65세 이상 고령인구수	21
[표 2-15] 고령운전자 운전면허 소지자 현황	22
[표 2-16] 시도별 고령운전자 교통사고 현황	23
[표 2-17] 65세 이상 고령인구 교통사고 현황	24
[표 3-1] 자율주행차 관련 업체간 협력 및 제휴 현황	29
[표 3-2] 자율주행차 개발 단계별 운영 형태	31
[표 3-3] 자율주행차 상용화 과정	34
[표 3-4] 자동차 관련 신기술 시장 도입 속도 및 시장 점유율	35
[표 3-5] 자율주행차량 도입시기 및 점유율 예측	36
[표 3-6] 자율주행차량 도입시기 및 등록대수 예측	37

[표 3-7] 자율주행차량이 차량운행거리에 미치는 영향	38
[표 3-8] 자율주행차량이 도로용량 및 교통혼잡에 미치는 영향	39
[표 4-1] 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 자율주행기술 발전단계	49
[표 4-2] 독일 BASt의 자율주행기술 발전단계	51
[표 4-3] 부처별 자율주행자동차 관련 역할	53
[표 4-4] 해외 주요국가의 차량 및 승차공유 제도화 사례	60
[표 5-1] 자율주행 관련 대전시 역할 및 관할부서	99

그림 차례

[그림 2-1] 연도별 자동차 등록대수 현황	11
[그림 2-2] 7대광역시 교통혼잡비용 추이(2005~2015년)	14
[그림 2-3] 세계자동차 생산 현황	15
[그림 2-4] 세계자동차 판매 현황	16
[그림 2-5] 국내 자동차 산업 현황	16
[그림 2-6] 국가별 전기자동차(BEV·PHEV) 보급 현황(2010~2016년)	17
[그림 2-7] 하이브리드 보급 현황(~2016년)	19
[그림 2-8] 대전시 등록인구 및 65세 이상 고령인구	21
[그림 2-9] 고령운전자 운전면허 소지 현황	22
[그림 2-10] 대전시 고령운전자 교통사고 발생 추이	25
[그림 3-1] 자율주행차 점유율(좌) 및 시장규모(우) 전망	33
[그림 3-2] 자율주행차량 판매, 운행, 및 등록대수 예측 결과	36
[그림 3-3] 자율주행차량 시장침투율 분석 결과	40
[그림 3-4] 시나리오별 자율주행차량 시장 침투율 예측 결과	41
[그림 3-5] 자율주행차량 시장점유율 예측 비교	42
[그림 3-6] 자동차등록대수 중 자율주행차량이 차지하는 비율 예측 비교	43
[그림 4-1] 자율주행 단계별 특징	50
[그림 4-2] 독일 자율주행 미니버스	52
[그림 4-3] 스마트시티 개념도	54
[그림 4-4] CTS의 개념도	67
[그림 4-5] 뉴욕시 택시, Uber 및 Lyft 1일 승객수 비교	69
[그림 4-6] 카셰어링 자동차와 충전소	73

[그림 4-7] 전기 버스 무선 충전	73
[그림 4-8] 미국 중심의 기술개발 협력	75
[그림 4-9] 소비자 선택에 따른 운송비용의 비교	79
[그림 4-10] TaaS의 도입 속도	82
[그림 5-1] 자율주행차량 도입단계별 정책	96

서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위
3. 연구의 방법

1장

1장 : 서 론

1장 서론

1절. 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

- 지난 100년간 자동차의 등장은 우리의 도시공간구조를 새롭게 바꾸어 놓았음
- 최근 자율주행 자동차의 연구가 활성화 되면서 약 20년 이후 자율주행 자동차는 또 다른 교통패러다임을 만들고 도시공간구조를 새롭게 재편성할 것으로 예상됨
 - 자율주행 자동차는 주변의 사물과 차량간 통신을 통해 일정하게 거리와 속도를 유지하며 주행을 하는 것을 의미하는 것으로 특히, 전기차를 기반으로 하는 친환경 자율주행 자동차(self-driving, autonomous driving)는 기존의 인간의 운전으로 인한 많은 부작용(안전, 혼잡, 공간 문제 등)을 제거하고 내연기관 자동차로 인한 환경문제를 해결할 수 있는 새로운 교통수단이 될 것으로 예상됨
- 자율주행 자동차는 교통부문에서 다양한 순기능을 가지고 있음
 - 자율주행 자동차는 차간간격(headway)을 줄이고 속도를 일정하게 유지하여 도로용량을 높일 수 있으며, 통행속도가 빨라질 것으로 예측됨
 - 늘어나는 도로용량으로 인하여 기존의 도로 공간은 좀 더 보행자와 교통약자를 위한 공간으로 바뀌고 자동차를 위한 도로는 줄어들게 됨
 - 또한, 스스로 주차장에 대한 정보와 위치를 파악하고 주차를 하기 때문에 주차에 대한 문제를 해결할 수 있음
 - 공유를 통하여 자동차는 현재보다 상당히 높은 운행률을 가지게 되고 자동차 등록대수는 획기적으로 줄어들게 됨

- 운전자의 실수로 인한 교통사고도 90%이상 감소시킬 수 있음
- 현재 국내·외적으로 자율주행 관련연구는 자율주행 자동차의 성능과 기술 등에 대하여 상당히 집중되고 있으나 자율주행 차량의 사회적 파급효과와 새롭게 변화될 도시공간구조에 대한 연구는 미진한 상태임
- 대부분의 연구는 자율주행 자동차의 성능개선, 다양한 교통수단이 혼합된 교통체계에서의 안전문제를 주로 다루고 있으나 그에 따른 도시구조의 변화에 대한 연구는 아직 미진한 상태임
- 4차 산업혁명특별시로서의 자리매김과 다가오는 자율주행 자동차 시대를 선도하기 위해서는 미래 자율주행 자동차 도입 및 확산에 대한 적절한 관리방안을 세울 필요가 있으며, 그에 따른 교통 및 도시구조의 변화를 미리 인지하고 대응할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있음

2. 연구의 목적

- 자율주행이 우리의 생활에 편리하고 좀 더 안전한 생활을 영위할 수 있는 장점이 있는 것은 사실이나 완전한 조건을 갖춘 자율주행 자동차가 우리 생활에 자리를 잡기까지 아직 해결해야 할 난제가 많음
 - 자율주행에 대한 법적, 제도적 문제
 - 자율주행으로 인한 사고에 대한 도덕적 문제
 - 날씨, 온도, 센서, 카메라 등의 성능에 대한 기술적 문제 등에 대한 기술개발
- 그러나 멀지 않은 미래의 도시구조 및 교통의 패러다임은 변화가 확실시 되는 만큼 자율주행 자동차 확산에 따른 정책적 대비를 할 필요가 있음
 - 자율주행 시대에 대비한 교통정책 방향을 선도적으로 세울 필요가 있음
- 본 연구는 교통 및 도시구조의 변화에 따라 파생될 수 있는 다양한 이슈에 대한 검토와 대응방안을 마련하기 위한 목적을 가지고 있음

2절. 연구의 범위

1. 시간 및 공간적 범위

1) 시간적 범위

- 시간적 범위는 당해연도를 기준으로 하였으며, 장래 자율주행시대의 도시변화를 검토하고 이에 대한 정책적 대처 방안에 대해 알아봄

2) 공간적 범위

- 공간적 범위는 대전시 전체로 설정함
 - 미래 자율주행 자동차 도입 및 확산에 대한 도시구조의 개편 방안을 마련할 필요가 있음

2. 내용적 범위

- 국내·외 자율주행차 연구 동향을 파악하여 자율주행 자동차 도입 전망 분석
- 자율주행 자동차 운영에 따른 변화
 - 법 제도의 정비
 - 교통패러다임의 변화(자동차 소유, 모빌리티, 형평성, 대중교통, 주차장 등)
 - 교통패러다임 변화에 의한 효과(산업, 경제, 사회 등)
- 대전시의 정책적 대처 방안
 - 자율주행 자동차로 인해 변화되는 도시 및 교통환경에 대한 정책방향 제시

3절. 연구의 방법

- 국내·외 자율주행 자동차 운영 사례를 분석함
- 자율주행 자동차의 운영을 위한 법 제도 검토
- 자율주행 자동차를 통한 도시 및 교통환경 변화 분석
- 도시 및 교통환경 변화에 따른 대응방안 마련
- 자율주행시대에 맞는 대전시의 정책방안 제시

현황조사 및 분석

1. 일반현황
2. 자동차 시장 현황
3. 고령운전자 현황

2장

2장 : 현황조사 및 분석

2장 현황조사 및 분석

1절. 일반현황

1. 시도별 등록인구 및 면허소지자 수

○ 2016년 대전시 등록인구는 1,531,405명으로 남녀 비율은 거의 동일하나, 면허소지자 수는 917,280명으로 남성(57.5%)이 여성(42.5%)보다 높음

[표 2-1] 시도별 등록인구 및 면허소지자 수

		등록인구	면허 소지자수	비율
서울	계	10,204,057	6,056,722	100.0%
	남	5,007,379	3,504,413	57.9%
	여	5,196,678	2,552,309	42.1%
부산	계	3,540,369	1,966,979	100.0%
	남	1,749,502	1,181,851	60.1%
	여	1,790,867	785,128	39.9%
대구	계	2,511,050	1,544,705	100.0%
	남	1,249,381	885,394	57.3%
	여	1,261,669	659,311	42.7%
인천	계	3,002,172	1,756,657	100.0%
	남	1,512,065	1,041,935	59.3%
	여	1,490,107	714,722	40.7%
광주	계	1,489,134	891,724	100.0%
	남	738,825	504,420	56.6%
	여	750,309	387,304	43.4%
대전	계	1,531,405	917,280	100.0%
	남	764,812	527,050	57.5%
	여	766,593	390,230	42.5%
울산	계	1,195,761	748,703	100.0%
	남	618,071	438,357	58.5%
	여	577,690	310,346	41.5%

출처: taas.koroad.or.kr

- 2016년 기준 대전시의 인구를 구별로 살펴보면, 서구(494,379명)에 가장 많은 인구가 거주하고 있는 것으로 나타났으며, 세대당 인구수는 유성구(2.64명)가 가장 높게 나타남
- 대덕구의 경우 대전시에서 가장 적은 인구가 거주하고 있으나 그에 비해 세대당 인구수(2.54명)는 유성구와 서구에 이어 세 번째로 높게 나타남

[표 2-2] 대전시 구별 인구 및 세대수

(단위: 명, 세대, 명)

구분	인구(명)			세대수	세대당 인구수
	계	남자	여자		
동구	238,833	120,442	118,391	100,398	2.38
중구	254,052	125,930	128,122	103,681	2.45
서구	494,379	243,356	251,023	192,834	2.56
유성구	349,107	176,044	173,063	132,464	2.64
대덕구	195,034	99,040	95,994	76,760	2.54
합계	1,531,405	764,812	766,593	606,137	2.53

출처: 제56회 대전통계연보 2017

2. 자동차 등록대수 현황

- 국내 자동차 등록대수는 2007년 1,643만대에서 2016년 2,180만대로 꾸준히 증가하고 있음
- 전년대비 자동차 증가대수 및 증감비는 2012년 이후 지속적으로 증가하였으나 2016년에는 813천대로 3.9% 증가하는데 그쳐 전년 증감비(4.3%) 대비 0.4% 감소함

[표 2-3] 자동차 등록대수 현황

(단위: 만대, 천대, %)

	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
등록대수	1,643	1,679	1,733	1,794	1,844	1,887	1,940	2,012	2,099	2,180
전년대비 증가대수	533	366	531	616	496	433	530	717	871	813
전년대비 증감비	3.4	2.2	3.2	3.6	2.8	2.3	2.8	3.7	4.3	3.9

출처: 국토교통부(시도별 자료)



[그림 2-1] 연도별 자동차 등록대수 현황

출처: 국토교통부(시도별 자료)

○ 대전시에 등록된 자동차 대수는 총 659,619대이며, 서구가 가장 많은 등록대수를 기록하고 있음(206,701대)

- 전체적으로 전년(2016년) 동월 대비 11,535대(1.78%)가 증가함

[표 2-4] 대전시 자치구별 자동차 등록대수(2017년 12월 기준)

구 별	차종별	총 계	승용차	승 합	화 물	특 수
총 계	총 계	659,619	547,882	22,716	86,777	2,244
	관 용	1,839	638	529	600	72
	자가용	629,354	533,277	19,930	75,493	654
동 구	영업용	28,426	13,967	2,257	10,684	1,518
	소 계	91,232	71,953	3,746	15,166	367
	관 용	231	71	62	87	11
중 구	자가용	86,856	69,490	3,339	13,858	169
	영업용	4,145	2,392	345	1,221	187
	소 계	102,164	82,427	4,262	15,130	345
서 구	관 용	232	92	49	82	9
	자가용	96,190	79,317	3,633	13,172	68
	영업용	5,742	3,018	580	1,876	268
유성구	소 계	206,701	177,441	6,467	22,265	528
	관 용	789	280	283	198	28
	자가용	198,697	172,395	5,771	20,393	138
대덕구	영업용	7,215	4,766	413	1,674	362
	소 계	167,833	146,650	4,613	16,100	470
	관 용	375	129	96	138	12
유성구	자가용	162,679	144,471	4,139	13,898	171
	영업용	4,779	2,050	378	2,064	287
	소 계	91,689	69,411	3,628	18,116	534
대덕구	관 용	212	66	39	95	12
	자가용	84,932	67,604	3,048	14,172	108
	영업용	6,545	1,741	541	3,849	414

출처: <http://www.daejeon.go.kr>

3. 통행특성

○ 대전시의 자가용승용차 운행률은 광주(94.0%)와 부산(90.2%) 다음으로 높은 84.6%를 보이고 있음

[표 2-5] 차급별·지역별 자가용승용차 운행률

(단위: 대, %)

구 분	대수	평일			주말			1주간		
		운행합	운행 안합	운행률	운행합	운행 안합	운행률	운행합	운행 안합	운행률
전국	2,497	1,929	568	77.3	1,260	1,237	50.5	2,098	399	84.0
서울	238	154	84	64.7	88	150	37.0	178	60	74.8
부산	174	145	29	83.3	93	81	53.4	157	17	90.2
대구	157	114	43	72.6	52	105	33.1	118	39	75.2
인천	144	95	49	66.0	54	90	37.5	112	32	77.8
광주	134	122	12	91.0	69	65	51.5	126	8	94.0
대전	162	130	32	80.2	96	66	59.3	137	25	84.6
울산	149	85	64	57.0	66	83	44.3	98	51	65.8

출처: 한국교통연구원(2015), 2015년 국가교통조사 및 DB구축사업 교통수단 이용실태조사

○ 대전시 승용차의 평균 교통수단분담률은 60.13%로 타 교통수단에 비해 가장 높으며, 이는 전국의 57.68% 보다 약 2.5% 높은 수치임

[표 2-6] 대전시 교통수단분담률

(단위: %)

구분	승용/ 승합	버 스				철 도			택시	기타
		시내/ 마을	시외/ 고속	기타	소계	도시 철도	일반 철도	소계		
평일	58.42	15.77	0.72	10.04	26.53	2.15	0.36	2.51	4.48	8.07
주말	62.94	14.12	0.88	7.05	22.05	1.76	0.59	2.35	2.06	10.59
1주간	60.13	15.14	0.78	8.91	24.83	2.00	0.45	2.45	3.56	9.03

출처: 한국교통연구원(2015), 2015년 국가교통조사 및 DB구축사업 교통수단 이용실태조사

4. 혼잡비용

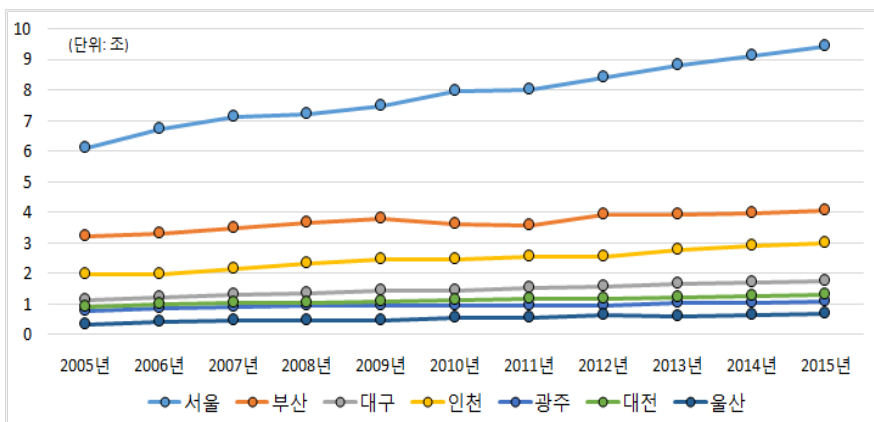
- 최근 10년간(2005~2015년) 대전시의 교통혼잡비용은 2005년 약 8천 9백억원에서 2015년 약 1조 2천억원으로 연평균 3.74% 증가함

[표 2-7] 광역시도별 교통혼잡비용

(단위: 억원, %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	연평균 증가율
서울	61,014	67,355	71,037	72,315	74,584	79,542	80,147	84,144	88,000	91,177	94,353	4.46
부산	32,167	32,897	34,803	36,496	37,920	36,226	35,720	39,041	39,146	39,882	40,618	2.36
대구	11,396	12,012	13,166	13,371	14,203	14,543	15,284	15,555	16,456	17,069	17,681	4.49
인천	19,735	19,702	21,618	23,487	24,489	24,624	25,279	25,375	27,846	28,951	30,057	4.30
광주	7,883	8,414	9,205	9,473	9,506	9,316	9,634	9,655	10,179	10,408	10,637	3.04
대전	8,918	9,739	10,383	10,505	10,872	11,089	11,861	11,901	12,220	12,544	12,869	3.74
울산	3,346	4,292	4,672	4,569	4,838	5,390	5,626	6,178	6,170	6,442	6,714	7.21
계	144,459	154,412	164,885	170,217	176,412	180,729	183,550	191,850	200,018	206,473	212,929	3.96

출처 : 한국교통연구원

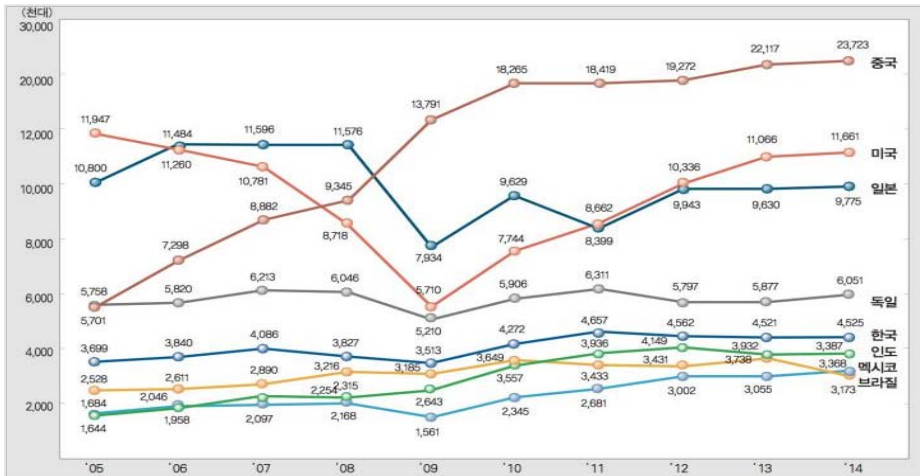


[그림 2-2] 7대광역시 교통혼잡비용 추이(2005~2015년)

2절. 자동차 시장 현황

1. 자동차 산업 현황

- 전 세계적으로 살펴봤을 때, 중국은 2005년 약 570만대에서 2014년 약 2,300만대를 생산하여 약 3배 이상 증가하였으며, 국제적으로도 가장 많은 자동차를 생산하고 있음
- 우리나라는 세계 5위의 생산량을 기록하고 있음



[그림 2-3] 세계자동차 생산 현황

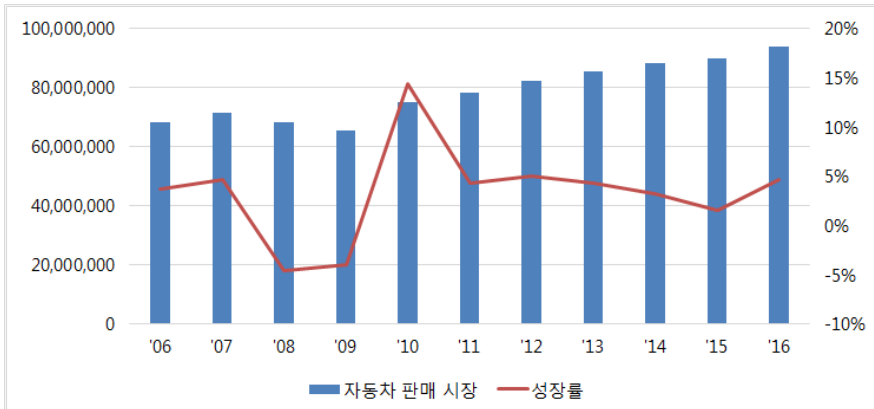
출처: OICA(2016), World Motor Vehicle Sales
 국토교통부(2017), 제2차 자동차정책기본계획에서 재인용

- 세계 자동차 판매량은 약 9,000만대이며, 연평균 3.2%의 성장률을 보임

[표 2-8] 세계자동차 판매 현황

(단위: 만대, %)

년도	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
자동차 판매시장	6,835	7,156	6,831	6,556	7,500	7,816	8,212	8,559	8,833	8,971	9,391
성장률	3.7%	4.7%	-4.5%	-4.0%	14.3%	4.3%	5.1%	4.2%	3.2%	1.6%	4.7%

