

첨단인프라 기술발전과 국토교통분야의 과제 -자율주행 자동차를 중심으로-

Advanced Infrastructure Technologies and National Territorial Development
-Focusing on Autonomous Vehicles-

이백진 외



첨단인프라 기술발전과 국토교통분야의 과제

- 자율주행 자동차를 중심으로 -

Advanced Infrastructure Technologies and National Territorial Development

- Focusing on Autonomous Vehicles -

이백진, 김광호, 박종일

■ 연구진

이백진 국토연구원 연구위원(연구책임)

김광호 국토연구원 책임연구원

박종일 국토연구원 책임연구원

■ 외부연구진

강경표 한국교통연구원 연구위원

김원호 서울연구원 연구위원

문병섭 한국건설기술연구원 연구위원

추상호 홍익대학교 교수

최성태 홍익대학교 연구교수

■ 연구심의위원

김호정 국토연구원 선임연구위원

오성호 국토연구원 연구위원

이재용 국토연구원 연구위원

윤서연 국토연구원 책임연구원

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS

본 연구보고서의 주요 내용

- 1 자율주행 자동차 도입은 교통에 큰 영향을 가져오나 시장도입시기, 소비자 반응, 영향 정도의 불확실성 등으로 중장기 교통계획 반영이 곤란해 계획의 실효성 문제 발생
- 2 자율주행 자동차에 대한 소비자 선호도 조사결과, 자율주행 기술수준이 높을수록 소비자 선호도와 최대 지불의사액이 증가하고, 이용 빈도와 장거리 통행량 증가 예측
- 3 자율주행 옵션별 평균 지불의사액은 '일반도로 자동운전'이 약 66만원, '자동주차' 약 63.9만원, '혼잡도로 자동운전' 약 62.1만원 정도임
- 4 자율주행 자동차는 공공의 협력형 ITS(C-ITS) 서비스와 연계될 때 선호도가 증가되고, 장래 기술수준이 다양한 자율주행 자동차의 혼재 가능성이 높음

본 연구보고서의 정책제안

- 1 자율주행 자동차의 도입과 확산 과정에서 일반 자동차와 혼재, 기술수준이 다양한 자율주행 자동차 혼재 등 발생 가능한 교통문제들에 대해 단계별 대응방안 마련 필요
- 2 협력형 ITS(C-ITS) 사업을 포함 지금까지 공공부문에서 추진해 온 도로 ITS 사업에의 지속적인 투자 및 고도화 필요
- 3 자율주행 자동차의 도입과 확산 과정에서 교통체계 전반을 고려하고 사회적 편익을 최대화하는 관점에서 공공의 주도적이고 능동적 역할 필요

주요 내용 및 정책제안 i

제1장 연구의 개요 1

1. 연구의 배경 및 필요성 3
2. 연구의 목적 5
3. 연구의 범위 및 방법 5
4. 선행연구와의 차별성 8
5. 연구의 기대효과 9

제2장 자율주행 자동차의 국내외 정책동향 11

1. 자율주행 자동차의 정의와 관련 기술 13
2. 자율주행 자동차 정책추진 동향 17

제3장 자율주행 자동차 도입에 따른 영향과 주요 논점 25

1. 자율주행 자동차 도입에 따른 교통부문의 영향 27
2. 자율주행 자동차 도입에 따른 교통부문의 주요 논점 32

제4장 자율주행 자동차에 대한 이용자 의식과 선호도 37

- 1. 조사의 개요 39
- 2. 주요 분석 결과 40

제5장 자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제 51

- 1. 주요과제 도출의 개요 53
- 2. 교통계획 분야의 대응 과제 54
- 3. 교통안전 분야의 대응 과제 57
- 4. 교통운영 및 시설분야의 대응 과제 59