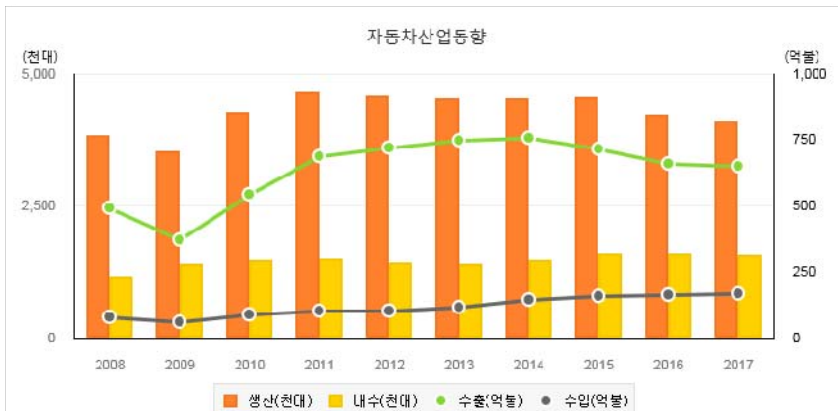


[그림 2-4] 세계자동차 판매 현황

○ 국내에서는 2017년 기준 약 410만대를 생산하고 있으며, 2015년 약 450만대 이후 생산량이 감소하고 있음

[표 2-9] 국내 자동차 산업 현황

년도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
생산(천대)	3,827	3,513	4,272	4,657	4,562	4,521	4,524	4,556	4,229	4,115
내수(천대)	1,154	1,394	1,465	1,475	1,411	1,383	1,463	1,589	1,600	1,560
수출(억불)	489.0	371.0	544.0	684.0	718.0	747.0	756.0	713.0	657.0	648.0
수입(억불)	76.4	58.7	84.9	101.1	101.6	112.2	140.0	155.0	160.0	165.0



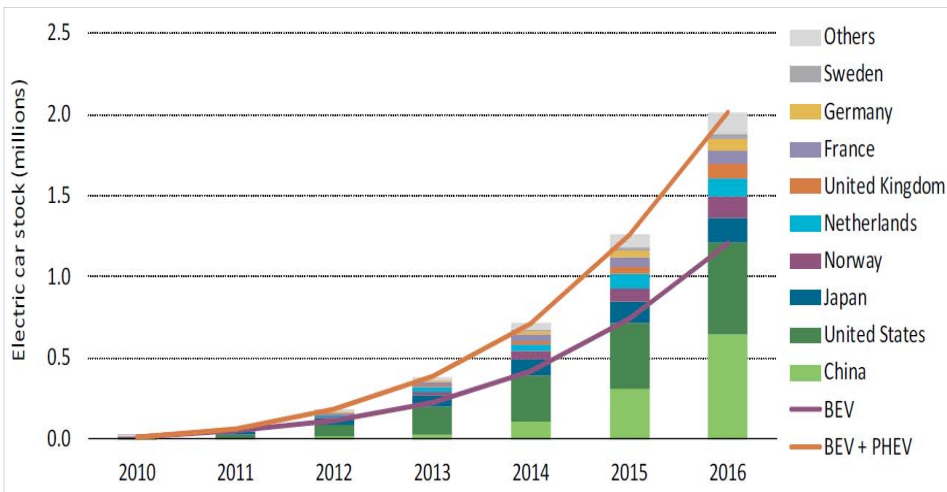
[그림 2-5] 국내 자동차 산업 현황

출처: 국토교통부

2. 친환경자동차 산업 현황

1) 세계 친환경자동차 보급 현황

- 최근 온실가스 감축에 대한 국제적 관심이 높아짐에 따라, 각 나라에서는 친환경자동차인 전기자동차의 보급량이 증가함
 - 세계적으로 전기자동차의 보급대수는 2016년 기준 약 2백만대에 달하는 것으로 나타남
 - 중국과 미국의 전기자동차 보급량이 가장 많음



[그림 2-6] 국가별 전기자동차(BEV·PHEV) 보급 현황(2010~2016년)

출처: IEA(2017), Global EV outlook 2017

2) 국내 친환경자동차 보급 현황

- 국내에서는 2011년부터 338대의 전기자동차가 보급되기 시작하였으며, 2016년에는 5,914대가 보급되었음
 - 제주, 서울, 전남에서 전기자동차의 보급량이 높게 나타남

- 대전시는 2011년부터 2016년까지 총 67대의 전기자동차를 보급하였으며, 2016년부터 보급량이 크게 증가하였음

[표 2-10] 지역별 전기자동차 보급 현황

(단위: 대)

구분	총계	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
계	11,767	338	753	780	1,075	2,907	5,914
서울	1,807	73	285	330	212	452	455
부산	328	8	10	3	84	106	117
대구	322	7	5	4	5	92	209
인천	118	11	23	15	10	8	51
광주	247	1	3	62	52	75	54
대전	67	4	6	6	2	7	42
울산	97	7	2	3	5	34	46
세종	22	0	2	2	3	1	14
경기	508	35	74	31	58	84	226
강원	139	9	10	6	21	36	57
충북	42	5	6	6	3	8	14
충남	156	8	59	33	22	10	24
전북	39	1	9	3	4	10	12
전남	1,005	50	40	22	50	209	634
경북	277	15	40	32	28	37	125
경남	513	58	35	62	107	123	128
제주	6,080	46	144	160	409	1,615	3,706

출처 : 환경부 전기차 충전소 홈페이지(<http://www.ev.or.kr>)

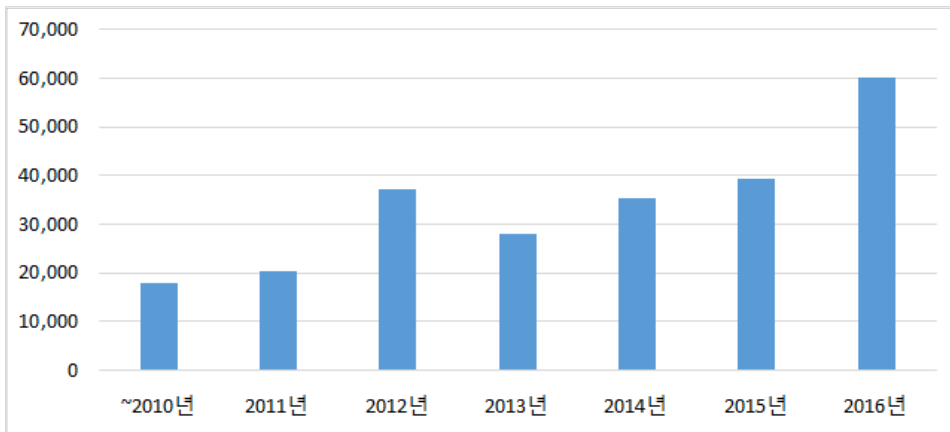
- 전국에 보급된 하이브리드자동차의 보급량은 2013년에 전년 대비 약 1만대 감소하였으나, 이후 계속적으로 증가하여 2016년에는 전년대비 약 52% 증가함

[표 2-11] 하이브리드자동차 보급 현황

(단위: 대)

	~2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
하이브리드차	17,822	20,271	37,030	28,092	35,383	39,383	60,201

출처 : 환경부



[그림 2-7] 하이브리드 보급 현황(~2016년)

3) 대전시 친환경자동차 보급 현황

- 대전시는 2011년부터 2017년까지 총 267대의 전기자동차가 보급됨
 - 2011년부터 2015년까지는 공공기관 시범사업으로 12대의 전기자동차가 보급되었음
 - 2018년에는 1,000대 보급을 목표로 하고 있음

[표 2-12] 대전시 전기자동차 보급 현황

(단위: 대)

년도	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년 (예정)
도입대수	2	6	4	-	-	42	213	1,000

3절. 고령운전자 현황

1. 고령자 인구 현황

- 전국의 65세 이상 고령인구 추이를 살펴보면, 전체적으로 매년 증가하고 있는 것으로 나타남
 - 서울, 부산, 대구, 대전의 경우 전체 인구대비 65세 이상의 인구가 증가하는 것으로 나타나 고령화가 진행 중임을 알 수 있음

[표 2-13] 전국 고령인구 현황

(단위: 만명)

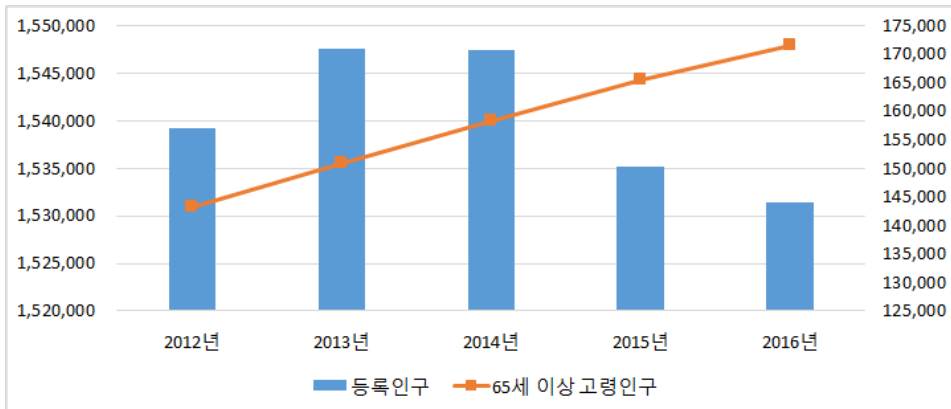
	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년	
	전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상
서울	1,020	111	1,014	116	1,010	122	1,002	126	993	130
부산	354	44	353	47	352	49	351	51	350	54
대구	251	27	250	29	249	30	249	32	248	33
인천	284	27	288	28	290	30	293	31	294	32
광주	147	14	147	15	148	16	147	17	147	17
대전	152	14	153	15	153	16	152	17	151	17
울산	115	9	116	9	117	10	117	10	117	11

- 최근 5년간(2012년~2016년) 대전시의 65세 이상 고령인구는 2012년 143,150명에서 2016년 171,568명으로 약 20% 증가함
 - 대전시 전체인구는 감소하는 반면 65세 이상 고령인구는 증가하고 있어 대전시도 고령화가 진행 중임을 알 수 있음

[표 2-14] 대전시 등록인구 및 65세 이상 고령인구수

	등록인구	65세 이상 고령인구	비율
2012년	1,539,154	143,150	12.7%
2013년	1,547,609	150,834	15.1%
2014년	1,547,467	158,329	13.1%
2015년	1,535,191	165,528	10.8%
2016년	1,531,405	171,568	11.6%

출처: 제56회 대전통계연보 2017



[그림 2-8] 대전시 등록인구 및 65세 이상 고령인구

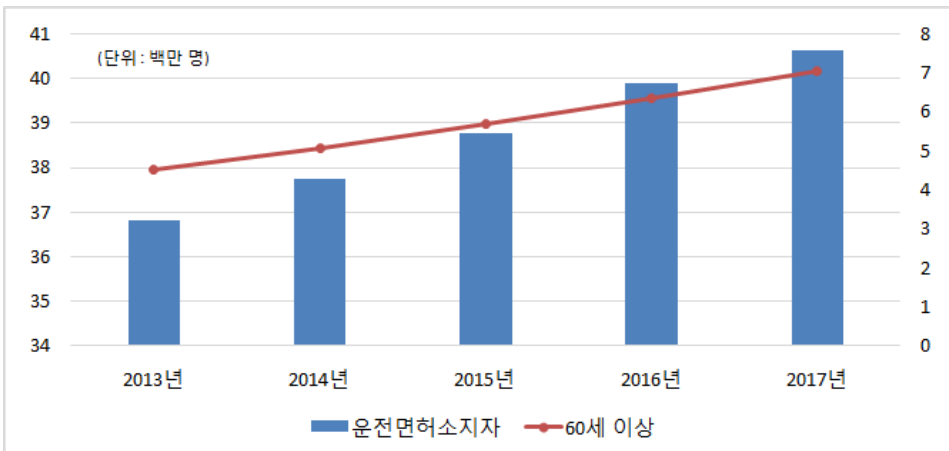
2. 고령운전자 면허소지 현황

- 전국 60세 이상 고령운전자의 운전면허 소지 현황을 살펴보면, 2013년 4,538,259명에서 2017년 7,058,261명으로 55%가 증가하였으며, 연평균 11.7% 증가한 것으로 나타남

[표 2-15] 고령운전자 운전면허 소지자 현황

(단위: 명, %)

	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
운전면허 소지자	36,831,375	37,761,318	38,771,300	39,909,519	40,625,206
60세 이상	4,538,259	5,066,933	5,711,713	6,342,359	7,058,261
비율	12.3%	13.4%	14.7%	15.9%	17.4%



[그림 2-9] 고령운전자 운전면허 소지 현황

3. 고령운전자 사고 현황

○ 고령운전자의 교통사고는 매년 평균적으로 13%씩 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 특히 대전에서는 27%의 증가율을 나타내고 있음

[표 2-16] 시도별 고령운전자 교통사고 현황

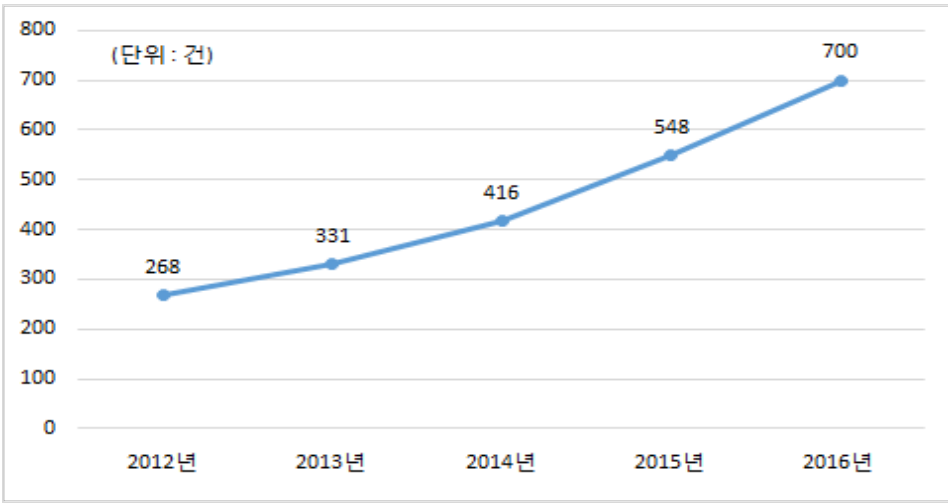
발생년도	2012		2013		2014		2015		2016		
	전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상	
서울	발생건수	40,829	2,939	39,439	2,939	40,792	3,886	41,665	4,158	40,039	4,548
	사망자수	424	43	378	43	400	55	376	62	348	50
	부상자수	58,583	3,976	56,761	3,976	57,345	5,409	58,656	5,631	55,669	6,311
부산	발생건수	14,733	911	12,606	911	12,693	1,069	12,757	1,224	12,192	1,324
	사망자수	229	27	213	27	168	27	178	26	159	24
	부상자수	21,202	1,284	17,542	1,284	18,030	1,482	17,884	1,736	16,738	1,810
대구	발생건수	14,422	950	13,680	950	14,519	1,254	14,228	1,390	13,098	1,443
	사망자수	208	30	165	30	185	19	161	25	164	22
	부상자수	20,931	1,328	19,713	1,328	20,814	1,687	20,433	1,929	18,779	2,006
인천	발생건수	9,757	385	8,990	385	8,846	509	8,727	643	8,535	668
	사망자수	201	23	157	23	149	13	136	14	144	16
	부상자수	14,754	546	13,594	546	13,420	717	13,124	939	12,635	984
광주	발생건수	8,600	501	8,036	501	8,194	635	7,864	644	7,354	694
	사망자수	114	7	111	7	101	10	97	15	85	12
	부상자수	13,886	787	13,089	787	13,289	1,004	12,596	1,003	11,966	1,059
대전	발생건수	5,631	268	5,462	268	5,899	416	6,901	548	7,535	700
	사망자수	123	20	92	20	100	12	97	11	99	22
	부상자수	8,612	385	8,234	385	8,893	613	10,413	836	11,315	1,099
울산	발생건수	4,950	206	5,022	206	5,180	320	5,368	380	4,496	356
	사망자수	111	11	128	11	108	10	94	15	81	7
	부상자수	7,483	287	7,305	287	7,587	476	7,943	561	6,740	519

○ 대전시의 65세 이상 고령운전자의 사고발생건수는 2012년 268명에서 2016년 700명으로 약 160% 증가함

[표 2-17] 65세 이상 고령인구 교통사고 현황

(단위 : 건, 명)

		2012년		2013년		2014년		2015년		2016년	
		전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상	전체	65세 이상
대전	발생건수	5,631	268	5,462	331	5,899	416	6,901	548	7,535	700
	사망자수	123	20	92	10	100	12	97	11	99	22
	부상자수	8,612	385	8,234	541	8,893	613	10,413	836	11,315	1,099
동구	발생건수	1,058	68	1,140	100	990	88	1,194	127	1,079	117
	사망자수	33	8	16	3	16	2	22	6	19	5
	부상자수	1,531	89	1,682	165	1,462	113	1,694	178	1,577	175
중구	발생건수	1,085	62	1,013	68	1,211	113	1,217	111	1,313	159
	사망자수	19	3	20	3	17	4	14	3	12	3
	부상자수	1,635	83	1,529	94	1,763	159	1,867	175	1,949	244
서구	발생건수	1,820	75	1,695	79	1,904	117	2,265	145	2,303	173
	사망자수	28	6	19	1	32	2	23	0	17	1
	부상자수	2,902	114	2,598	148	2,874	183	3,464	237	3,441	269
유성구	발생건수	852	31	906	43	1,121	63	1,449	97	1,815	156
	사망자수	29	1	23	2	15	3	23	1	21	4
	부상자수	1,376	56	1,426	68	1,799	99	2,268	151	2,922	251
대덕구	발생건수	816	32	708	41	673	35	776	68	1,025	95
	사망자수	14	2	14	1	20	1	15	1	30	9
	부상자수	1,168	43	999	66	995	59	1,120	95	1,426	160



[그림 2-10] 대전시 고령운전자 교통사고 발생 추이

자율주행 자동차 관련 동향

1. 자율주행 자동차의 개발
2. 자율주행 자동차의 상용화
3. 자율주행 자동차 상용화 예측 관련 선행연구

3장

————— 3장 : 자율주행 자동차 관련 동향 —————

3장 자율주행 자동차 관련 동향

1절. 자율주행 자동차의 개발

- 자율주행 기술 개발의 시작은 특정하기 어려우나 1980년대 독일 엔지니어에 의해 메르세데스 차량에 비디오카메라와 관련 프로세서를 설치하여 도로 경계선을 따라 차량이 주행할 수 있도록 한 기술에서 시작되었다고 볼 수 있음¹⁾
 - 2008년 구글(Google)에서 본격적으로 자율주행차를 개발하기 시작하였으며, 현재 다양한 기업에서 자율주행차를 개발하고 있음
 - 자율주행차의 상용화는 빠르면 2020년 혹은 가까운 미래에 가능할 것으로 예상됨
- 2015년 정부에서 ‘자율주행차 상용화 지원 방안’이 발표됨에 따라 자동차 제조업체와 IT업체들간의 협력과 제휴가 활발해지고 있는 상황임

[표 3-1] 자율주행차 관련 업체간 협력 및 제휴 현황

(자동차업체 <=> ICT업체)		주요내용
BMW	Intel, Mobileye	2021년 완전 자율주행차 개발을 목표로 협력관계 체결 (2016.7) 2017년 하반기, 미국과 유럽에서 시험차량 40여대 시범운용 계획
	Baidu	3년간 파트너십을 맺고(2014.9), 자율주행차 개발에 협력, 최근 종료 중국 베이징에서 BMW 3시리즈로 자율주행 테스트 진행 (2015.12)
Toyota	NTT	자율주행차용 5G 기술개발을 위한 전략적 제휴 발표(2017.3) 커넥티드카, 빅데이터, 인공지능 등 자율주행 기술 공동개발 계획
	MS	자율주행차 개발을 위한 합작회사(Toyota Connected) 설립 (2016.4) 합작회사는 자동차 빅데이터를 분석하고, 이를 자율주행차 개발에 활용

1) http://orfe.princeton.edu/~alaink/Papers/FP_NextGenVehicleWhitePaper012414.pdf

<표 계속>

Fiat Chrysler	Waymo	자율주행 하이브리드 미니밴 100대 제작하기로 제휴(2016.5)
		최근 자율주행 미니밴 '퍼시피카'의 시험운행 시작
	Audi Nvidia	2020년까지 AI 기반 자율주행차 상용화를 위해 협력 (2017.1)
		자율주행차용 AI 플랫폼인 Nvidia의 DRIVE PX를 활용할 계획
Renault Nissan	Dena	DeNA(일본 인터넷기업)와 자율주행차를 활용한 신규 교통 서비스 플랫폼 개발과 관련한 제휴 체결(2017.1)
	MS	MS의 Azure 기반 자율주행 플랫폼 개발을 위한 전략적 제휴 (2016.9)
NextEV	Mobileye, Nvidia, NXP	완전 자율주행차 개발을 위해 Mobileye, Nvidia, NXP 등과 협력발표
		2020년 미국 시장에 자율주행 NIO 전기차를 선보일 예정
BAIC Motor	Baidu	자율주행차 기술개발 협력 발표(2017.1)
		2017년 말 레벨3 자율주행차 시험운행 예정
(자동차업체 <=> 자동차부품업체)		주요내용
Volvo	Autoliv	자율주행 기술개발을 위한 합작회사(Zenuity) 설립 최종합의 (2017.1)
		Zenuity는 2017년 4월부터 자율주행 소프트웨어 시스템 개발을 시작
Daimler	Bosch	2020년을 목표로 자율주행차 서비스를 위한 협력 체결 발표 (2017.4)
		2020년대 초에 차량호출과 자율주행을 결합한 로봇택시를 공동개발
(ICT업체 <=> ICT업체)		주요내용
Tencent	Foxconn	자율주행차 개발을 위한 퓨처 모빌리티 공동설립
Softbank	Huawei	5G 기반 자율주행차와 교통인프라 간 통신시스템 공동개발 합의(2016.12)

출처 : 정보통신기술진흥센터, 유진투자증권

유진투자증권(2017), 신정부출범과 4차산업혁명 - 자율주행차에서 재인용

○ 자율주행차의 도입으로 인한 도시구조의 변화는 불가피할 것으로 예상됨

- 특히, 자율주행차의 개발 정도에 따라 도시에 미치는 영향도 상이할 것으로 기대됨

- 전미 고속도로 교통안전 위원회(National Highway Traffic Safety Administration)에 따르면 자율주행차의 개발은 단계적으로 이루어질 것으로 기대됨([표 3-2] 참조)

[표 3-2] 자율주행차 개발 단계별 운영 형태

단 계	운영 형태
Level 1 Function-specific Automation	특정 기능의 자동화 단계로 크루즈 컨트롤, 레인 가이던스 기능 및 평행주차 기능 등이 자동화되는 단계임. 본 단계에서는 운전자가 차량통제의 모든 권한을 갖고 있음
Level 2 Combined Function Automation	보다 다양하고 결합된 형태의 기능들이 자동화되는 단계로 환경 적응형 크루즈 컨트롤과 함께 레인 센터링 기능이 가능함. 운전자가 차량통제에 관한 대부분의 권한을 갖으나 특정 상황에서는 운전자가 통제하지 않을 수 있음. 예를 들어, 운전자가 핸들 및 페달을 조종하지 않음
Level 3 Limited Self-Driving Automation	특정 상황에서 운전자가 모든 주요한 차량통제 기능을 차량에게 양도하는 단계임. 차량이 차량통제 권한을 운전자에게 전환해야할 상황을 감시함
Level 4 Self-Driving Under Specified Conditions	특정 상황에서 차량이 모든 차량통제 기능을 수행함
Level 5 Full Self-Driving Automation	도로유형, 속도, 환경적 상황과 관계없이 차량이 모든 차량통제 기능을 수행함

출처: National Highway Traffic Safety Administration(2013), Preliminary statement of policy concerning automated vehicles. (www.nhtsa.gov)

2절. 자율주행 자동차의 상용화

- 자율주행차의 도입 시기에 대한 예상은 상이하나, 대부분 2025년 이전에 Level 5의 자율주행차가 운행 가능할 것으로 예상하고 있음
 - 2016년 8월부터 Uber는 미국 피츠버그시에서 운전자를 동반한 상태에서 자율주행차량 시범운행을 실시하고 있음. 이러한 Robo-Uber는 현재 무료로 제공되고 있으며, 2017년 기준 시민들에게 약 50,000번 이상의 라이드를 제공하였음²⁾
 - 이외에도 Waymo의 경우 미국 아리조나에서 자율주행차량을 시범운행하고 있으며, Lyft, Nuro, Volvo 등의 다양한 회사에서 자율주행차량에 관한 실험을 진행하고 있음³⁾
 - BMW, GM, Ford, Volkswagen, Tesla 등 주요 자동차제조업체에서는 2020년 혹은 2021년에 자율주행차량의 판매를 시작하는 것을 목표로 하고 있음⁴⁾
 - 현재 자율주행차량 기술의 맹점은 눈 내리는 환경 등 특정 기상상황에서의 자율주행이 자유롭지 못한 점이며, 이를 극복하기 위해 많은 개발업체들이 노력하고 있음⁵⁾

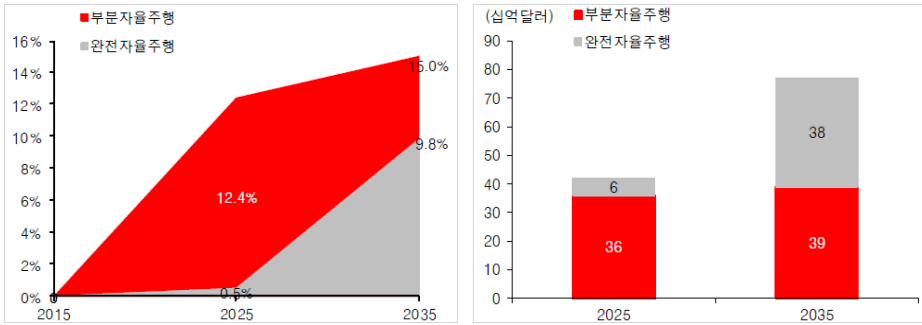
- 유진투자증권(2017)에 의하면 전 세계적으로 2025년부터 완전자율주행차량의 급격한 판매성장이 이루어질 것으로 예측하고 있으며, 이때를 실질적인 자율주행차량 시대의 시작이라고 보고 있음

2) <https://www.wired.com/story/uber-self-driving-cars-pittsburgh/> 비디오 참조

3) <https://www.wired.com/story/uber-self-driving-cars-pittsburgh/>

4) <https://www.arcadis.com/media/8/F/B/%7B8FB269B4-62DE-4184-A46F-4E7E638FD710%7DDriverless%20Future%20report%20for%20press.pdf>

5) <http://news.joins.com/article/22229199>



[그림 3-1] 자율주행차 점유율(좌) 및 시장규모(우) 전망

출처 : 유진투자증권

- 자율주행차의 완전 상용화가 이루어지는 시기에 대한 예상은 다양함
 - 현재 부분적 자율주행차는 판매 중에 있으나 Level 5의 자율주행차는 시범운영 혹은 시험단계에 있음
 - 자율주행차 개발 단계에 따라 다양한 과정을 거쳐 완전 상용화가 이루어질 것으로 예상됨([표 3-3] 참조)
- 완전 상용화의 단계까지 언제, 어떻게 도달할 것인가는 정책입안자의 도시 및 교통계획에 대한 결정에 따라 상이할 것으로 예상됨
 - 현재는 Level 5의 자율주행차량 판매 이전의 단계로써 우선적으로 자율주행차량이 판매되고 공공도로상에서 운행되기 시작했을 때에 나타날 문제점에 대한 대비가 필요함
 - 특히, 자율주행차량의 판매 정도에 대한 예상을 바탕으로 법 및 제도상의 대비가 필요하며, 더 나아가 자율주행차량 도입으로 인한 긍정적인 효과를 강화할 수 있는 법제도를 마련할 필요가 있음

[표 3-3] 자율주행차 상용화 과정

과 정	세부 사항
Level 2 - 제한적 자동화	현재 단계로서 새롭게 개발되어 판매되고 있는 차량에서 부분적인 기능이 자동화되었음(조종장치, 브레이크, 및 레인 가이던스 등의 자동화)
군집 주행 (Coordinated platooning)	현재 기술적으로는 가능하나, 안전성 및 이동성 증진을 위해 차량 간(Vehicle-to-Vehicle) 통신 기술 및 전용도로가 필요함
Level 3 - 제한적 자율주행	현재 관련 기술을 실험하고 있으며, 구글(Google)은 자체 자율주행차량을 제한적 상황에서 시범 운행하였음
공공도로에서의 제한적 자율주행 허용	미국 내 일부 주에서는 자율주행 차량의 공공 도로에서의 운행 기준 및 관련 규제 사항을 마련하기 시작함
자율주행차량 판매 시작	주요 기업에서는 2018년에서 2020년 사이 자율주행차량의 판매가 가능할 것으로 예상하고 있음(자율주행 기술의 개발 정도 및 가격에 대한 내용은 밝혀진 바 없음)
자율주행차량이 차량 판매량의 대부분을 차지하기 시작함	자율주행차량의 성능, 가격 및 소비자의 수용성에 따라 상용화의 정도가 달라질 것으로 예상됨. 신기술의 경우 시장에서 받아들여지기 위해서 일정 시간이 필요함
자율주행차량이 등록차량(Vehicle fleets)의 대부분을 차지하기 시작함	몇 십 년 안에 총 등록차량에서 자율주행차량의 비율이 증가할 것으로 예상됨
대부분의 차량운행(Vehicle travel)이 자율주행차량으로 이루어짐	새로운 차량인 자율주행차량으로의 운행이 기존 차량으로의 운행보다 더 활성화 될 것으로 예상됨
시장 포화 상태 (Market saturation)	자율주행차량을 소유하고 싶은 사람은 누구나 자율주행차량을 소유하고 있음
완전 상용화 (Universal)	모든 차량이 자율주행차량임

출처: Litman, T.(2014), Autonomous vehicle implementation predictions, Victoria Transport Policy Institute, 28., p.11

3절. 자율주행 자동차 상용화 예측 관련 선행연구

1. Autonomous Vehicle Implementation Predictions(Litman, 2014)⁶⁾

- Litman은 자동차 관련 신기술의 시장 도입 속도를 바탕으로 자율주행차의 상용화 정도를 예측하였음
 - 에어백, automatic transmissions, 네비게이션 시스템, subscription vehicle services 및 하이브리드 차량의 시장 도입 속도를 사용하였음(표 3-4) 참조)
 - 이전 신기술의 시장 도입 속도를 살펴보면 약 30-50년 정도의 시간이 소요됨을 알 수 있음

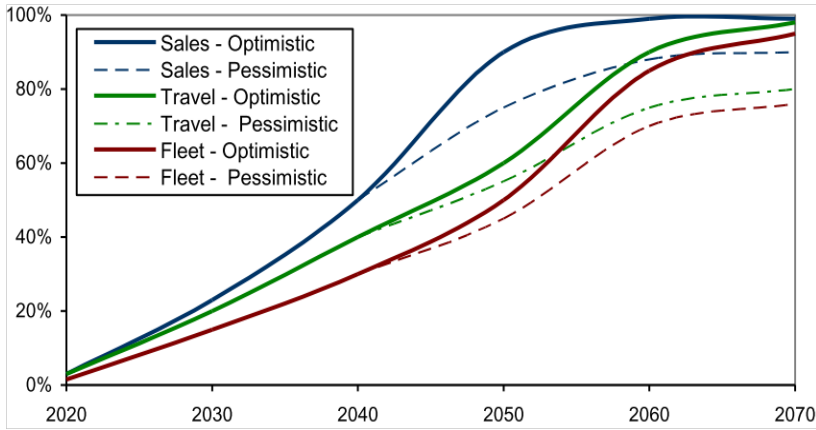
[표 3-4] 자동차 관련 신기술 시장 도입 속도 및 시장 점유율

관련 신기술	배포 주기 (Deployment Cycle)	비용	시장 점유율
에어백	25년(1973-1998년)	몇 백 달러	100% (미국 국방정부가 의무화함)
Autonomic transmissions	50년 (1940-1990년대)	\$1,500	90%(미국), 50%(전 세계)
네비게이션	30년 이상(1985~)	\$500 미만	80%
Optimal GPS services	15년	매년 \$250	2-5%
하이브리드 차량	25년 이상(1990년~)	\$5,000	4%

출처: Litman, T.(2014), Autonomous vehicle implementation predictions, Victoria Transport Policy Institute, 28., p.12

- 이를 바탕으로 자율주행차량의 실행 시기를 예측한 결과, 차량 판매의 대다수를 차지하기 위해서는 약 30년, 차량운행의 대부분이 자율주행 차량으로 이루어지 위해서는 약 40-50년 정도 소요되는 것으로 나타남 ([그림 3-2] 참조)

6) Litman, T.(2014), Autonomous vehicle implementation predictions, Victoria Transport Policy Institute, 28.



[그림 3-2] 자율주행차량 판매, 운행, 및 등록대수 예측 결과

출처: Litman, T.(2014), Autonomous vehicle implementation predictions, Victoria Transport Policy Institute, 28., p.14

- 모든 차량이 필수적으로 자율주행 기능을 탑재해야 하는 시기에 대한 예측은 불가하나, 2050년대에는 신차 판매의 대부분이 자율주행 차량일 것으로 예상되며 2060년대에는 시장 포화상태가 될 것으로 예상됨 ([표 3-5] 참조)

[표 3-5] 자율주행차량 도입시기 및 점유율 예측

단계	시기	시장점유율	등록대수	차량운행
매우 비싼 프리미엄 가격에 구입 가능	2020년대	2-5%	1-2%	1-4%
보다 저렴한 프리미엄 가격에 구입 가능	2030년대	20-40%	10-20%	10-30%
저렴한 프리미엄 가격에 구입 가능	2040년대	40-60%	20-40%	30-50%
대부분의 새로운 차량에 자율주행 기능 탑재	2050년대	80-100%	40-60%	50-80%
시장포화 상태 (원하는 사람은 모두 구입 가능)	2060년대	-	-	-
모든 차량에 자율주행 기능이 필수적으로 탑재	-	100%	100%	100%

출처: Litman, T.(2014), Autonomous vehicle implementation predictions, Victoria Transport Policy Institute, 28., p.12

2. Effects of Next-Generation Vehicles on Travel Demand and Highway Capacity(Bierstedt et al., 2014)⁷⁾

- 본 연구는 자율주행차량의 상용화 관련 기존 연구를 참고하여 자율주행차의 상용화 정도와 이에 따른 도로용량 및 효율성에 미치는 영향에 대해 분석하였음
 - 자율주행차의 상용화 정도를 분석하기 위해 기술의 발전 정도, 사회적 비용, 안전성, 사회 기반시설, 법적사항, 프라이버시, 보안, 개인의 선호 정도 및 기존 연구를 참고하였음
 - 분석결과 2035년에는 약 25-75%의 차량이, 2050년에는 약 50-95%의 차량이 자율주행 차량일 것으로 예상됨([표 3-6] 참조)

[표 3-6] 자율주행차량 도입시기 및 등록대수 예측

시 기	조 건	등록대수
2035	차량 간(Vehicle-to-Vehicle) 통신 기술이 가능한 자율주행 차량	25%
2035-2050		50%
2035~	연방정부가 자율주행차량을 의무화 하거나 차량이 서비스로 소비되는 경우(subscription ownership model)가 대부분임	75%
2040~		95%

출처: Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Peterman, J., Raykin, L., & Walters, J.(2014), Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity, FP Think Working Group, 10-11., p.10 재구성

- 자율주행차량이 전반적인 차량운행거리(Vehicle Miles Traveled)를 증가시킬 것으로 예상되나, 다양한 요소에 따라 차량운행거리가 증감할 것으로 예상됨([표 3-7] 참조)

7) Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Peterman, J., Raykin, L., & Walters, J.(2014), Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity, FP Think Working Group, 10-11.

[표 3-7] 자율주행차량이 차량운행거리에 미치는 영향

요소	차량운행거리 증가 이유	차량운행거리 감소 이유
운전자 경험	<ul style="list-style-type: none"> ·Level 3 및 Level 4의 경우 멀티 테스킹이 가능하며, 승차위치가 개선됨 ·승객 및 좌석 배치가 변함 ·운전자의 스트레스 정도가 감소함 	<ul style="list-style-type: none"> ·Level 3의 자율주행차량의 경우 지속되는 교통혼잡으로 인해 운전자의 스트레스 정도가 크게 변하지 않을 것으로 예상됨
교통수단 분담	<ul style="list-style-type: none"> ·1 마일 당 비용은 대중교통 비용과 경쟁 가능할 것으로 예상되며, 시간적 가치로 인해 대중교통, 자전거 및 도보에 의해 자율주행 차량이 우위를 차지할 것으로 예상됨 	<ul style="list-style-type: none"> ·1 마일 당 비용은 엄청나게 증가할 것이며, 이에 따라 대중교통의 분담률이 증가할 것임
안전성	<ul style="list-style-type: none"> ·안전성 개선으로 인해 차량 무게 증가의 필요성이 감소되고 이로 인해 연료 및 운행비용이 감소할 것으로 예상됨 ·안전성 개선은 도로 통행 환경을 개선하고 이로 인해 도로혼잡이 감소함 ·안전성에 대한 인식이 증가하면서 자율주행차량의 사용이 활성화됨 	<ul style="list-style-type: none"> ·위험 감수는 사고를 증가시킴 ·Level 3에서의 공유되는 법적 책임은 차량이 지나치게 안전하게 운전하도록 하며 개선된 도로 환경을 무효화함 ·날씨 등 제어가 불가능한 요소 들은 안전성 개선의 한계점이며 이는 자율주행차의 고속운행을 감소시킴
차량소유 비용	<ul style="list-style-type: none"> ·안전성 개선으로 인해 감소된 차량의 크기는 차량 비용을 감소시킴 ·차량 보험 비용이 감소됨 	<ul style="list-style-type: none"> ·기술 발전으로 인한 비용 증가는 차량 소유율의 감소를 가져옴
비운전자	<ul style="list-style-type: none"> ·노인, 장애인 등의 비운전자 그룹이 자율주행차량의 도입으로 운전 할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ·저소득층 등의 많은 비운전자에게 자율주행차량은 여전히 이용할 수 없음
지역적 요인	<ul style="list-style-type: none"> ·시골 및 작은 도심지역의 경우 자율주행차량이 유일한 교통수단임 	<ul style="list-style-type: none"> ·자율주행 기술 및 강력한 대중 교통 네트워크가 결합하여 대중 교통 접근성을 증진함

출처: Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Peterman, J., Raykin, L., & Walters, J.(2014), Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity, FP Think Working Group, 10-11., p.17

- 자율주행차량이 도로용량 및 교통혼잡에 미치는 영향은 시나리오에 따라 상이하나, 2050년까지는 미미할 것으로 예상됨. 보수적인 시나리오와 공격적인 시나리오를 바탕으로 분석하였으며, 모두 50%의 자동차가 자율주행차량인 경우를 가정함. 보수적인 시나리오는 공격적인 시나리오에 비하여 더 높은 운전거리 및 더 낮은 가감속률을 가정함

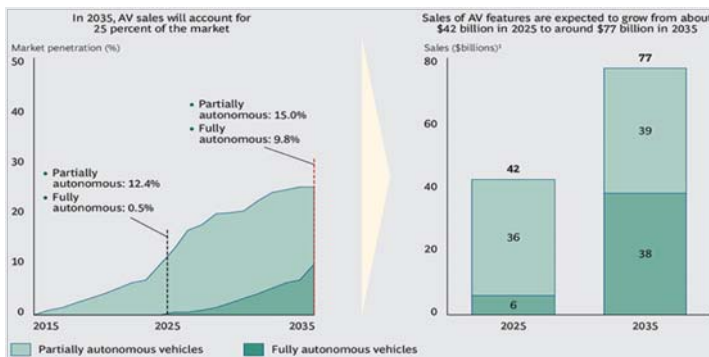
[표 3-8] 자율주행차량이 도로용량 및 교통혼잡에 미치는 영향

구 분	낙관론 이유	비관론 이유
도로용량 증가 가능성	·자동차 등록대수의 100%가 자율주행차량인 경우 고속도로 용량은 현재 용량의 두 배인 4,000vphpl에 이를 것으로 예상됨	·2030년 이전까지 도로용량의 증가는 고속도로에만 한정될 것으로 예상되며, 자동차 등록대수의 40% 이상이 자율주행차량인 경우 본 효과가 명확해질 것으로 예상됨
운전자 수용성	·운전자는 운전 경험을 통해 자율주행차량 근접 주행의 안전성에 대해 확신할 것임	·운전자가 가까이 운행하는 차량에 대해 안정감을 느끼는 것은 중요한 사안이며, 실험결과 대부분의 운전자가 자신의 주행행태와 유사한 운전 거리를 선택하는 것으로 나타남
초기 과정 (Early Wins)	·자동차 등록대수의 대부분이 자율주행차량일 때, 교차지점(weaving at ramp junction) 및 인접한 고속도로 구간에서의 도로의 효율성 및 용량이 화물수송을 위해 최적화됨	·화물수송 교차점에 대한 VISSIM 테스트 결과 자율주행차량의 도입으로 고속도로 구간의 용량은 오히려 줄어드는 것으로 나타남 ·특히, 고속도로 이외의 지역에서의 자율주행차량을 통한 도로용량 증가는 보다 많은 시간을 필요로 할 것으로 예상됨
도입 속도	·구글을 포함한 기업 및 대학에서는 관련 기술과 머신 러닝에 대해 연구하고 있으며, 2035년 이전에 이러한 연구가 성공할 수 있음 ·본 연구의 VISSIM 테스트 결과 보다 공격적인 시나리오에서는 차량지연의 45%가 감소하는 것으로 나타남	·보다 발전된 기술의 수용성에도 불구하고, 차량 소유자는 이러한 공격적인 시나리오를 수용하지 않을 가능성이 있음 ·75%의 차량이 자율주행차량인 시나리오에서는 25-30%의 도로용량 증가가 예상됨

출처: Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Peterman, J., Raykin, L., & Walters, J.(2014), Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity. FP Think Working Group, 10-11., p.17

3. Revolution in the Driver's Seat: The Road to Autonomous Vehicles(Mosquet et al., 2015)⁸⁾

- 본 연구는 자율주행차량에 대한 소비자의 지불용의, 자율주행차량 기술 장착비용, 자율주행차량의 시장침투 비율을 고려하여 자율주행차량의 도입 정도를 예측하였음
 - 자율주행차량 도입 정도는 부분적 자율주행차량의 경우와 Level 5의 자율주행차량의 경우로 나뉘서 자율주행차량 판매 관련 시장 상황을 예측함. 예측결과 초기 도입시 부분적 자율주행차량은 약 26%, Level 5의 자율주행차량은 약 27% 정도 시장을 침투할 수 있을 것으로 예상됨
 - 본 연구에서는 Level 5의 자율주행차량이 약 2025년에 도입될 것으로 예상하고 있으며, 기존 시장 상황예측을 바탕으로 분석한 결과(base case) 판매차량 중 부분적 자율주행차량은 2025년에 약 12.4%, 2035년에는 약 15%를, Level 5의 자율주행차량은 2025년에 약 0.5%, 2035년에는 약 9.8%를 차지할 것으로 예상함(그림 3-3) 참조)



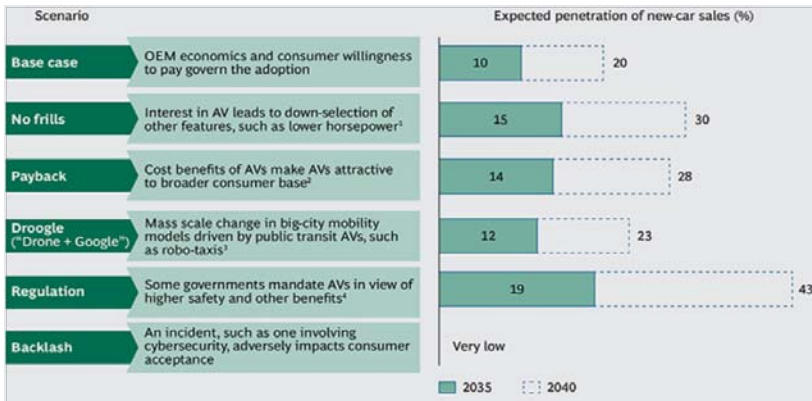
[그림 3-3] 자율주행차량 시장침투율 분석 결과

출처: BCG analysis; just-auto.com July 2014 market analysis; LMC Automotive; IHS Global Standards.; cited by Mosquet, X., Dauner, T., Lang, N., Rubmann, N., Mei-Pochtler, A., Agrawal, R., & Schmiege, F.(2015), Revolution in the driver's seat: The road to autonomous vehicles. Boston Consulting Group, 11.