제6장 결론 및 향후 과제 65

- 1. 주요 연구 결과 67
- 2. 정책적 시사점 72
- 3. 연구의 한계와 향후 과제 74

참고문헌 75

Summary 79

부록 83

연구의 개요

01 연구의 배경 및 필요성	3
02 연구의 목적	5
03 연구의 범위 및 방법	5
04 선행연구와의 차별성	8
05 연구의 기대효과	9

1. 연구의 배경 및 필요성

1) 연구배경

- 최근 국토교통 분야의 큰 변화 동인 중 하나는 자율주행 자동차의 기술발전이며, 국내외 전문기관들은 '20년대 후반부터는 상용화 될 것으로 예측
 - 자율주행 관련 전문시장조사 기관인 NavigantResearch(2013)에 의하면, 자율주행 기술을 탑재한 양산형 자동차는 '20년경 시장에 출시될 것으로 예상되며' 35년까지 북미, 서유럽, 아시아태평양 3개 지역의 자율주행 자동차 시장 연평균성장률은 85%에 이를 것으로 전망(이재관, 2015)
 - 특히 전 세계 자동차 시장에서 해당년도에 새로 출시되는 자동차 중 자율주행 기술을 탑재한 자동차의 비중은 '35년에 75.1%에 이를 것으로 전망

표 1-1 자율주행자동차 시장전망(단위: 천대, %)

구분	2015	2020	2025	2030	2035	
자동차 전체	88,534	98,103	106,917	116,221	127,170	
자율주행자동차	대수	-	7.3	4,756	47,113	95,444
	비율	0.0%	0.01%	4.4%	40.5%	75.1%

출처: 이재관(2015) 재인용

- 2015년 정부는 자율주행 자동차 기술개발 및 보급지원을 위해 관계부처(국토교통부, 산업통상부, 미래창조과학부) 합동으로 세부추진과제와 지원방안, 부처별 역

할분담 방안을 발표하는 등 중점추진 예정

- 정부는 지원방안에서 자율주행 차량 기술개발은 선진국보다 늦게 시작했지만 제도·인프라 조기 구축으로 상용화시기를 단축하여 '2020년 자율주행 자동차 상용화(레벨 3-부분적 자율주행¹⁾) 달성 목표 설정(조순기, 2015)
- 국토교통부는 자율주행 자동차 상용화 목표 달성을 위해 자동차 관련 법·제도 개정, 상용화 지원을 위한 로드맵 작성과 중점 R&D 과제를 선정하여 추진
 - '16.9 자동차관리법 시행규칙 일부개정(안)을 통해 기존 시험운행 구간 지정방식을 네거티브 방식으로 전환하여 어린이 보호구역 등 금지 구간 외에는 허용
 - '15.5 자율주행 자동차 상용화 지원을 위해 추진전략을 제시하고, '스마트 자율협력 도로시스템 기술개발('15.7~'20.7) 등 R&D 추진

2) 연구의 필요성

- 자율주행 자동차 관련된 정부정책과 연구는 차량, 통신설비 등 자동차 기술개발에 관한 논의가 대부분으로, 자율주행 자동차가 실제 상용화 될 경우 가장 큰 영향이 미치는 교통체계, 도시구조 등 국토교통 분야에 대한 논의는 상대적으로 부족
 - 즉 자율주행 자동차 상용화가 교통, 도시, 국토의 공간이용에 미치는 영향에 대한 연구는 부족(예, 통행량을 증가시킬 것인가, 직주거리는 증가할 것인가)
 - 또한 자율주행 자동차가 실제 도로에서 주행하는 과정에서 발생할 수 있는 긍정적 또는 부정적 영향과 대응과제들을 종합적으로 검토 필요
- 이는 결과적으로 국토교통 분야의 다양한 법정계획(특히, 중·장기 계획²⁾)을 수립할 때, 자율주행 자동차 기술발전을 계획내용에 반영하는데 제약 요인으로 작용
 - 즉 자율주행 자동차 상용화에 따른 국토교통 분야에 미치는 영향을 체계적으로 분석할 수 있는 과제들을 수행할 필요
 - 자율주행 자동차가 도로용량 개선(즉, 차두간격 감소)에 의미 있는 기여를 할 수 있다면 향후 '국가도로종합계획' 수립에 반영할 필요가 있음

1) 레벨 3(부분적 자율주행) : 자동차에 의해 차량 제어의 대부분이 수행되고, 이상교통환경에서 운전자 제어

2) 국토종합계획, 국가도로종합계획, 국가철도망 구축계획, 교통안전기본계획 등

- 자율주행 자동차가 대중교통 이용량 감소(즉, 철도보다 환승불편이 없는 자율주행 자동차 선호)에 의미 있는 기여를 한다면 향후 ‘국가철도망 구축계획’ 수립이나 단기계획인 ‘대중교통기본계획’에도 반영할 필요가 있음
- 자율주행 자동차가 도로의 교통사고를 획기적으로 감소시킨다면 향후 ‘교통안전 기본계획’의 수립 또는 추진전략에 변화가 필요