※ 자율주행차량 및 비자율주행차량을 포함한 신차판매 정도는 2025년에는 111백만 대, 2035년대에는 122백만 대 일 것으로 예상됨

8) Mosquet, X., Dauner, T., Lang, N., Rubmann, N., Mei-Pochtler, A., Agrawal, R., & Schmiege, F.(2015), Revolution in the driver's seat: The road to autonomous vehicles, Boston Consulting Group, 11.

- 본 연구에서는 기본 시나리오(base case) 이외에도 다양한 상황에서의 자율주행차량의 시장 침투율을 예측하였음. 2040년 기준 신차 판매량 중 최악의 경우 0%의 차량이, 가장 활성화 되는 경우에는 43%의 차량이 자율주행차량일 것으로 예상함
 - 기본 시나리오(base case)에서는 시장 상황 및 소비자의 지불용의를 고려함
 - No frills 시나리오에서는 소비자가 자율주행 기능에 대한 관심으로 인해 차량 구매 시 다른 옵션을 제외하고 자율주행 기능을 우선시하여 구매하는 경우를 고려함
 - Payback 시나리오는 자율주행 차량의 구매가 연료 및 보험비용을 감소시켜 소비자가 자율주행 차량을 구매하는 상황을 가정함
 - Droogle 시나리오는 Drone 과 Google의 합성어로 공유 자율주행 택시(robo-taxi)가 도심내 주요 교통수단으로 자리 잡는 경우를 고려함
 - Regulation 시나리오는 자율주행차량의 구매 혹은 사용이 법적으로 의무화 되는 상황을 가정함
 - Backlash 시나리오는 자율주행차량의 기술적 결함을 가정한 것으로 사이버상의 안전성 등이 문제가 되는 경우를 고려함



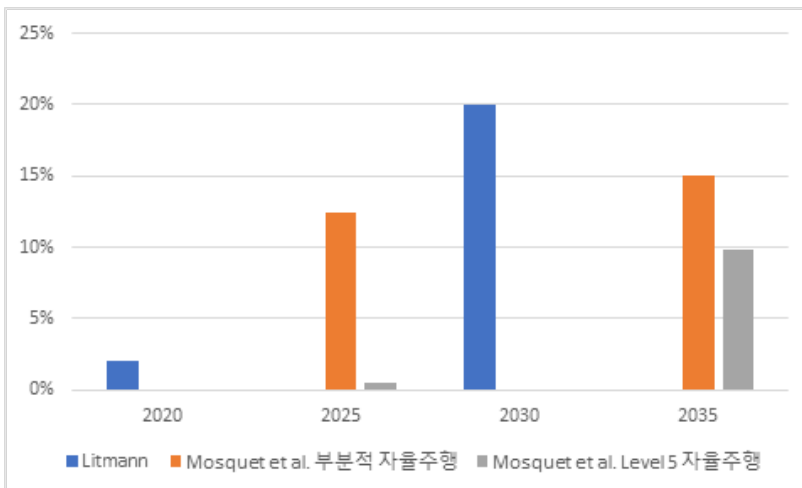
[그림 3-4] 시나리오별 자율주행차량 시장 침투율 예측 결과

출처: BCG analysis; IHS Global Standards; WardsAuto; just-auto.com; BCG U.S. Self-Driving Cars survey 2014, N=1,510; AAA'S 2013 Your Driving Costs study; Green Home Authority; Victoria Transport Policy Institute; United Nations Department of Economic and Social Affairs.; cited by Mosquet, X., Dauner, T., Lang, N., Rubmann, N., Mei-Pochtler, A., Agrawal, R., & Schmieg, F. (2015), Revolution in the driver's seat: The road to autonomous vehicles, Boston Consulting Group, 11.

※ 모든 신차 판매 중 자율주행차량이 차지하는 비율을 예측함

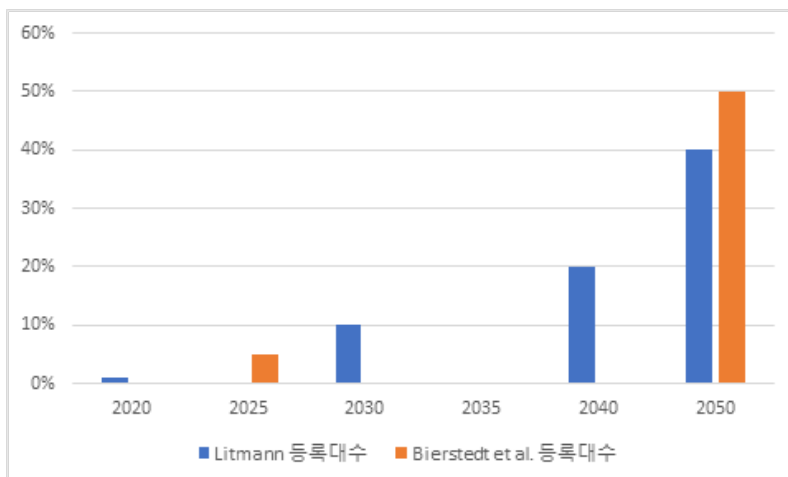
4. 자율주행차 상용화 예측 관련 선행연구 결과 비교

- 자율주행차 상용화 정도 예측에 대한 연구 중 보다 보수적인 시나리오를 통해 분석한 예측 결과를 비교함
 - 먼저, 자율주행차량 시장점유율 예측 결과를 살펴보면 Litmann의 경우 신차 판매량 중 자율주행차량이 2030년에는 약 20%을 차지할 것으로 예측하였음. 반면, Mosquet et al.의 연구결과 신차 판매량 중 2035년에는 부분적 자율주행차량이 약 15%, Level 5의 자율주행차량이 약 9.8%를 차지할 것으로 예측함. 즉, 두 연구 모두 2030년대에 자율주행차량의 시장점유율이 약 20% 이상을 차지할 것으로 예측함([그림 3-5] 참조)



[그림 3-5] 자율주행차량 시장점유율 예측 비교

- 자동차등록대수에서 자율주행차량이 차지하는 비율에 관한 예측을 살펴보면, 2050년 기준으로 Litmann은 40% 이상, Beirstedt et al.은 약 50%가 자동차등록대수 중 자율주행차량일 것으로 예상함([그림 3-6] 참조)



[그림 3-6] 자동차등록대수 중 자율주행차량이 차지하는 비율 예측 비교

자율주행의 기대효과 및 도시변화

1. 자율주행 시대
2. 자율주행으로 인한 법률 개정
3. 자율주행 자동차로 인한 교통 패러다임의 변화

4장

———— 4장 : 자율주행의 기대효과 및 도시변화 ————

4장 자율주행의 기대효과 및 도시변화

1절. 자율주행 시대

1. 4차 산업혁명과 자율주행

- 4차 산업혁명은 정보통신기술인 ICT(Information & Communication Technology: ICT)와의 융합으로 이루어낸 것으로 18세기 초에 일어난 산업혁명 이후 네 번째로 일어난 중요한 산업을 일컬어 말하고 있음)
 - 4차 산업혁명의 주요 핵심은 빅 데이터, 인공지능, 로봇, 사물 인터넷, 무인 운송 수단(무인항공기, 무인자동차 등), 3D프린터, 나노와 같은 6개 분야의 기술적 혁신을 의미함
- 그 중 자율주행(self-driving, autonomous driving)은 자동차와 주변 사물이 통신을 통하여 거리와 속도를 유지하며 주행을 하는 시스템을 말하며, 도시 및 교통의 패러다임을 바꿀 뿐만 아니라 교통사고를 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 예상됨
 - 2010년도 기준 미국내 자동차 사고는 약 6백만대로 32,788명이 교통사고로 인하여 사망한 것으로 나타남(인구 100,000명당 15명). 교통사고 중 93%는 운전자의 잘못된 결정에 의해 일어난 것임
 - American Automobile Association(AAA)에 따르면 교통사고로 인해 발생하는 비용은 연간 약 2,995억 달러에 이름

9) https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A0%9C4%EC%B0%A8_%EC%82%B0%EC%97%85%ED%98%81%EB%AA%85

2. 자율주행 기술동향

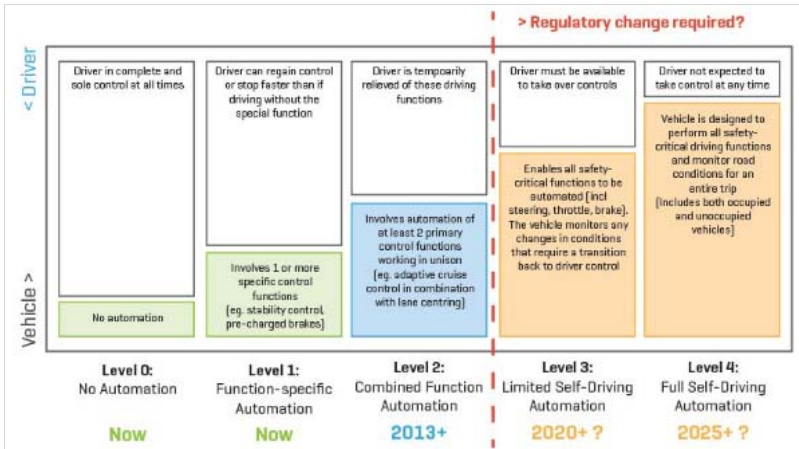
1) 해외 자율주행 기술동향

- 현재 미국, 독일 등 선진국에서는 자율주행을 도입하기 위한 단계별 로드맵을 가지고 있으며, 그에 맞추어 관련 기술 및 법/제도 정비 등의 노력을 기울이고 있음
- 미국 도로교통안전국 NHTSA(national Highway Traffic Safety Administration)에서는 자율주행의 성장 단계를 5단계로 분류하고 있음([표 4-1] 참조)
 - 0단계는 비자동화단계로서 운전자가 자동차의 조종과 관련된 역할을 하는 단계로 전방충돌경고(FCW), 차선이탈경고(LDWS) 등이 이에 해당함
 - 1단계는 특정 기능에 대해서 선택적으로 능동제어가 가능한 단계로 크루즈 컨트롤(Cruise control), 차선이탈 경보장치(Lane keeping) 등이 이에 해당함
 - 2단계는 기존의 자율주행 관련 기술을 통합하여 통합된 능동제어 단계를 말하며, 운전대나 페달을 밟지 않아도 되는 단계임
 - 3단계는 제한적인 자율주행이 가능한 상태로 차량이 신호와 도로 상태를 인식하여 운행할 수 있고 운전자는 특정 상황을 제외하고 다른 활동이 가능한 단계임
 - 4단계의 경우 운전자의 역할이 필요 없는 완전자율주행을 의미함
- 부분자율주행은 2020년 이후로 계획하고 있으며, 완전자율주행은 2025년 이후로 예상하고 있음
 - 완전 자율주행의 경우 자동차 내의 사람은 더 이상 운전자가 아닌 승객을 의미하게 됨

[표 4-1] 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 자율주행기술 발전단계

자동화 단계	특징	주요내용	운전 주체
Level 0	비자동 (No Automation)	<ul style="list-style-type: none"> - 운전자가 항상 제동, 조향, 가속 및 동력 등 주요 자동차 조종과 관련된 역할을 수행하고, 주행감시 및 안전운행의 역할을 수행하는 단계 - 예: 전방충돌경고(FCW), 차선이탈경고(LDWS) 장치 등 - 현재 시중에 판매되고 있는 일반 차종 	운전자
Level 1	기능제한자동화 (Function-specific Automation)	<ul style="list-style-type: none"> - 여러 자동화 기능이 조합되어 운행되지 못하기 때문에 운전자가 자동차에 대한 제어권을 보유하고 있는 단계 - 예: 크루즈 컨트롤(Cruise control), 자동정지장치(Automatic braking), 차선유지장치(Lane keeping) 등 - 현재 시중에 판매되고 있는 특정 고급차종 	운전자
Level 2	복합기능자동화 (Combined Function Automation)	<ul style="list-style-type: none"> - 특정 주행환경에서 두 개 이상의 제어기능이 조화롭게 작동하지만 운전자가 여전히 모니터링 및 안전에 대한 책임을 지고 자동차에 대한 제어권을 보유해야 하는 단계 - 예: 적응식 정속주행 시스템(ACC: Adaptive Cruise Control) - 일부 상용화 진행 중 	운전자
Level 3	제한된 자동화 (Limited Self-Driving Automation)	<ul style="list-style-type: none"> - 특정 교통 및 환경상황에서 주행이 자동차 자동화시스템에 전부 의존하는 단계 - 자율주행모드를 기반으로 하되, 운전자의 제어가 필요한 경우 경보신호 제공하여 운전자모드로 주행(자율주행모드 +운전자모드) - 현재 연구개발 중 	시스템/ 운전자
Level 4	완전자동화 (Full Self-Driving Automation)	<ul style="list-style-type: none"> - 자동차가 출발부터 목적지까지 모든 안전기능을 제어하고 그 상태를 모니터링 하는 단계 - 차량 내의 사람은 승객에 불과 	시스템

출처: 유동훈·강경표 (2016), 자율주행기술동향, 월간교통



[그림 4-1] 자율주행 단계별 특징

출처: NHTSA(2013), Preliminary statement of policy concerning automated vehicles

- 독일 연방도로교통청(BASt: Bundesanstalt für Straßenwesen)의 경우 자율주행의 성장 단계를 5단계로 나누어 분류함¹⁰⁾
 - 운전자 주행단계(Driver only): 미국 NHTSA의 0단계에 해당하는 것으로 운전자의 조작에 의해 운행되는 단계
 - 주행보조 단계(Assistiert): 미국 NHTSA의 1단계에 해당하는 것으로 운전자가 자동차의 시스템을 관찰해야 하는 단계임
 - 부분자동화 단계: 미국 NHTSA의 2단계에 해당하는 것으로 특정한 상황에서만 시스템이 자동으로 운행되고 운전자는 항상 인수준비가 되어 있는 상태
 - 고도자동화 단계: 미국 NHTSA의 3단계에 해당하는 것으로 특정 상황에 자동 운행이 가능하고 운전자는 필요시 충분한 시간을 가지고 인수할 수 있어 위험을 최소화 할 수 있음
 - 완전자동화 단계: 미국 NHTSA의 4단계에 해당하는 것으로 기본적으로 운전자의 역할이 필요 없음. 운전자가 주행임무를 넘겨받지 않더라도 시스템이 위험을 최소화 하게 됨

10) 아주대 산학협력단, 자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구

[표 4-2] 독일 BASt의 자율주행기술 발전단계

자동화 단계	주요내용	주요 시스템의 예시
운전자 주행단계 (Driver only)	<ul style="list-style-type: none"> - 자동차가 운행되는 모든 기간 동안 오로지 운전자만 조향(횡방향)과 엑셀/브레이크(종방향)에 대하여 지속적으로 지배하는 단계 	조향과 엑셀/브레이크에 개입하는 (주행보조)시스템 미작동
주행보조단계 (Assistiert)	<ul style="list-style-type: none"> - 자동차가 운행되는 모든 기간 동안 운전자가 지속적으로 조향 또는 엑셀/브레이크 등의 운전조종을 지배하는 단계 - 운전자는 지속적으로 자동차의 모든 시스템을 관찰해야 함 - 운전자는 항상 차량운행을 완전하게 인수할 준비가 되어 있어야 함 	적응식 크루즈 컨트롤(ACC) - 적응식 거리 및 속도유지 기능을 갖춘 종방향 주행 - 주차보조를 통한 조향(주차공간으로의 자동 조향, 운전자는 엑셀/브레이크 조종)
부분자동화 단계 (Teilautomatisiert)	<ul style="list-style-type: none"> - 일정한 시간 동안 또는 특정한 상황에서 시스템이 조향 및 엑셀/브레이크 등의 운전조종을 수행해야 하는 단계 - 운전자는 여전히 시스템을 지속적으로 관찰해야 함 - 운전자는 항상 차량운행을 완전하게 인수할 준비가 되어 있어야 함 	고속도로 보조: - 자동화된 종방향 및 횡방향 주행 - 고속도로에서 최고속도까지 주행 - 운전자는 지속적으로 모니터링 해야 하고 운전자 주행을 요구할 경우 즉시 대응해야 함
고도자동화 단계 (Hochautomatisiert)	<ul style="list-style-type: none"> - 일정한 시간 동안 또는 특정한 상황에서 시스템이 조향 및 엑셀/브레이크 등의 운전조종을 수행하는 단계 - 운전자는 반드시 지속적으로 시스템을 관찰할 필요는 없음 - 다만, 필요한 경우에는 시스템이 충분한 시간을 주어 운전자에게 자동차의 주행임무를 넘겨받으라고 요구함 - 모든 시스템들이 시스템의 한계를 인식하지만, 시스템이 모든 상황에서 위험을 최소화할 수 있는 상태에 이른 단계는 아님 	고속도로 운전자 (Autobahn chauffeur): - 자동화된 종방향 및 횡방향 주행 - 고속도로에서 최고속도까지 주행 - 운전자는 반드시 지속적으로 모니터링 할 필요 없음 - 충분한 시간을 부여하여 운전자 주행을 요구할 경우 운전자는 이에 대응
완전자동화 단계 (Vollautomatisiert)	<ul style="list-style-type: none"> - 개념 정의된 적용사례에서 시스템이 조향과 엑셀/브레이크 등의 운전조종을 완전하게 수행하는 단계 - 운전자는 시스템을 관찰할 필요가 없음 - 다만, 사전에 개념 정의된 적용사례를 이탈하기 전에 시스템이 충분한 시간을 주어 운전자에게 자동차의 주행임무를 넘겨받으라고 요구하게 됨 - 운전자가 주행임무를 넘겨받지 아니한 경우에는 위험을 최소화하는 시스템 상태로 되돌아가감 - 모든 시스템들이 시스템의 한계를 인식하게 되고, 시스템이 모든 상황에서 위험을 최소화하는 상태로 되돌릴 수 있음 	고속도로 파일럿 (Autobahnpilot): - 자동화된 종방향 및 횡방향 주행 - 고속도로에서 최고속도까지 주행 - 운전자는 모니터링 할 필요 없음 - 운전자가 운전자모드 주행요청에 응하지 않는 경우 자동차는 정지됨

출처: 아주대 산학협력단, 자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구

- 독일에서는 이미 자율주행 미니버스를 이용하여 근거리 대중교통 서비스를 시작함¹¹⁾
 - 독일 철도청(Deutsche Bahn)은 2017년 10월 25일 바트 비른바흐(Bad Birnbach)에서 자율주행 미니버스를 독일 최초로 운행함
 - 바트 비른바흐에서 시청까지 약 660m 구간을 10:00~18:00까지 30분 간격으로 운행하며 속도는 시속 9km 임
 - 돌발상황에 대비하여 안전요원이 탑승하고 있어 언제든지 자율주행 모드를 해제할 수 있음



[그림 4-2] 독일 자율주행 미니버스

2) 국내 자율주행 기술동향

- 자율주행 관련 기술은 우리나라의 경우 아직 선진국에 비해 상당히 뒤쳐져 있다고 판단됨

11) <http://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/list/2/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=162096>

- 그러나 현재 R&D를 통하여 많은 기술의 발전을 이루고 있으며 가까운 시일내에 자율주행 관련 기술을 선진국 수준으로 올릴 수 있을 것으로 보고 있음

○ 국내에서는 산업부, 미래부, 국토부 등에서 자율주행 관련연구를 수행하고 있음

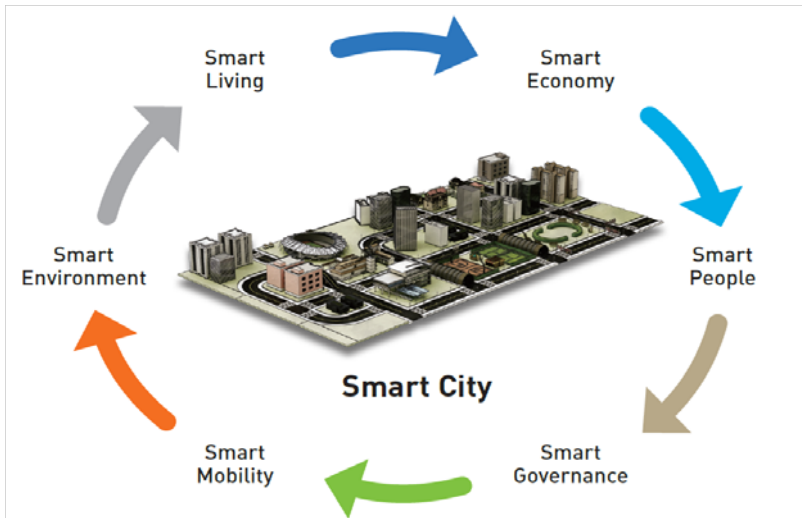
[표 4-3] 부처별 자율주행자동차 관련 역할

부처	역할
산업부	<ul style="list-style-type: none"> ·고안전 자율주행을 위한 핵심부품, 서비스, 자동차 개발 - [핵심부품] 5대 기술요소를 고려한 서라운드센서, 액추에이터, IVN, V2X 모듈, HMI 등 *5대 기술요서: IT·SW융합, 글로벌 품질확보, 플랫폼화, 표준화, 신기능 구형 - [시스템] 핵심부품을 활용한 다양한 자율주행시스템 개발 - [자동차] 고안전 자율주행을 위한 플랫폼 및 통합제어
미래부	<ul style="list-style-type: none"> ·ICT기반 이용자 중심 교통서비스 개발을 위한 공동 플랫폼, 클라우드 기반 범용 이동지능 SW, 미래 ICT 인프라 및 서비스 개발 ·차량의 외부통신을 기반으로 빅데이터[차량, 인프라정보]를 활용한 다양한 비즈니스 모델 개발 ·차량과 외부와의 통신을 위한 차세대통신망 및 보안기술 ·V2X 통신을 위한 WAVE 주파수 할당 및 관련 표준개발
국토부	<ul style="list-style-type: none"> ·자율주행 지원을 위한 법/제도 개선 - [단기] 자율주행자동차 개발 및 적용을 위한 법 규정 개정 등 *자동차 안전기준에 관한 규칙 중 일부 규정 개정[조향기능 내용 중 속도제한 규정 등] - [중장기] 시험단계(시험 라이선스 등), 평가/인증단계(성능 및 안전기준 등), 보급단계(사고, 책임, 개인정보보호, 교육/훈련 등)의 단계별 대응을 위한 법/제도 개선 ·자율주행자동차 지원을 위한 V2X 등 도로인프라 및 교통운영 체계 기술개발 ·도로 활용 극대화를 위한 군집주행 기술, 자율주행 자동차의 안전도 확보를 위한 성능·안전평가기술 개발 및 관련 인증 기준 마련

출처: 문종덕·조광오(2014), 산업부의 자율주행 자동차 기술개발 방향
이현숙(2017), 자율주행자동차 기술개발의 특징 및 정책동향에서 재인용

3. 자율주행 시대의 도시변화

- 3차 산업혁명이 하드웨어적인 발전이었다면 4차 산업혁명은 보다 소프트웨어적이고 융합을 통한 새로운 산업의 발전을 목표로 하고 있음
- 현재의 도시구조는 자동차를 위한 도로, 주차장 등의 교통에 주안점을 둔 도시계획을 하고 있음
- 그러나, 4차 산업혁명 이후 자율주행이 보편화 되면 사람 중심의 도시 개념으로 전환될 것으로 예상됨
 - 자율주행을 통해 공유 자동차의 서비스를 활용할 수 있는 도시구조로 변하면서 교통에 대한 니즈(needs)가 커지게 됨
 - 이는 콤팩트도시, 스마트도시 개념과 목적을 같이 하고 있음
 - 스마트 도시의 경우 스마트 경제(smart economy), 스마트 이동(smart mobility), 스마트 환경(smart environment), 스마트 인력(smart people), 스마트 생활(smart living), 스마트 거버넌스(smart governance) 등이 있음



[그림 4-3] 스마트시티 개념도

출처: <http://www.smartcitiesprojects.com/>

- 최근, 자동차 기술의 발달과 ICT 기술의 융합으로 자율주행 자동차가 등장하면서 자동차는 첨단화되고 그에 따른 교통의 변화는 클 것으로 예상됨
 - 특히, 친환경 기술의 중요성이 대두됨에 따라 전기자동차, 수소자동차, 하이브리드 등의 다양한 형태의 친환경 자동차가 등장하고 있음
 - 기존의 제조사뿐만 아니라 ICT 기술기업인 구글, 애플, 모빌아이 등의 기업들이 관련 기술 개발에 가세하면서 새로운 시장을 형성하고 있음
- 글로벌 조사기관인 IHS는 2013년에 전 세계 자율주행 차량은 2,100만대에 이를 것으로 예측하고 있음¹²⁾
 - Egil Juliussen에 따르면, 2025년까지 600,000대의 자율주행차가 판매될 것으로 예측하고 있으며, 이후 2025년부터 2035년사이 연간 43%의 성장률이 있을 것으로 예측하고 있음
 - 이러한 성장의 가장 중요한 요소는 라이드셰어링, 카셰어링 등의 새로운 모빌리티 솔루션으로 보고 있음
 - 가장 먼저 자율주행차량이 성장할 것으로 예측(2035년 450만대)되는 국가는 미국이며, 중국은 가장 가파른 성장세(2034년 570만대)를 보일 것으로 예측하고 있음
- 자율주행 자동차의 보급은 운전자의 실수로 인한 대부분의 사고를 줄일 것으로 기대됨
 - 최근 문제가 되고 있는 고령운전자의 사고 문제도 더 이상 이슈가 되지 않을 것임
 - 현재 대비 90%의 사고가 줄어들 것으로 예상하고 그에 따른 피해금액은 약1,800~1,900억 달러를 줄일 수 있을 것으로 추산함(맥킨지 보고서)
- 기존의 주차문제를 해결 할 수 있음
 - 출퇴근용 자동차의 경우 주거지역과 일터의 두 면의 주차장이 필요하며,

12) <http://news.ihsmarkit.com>

대부분의 시간은 주차장에 주차되어 자동차의 운행률은 현저히 낮은 상태임

- 그러나 자율주행으로 인해 공유차량이 일반화되면 원하는 장소 및 시간에 공유차량을 이용할 수 있고 더 이상 주차장에 대한 문제는 고민할 필요가 없음
- 또한, 현재의 상업지역에도 주차장을 별도로 만들어야 하는 문제가 어느 정도 해결될 수 있어 일부의 주차장만을 건설하여 건설비용을 절약할 수 있음
- 주거지역은 주차장 분리분양제를 통하여 자동차를 소유해야 하는 일부 사람에게만 주차장을 빌려주는 시스템으로 변화될 것임
- 자율주행으로 인하여 공유교통 시스템이 일반화되고 자동차를 소유하지 않는다면 이에 따른 보험, 정비 등에 대한 문제로부터 자유로워 질 수 있음
- 대중교통의 역할은 재정비 되고 Uber, Lyft 등의 셰어링 자동차가 증가할 것임
- 새로운 비즈니스 모델을 만들 수 있으며, 이에 따른 운송비용 절감, 운전을 하지 않음으로써 생기는 생산성 향상 등의 경제적 효과가 예상됨
- 자율주행은 자동차의 일정속도를 유지시켜 가·감속으로 인한 연료소모와 배기가스 배출을 줄일 수 있는 장점이 있음
- 텍사스의 Urban Mobility Report에 따르면 미국의 혼잡시간은 48억 시간이며, 19억 갤런의 연료가 소모되는 것으로 나타남. 이로 인한 연료와 지체비용은 1,010억 달러에 이르는 것으로 나타남

2절. 자율주행으로 인한 법률 개정

1. 여객자동차 운송사업법 정비

- 자율주행 차량이 상용화 되면 대부분의 차량은 공유의 형태를 가지게 되며, 이로 인한 도로, 주차 등에 대한 도시구조의 변화가 이루어지게 됨
 - 이용자는 자동차를 소유하지 않고 공유교통 플랫폼을 통하여 카풀, Uber 등과 같은 라이드셰어링과 카셰어링 차량을 이용하게 됨
 - 공유차량은 이미 세계적으로 보편적으로 이용되고 있으며, 많은 나라에서 카셰어링, 라이드셰어링, Uber 등을 이용하고 있음
- 자율주행으로 인한 공유교통 정책을 위해서는 단기적으로는 공유에 대한 법적 제도적 개선이 필요하며, 중·장기적으로는 운전에 대한 개념을 운전자의 조작이 아닌 자동차 스스로 운행할 수 있는 자동차로 개정이 될 필요가 있음
- 그러나, 우리나라의 경우 라이드셰어링은 제도적 문제와 운송업계의 반대로 인하여 시대의 흐름에 역행하고 있는 실정임
 - 국내의 「여객자동차 운송사업법」은 이용자의 편리한 이동서비스라기 보다는 면허제도, 운임·요금, 차량 등에 대한 제한을 두고 있어 공급자 위주의 정책이 되고 있음
 - 특히, 「여객자동차 운수사업법」 81조에는 허가된 차량만이 운수사업을 할 수 있고 예외적으로 출퇴근 시에만 유상으로 카풀을 할 수 있도록 허용하고 있음
 - 현재 카풀은 출퇴근 시간(오전 5시~10시, 오후 5시~다음날 오전 2시)에만 제한적으로 이용이 가능함
- 최근 택시업계의 반발로 인한 카풀 서비스 관련 사업이 무산되고 있는 실정임

- 그러나 최근 근로자의 3분의 1이 유연근무제를 하고 있는 실정에서 출퇴근 시간에 대한 설정이 무의미 해지고 있으며, 최근 정보기술(IT)의 발전을 저해하고 있다는 의견도 있음
- Uber의 경우 세계적으로 많은 나라에서 합법적으로 운행하고 있는 가운데 국내에서는 시장 진입을 막고 있음
- 그러나 모빌리티 스타트업 업체인 풀러스의 경우 2016년 10월 네이버와 SK등에서 220억원의 투자 유치에 성공했고 최근 카카오모빌리티는 대표적인 카풀 업체인 렉시를 인수하여 카풀서비스를 계획하고 있음
- 이러한 서비스는 현행법상 논란의 여지, 택시업계의 반대 등의 문제 때문에 발전에 제약을 받고 있음
- 공유교통 활성화를 위해 시대적 흐름에 맞추어 기존 제도의 제약을 완화하여 모빌리티 서비스를 다양화 할 것인지에 대한 결정이 필요한 시점임
- 향후 자율주행이 일반화되면 모빌리티 서비스는 공유의 형태로 제공 될 수 밖에 없는 현실에서 현재의 규제는 수정될 필요가 있음

여객자동차운수사업법

제81조(자가용 자동차의 유상운송 금지)

① 사업용 자동차가 아닌 자동차(이하 "자가용자동차"라 한다)를 유상(자동차 운행에 필요한 경비를 포함한다. 이하 이 조에서 같다)으로 운송용으로 제공하거나 임대 하여서는 아니 된다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 유상으로 운송용으로 제공하거나 임대할 수 있다. <개정 2013.3.23.>

1. **출퇴근 때 승용자동차를 함께 타는 경우**

2. 천재지변, 긴급 수송, 교육 목적을 위한 운행, 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 사유에 해당되는 경우로서 특별자치도지사·시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)의 허가를 받은 경우

② 제1항제2호의 유상운송 허가의 대상 및 기간 등은 국토교통부령으로 정한다. <개정 2013.3.23.>

- 해외의 경우 3명 이상이 탑승한 카풀 차량은 다인승차로(HOV: High Occupancy Vehicle)의 이용이 가능하도록 하고 있으나, 국내에서는 버스 등 12인승 이상의 차량에 대해서만 전용차로 운행을 허용하고 있음

도로교통법

제15조(전용차로의 설치)

- ① 시장등은 원활한 교통을 확보하기 위하여 특히 필요한 경우에는 지방경찰청장이나 경찰서장과 협의하여 도로에 전용차로(차의 종류나 승차 인원 등에 따라 지정된 차만 통행할 수 있는 차로를 말한다. 이하 같다)를 설치할 수 있다.
- ② 전용차로의 종류, 전용차로로 통행할 수 있는 차와 그 밖에 전용차로의 운영에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
- ③ 제2항에 따라 전용차로로 통행할 수 있는 차가 아니면 전용차로로 통행하여서는 아니 된다. 다만, 긴급자동차가 그 본래의 긴급한 용도로 운행되고 있는 경우 등 대통령령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

[전문개정 2011.6.8.]

- 기존의 운송서비스는 운송업자의 공급에 맞추어 이용자가 교통수단을 이용하였다면, 앞으로는 다양한 교통수단이 등장하고 이용자의 니즈(needs)에 맞는 개인 맞춤형 교통수단이 일반화 될 것임
- 따라서, 변화하는 모빌리티의 다양화를 받아들이고 기존의 운송업체에 대한 새로운 수익 창출방안을 모색하여야 공급자와 이용자 모두가 만족할 수 있음
- 공유교통을 활성화 시키고 기존 운송업체의 상생을 위한 방법으로 카풀, Uber 등의 수익금에 대한 세금을 택시 등을 위한 발전기금으로 조성할 필요가 있음
 - 공유를 통해 얻어진 세금을 택시산업을 위한 보조금으로 사용할 수 있음
 - 미국의 메사추세츠 주는 Uber, Lyft 등의 공유업체를 정식으로 인정하고 교통인프라 기여금 명목으로 승차시마다 20센트의 세금을 부과하여 이 중 5센트를 택시산업을 위한 보조금으로 이용함
- 공유 차량에 대한 총 운행시간에 제약을 두어 운송사업과 차별을 둘 필요가 있음
 - 미국 시애틀의 경우 출퇴근을 지정하지 않고 주당 16시간까지 승차공유를 허용하고 있음

[표 4-4] 해외 주요국가의 차량 및 승차공유 제도화 사례

국가	규제 방식
미국	·시애틀 (승차공유 총량 제한, 규제부담금 부과) - 승차공유 허용 차량대수는 총 300대 - 주당 16시간까지 승차공유(교통네트워크업, TNCs) 허용 - 승차당 10센트의 규제부담금을 시정부에 납부(규제집행비용에 사용)
	·매사추세츠 주 (교통인프라기여금 부과) - 승차할 때마다 교통인프라기여금 20센트 부과 - 교통인프라기여금 중 5센트는 택시산업 보조금으로 2021년 말까지 부과
	·캘리포니아/오리건/워싱턴 주 (개인차량 공유 업종 규정 및 과세) - ‘개인차량공유’ 업종을 규정, 상업적 행위가 아님을 명시하고 안전, 보험 규제 적용 - 우버, 리프트 등 차량공유 플랫폼 사업을 ‘교통네트워크’ 사업으로 법적으로 인식, 합법화하고 관련 규제를 신설
	- 워싱턴 주는 교통네트워크 수익의 1%를 소득세로 부과
	·캘리포니아 주 (교통네트워크 플랫폼 규제) - 차량 전후면에 회사로고 부착 - 운전자의 범죄경력 사전검사 및 운전교육 강화
	- 매년 차량점검 의무화
	·영국 - 우버앱과 미터택시의 동일성에 대한 소송이 진행 중이나 현재까지의 고등법원 판결은 모두 우버앱의 합법성 인정 - 2017년 4월부터 차량공유를 통한 소득은 1,000파운드까지 소득공제
	·중국 교통부, Internet Car-hailing Licence Provisional Rules - 택시서비스로 차량을 등록해야 하고, 택시면허가 없는 개인 운전자 간의 승차공유는 금지 - 차량과 승객에 대한 책임보험 가입의무 부여
	- 플랫폼은 운전자와 노동고용계약을 맺고, 중국에 사무실과 서버를 두고, 지방 교통과와 거래 데이터를 공유해야 함
	·한국 - 여객자동차운수사업법에 따라 차량공유, 승차공유 불허 - 승차공유 서비스인 우버엑스는 2015년 3월 영업중단

자료: 김민정 외, 『한국개발연구원』, ‘공유경제에 대한 경제학적 분석:기대효과와 우려요인 및 정책적 함의’, 52p, 2016. 11

(미국) 캘리포니아, 오리건, 워싱턴 - National League of Cities(NLC), “CITIES, The Sharing Economy and What's Next,” 2015; NCL, “The Sharing Economy: An Analysis of Current Sentiment Surrounding Homesharing and Ridesharing,” 2014; (캘리포니아 PhaseII rules) SFExaminer, “State approves sweeping new regulations for Uber, Lyft but delays rules on leased vehicles,” 2016. 4. 21; 매사추세츠 - 조선비즈, 「미국서 우버·리프트에 세금 첫 부과 ... 매사추세츠주 운송비·택시사지원비로 사용」, 2016. 8. 23. (영국) Alliot Group, “Is Uber breaking or bending the rules?” The Bigger Picture, 2016, p.8; Gov. UK, “Budget 2016,” 2016. 3. 16; TSO, Deregulation Act [2016. 5. 26. 시행] (중국) Financial Times, “China legalises Uber and Didi car-hailing apps”, 2016. 7. 28; Financial Times, “China outlines regulations for car-hailing apps such as Uber”, 2015. 10. 10. (한국) 「여객자동차 운수사업법」 [2015. 8. 11. 개정, 2016. 2. 12. 시행] 제82조(자가용자동차의 노선운행 금지); 기획재정부, ‘투자활성화 대책 발표[제9차 무역투자진흥회의]’, 보도자료, 2016. 2. 17.

주) 한국교통연구원 특집4, “4차 산업혁명에 대응하기 위한 여객운송사업 제도개선 방향”에서 재인용

2. 자율주행 관련 법제도 정비

- 자율주행 자동차의 정의 및 운행은 「자동차관리법」에 명시되어 있음
 - 「자동차관리법」제2조의 정의에 의하면 자율주행 자동차는 운전자의 조작이 아닌 자동차 스스로 운행할 수 있는 자동차를 의미하고 있음
 - 또한, 임시로 자율주행 자동차의 성능 시험을 위한 운행이 가능하도록 법을 신설하였음

자동차관리법

제2조(정의) 1의3

"자율주행자동차"란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다.

제27조(임시운행의 허가)

- ① 자동차를 등록하지 아니하고 일시 운행을 하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관 또는 시·도지사의 임시운행허가(이하 "임시운행허가"라 한다)를 받아야 한다. 다만, 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행하려는 자는 허가대상, 고장감지 및 경고장치, 기능해제장치, 운행구역, 운전자 준수 사항 등과 관련하여 국토교통부령으로 정하는 안전운행요건을 갖추어 국토교통부장관의 임시운행허가를 받아야 한다. <개정 2013.3.23., 2015.8.11.>
- ⑤ 제1항 단서에 따라 임시운행허가를 받은 자는 자율주행자동차의 안전한 운행을 위하여 주요 장치 및 기능의 변경 사항, 운행기록 등 운행에 관한 정보 및 교통사고와 관련한 정보 등 국토교통부령으로 정하는 사항을 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 보고하여야 한다. <신설 2017.10.24.>
- ⑦ 국토교통부장관은 제6항에 따른 조사 결과 제1항 단서에 따른 안전운행요건에 부적합하거나 교통사고를 유발할 가능성이 높다고 판단되는 경우에는 시정조치 및 운행의 일시정지를 명할 수 있다. 다만, 자율주행자동차의 운행 중 교통사고가 발생하여 안전운행에 지장이 있다고 판단되는 경우에는 즉시 운행의 일시정지를 명할 수 있다. <신설 2017.10.24.>

○ 자율주행차의 도입이 현실화되면서 이에 대한 관련법 및 제도를 정비할 필요성이 제기되고 있음

- 국내에서는 국토부에서 자율주행 관련 법/제도 개선을 위한 노력을 하고 있음 / 단기와 중장기로 나누어 단기에는 자율주행차 개발 및 적용을 위한 규정을 개정하는 내용이 있으며, 중장기에는 시험, 평가, 보급 등의 단계별 대응관련 법/제도 개선 방안을 마련함
- 2020년 3단계 수준의 자율주행차를 상용화할 목표를 가지고 「제2차 자동차 정책기본계획」을 수립하였음
- 미 캘리포니아 차량국(DMV)은 운전석에 사람이 없더라도 자율주행 테스트가 가능하도록 하고 있으며, 일반 자동차 매장에서 판매 할 수 있는 내용의 법규를 통과시킴

○ 법률상 운전에 대한 개념을 수정할 필요가 있음

- 「도로교통법」에서 운전행태(주차, 정차, 서행, 앞지르기, 일시정지 등)에 관련된 모든 행태는 운전자의 작동에 의한 것으로 명시되어 있음
- 또한, 「도로교통법」 제48조(안전운전 및 친환경 경제운전의 의무) ①항에서는 “모든 차의 운전자는 차의 조향장치(操向裝置)와 제동장치, 그 밖의 장치를 정확하게 조작하여야 하며, 도로의 교통상황과 차의 구조 및 성능에 따라 다른 사람에게 위험과 장애를 주는 속도나 방법으로 운전하여서는 아니 된다.”라고 명시하고 있으며, 이는 일반적으로 기계가 아닌 사람의 운전행태를 의미하고 있음
- 국제협약인 비엔나 협약 제8조제1항에서는 “모든 움직이는 차량이나 연결된 차량은 운전자가 있어야 된다”¹³⁾고 되어 있음
- 비엔나 협약 개정안은 2014년 초 오스트리아, 벨기에, 프랑스, 독일, 이탈리아에 의해 시작되었으며, “5bis”라는 새로운 문단이 비엔나 협약 제8조에 추가됨

13) Every moving vehicle or combination of vehicles shall have a driver

- 차량의 주행 방식에 영향을 미치거나 차량장치, 차륜차량에 장착하거나 사용가능한 부품과 관련하여 국제 법 기준에 따라 설계, 장착 및 사용 조건과 부합하는 차량 시스템은 5bis 제8조의 제5항과 제13조 제1항에 부합하는 것으로 봄
 - 5bis 제8조의 제5항에는 운전자가 차량 운행중에 다른 활동을 취할 수 있도록 변경을 할 수 있는지에 대해 결론은 내리지 않음
 - 따라서, 자율주행 자동차의 상용화에 대비하여 운전의 개념과 그에 대한 설계, 장착, 조작 등에 대한 개념이 새롭게 정립될 필요가 있음
- 자율주행 차량을 위해 기본적으로 필요한 사항은 일반도로에서 법적으로 주행이 가능하도록 제도적 뒷받침이 되어야 함
- EU 회원국에서 판매되는 차량은 지침 2007/46/EC에 의하여 승인을 받아야 함 / 이러한 규칙은 1958년 ECE협약 에 따라 공식화 됨
 - Audi의 경우 고속도로의 특정상황에서 운전자 없이 60km/h 속도까지 달릴 수 있는 교통정체 조종장치(Traffic jam pilot)를 개발하였으나, 현재 제도적으로 상용화에 어려움이 있음
 - 영국의 경우 2017년 여름 운전자가 필요 없는 기술 및 유사한 시스템의 촉진을 위해 법 변경계획을 세우고 2018년 말까지 수정을 완료할 계획임
- ECE 규정 79조는 자율주행 차량의 조향 설정(steering configuration)에 대한 문제점을 가지고 있음
- 규정의 단락 2.3.4에 의하면 고급 운전자 조향 시스템(Advanced Driver Assistance Steering System)은 운전자가 항상 차량의 주 제어를 유지하는 경우에만 허용이 됨
 - 또한, 이 시스템은 운전자가 언제든지 조치하여 기능을 없앨 수 있도록 설계 되어야 함
- ECE 규정 6조 단락 1.1에 의하면 “차량이 진행하고 있는 방향을 바꾸기