2. 연구의 목적

- 이 연구는 미래 첨단인프라로서 자율주행 자동차 도입에 따른 교통분야에 미치는 영향에 대해 종합적으로 검토하고 향후 중점적으로 추진해야 할 과제들을 도출
 - 더불어 교통 및 도시계획 측면에서 자율주행자동차 도입이 통행행태(자동차 소유 및 이용 변화 등)에 미치는 영향을 개략적으로 평가해 보고자 함
 - 단, 연구기간이 단기간임을 고려해 이 연구에서는 주요 수행과제들을 도출하는 것에 중점을 두며, 실제 영향분석 등 실증분석은 향후 과제임

3. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

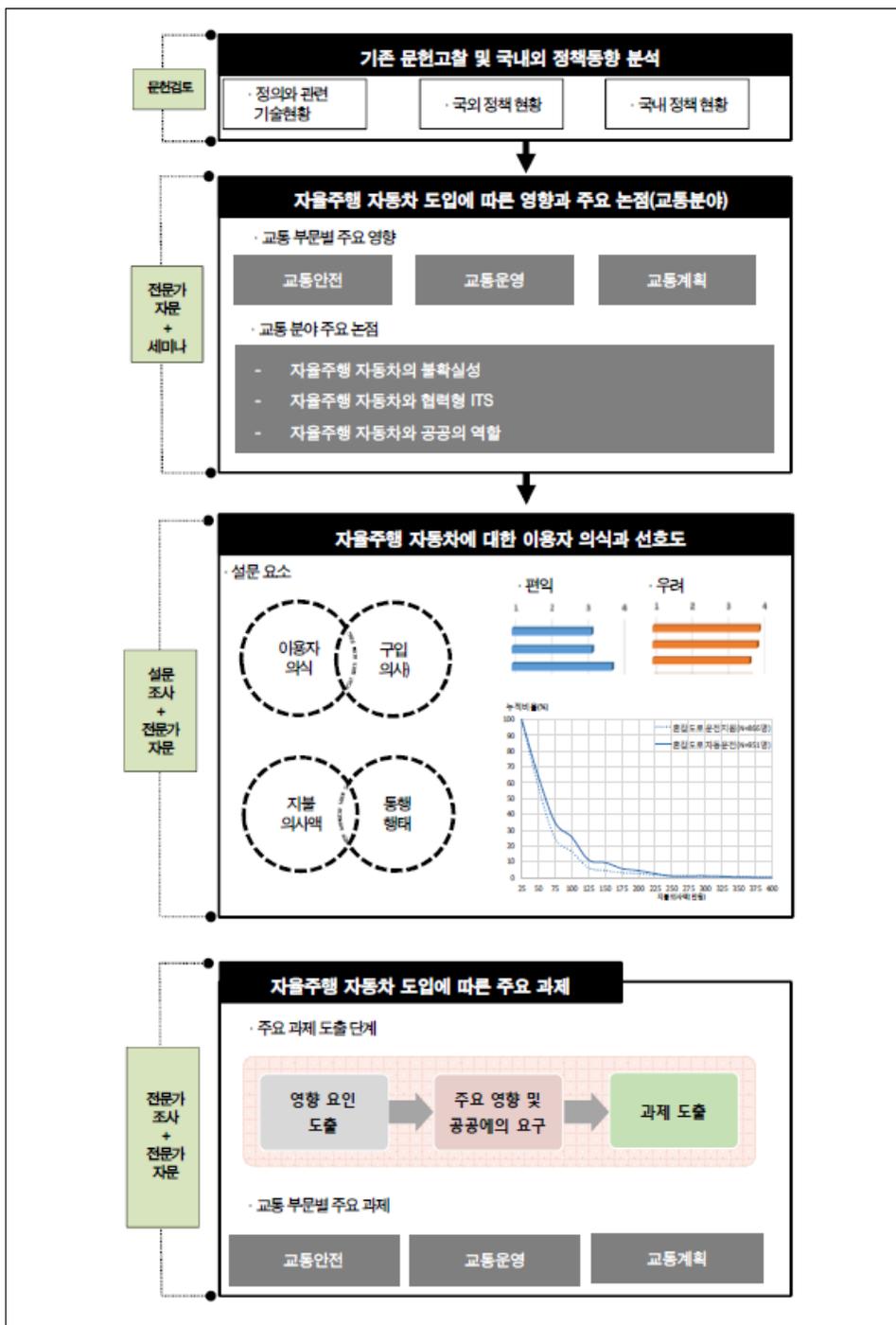
- 시간적 범위
 - 이 연구에서 사용하는 각종 통계 자료 및 법제도적 사항은 2016년 기준이며, 목표연도는 자율주행 자동차의 보급단계를 반영해 설정(2020년 레벨 3단계 상용화, 2030년 이후 레벨 4단계 상용화를 중심으로 검토)
- 공간적 범위
 - 이 연구의 공간적 범위는 전국
- 내용적 범위
 - 국내의 자율주행 자동차 기술 및 정책 동향과 전망
 - 자율주행 자동차 도입이 교통분야에 미치는 영향과 논점