위한 자동차 또는 트레일러의 장치는 운전자에 의해 조작되어야 한다.”¹⁴⁾고 되어 있음

- ECE 규정은 주로 차량 운전자가 수동으로 조작한다는 것을 가정하고 있으며, 이는 자율주행에 관련된 사항은 고려되지 않은 것임
- 따라서, ECE 규정 79조는 유럽에서 자율주행 차량의 운행 허용을 위한 가장 큰 제약 사항이었음
- UN 유럽 경제위원회(UNECE)의 실무협의회인 차량 규제 조화를 위한 세계 포럼(World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations)은 기존의 ECE 규정 79조에 대한 수정작업에 착수함
- ECE 규정 79조는 자동 요구 명령 기능(Automatically commanded steering function)의 5가지 유형을 구별하여, 각 기능의 특정 요구 사항을 명시하고 있음
 - 카테고리 A: 현재 규정에 합법적이며, 최고 12km/h의 속도로 작동 가능한 자동 주차 시스템
 - 카테고리 B: 차선을 유지하기 위해 운전자가 시작하거나 활성화하는 자동 스티어링 기능
 - 카테고리 C: 카테고리 B에서 다루는 기능을 확장하는 시스템이 포함됨. 운전자에 의해 활성화 될 때 단일 조작(예 : 차선 변경)을 수행 할 수 있는 시스템이 포함됨
 - 카테고리 D: 시스템에는 운전자의 확인 후에만 지시하고 실행할 수 있는 기능이 포함됨
 - 카테고리 E: 운전자가 시작하거나 활성화 한 기능을 다루며 운전자의 추가 개입 없이 장기간 운전(예 : 차선 변경)을 결정하고 완료 할 수 있음

14) a device mounted on a motor vehicle or trailer which, when operated by the driver, signals his intention to change the direction in which the vehicle is not proceeding

3절. 자율주행 자동차로 인한 교통 패러다임의 변화

- 자율주행차의 도입으로 인한 교통시스템 및 생활양식의 변화는 상당할 것으로 기대됨
 - 자율주행차 상용화 예측에 대한 연구를 살펴본 결과 대부분 10년 이내에 Level 5의 자율주행차가 판매될 것으로 예상하고 있으며, 2050년대에는 등록된 자동차 중 40% 이상이 자율주행차량일 것으로 기대하고 있음
- 자율주행차의 도입으로 인한 영향은 대체로 긍정적인 것으로 예상되나 전반적으로 차량주행거리가 증가하는 등의 부정적인 영향을 우려하는 의견도 상당 부분 존재함
- 자율주행차의 성공적인 도입은 이에 수반하는 도시 및 교통계획이 필수적이며, 따라서 자율주행차의 기대효과에 대해 상고할 필요가 있음
 - 자율주행차 운행에 관한 철저한 도시 및 교통계획은 시민의 이동성, 형평성 및 지속가능성 증진에 상당한 역할을 할 것으로 기대됨

1. 차량 소유의 감소¹⁵⁾

- 자율주행차의 도입은 차량을 재화에서 서비스로 전환하는 흐름을 더욱 강화시킬 것으로 예상됨
- 미국 내 주요 도시의 통근자 중 차량 소유자에서 카셰어링 서비스 이용자로 전환되는 정도를 분석한 연구에 따르면 인구밀도별로 다양한 전환율을 보이는 것으로 나타남

15) <https://www.arcadis.com/media/8/F/B/%7B8FB269B4-62DE-4184-A46F-4E7E638FD710%7DDriverless%20Future%20report%20for%20press.pdf>, p.6-9

- 본 연구를 위해 높은 인구밀도의 뉴욕시, 중간 인구밀도의 로스앤젤레스, 낮은 인구밀도의 델러스를 분석함
- 먼저, 운전자의 차량 소유비용과 자율주행차량을 통한 카셰어링 서비스 이용비용의 비교를 바탕으로 하여 차량 소유자에서 카셰어링 서비스 이용자로 전환되는 정도를 분석함
- 특히, 에이커(acre)별 주택수를 상정하여 주택 밀도별로 전환율을 계산함
- 연구결과 뉴욕시의 경우 약 46~60%의 차량소유자가 자율주행차 카셰어링 서비스로 전환할 것으로 예측되었으며, 로스앤젤레스의 경우 약 46~60%가, 델러스의 경우 약 21~31%가 자율주행차 카셰어링 서비스로 전환할 것으로 예상되었음
- 적절한 도시 및 교통계획을 바탕으로 이러한 변화에 대응할 수 있어야 함
 - 연구결과에서 볼 수 있듯이 기존 차량 소유자가 카셰어링 서비스 이용자로 전환되면서 교통 혼잡감소 등 도시의 지속가능성을 증가시킬 수 있음
 - 그러나, 동시에 보다 접근성이 높은 카셰어링 서비스가 제공됨으로써 전반적인 차량주행거리가 증가하여 오히려 교통혼잡을 가중시킬 수 있음. 특히, 기존 대중교통 이용자가 대중교통에서 보다 편리한 자율주행 카셰어링 서비스로 전환할 가능성도 있음

2. 모빌리티의 변화(다양한 교통수단의 혼재)

- 최근 수요중심의 다양한 교통수단이 생기면서 카풀, 카셰어링, 공유자전거, 장애인 콜택시, 수요대응형 교통수단(Demand Responsive Transit: DRT) 등의 공유교통수단이 공존하고 있음

- 다양한 계층의 수요를 충족시킬 수 있는 교통수단이 운영되고 있음
- 다양한 교통수단을 하나의 시스템으로 이용 가능한 통합 플랫폼 연구가 이루어지고 있으며, 이러한 개념은 공유기반의 교통서비스 시스템(CTS: Cloud Transport System) 하에서 가능해 짐
- 다양한 교통수단을 공유함으로써 공간과 시간의 제약을 받지 않는 공유 기반 통합 교통시스템 임
- 자율주행 자동차가 일상화되면, 자동차의 운행률이 높아져 전체적인 개인 승용차의 운행률은 떨어지게 됨
- 자율주행 자동차가 개인교통수단을 대체함으로써 도시내의 교통수단을 대체하게 되며, 이는 택시의 기능을 하게 될 것임
- 반면, 버스, 도시철도 등의 대중교통은 거점을 연결하는 급행으로 운영을 하게 되며, 도시내 교통은 자율주행차가 대체하게 됨
- 대중교통 수단은 급행운행을 위해 단순화되고 직선화될 것임
- 또한, 운전자가 없어 인건비의 부담이 없어지면서 대중교통 요금으로 택시 등의 공유차량을 이용할 수 있음
- 빅 데이터 기반의 운송서비스를 통해 개개인의 니즈(needs)를 충족할 수 있는 노선최적화 또는 수요 대응형 서비스 등이 일반화 될 것임



[그림 4-4] CTS의 개념도

출처: 오재학·박준식·김겨중(2011), 공유기반 교통시스템 구상, 한국교통연구원

3. 형평성 관련 문제¹⁶⁾

- Level 4의 자율주행차 도입은 장애인, 고령자, 어린이, 저소득층 등 기존 교통약자들의 이동성을 증진시킬 수 있다는 측면에서 교통 서비스의 형평성을 개선할 수 있음
 - 그러나, 이는 이에 수반되는 정책을 통해 가능할 것으로 예상됨. 특히, 고령자의 경우 새로운 플랫폼 등의 신기술을 이용하는 것에 어려움을 느낄 수 있으며, 저소득층의 경우 자율주행차 카셰어링 서비스의 이용 비용이 문제가 될 수 있음
- 또 다른 주요 문제로는 자율주행차량으로 인해 운전 관련 직업이 사라진다는 점임
 - 화물차, 버스, 택시 등의 운전자들이 일자리를 잃게 되는 문제가 있음. 자율주행차 도입 초기에 예상치 못한 상황 등을 제어하기 위해 여전히 운전자가 필요할 수도 있으나 결국에는 운전자 직업이 사라질 개연성이 높음
 - 따라서, 일자리를 잃게 되는 운전자들을 위한 사회 안전망이 마련될 필요가 있음

4. 대중교통과 역할 재정비¹⁷⁾

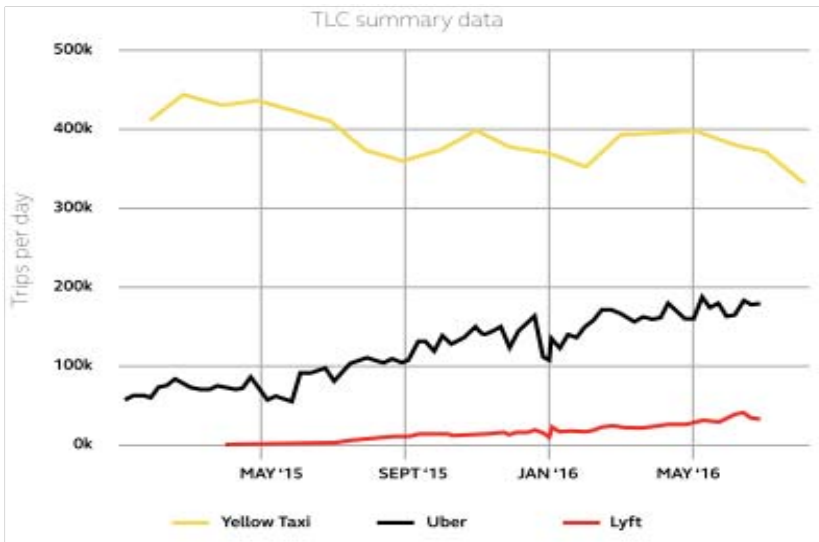
- 자율주행 카셰어링 서비스의 제공은 대중교통의 경쟁성을 감소시킬 가능성이 있음

16) Anderson, J. M., Nidhi, K., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. A.(2014), Autonomous vehicle technology: A guide for policymakers, Rand Corporation. p.16-17;

<https://www.arcadis.com/media/8/F/B/%7B8FB269B4-62DE-4184-A46F-4E7E638FD710%7DDriverless%20Future%20report%20for%20press.pdf>, p.10

17) <https://www.arcadis.com/media/8/F/B/%7B8FB269B4-62DE-4184-A46F-4E7E638FD710%7DDriverless%20Future%20report%20for%20press.pdf>, p.10-11

- 미국 뉴욕시의 택시, Uber 및 Lyft의 1일 승객수를 비교해보면, Uber 및 Lyft의 경우 승객수가 증가하고 있는 반면에 택시의 승객수는 줄어들고 있음([그림 4-5] 참조)
 - Uber 및 Lyft 등의 교통 셰어링 서비스 업체의 시장 점유율이 점차 증가하고 있음을 알 수 있음
 - 향후 Zipcar, car2go 등의 카셰어링 업체와 Uber, Lyft와 같은 라이드 셰어링 업체가 자율주행차 도입과 함께 대중교통보다 저렴하고 효율적인 교통수단을 제공할 수 있음
- 따라서, 교통계획상 대중교통의 역할에 대한 재정비가 필요함
 - 특히, 민관 파트너십을 통해 보다 효율적인 교통수단을 제공하는 등의 방법을 모색할 필요가 있음



[그림 4-5] 뉴욕시 택시, Uber 및 Lyft 1일 승객수 비교

출처: Glus, P., Bhatia, T., Caglioni, C., Greenfield, L., Killiam, E., Kramer, A., ... & Iacobucci, J.(2017), Driverless Future: A Policy Roadmap for City Leaders, p.11

5. 주차장 및 차량 관련 기반 시설의 변화¹⁸⁾

- 현재 도시의 상당부분은 주차장, 도로, 주유소 등 차량 관련 기반시설로 이루어져 있음
 - 자율주행차의 도입은 이러한 기반시설의 위치 및 규모에 많은 영향을 미칠 것으로 기대됨
- 현재 주차장의 경우 한대의 차량 당 약 8면의 주차공간이 공급되었음(미국 기준)
 - 자율주행차량의 도입 이후에는 더 이상 주택 및 사무실 가까이에 주차장이 위치할 필요가 없을 것으로 예상되며, 이는 필요한 주차공간을 상당수 감소시킬 수 있음
 - 특히, 도심지내의 노상주차장 등은 자율주행차 도입 이후 빠른 시일 내에 사라질 것으로 예상됨
 - 기존 주차공간의 경우 상업시설, 후생시설 등 다양한 용도로 사용될 수 있음
- 주차장 이외에도 주유소, 세차장 등의 차량 관련 시설은 도심지내에서 사라질 것으로 예상됨
- 자율주행차는 주차문제를 해결할 수 있으며, 그로 인해 기존의 주차면은 시민이 이용할 수 있는 공간으로 바뀌게 될 것임
- 또한, 도로상에도 상당한 변화가 예측됨. 특히, 자율주행차의 완전 상용화는 현재보다 좁은 폭으로 설계된 도로를 공급할 수 있음

6. 안전성 향상¹⁹⁾

-
- 18) Zmud, J., Goodin, G., Moran, M., Kalra, N., & Thorn, E.(2017), Advancing Automated and Connected Vehicles: Policy and Planning Strategies for State and Local Transportation Agencies (No. Project 20-102 (01)), p.12;
<https://www.arcadis.com/media/8/F/B/%7B8FE269B4-62DE-4184-A46F-4E7E638FD710%7DDriverless%20Future%20report%20for%20press.pdf>, p.12
 - 19) Zmud, J., Goodin, G., Moran, M., Kalra, N., & Thorn, E.(2017), Advancing Automated and Connected Vehicles: Policy and Planning Strategies for State and Local Transportation Agencies (No. Project 20-102 (01)), p.11;

- 자율주행차에 대한 낙관론 중 하나는 Level 5의 자율주행차가 운전자의 실수로 기인하는 교통사고를 현저하게 줄일 수 있을 것이라는 견해임
- 자동차의 안전성을 높여주는 신기술의 도입은 교통사고 발생률, 부상률 및 사망률을 현저히 줄였음
 - 미국의 경우 1960년부터 2011년까지 교통사고로 인한 사망률이 절반 가까이 감소했으며, 이는 다양한 신기술의 도입으로 가능했을 것으로 해석할 수 있음
 - 자동차의 안전성을 증가시킨 기술로는 1984년 도입된 정면 에어백(modern frontal air bags), 1985년 잠금 방지 장치가 된 브레이크(antilock brakes), 1995년 전자식 주행 안정화 컨트롤(electronic stability control), 1998년 측면 에어백(head-protecting air bags) 및 2000년 전방충돌경보(forward collision warning) 등이 대표적인 것임
- 자율주행차의 개발 단계에 따라 교통 안전성에 미치는 영향은 다음과 같음
 - Level 1의 자율주행차 기능 중 브레이크 관련 기능은 운전자의 정지 거리를 감소시켜 교통 안전성을 증가시키나, 운전자가 실수로 정지하지 않은 것에 대해서는 막을 수 없음
 - Level 2의 자율주행차로运行时 운전자는 일정부분 자동차에게 자신의 운전권리를 양도할 수 있으며 크루즈 컨트롤 및 레인센터링 기능 등은 보다 안전한 운전을 가능하게 함
 - Level 3의 자율주행차에서는 운전자가 특정상황에서 자동차에게 모든 운전권리를 양도할 수 있음. 본 단계에서 차량은 운전자의 부주의로 인해 발생할 수 있는 사고들을 감소시킬 수 있음. 특히 오토바이, 자전거 및 보행자와의 사고를 현저하게 줄일 수 있을 것으로 예상됨
 - Level 4의 자율주행차에서는 음주운전으로 인해 기인하는 많은 사고들을 예방할 수 있을 것으로 예상됨
- 즉, 자율주행차로 인해 교통사고가 현저하게 줄어들 것으로 예상되나, 이에 대해 보다 명확한 연구 및 분석이 필요함

Anderson, J. M., Nidhi, K., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. A.(2014), Autonomous vehicle technology: A guide for policymakers, Rand Corporation, p.12-16

7. 전기차의 보급

- 대부분의 자율주행 차량은 친환경 전기자동차로 기술개발이 되고 있음
 - 전기자동차는 내연기관에 비해 부품의 수가 적어 상대적으로 제어 및 진단이 용이함
 - 전기차는 일반 내연기관 자동차에 비해 40~50%의 부품 수준을 가지고 있어 구조가 간단하고 고장 빈도가 적음
 - 내연기관 엔진이 아닌 모터를 이용하기 때문에 엔진제어가 쉽고 안전성 및 효율성이 뛰어나

- 무선충전 기술이 상용화 될 경우 주차장 또는 특정 장소를 자율주행으로 들러 쉽게 충전이 가능함
 - 전기차는 휘발유에 비해 에너지가 지속적이고 친환경 적이며, 배기가스 저감을 통해 삶의 질을 개선할 수 있음

- 자동차 업체들은 미래의 이동성의 기술연결고리는 소형 전기차-카셰어링-자율주행-무선충전으로 갈 것으로 예측하고 있음²⁰⁾
 - 전기차의 경우 공유차량인 카셰어링 차량의 확산에 도움이 될 수 있음
 - 자동차의 충전을 위한 시간을 줄여 공유 차량의 운행 시간을 늘릴 수 있음
 - 내연기관 차량의 경우 주유에 따른 번거로움이 있으나 전기차의 경우 카셰어링 주차장에 충전을 할 수 있어 주차 대기과 충전을 동시에 할 수 있는 장점이 있음

20) <https://gsaik.kookmin.ac.kr/kookmin/press/4419>



[그림 4-6] 카셰어링 자동차와 충전소

출처: <https://www.reuters.com/article/us-singapore-electricvehicles/singapores-electric-car-sharing-program-hits-the-road-idUSKBN1E600F>



[그림 4-7] 전기 버스 무선 충전

출처: <http://www.eltis.org/discover/case-studies/wireless-charging-quiet-and-clean-public-transport-torino-italy>

- 전기차 자율주행은 이와 같이 이동성의 제약을 해결 할 수 있고 친환경적이어서 이에 대한 기술 개발이 이루어지고 있음
- 국내 전기자동차는 전국에 2011년부터 처음 보급되기 시작하였음
 - 2011년 338대의 전기자동차를 보급하였으며, 2016년에는 5,914대의 차량이 보급되는데 그쳐 전기자동차 보급이 미미한 수준이었음
 - 2015년까지는 각 지자체에서 시범사업으로 시행되어 보급대수가 많지 않았지만, 2016년 이후 민간사업으로 전환됨

8. 자율주행으로 인한 시장의 변화²¹⁾

1) 자율주행과 미래 산업

- 자율주행 차량은 스마트 차량이며, 친환경차량임
 - 이와 같이 자율주행 차량은 기존의 자동차 산업에 통신, 센서, 카메라, 디스플레이, 각종 전기전자 부품기술 등의 다양한 산업이 집약된 고부가가치 산업임
 - 또한, 미래의 자율주행은 특정요금제를 통하여 다양한 교통수단을 이용할 수 있는 새로운 개념의 교통 시스템과 알고리즘 개발이 필요한 미래의 새로운 먹거리가 될 수 있음
 - 이에 따라 구글, 애플 등의 기업에서 자율주행 차량 개발을 위한 노력을 하고 있음
- 현재 미국에서는 2020년부터 부분 자율주행차를 상용화 시키고 2030년에 완전자율주행을 목표로 하고 있으며,²²⁾ 유럽에서도 2014년 UN 도로교통에 관한 비엔나 협약서를 재정하여 자율주행차의 상용화를 위한 노력을 하고 있음

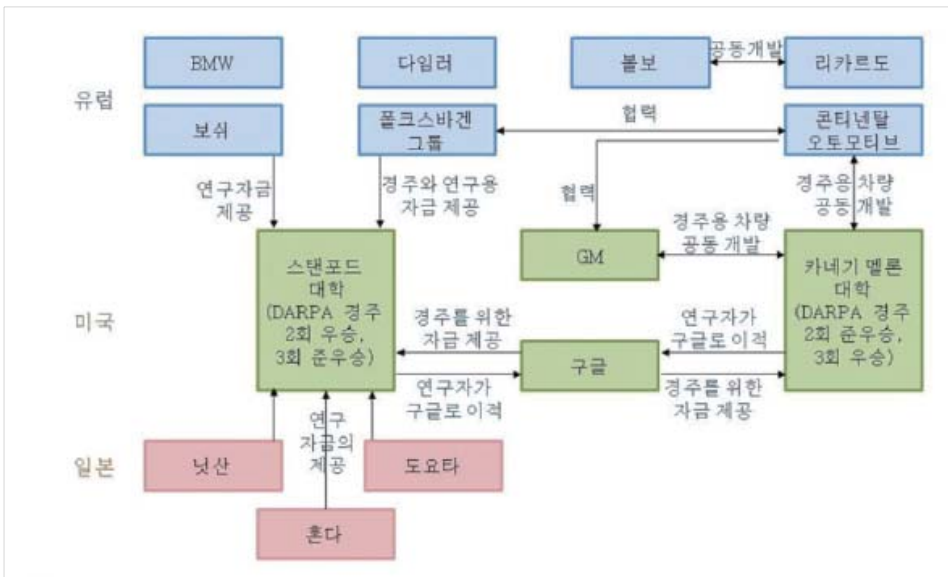
21) Rethink X, Rethinking Transportation 2020-2030

22) 김용훈·김현구(2017), 자율주행자동차 개발 동향, 한국통신학회지, 34(5)

- 미국, 독일 등 주요선진국은 자율주행관련 기술개발 전략을 세워 레이더 센서, 영상센서, 스마트 액추에이터, 도메인 컨트롤 유닛(DCU), 자율주행 기록장치(ADR), 개인화모듈, 운전자-차량 인터페이스(HVI) 모듈, V2X 통신모듈, ADAS지도, 복합측위모듈, 등 10대 핵심 부품과 차간거리유지, 차선변경, 저속구간 자동운전, 합류 및 분기로, 자동주차로 등의 5대 시스템의 개발에 집중하고 있음

○ 국내의 경우 선진국에 비해 약 4.6년 격차를 보이고 있음

- 미래창조과학부와 산업자원통상부에서는 2015년 ‘미래성장-산업엔진 종합실천계획’을 통하여 스마트 자동차, IoT 등에 약 5조6,000억원을 2020년까지 투입할 계획임



[그림 4-8] 미국 중심의 기술개발 협력

출처: Automotive Technology, 2013.3

김용훈·김현구(2017), 자율주행자동차 개발 동향, 한국통신학회지, 34(5)에서 재인용

2) 경제적 효과

- 자율주행 전기자동차로 인한 모빌리티 서비스의 변화는 새로운 경제적 파급 효과와 비즈니스 기회를 창출할 수 있음
- 리싱크X의 보고서에 따르면, 2030년 기존의 자동차는 약 40% 정도 남아있지만 미국의 자율주행 차량의 주행거리는 전체의 95%에 이를 것으로 예측하고 있음
 - 요금체계는 스마트폰과 같은 서비스에 대한 요금제에 의해 자율주행 차량을 이용하게 될 것으로 예상함
- 이러한 새로운 비즈니스 모델을 TaaS(Transportation-as-a-service)라 하며, 자동차의 소유에 비해 훨씬 저렴한 비용으로 다양한 교통수단을 이용할 수 있음
 - 자율주행 차량은 수조 달러의 시장 기회와 네트워크 효과에 대한 대규모 보상이 기대되며, 이에 따른 기존 회사들(Pre-TaaS) 사이에 시장 점유율 확보를 위한 경쟁이 심화되고 있음
 - Uber, Lyft 및 Didi와 같은 Pre-TaaS 플랫폼 제공 업체가 이미 참여하고 있으며, 다른 업체도 이러한 경쟁에 빠른 속도로 참여하고 있음
- TaaS는 운송 및 석유산업의 전반에 걸쳐 기존의 가치 체인을 파괴하지만, 새로운 사업기회가 창출되면서 수조 달러의 기회비용이 창출되고 GDP가 성장할 것으로 예측됨
 - TaaS는 일반 승용차의 프라이버시, 편안함, 유연성, 안전 등에 대한 장점을 대체할 수 있음
 - TaaS를 통해 미국의 가구당 연간 5,600달러 이상을 절감할 것을 예측하고 있으며, 이는 평균 10%의 임금이 오르는 효과와 같음
 - 자율주행 전기자동차의 경우 파이낸스 비용의 90%를 절감할 수 있으며, 유지보수 비용의 80%, 보험료의 90%, 그리고 연료비용의 70%를 절감할 수 있을 것으로 예측하고 있음

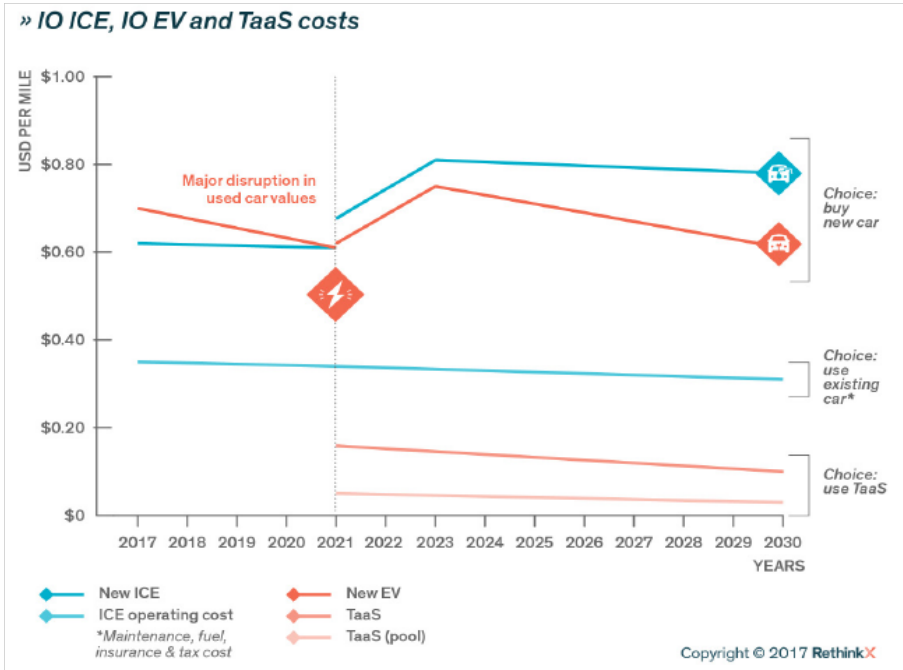
- 또한, 자동차 1대를 여러 사람이 공유하기 때문에 차량 1대당 운행률은 기존 16,000~32,000km에서 160,000km이상으로 크게 증가할 것으로 내다보고 있음
 - 전기차 자율주행은 기존 자동차 이용률의 10배, 자동차 주행거리는 50만 마일(2030년에는 100만마일로 향상 될 것임)에 이를 것으로 예측되며, 비용측면에서 볼 때 전기차 자율주행으로 빠르게 전환될 것임. 따라서, 유지비용, 에너지, 보험 등의 비용이 일반 내연기관 자동차에 비해 훨씬 저렴해 질 것임
 - 결과적으로, TaaS는 새로운 자동차를 구입하는 것 보다 1마일 당 4~10배 가격이 저렴하고 2021년에는 기존의 자동차를 운행하는 것 보다 2~4배 저렴할 것으로 예상됨
 - 10배 이상 되는 높은 이용률은 미국내 자동차의 필요 대수가 적어짐을 의미할 수 있음
 - 부품수가 적어 감가상각도 낮아지고 자동차 보험 등의 다양한 부문에서 재편이 이루어 질 것임
- TaaS가 광고, 데이터를 통한 수익창출 등의 방법으로 대중교통의 새로운 수입원을 개척하게 되면 대중교통은 무료로 운행될 수 있고 대중교통과 개인교통의 구분이 없어질 수 있음
 - 이러한 비용절감 효과는 소비자의 TaaS 이용을 유도할 수 있는 요소가 될 수 있음
- 경제적 대체효과는 다음과 같음
 - 운송비용 절감으로 인해 미국 가계의 연간 가처분 소득이 증가하여 2030년에는 1조 달러에 이를 것으로 예측됨. 자율주행차 관련 소비지출은 전체 GDP의 약 71%를 차지할 것으로 예상되며, 관련 사업기회의 증가로 고용성장을 주도할 것임
 - 운전을 하지 않음으로써 생기는 생산성은 추가로 약 1조달러의 소득 증가로 이어 질 것임

- 더 적은 수의 자동차가 더 많은 주행 거리를 운행함에 따라 미국 도로의 승용차 수는 247백만대에서 44백만대로 줄어들어 그에 따라 남게 되는 부지는 다른 많은 생산적인 용도로 이용하게 됨. 거의 1억대에 달하는 기존의 차량이 줄어들게 됨
- 높은 이용률로 인해 신차에 대한 수요가 급감 할 것이며, 매년 승용차와 트럭이 70% 줄어들 것으로 예상됨. 이로 인해 자동차 딜러, 유지 보수 및 보험 회사가 타격을 보게 되며, 기존의 자동차에 의한 가치 사슬이 파괴되면서 자동차 제조업체는 새로운 선택을 해야 함. 자율주행 전기 자동차의 박리다매식 대규모 조립업체로 남든지 TaaS 시스템의 제공 업체가 될지를 선택해야 함. 두 가지 전략 모두 다른 새로운 산업과 높은 수준의 경쟁으로 이어짐
- 운송가치 사슬은 기존 비용의 1/4(3,930억 달러 대 1조4,810억 달러) 비용으로 2030년에 6조(2021년 50% 증가)의 여객 마일을 제공 할 것임

○ 소비자의 선택에 따른 마일당 비용을 살펴보면 다음과 같음

- 새로운 차를 구입하였을 경우
 - 일반차량: 65센트(2021년)→78센트로 증가(2030년)
 - 전기차: 62센트(2021년)→61센트로 감소(2030년)
- 기존차량을 이용하였을 경우
 - 운영비: 34센트(2021년)→31센트로 감소(2030년)
- 공유시스템을 이용하였을 경우
 - TaaS: 16센트(2021년)→10센트로 감소(2030년)
 - TaaS Pool: 5센트(2021년)→3센트로 감소(2030년)
- 2021년 기준 차량 1대당 연간 이익
 - TaaS는 기존차량 이용대비 2,000달러의 이익이 생김
 - TaaS는 새로운 차를 구입하였을 경우 대비 5,600달러의 이익이 생김

- TaaS가 일반 승용차에 비해 운행률이 40%이상 높아 개인승용차가 하루에 4%만 운행되는 것에 비해 약 40% 높은 이용률을 보임



[그림 4-9] 소비자 선택에 따른 운송비용의 비교(신차, 기존차량, 공유차량 이용)

출처: Authors calculations based on data from Edmunds, Kelley Blue Book, Your Mechanic, U.S. Department of Energy, U.S. Department of Transportation, U.S. Bureau of Labor Statistics and uSwitch. See Appendix A for further details on the methodology

3) 환경적 효과

- 환경적 효과는 다음과 같음
 - TaaS는 운송부문의 대기오염과 온실가스를 현저히 감소시키거나 제거하고 대중의 건강을 향상시킬 수 있음
 - TaaS 교통시스템은 에너지 수요의 80%, 배기가스 배출의 90% 이상을

줄일 수 있음

- 태양 및 풍력에 의한 전기 인프라의 동시 증단을 가정하면 2030년까지 탄소 없는 도로 운송 시스템이 크게 보일 수 있음

4) 지정학적 변화

○ 지정학적 변화는 다음과 같음

- 석유의 지정학적 중요성은 크게 줄어들 것임
- 그러나 석유 수익 붕괴의 속도와 규모는 석유수익에 크게 의존하는 산유국과 지역에 불안정을 초래할 수 있음
- 전기차 자율주행은 리튬 및 기타 주요 광물 자원에 대한 수요가 커지면서 지정학적 중요성은 달라질 수 있음

5) 사회적 효과

○ 사회적 효과는 다음과 같음

- TaaS는 교통비를 대폭 절감 할 것임
- 이동성(mobility)을 향상시키고 일터, 교육, 건강관리(특히, 노인 및 장애인과 같이 오늘날 이동성에 제약이 있는 사람들에 대한 접근성을 향상시킬 수 있음
- 또한, TaaS는 소비자 잉여에서 수조 달러를 창출할 수 있고 보다 깨끗하고 안전하며 걷기 쉬운 지역 사회에 기여할 수 있음
- TaaS Pool 모델의 경우 대중교통은 무료로 운행될 수 있고 대중교통과 개인교통의 구분이 없어질 수 있음(승객의 가족이나 사회 집단에 속하지 않은 다른 사람들과 함께 타고 다니는 TaaS의 하위 집합으로 오늘날의 Uber Pool 또는 Lyft Line과 유사함)
- 많은 지방자치국에서는 무료 TaaS가 지역 사회 내의 일자리, 쇼핑,

엔터테인먼트, 교육, 건강 및 기타 서비스에 대한 시민의 접근성을 향상시키는 수단으로 바라볼 것임

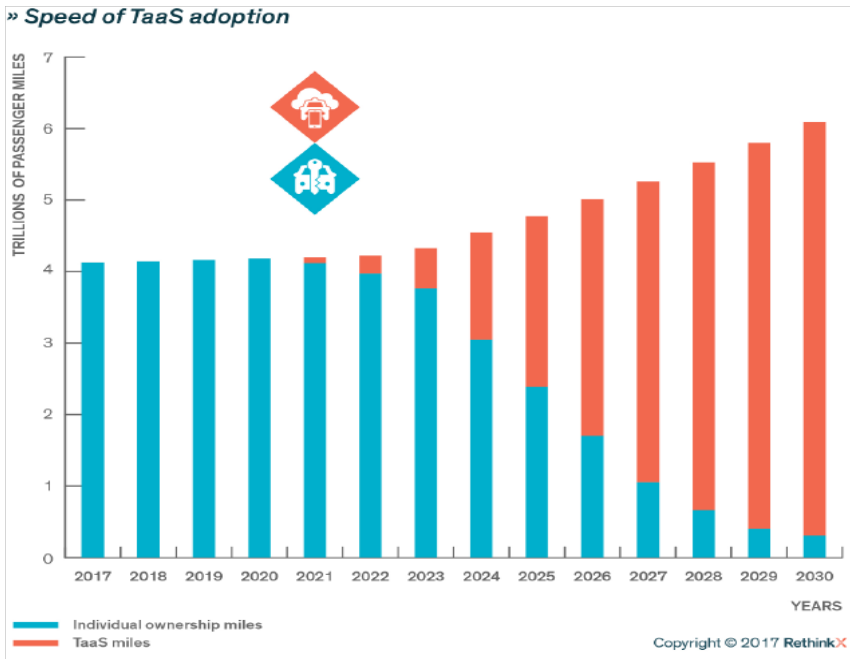
6) TaaS의 확산

- TaaS의 차량은 전기차 자율주행으로 전환되고 큰 도시 지역에 우선 도입되고 교외로 점차 확산됨
 - 많은 이용자가 자동차의 소유권을 포기하고 내연기관 차량과 비 자율주행 차량에 대한 금지 법안이 확산됨
- TaaS의 도입이 약 10년 정도 되면 대중교통 기관의 역할은 수송 자산의 소유 및 관리에서 저렴한 운송 수단에 대한 평등하고 보편적인 접근을 보장하기 위해 극적으로 바뀔 것임
 - 대중교통국(Public Transportation Authorities: PTA)의 역할은 교통 자산의 소유 및 관리에서 저렴한 교통수단을 평등하고 보편적 접근이 가능하도록 하기 위해 TaaS 제공 업체를 관리하는 방향으로 변할 것임
 - 잠재적으로 사회는 대중교통 기관이 인구 전체가 TaaS를 이용할 수 있도록 하는데 도움을 줄 것을 요구할 것임
- 보급 속도를 보면 10년 내에 미국 여객 마일의 95%를 TaaS가 제공할 것으로 보고 있음
- 2030년이 되면 TaaS 차량은 도로에 있는 차량의 거의 60%를 차지할 것이며, 95%의 주행거리는 미국 차량의 전기 자율주행차량의 60%에 해당될 것임
 - 나머지 40%는 주로 개인소유의 기존 내연기관 자동차일 것이며 2030년에 약 2,600만대의 TaaS 차량과 1,800만대의 개인소유 차량이 남을 것으로 예측됨
- 총 여객 마일이 4조에서 6조로 수요가 늘어날 것임. 이러한 증가는 다음과 같은 기능을 함

- 노인, 장애인, 가난한 사람, 아픈 사람 및 젊은 사람들과 같이 현재 불우한(종종 운전이 아닌) 사용자에게 의한 여행 증가
- 더 낮은 가격은 더 많은 수요를 야기 함
- 비용이 10배 감소하고 새로운 인구통계가 추가되고 자유운송의 가능성이 주어지면 6조 여객 마일도 과소평가 될 가능성이 큼

○ 도시지역의 TaaS는 아래 그래프보다 95% 시장 진입 속도가 빠름

- [그림 4-10]은 미국 전체의 TaaS 도입 속도를 보여주는 것이며, 도시에서는 도입속도가 더 빨라질 것이며, 점차 지방으로 확산될 것임



[그림 4-10] TaaS의 도입 속도

출처: Authors calculations based on data from Edmunds, Kelley Blue Book, Your Mechanic, U.S. Department of Energy, U.S. Department of Transportation, U.S. Bureau of Labor Statistics and uSwitch. See Appendix A for further details on the methodology

7) 결론

- 교통 및 석유부문의 변화에 대한 규모, 속도, 영향에 대한 문제를 바라보고 그에 따른 대책을 논의할 필요가 있음
- 투자자와 정책 입안자는 가까운 장래에 영향을 미칠 선택에 직면하게 될 것이며, 중요한 시점에 그들의 결정은 TaaS로의 변화를 가속화하거나 늦추는데 중요한 역할을 할 것임
- 많은 의사 결정은 경제적 이익(투자 수익, 생산성 향상, 시간 절약, 인프라 비용 감소 및 GDP 성장 포함) 뿐만 아니라 사회적 및 환경적 고려사항(교통 사고 및 부상감소, 이동성의 접근성 증가 및 배출량 감소 포함)에 따라 결정됨

결론 및 정책제언

1. 결 론
2. 정책제언

5장 : 결론 및 정책제언

5장 결론 및 정책제언

1절. 결 론

- 최근 자율주행 자동차의 연구가 활성화 되면서 약 20년 이후 자율주행 자동차는 또 다른 교통패러다임을 만들고 도시공간구조를 새롭게 재편성할 것으로 예상됨
 - 자율주행 자동차는 주변의 사물과 차량간 통신을 통해 일정하게 거리와 속도를 유지하며 주행을 하는 것을 의미하는 것으로 특히, 전기차를 기반으로 하는 친환경 자율주행 자동차(self-driving, autonomous driving)는 기존의 인간의 운전으로 인한 많은 부작용(안전, 혼잡, 공간 문제 등)을 제거하고 내연기관 자동차로 인한 문제를 해결할 수 있는 새로운 교통수단이 될 것으로 예상됨
- 4차 산업혁명특별시로서의 자리매김과 다가오는 자율주행 자동차 시대를 선도하기 위해서는 미래 자율주행 자동차 도입 및 확산에 대한 적절한 운영 및 관리방안을 세울 필요가 있으며, 그에 따른 교통 및 도시구조의 개편 방안을 마련할 필요가 있음
 - 멀지 않은 미래의 도시구조 및 교통의 패러다임은 변화가 확실시 되는 만큼 자율주행 자동차 확산에 따른 정책적 대비를 할 필요가 있음

□ 자율주행 시대의 도시변화

- 4차 산업혁명 이후 자율주행이 보편화 되면서 사람 중심의 도시개념으로 변화되고 있음
 - 자율주행을 통해 공유 자동차의 서비스를 활용할 수 있는 도시구조로

변하면서 교통에 대한 니즈(needs)가 커지게 됨

- 특히, 친환경 자동차에 대한 이슈로 인하여 전기자동차, 수소자동차, 하이브리드 등의 다양한 형태의 자동차가 등장하고 있음

○ 자율주행 자동차의 보급은 다양한 분야에서 장점을 가지고 있음

- 운전자의 실수로 인한 대부분의 사고를 줄일 수 있음
- 기존의 주차문제를 해결 할 수 있음
- 공유교통 시스템이 일반화되고 보험, 정비 등에 대한 문제로부터 자유로워 짐
- 대중교통의 역할은 재정비 되고 Uber, Lyft 등의 셰어링 자동차가 증가할 것임
- 새로운 비즈니스 모델을 만들 수 있으며, 이에 따른 운송비용 절감, 운전을 하지 않음으로써 생기는 생산성 향상 등의 경제적 효과가 예상됨
- 자동차의 일정속도를 유지시켜 가·감속으로 인한 연료소모와 배기가스 배출을 줄일 수 있음

□ 자율주행 자동차로 인한 교통 패러다임의 변화

1) 차량 소유의 감소

- 자율주행차의 도입은 차량을 재화에서 서비스로 전환하는 흐름을 더욱 강화시킬 것으로 예상됨
- 적절한 도시 및 교통계획을 바탕으로 이러한 변화에 대응할 수 있어야 함
- 기존 차량 소유자가 카셰어링 서비스 이용자로 전환되면서 교통 혼잡 감소 등 도시의 지속가능성을 증가시킬 수 있음
- 연구결과 뉴욕시의 경우 약 46~60%의 차량소유자가 자율주행차 카셰어링 서비스로 전환할 것으로 예측되었으며, 로스앤젤레스의 경우 약 46~60%, 델러스의 경우 약 21~31%가 자율주행차 카셰어링 서비스로 전환할

것으로 예상되었음

- 그러나, 동시에 보다 접근성이 높은 카셰어링 서비스가 제공됨으로써 전반적인 차량주행거리가 증가하여 오히려 교통혼잡을 가중시킬 수 있음. 특히, 기존 대중교통 이용자가 대중교통에서 보다 편리한 자율주행 카셰어링 서비스로 전환할 가능성도 있음

2) 모빌리티의 변화(다양한 교통수단의 혼재)

- 최근 수요중심의 다양한 교통수단이 생기면서 카풀, 카셰어링, 공유자전거, 장애인 콜택시, 수요대응형 교통수단(Demand Responsive Transit: DRT) 등의 공유교통수단이 공존하고 있음
 - 다양한 계층의 수요를 충족시킬 수 있는 교통수단이 운영되고 있음
- 반면, 버스, 도시철도 등의 대중교통은 거점을 연결하는 급행으로 운행을 하게 되며, 도시내 교통은 자율주행차가 대체하게 됨
 - 대중교통 수단은 급행운행을 위해 단순화되고 직선화될 것임
 - 또한, 운전자가 없어 인건비의 부담이 없어지면서 대중교통 요금으로 택시 등의 공유차량을 이용할 수 있음
- 빅 데이터 기반의 운송서비스를 통해 개개인의 니즈(needs)를 충족할 수 있는 노선최적화 또는 수요 대응형 서비스 등이 일반화 될 것임