- 자율주행 자동차에 대한 이용자 의식과 통행행태 변화 분석
- 자율주행 자동차 도입에 따른 교통분야의 주요 과제

2) 연구의 방법

- 연구기간: 2016. 6. 1~11. 30
 - 이 연구는 센터제안의 정책연구로서 6개월간 추진
- 전문가 협의체 및 세미나 운영
 - 자율주행 자동차 관련 분야별 전문가 세미나 추진
 - (1회) 자율주행 자동차 기술발전 현황과 전망
 - (2회) 자율주행 자동차 기술발전과 교통 분야의 과제
- 전문가 조사 및 정책수요 조사
 - (3회) 자율주행 자동차 기술발전과 교통 분야의 과제 전문가 검토
- 일반인 설문조사
 - 자율주행 자동차에 대한 사회적 수용성과 통행행태 변화를 분석하기 위해 일반인 대상 설문조사 실시(수도권 거주자 대상)

그림 1-1 연구의 흐름



4. 선행연구와의 차별성

1) 선행연구 검토

- 선행연구 고찰 결과, 자율주행자동차 관련 연구의 대부분은 기술개발 분야이며, 자율주행자동차가 국토교통 분야에 미치는 영향에 관한 연구는 많지 않음
- 미래사회 전반에 걸친 변화 동인과 메가트렌드를 분석하고 이러한 변화가 장래 교통(박경아 외, 2012)과 국토(이용우 외, 2014)에 미치는 영향과 미래상을 제시한 연구들이 있으며, 자율주행자동차를 변화 요인 중 하나로 다루고 있음
- 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원(2015)은 자율주행자동차 관련 연구개발 사업을 위해 “스마트 자율협력주행 도로시스템 개발” 기획연구를 실시하였으며, 현재 관련 연구 추진 중이나, 주요 기술개발 분야에 중점

2) 선행연구와의 차별성

- 이 연구는 미래사회의 다양한 변화 동인 중 자율주행 자동차를 대상으로 국토교통 분야에 발생하는 문제점과 대응과제를 체계적으로 도출하는 점에서 차별화
- 특히, 정부가 자율주행자동차 상용화를 집중 지원하고 있어, 상용화를 위한 사회적 수용성 및 통행행태에 미치는 영향을 파악해 본다는 점에서도 차별화