3) 형평성 관련 문제

- Level 4의 자율주행차 도입은 장애인, 고령자, 어린이, 저소득층 등 기존 교통약자들의 이동성을 증진시킬 수 있다는 측면에서 교통 서비스의 형평성을 개선할 수 있음
 - 그러나, 이는 이에 수반되는 정책을 통해 가능할 것으로 예상됨. 특히, 고령자의 경우 새로운 플랫폼 등의 신기술을 이용하는 것에 어려움을 느낄 수 있으며, 저소득층의 경우 자율주행차 카셰어링 서비스의 이용

비용이 문제가 될 수 있음

- 또 다른 주요 문제로는 자율주행차량으로 인해 운전 관련 직업이 사라진다는 점임
 - 화물차, 버스, 택시 등의 운전자들이 일자리를 잃게 되는 문제가 있음. 자율주행차 도입 초기에 예상치 못한 상황 등을 제어하기 위해 여전히 운전자가 필요할 수도 있으나 결국에는 운전자 직업이 사라질 개연성이 높음

4) 대중교통과 역할 재정비

- 자율주행 카셰어링 서비스의 제공은 대중교통의 경쟁성을 감소시킬 가능성이 있음
- 미국 뉴욕시의 택시, Uber 및 Lyft의 1일 승객수를 비교해보면, Uber 및 Lyft의 경우 승객수가 증가하고 있는 반면에 택시의 승객수는 줄어 들고 있음
 - 향후 Zipcar, car2go 등의 카셰어링 업체와 Uber, Lyft와 같은 라이드 셰어링 업체가 자율주행차 도입과 함께 대중교통보다 저렴하고 효율적인 교통수단을 제공할 수 있음
- 따라서, 교통계획상 대중교통의 역할에 대한 재정비가 필요함
 - 특히, 민관 파트너십을 통해 보다 효율적인 교통수단을 제공하는 등의 방법을 모색할 필요가 있음

5) 주차장 및 차량 관련 기반 시설의 변화

- 현재 도시의 상당부분은 주차장, 도로, 주유소 등 차량 관련 기반시설로 이루어져 있음
 - 자율주행차의 도입은 이러한 기반시설의 위치 및 규모에 많은 영향을 미칠 것으로 기대됨
 - 기존의 주차면은 시민이 이용할 수 있는 공간으로 바뀌게 될 것임

- 주차장 이외에도 주유소, 세차장 등의 차량 관련 시설은 도심지내에서 사라질 것으로 예상됨
- 또한, 도로상에도 상당한 변화가 예측됨. 특히, 자율주행차의 완전 상용화는 현재보다 좁은 폭으로 설계된 도로를 공급할 수 있음

6) 안전성

- 자율주행차에 대한 낙관론 중 하나는 Level 5의 자율주행차가 운전자의 실수로 기인하는 교통사고를 현저하게 줄일 수 있을 것이라는 견해임
- 즉, 자율주행차로 인해 교통사고가 현저하게 줄어들 것으로 예상되나, 이에 대해 보다 명확한 연구 및 분석이 필요함

7) 전기차의 보급

- 대부분의 자율주행 차량은 친환경 전기자동차로 기술개발이 되고 있음
 - 전기자동차는 내연기관에 비해 부품의 수가 적어 상대적으로 제어 및 진단이 용이함
 - 내연기관 엔진이 아닌 모터를 이용하기 때문에 엔진제어가 쉽고 안전성 및 효율성이 뛰어남
- 무선충전 기술이 상용화 될 경우 주차장 또는 특정 장소를 자율주행으로 들러 쉽게 충전이 가능함
 - 전기차는 휘발유에 비해 에너지가 지속적이고 친환경 적이며, 배기가스 저감을 통해 삶의 질을 개선할 수 있음
- 자동차 업체들은 미래의 이동성의 기술연결고리는 소형 전기차-카셰어링-자율주행-무선충전으로 갈 것으로 예측하고 있음
 - 전기차의 경우 공유차량인 카셰어링 차량의 확산에 도움이 될 수 있음

□ 자율주행으로 인한 시장의 변화

1) 자율주행과 미래 산업

- 자율주행 차량은 스마트 차량이며, 친환경차량임
 - 이와 같이 자율주행 차량은 기존의 자동차 산업에 통신, 센서, 카메라, 디스플레이, 각종 전기전자 부품기술 등의 다양한 산업이 집약된 고부가가치 산업임
 - 또한, 미래의 자율주행은 특정요금제를 통하여 다양한 교통수단을 이용할 수 있는 새로운 개념의 교통 시스템과 알고리즘 개발이 필요한 미래의 새로운 먹거리가 될 수 있음
 - 미국, 독일 등 주요선진국은 자율주행관련 기술개발 전략을 세워 레이더 센서, 영상센서, 스마트 액추에이터, 도메인 컨트롤 유닛(DCU), 자율주행 기록장치(ADR), 개인화모듈, 운전자-차량 인터페이스(HVI) 모듈, V2X 통신모듈, ADAS지도, 복합측위모듈, 등 10대 핵심 부품과 차간거리유지, 차선변경, 저속구간 자동운전, 합류 및 분기로, 자동주차로 등의 5대 시스템의 개발에 집중하고 있음

2) 경제적 효과

- 자율주행 전기자동차로 인한 모빌리티의 변화는 새로운 경제적 파급효과와 비즈니스 기회를 창출할 수 있음
- 리싱크X의 보고서에 따르면, 2030년 기존의 자동차는 약 40% 정도 남아있지만 미국의 자율주행 차량의 주행거리는 전체의 95%에 이를 것으로 예측하고 있으며, 요금체계는 스마트폰과 같은 서비스에 대한 요금제로 자율주행차량을 이용하게 될 것으로 예상함
- 이러한 새로운 비즈니스 모델을 TaaS라 하며, 자동차의 소유에 비해 훨씬 저렴한 비용으로 다양한 교통수단을 이용할 수 있음

- TaaS는 운송 및 석유산업의 전반에 걸쳐 기존의 가치 체인을 파괴하지만, 새로운 비즈니스 기회가 창출되면서 수조 달러의 기회비용을 창출하고 GDP를 성장시킬 것으로 예측됨
 - 자율주행 전기자동차의 경우 파이낸스 비용의 90%를 절감할 수 있으며, 유지보수 비용의 80%, 보험료의 90%, 그리고 연료비용의 70%를 절감할 수 있을 것으로 예측하고 있음
- 또한, 자동차 1대를 여러 사람이 공유하기 때문에 차량 1대당 운행량은 기존 16,000~32,000km에서 160,000km이상으로 크게 증가할 것으로 내다보고 있음
 - 결과적으로, TaaS는 새로운 자동차를 구입하는 것 보다 1마일 당 4~10배 가격이 저렴하고 2021년에는 기존의 자동차를 운행하는 것 보다 2~4배 저렴할 것으로 예상됨
- TaaS가 광고, 데이터를 통한 수익창출 등의 방법으로 대중교통의 새로운 수입원을 개척하게 되면 대중교통은 무료로 운행될 수 있고 대중교통과 개인교통의 구분이 없어질 수 있음

3) 환경적 효과

- 환경적 효과는 다음과 같음
 - TaaS는 운송부문의 대기오염과 온실가스를 현저히 감소시키거나 제거하고 따라서 대중의 건강을 향상시킬 수 있음
 - TaaS 교통시스템은 에너지 수요의 80%, 배기가스 배출의 90% 이상을 줄일 수 있음

4) 사회적 효과

- 사회적 효과는 다음과 같음
 - TaaS는 교통비를 대폭 절감 할 것임

- 이동성(mobility)을 향상시키고 일터, 교육, 건강관리(특히, 노인 및 장애인과 같이 오늘날 이동성에 제약이 있는 사람들에 대한 접근성을 향상시킬 수 있음
- 또한, TaaS는 소비자 잉여에서 수조 달러를 창출할 수 있고 보다 깨끗하고 안전하며 걷기 쉬운 지역 사회에 기여할 수 있음
- TaaS Pool 모델에 따르면 대중교통은 무료로 운행될 수 있고 대중교통과 개인교통의 구분이 없어질 수 있음

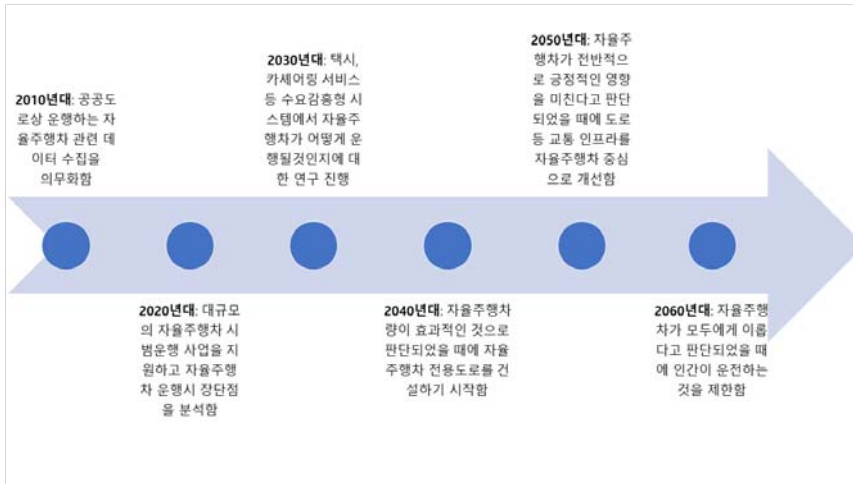
5) TaaS의 확산

- TaaS는 전기차 자율주행으로 전환되고 큰 도시 지역에 우선 도입되고 교외로 점차 확산됨
 - 많은 이용자가 자동차의 소유권을 포기하고 내연기관 차량과 비 자율주행 차량에 대한 금지 법안이 확산됨
- TaaS의 도입이 약 10년 정도 되면 대중교통 기관의 역할은 수송 자산의 소유 및 관리에서 저렴한 운송 수단에 대한 평등하고 보편적인 접근을 보장하기 위해 극적으로 바뀔 것임
 - 대중교통국(Public Transportation Authorities: PTA)의 역할은 교통 자산의 소유 및 관리에서 저렴한 교통수단을 평등하고 보편적 접근이 가능하도록 하기 위해 TaaS 제공 업체를 관리하는 방향으로 변할 것임
 - 잠재적으로 사회는 대중교통 기관이 인구 전체가 TaaS를 이용할 수 있도록 하는데 도움을 줄 것을 요구할 것임
- 보급 속도를 보면 10년 내에 미국 여객 마일의 95%를 TaaS가 제공할 것으로 보고 있음
- 2030년이 되면 TaaS 차량은 도로에 있는 차량의 거의 60%를 차지할 것이며, 95%의 주행거리는 미국 차량의 전기 자율주행차량의 60%에 해당될 것임

2절. 정책제언

□ 자율주행 도입 단계에서의 정책 마련 필요

- 일반적으로 자율주행차량은 2020년에서 2025년 사이 도입될 것으로 예측되고 있으며, 2050년 이전에 등록된 차량의 40% 이상을 차지할 것으로 분석됨
- 자율주행차량의 도입 과정에서 자율주행차량과 일반차량의 혼재 및 기존 교통시스템 내에서의 적응 등 상당한 혼란이 예상됨
 - 긍정적인 효과뿐만 아니라 부정적인 효과도 예상되므로 적절한 도시 및 교통계획이 필수적임
 - 현재는 Level 5의 자율주행차량 판매 이전의 단계로써 우선적으로 자율주행차량이 판매되고 공공도로상에서 운행되기 시작했을 때에 나타날 문제점에 대한 대비가 필요함
- 먼저, 각 지자체는 도입단계별 필요한 정책을 세울 필요가 있음
 - 도입 초기의 경우 데이터 수집 등 소프트웨어 관련 투자를 중심으로 하며, 도입 중기에 인프라 등 하드웨어 관련 투자를 시작하고, 자율주행 차량의 긍정적 효과에 대한 사회적 합의가 있을 때에 이를 강화할 필요가 있음
 - 자율주행차 시범운행을 위한 행정적 지원방안 마련 필요(2020년대)
 - 자율주행차와 카셰어링 등의 공유교통, 택시 등의 기존의 운송업체 등의 관계에 대한 정립 필요(2030년대)
 - 자율주행 차량을 위한 도로건설 및 네트워크 체계 마련(2040년대)
 - 자율주행 차량을 위한 교통인프라 건설 및 기존도로의 활용방안 마련(2050년대)



[그림 5-1] 자율주행차량 도입단계별 정책

출처: <http://leempo.com/wp-content/uploads/2017/03/M09.pdf>, p.17

□ 자율주행으로 인한 법률 개정 필요

- 자율주행으로 인한 공유교통 정책을 위해서는 단기적으로는 공유에 대한 법적 제도적 개선이 필요하며, 중·장기적으로는 운전에 대한 개념을 운전자의 조작이 아닌 자동차 스스로 운행할 수 있는 자동차로 개정될 필요가 있음
 - 그러나, 우리나라의 경우 라이드셰어링은 제도적 문제와 운송업계의 반대로 인하여 시대의 흐름에 역행하고 있는 실정임
- 자율주행차의 도입이 현실화되면서 이에 대한 관련법 및 제도를 정비할 필요성이 있음
 - 운전에 대한 개념을 수정할 필요가 있음
 - 「도로교통법」에서 운전행태(주차, 정차, 서행, 앞지르기, 일시정지 등)에 관련된 모든 행태는 운전자의 작동에 의한 것으로 명시되어 있음

- 또한, 「도로교통법」 제48조(안전운전 및 친환경 경제운전의 의무) ①항에서는 “모든 차의 운전자는 차의 조향장치(操向裝置)와 제동장치, 그 밖의 장치를 정확하게 조작하여야 하며, 도로의 교통상황과 차의 구조 및 성능에 따라 다른 사람에게 위험과 장애를 주는 속도나 방법으로 운전하여서는 아니 된다.”라고 명시하고 있으며, 이는 일반적으로 기계가 아닌 사람의 운전행태를 의미하고 있음
- 특히, 자율주행차량의 판매 정도에 대한 예상을 바탕으로 법 및 제도상의 대비가 필요하며, 더 나아가 자율주행차량 도입으로 인한 긍정적인 효과를 강화할 수 있는 법제도를 마련할 필요가 있음

□ 자율주행으로 인한 교통패러다임의 이해 필요

- 자율주행차로 인한 도시 내 주요 변화 요소별로 필요한 정책은 다음과 같음
 - 먼저, 차량이 소유에서 서비스로 전환할 때에 관련 시스템이 원활하게 작동할 수 있도록 관련 업체 인허가 등 필요한 규제를 마련해야 함
 - 대전시는 자율주행차의 도입 시 소외받는 계층이 없도록 개입할 필요가 있음. 특히, 자율주행차가 정차할 수 있는 장소, 자율주행차 이용비용 등에 대한 고려가 필요함. 또한, 운전 관련 직업이 사라지는 것에 대한 대비가 필요함
 - 또한, 보다 효율적인 주차 시스템을 개발 및 공급하고 기존 주차 시설을 도시에 맞게 재개발할 필요가 있음
 - 자율주행으로 인한 공유교통이 활성화 되면 주거지역의 주차장 기준도 바뀌게 되며, 이에 따라 주차장 분리분양제 등을 통해 주차 공간에 대한 새로운 개념정립이 필요함
 - 마지막으로 자율주행차량이 교통 안전성을 증진하는가에 대한 철저한 검증이 필요함

□ 대중교통의 역할 재정비 필요

- 교통계획상 대중교통의 역할에 대한 재정비가 필요함
 - 자율주행차의 도입으로 보다 효율적으로 도로를 사용할 수 있도록 대중교통을 활성화 할 수 있는 정책이 필수적임
 - Uber 및 Lyft 등의 교통 셰어링 서비스 업체의 시장 점유율이 점차 증가하면서 향후 Zipcar, car2go 등의 카셰어링 업체와 Uber, Lyft와 같은 라이드셰어링 업체가 자율주행차 도입과 함께 대중교통보다 저렴하고 효율적인 교통수단을 제공할 수 있음
 - 따라서, 민관 파트너십을 통해 보다 효율적인 교통수단을 제공하는 등의 방법을 모색할 필요가 있음
- TaaS의 도입이 약 10년 정도 되면 대중교통 기관의 역할은 수송 자산의 소유 및 관리에서 저렴한 운송 수단에 대한 평등하고 보편적인 접근을 보장하는 관리 방향으로 선회할 것임
 - 잠재적으로 사회는 대중교통 기관이 인구 전체가 TaaS를 이용할 수 있도록 하는데 도움을 줄 것을 요구할 것임
 - 많은 지방자치국에서는 무료 TaaS가 지역 사회 내의 일자리, 쇼핑, 엔터테인먼트, 교육, 건강 및 기타 서비스에 대한 시민의 접근성을 향상시키는 수단으로 바라볼 것임

□ 모빌리티의 다양화에 대한 새로운 시각 필요

- 공유교통 활성화를 위해 시대적 흐름에 맞추어 기존 제도의 제약을 완화하여 모빌리티를 다양화 할 것인지에 대한 결정이 필요한 시점임
 - 향후 자율주행이 일반화되면 모빌리티 서비스는 공유로 갈 수 밖에

없는 현실에서 현재의 규제는 수정될 필요가 있음

- 공유교통을 활성화 시키고 기존 운송업체의 상생을 위한 방법으로 카풀, Uber 등의 수익금에 대한 세금을 택시 등을 위한 발전기금으로 조성할 필요가 있음
 - 공유를 통해 얻어진 세금을 택시산업을 위한 보조금으로 사용할 수 있음
- 다음은 자율주행 관련 대전시의 역할과 관할부서를 정리한 것임

[표 5-1] 자율주행 관련 대전시 역할 및 관할부서

분 류		내 용	관할부서
도입 단계	교통 패러다임	제도적 시범사업	교통정책과
		공유교통과 기존 운송업체간 관계 정립	교통정책과, 운송주차과
		운전의 개념 수정	국가
	정책	카풀, 우버, 라이드셰어링 도입	국가, 운송주차과
		관련업체 인허가	대중교통과
		자율주행 차량의 안전에 대한 검증	국가
		모빌리티의 다양화에 대한 제도적 완화	대전시
		공유교통의 수익금을 이용한 택시와의 상생방안 마련	운송주차과
	중간단계	자율주행 차량을 위한 도로건설	건설도로과
네트워크 체계 마련(혼합교통류, 신호 운영)		교통정책과	
주차장 분리분양제 등의 주거지 정비		도시주택과	
완성 단계	건설	완전자율주행을 위한 교통인프라 건설	건설도로과
	정책	기존 도로 및 주차시설 활용방안	운송주차과, 도시재생과
		대중교통을 활성화 할 수 있는 정책 마련	대중교통과

참고문헌

- 한국교통연구원(2015), 2015년 국가교통조사 및 DB구축사업 교통수단 이용실태조사
유진투자증권(2017), 신정부출범과 4차산업혁명
문종덕·조광오(2014), 산업부의 자율주행 자동차 기술개발 방향, KEIT PD Issue
Report, 14, 12
유동훈·강경표(2016), 자율주행기술동향-기술수준 구분(SAE, NHTSA, VDA, BAST),
월간교통, 2016.4(통권 제 218호)
아주대학교 산학협력단(2016), 자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구
문종덕·조광오(2014), 산업부의 자율주행 자동차 기술개발 방향
김민정 외(2016), 『한국개발연구원』, ‘공유경제에 대한 경제학적 분석:기대효과와 우려
요인 및 정책적 함의’
오재학·박준식·김거중(2011), 공유기반 교통시스템 구상, 한국교통연구원
김용훈·김현구(2017), 자율주행자동차 개발 동향, 한국통신학회지, 34(5)

OICA(2016), World Motor Vehicle Sales
IEA(2017), Global EV outlook 2017
Bierstedt, J., Gooze, A., and Gray, C.(2014), Effects of Next-Generation
Vehicles on Travel Demand and Highway Capacity
National Highway Traffic Safety Administration(2013), Preliminary
statement of policy concerning automated vehicles
Litman, T.(2014), Autonomous vehicle implementation predictions,
Victoria Transport Policy Institute, 28.
Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Peterman, J., Raykin, L., & Walters,
J.(2014), Effects of next-generation vehicles on travel demand and
highway capacity, FP Think Working Group, 10-11.
Mosquet, X., Dauner, T., Lang, N., Rubmann, N., Mei-Pochtler, A.,
Agrawal, R., & Schmiege, F.(2015), Revolution in the driver’s seat: The
road to autonomous vehicles, Boston Consulting Group, 11.
Anderson, J. M., Nidhi, K., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., &
Oluwatola, O. A.(2014), Autonomous vehicle technology: A guide for
policymakers, Rand Corporation. p.16-17.

Glus, P., Bhatia, T., Cagliani, C., Greenfield, L., Killiam, E., Kramer, A., ... & Iacobucci, J.(2017), Driverless Future: A Policy Roadmap for City Leaders.

Zmud, J., Goodin, G., Moran, M., Kalra, N., & Thorn, E.(2017), Advancing Automated and Connected Vehicles: Policy and Planning Strategies for State and Local Transportation Agencies (No. Project 20-102 (01))

Rethink X, Rethinking Transportation 2020-2030

Automotive Technology, 2013.3

Authors calculations based on data from Edmunds, Kelley Blue Book, Your Mechanic, U.S. Department of Energy, U.S. Department of Transportation, U.S. Bureau of Labor Statistics and uSwitch. See Appendix A for further details on the methodology

taas.koroad.or.kr

<http://www.daejeon.go.kr>

<http://www.ev.or.kr>

<https://www.wired.com/story/uber-self-driving-cars-pittsburgh/>

<http://news.joins.com/article/22229199>

https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A0%9C4%EC%B0%A8_%EC%82%B0%EC%97%85%ED%98%81%EB%AA%85

<http://www.smartcitiesprojects.com/>

<http://news.ihsmarkit.com>

<http://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/list/2/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=162096>

<https://gsaik.kookmin.ac.kr/kookmin/press/4419>

<https://www.reuters.com/article/us-singapore-electricvehicles/singapores-electric-car-sharing-program-hits-the-road-idUSKBN1E60OF>

<http://www.eltis.org/discover/case-studies/wireless-charging-quiet-and-clean-public-transport-torino-italy>