구 분	선행연구와의 차별성			
	연구목적	연구방법	주요 연구내용	
주요 선행 연구	1	<ul style="list-style-type: none"> 과제명: 미래사회 메가트렌드 이 교통체계 전망 연구자(년도): 박경아 외 (2012) 연구목적: 미래사회 전반에 걸친 메가트렌드를 분석하고, 이에 따른 교통의 변화 전망과 교통 미래상을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 선행연구 고찰(미래예측 연구, 교통부문 미래연구 등) 미래예측 방법론 적용(메타분석, 퓨처스 휠 기법 등) 전문가 설문조사 미래변화 기회 및 위험요인 분석 미래교통모습의 시각화 	<ul style="list-style-type: none"> 교통관련 미래사회 메가트렌드 선정 메가트렌드의 교통부문 영향분석 메가트렌드 관련 미래 교통전망 교통의 주요이슈 및 미래상 도출 미래교통체계의 실천과제 제시
	2	<ul style="list-style-type: none"> 과제명: 스마트 자율협력주행 도로시스템 개발 기획보고서 연구자(년도): 국토교통과학기술진흥원(2015) 연구목적: 운전자 감시하에 제한적인 자율주행이 가능한 도로-자동차 협력시스템 개발 기획 	<ul style="list-style-type: none"> 기술동향 파악 미래 예측기법을 적용한 국토공간구조 전망(시나리오 플래닝 기법) 국토미래에 대한 시뮬레이션 전문가 설문조사 	<ul style="list-style-type: none"> 관련 국내외 동향 및 환경분석 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 정책동향 분석 - 국내외 시장현황 및 전망 - 국내외 기술개발 동향 및 분석 연구개발과제 구성 및 추진전략 마련 연구개발의 타당성 검토
	3	<ul style="list-style-type: none"> 과제명: Autonomous vehicle implementation predictions-implication for transport planning 연구자(년도): Todd Litman(2015) 연구목적: 자율주행자동차 도입이 미래 교통계획)에 미치는 영향 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 선행연구 고찰 사회적 비용과 편익 분석 시나리오 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행자동차의 B/C 예측 <ul style="list-style-type: none"> - 잠재적 편익과 사회적 비용 교통에 미치는 영향 <ul style="list-style-type: none"> - 통행거리 변화 - 자동차 소유 변화 등 - 점유율에 따른 영향분석
본 연구	<ul style="list-style-type: none"> 이 연구는 자율주행자동차 기술발전이 사람의 통행행태, 도시 및 국토 공간에 미치는 영향을 파악하고 바람직한 국토분야의 과제 도출을 목적 	<ul style="list-style-type: none"> 선행연구 고찰 설문조사(일반인 및 전문가 조사) 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 자율주행 자동차 기술개발 및 정책현황 자율주행 자동차 기술발전에 따른 국토공간 이용의 변화 자율주행 자동차 기술발전과 국토분야의 과제 	

5. 연구의 기대효과

1) 정책적 기대효과

□ 자율주행 자동차 관련 국토교통부의 정책 지원

- 국내 자율주행 자동차는 국토교통부, 미래창조과학부, 산업통상자원부의 정부부처 합동으로 역할분담방안을 확정하여 사업을 적극 추진하고 있으며, 이 연구는

국토교통부의 향후 대응과제를 도출해 정책 지원

- 자율주행 자동차 도입 및 확산에 대응한 추진과제 도출
 - 지금까지 자율주행 자동차 관련 이슈들은 주로 자동차 기술개발 중심으로 논의되어 왔으나, 실제 자율주행 자동차의 실용화 단계는 국토교통부의 역할 중요
 - 본 연구에서는 이러한 실용화 단계에서 사전 연구과제를 도출해 정책 지원
- 국토교통부가 기존 ITS의 다음 단계로 시범사업 추진 중인 ‘협력형 ITS(이하 C-ITS, Cooperative ITS)’와 자율주행 자동차와의 연계 사업의 필요성 강조
 - 최근 ‘자율주행 자동차’에 대한 관심이 집중되면서 ‘C-ITS’ 사업추진 필요성에 대한 이슈가 있으며, 이 연구는 설문조사를 통해 ‘자율주행 자동차’와 ‘C-ITS’의 연계추진 필요성 강조와 당위성을 제시
- 국정과제 및 부처 정책추진계획 연관성
 - 현 정부 144개 국정과제 중 “87. 항공, 해양 등 교통안전 선진화 : 스마트하고 안전한 도로 구현 및 안전 인프라 확충”, “8. 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성”에 기여

2) 학술적 기대효과

- 국내외 자율주행 자동차에 대한 일반시민의 의식 및 통행행태 변화 분석에 관해서는 현재까지 소수의 연구들만 다루고 있어, 관련 분야의 선도적 연구
- 본 연구는 다음과 같은 점에서 독창적임
 - 자율주행 자동차 관련 연구에서 첫 번째 이슈는 응답자들이 완전 자율주행 자동차에 대해 지식부족으로 응답에 불확실성 문제가 존재하며, 이 연구는 응답 불확실성을 감소하기 위해 자율주행 자동차의 기능들을 세분화하는 방법론 적용
 - 기존 연구들은 완전 자율주행 자동차가 모든 완성된 시점만을 대상으로 한 반면, 이 연구는 자율주행 자동차의 발전단계를 고려
 - 특히, 자율주행 자동차의 도입 단계에서 가장 핵심적인 부분은 ‘운전자 중심의 운전제어(레벨3)’ 단계에서 ‘자동차 중심의 운전제어(레벨4)’로 넘어가는 전환 단계에서 소비자들의 반응이며, 이 연구는 이 단계를 다룸

CHAPTER 2

자율주행 자동차의 국내외 정책동향

01 자율주행 자동차의 정의와 관련 기술 13

02 자율주행 자동차 정책추진 동향 17

자율주행 자동차의 국내외 정책동향

1. 자율주행 자동차의 정의와 관련 기술

1) 정의

- 자율주행 자동차는 연구자들에 따라 다양하게 정의되지만, 일반적으로 ‘자동차 스스로 주변 환경을 인식, 위험을 판단해 운전자 주행조작을 최소화하고, 출발지에서 목적지까지 주행경로를 계획해 스스로 안전주행이 가능한 자동차’ (이재관, 2015; 국토교통부, 2015; 이베스트투자증권, 2015)
- ITS 국제표준화 기구인 ISO TC204는 자율주행 자동차를 두 가지로 구분해 정의함(유시복, 2015)
 - Autonomous vehicle¹⁾은 자동차에 탑재된 감지기를 이용해 차량 단독으로 외부 교통상황을 파악하여 자율로 주행하는 독자 시스템(Stand alone)
 - Automated vehicle은 더 넓은 의미로 Connected vehicle 개념(또는 협력형 ITS-Cooperative ITS)을 포함하는데, 즉 첨단 도로인프라(V2I)나 다른 차량(V2V)과 연계해 외부 교통상황을 파악하여 자율 주행하는 것을 통칭함²⁾
- 자율주행 자동차에 대한 용어를 구분하는 것은 정부정책의 방향 설정과 연관되기 때문에 중요한데, Autonomous vehicle은 자동차 업계, Automated vehicle은 첨단교통인프라와의 연계 또한 중요하게 다루는 차이가 있음³⁾

1) Autonomous vehicle은 driverless car, self-driving car, robotic car, uncrewed vehicle 등 다양한 표현으로 사용(연승준과 조현도, 2015)

2) 최근 미국 연구보고서에서는 Connected & Automated Vehicle(CAV), (Johanna 외, 2016)

3) 완전한 형태의 자율주행을 위해서는 Autonomous vehicle과 Automated vehicle을 함께 발전시켜야 하는데 최근 구글(Google)의 시험용 자율주행 자동차(Autonomous vehicle 형식)가 노선버스와 충돌한 교통사고는

2) 주요 적용기술

- 일반적으로 운전자는 도로나 주변 환경을 인지하고 상황을 판단하여 핸들, 엑셀, 브레이크 등으로 차량을 제어하는데, 자율주행 자동차도 동일한 과정
- 따라서 자율주행 자동차를 구성하는 기술은 주변환경이나 위치를 인지하는 **인지기술**, 경로와 거동에 대해 의사결정을 하는 **판단기술**, 가·감속, 조향 및 기어 등을 제어하는 **제어기술**로 구분(빈미영, 2016)
 - 인지기술은 차량에 장착된 차량 센서(카메라, 레이더 등)을 이용해 차량주변의 정적·동적 장애물(차량, 보행자, 신호등, 표지판 등)을 검출하여 인지하고, 이때 매우 정교한 정밀지도와 GPS 측위 중요
 - 판단기술은 차량 내 의사결정 S/W에 의해 수행되는데, 경로계획, 모션계획, 의사결정을 하는 기술로서 경로계획은 출발지에서 목적지까지 최적경로를 계획, 모션계획은 주어진 상황에 맞는 최적의 거동설계, 의사결정은 차량주행의 거동에 관하여 전반적인 것을 결정함(빈미영, 2016; 이베스트투자증권, 2015)
 - 제어기술은 가속 및 감속, 조향 및 기어 등을 액추에이터(Actuator)를 통해 제어하는 기술이며, 다른 차량이나 주변 도로 인프라와는 통신(WAVE 등)으로 연계
- 자율주행기술을 바탕으로 자율주행차량에 필요한 핵심기술은 크게 10가지로 구분

구분	관련부품	내용
① 레이더·라이다기술	전후방 레이더, 레이저스캐너	<ul style="list-style-type: none"> • 주행환경 상의 대상물체 또는 장애물의 거리 및 부피 측정 • 물체와의 정확한 거리와 공간정보 인식 및 검출
② 영상센서 기술	전방 카메라, 레이저스캐너	<ul style="list-style-type: none"> • 차선, 표지판, 차량, 이륜차 등의 형상정보 및 거리정보 인식 및 검출 • 주행차로 유지 및 다차선 변경, 합류로 및 분기로 합류, 주차유도 및 자동주차 등을 지원
③ V2X통신 기술	V2X 단말기	<ul style="list-style-type: none"> • V2V, V2I 등의 기술과 인프라 및 차량 센서정보를 융합하는 기술 • 차량의 주변상황 인지, 통신기술을 활용한 주변상황 정보 등에 활용
④ 디지털 맵 기술	GPS 센서, 초음파센서	<ul style="list-style-type: none"> • 주행차로 도로구간에 대한 차선, 도로형상, 구배 등의 정보를 담고 있는 지도 기술 • 차선유지 및 주행도로 예측 등에 활용

다른 차량이나 첨단 도로인프라와 연계(Automated vehicle)가 중요한 것을 시사

구분	관련부품	내용
⑤ 측위 기술	-	<ul style="list-style-type: none"> • DGPS, 디지털맵, 차량 상태정보, 서라운드 센서정보 등을 융합한 측위 기술 • 차량의 위치, 주행방향, 속도 추정에 사용
⑥ 액추에이터 기술	조향제어ECU, 차속제어ECU	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 위험분석 및 고장분석을 통하여 자율주행차의 안전한 제어를 위해 중복안전(Redundancy) 및 Fail Safety 기술 • 안전한 제어를 위한 스마트 액추에이터 설계에 활용
⑦ HVI기술	-	<ul style="list-style-type: none"> • 운전자 특성, 차량 내·외부 상황을 종합적으로 분석·판단하여 운전자 별 시나리오 노출 및 최적 UI 제공 기술 • 주행안전성, 편의성, 수용성, 불안감 해소 향상에 필요한 기술
⑧ 모니터링 기술	-	<ul style="list-style-type: none"> • 안전한 자율주행을 위한 운전자 모니터링 기술 • 운전자의 상태 및 감성, 성향 등을 파악하여 차량 주변상황을 종합적으로 처리하여 자율주행의 제어전략 수립에 활용
⑨ 제어기술	조향제어ECU, 차속제어ECU	<ul style="list-style-type: none"> • 차세대 IVN 플랫폼과 IVN 기반 통합 제어기 설계기술 • 자동차의 원활한 자율주행과 운전자의 안전을 보장하기 위해 필요한 기술
⑩ ADR기술	-	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차의 영상, 센서, 상태정보를 실시간으로 저장, 보호, 전송하는 기술 • 자율주행차의 안전한 조작과 사고 시 사고원인 규명을 위해 필요

출처: 빈미영 외(2016) p.76, 재인용

3) 자율주행 자동차 기술수준의 분류

- 자율주행 자동차의 기술수준에 대한 국제적인 공통기준은 없으며, 정부기구, 기업체, 연구기관 등에 따라 다르게 정의하고 적용가능 시점도 다양함
- 정부는 미국의 연방고속도로교통안전청에서 정의한 기술수준을 기준으로 ‘자율주행 자동차 상용화 지원방안: 2020년 자율주행 자동차 상용화(일부 레벨3)’ 수립

표 2-2 자율주행 자동차의 기술수준 정의		
단계	정의	개요
레벨 0	비자동	<ul style="list-style-type: none"> • 운전자가 항상 브레이크, 속도조절, 조향 등 안전에 민감한 기능을 제어하고 교통 모니터링 등 안전조작에 책임
레벨 1	운전자 보조 (기능특화 자동)	<ul style="list-style-type: none"> • 운전보조시스템이 사람의 차량운행을 보조, 차량은 정상적인 주행 혹은 충돌 임박 상황에서 기능별 특화된 운전자 보조
레벨 2	부분적 자율주행 (조합기능 자동)	<ul style="list-style-type: none"> • 운전보조시스템이 사람의 차량운행을 보조, 차량은 정상적인 주행 혹은 충돌 임박 상황에서 두 개 이상의 제어 기능이 조화롭게 작동. 단, 운전자는 모니터링 및 안전에 책임을 지고 자동차 제어권 소유
레벨 3	조건부 자율주행	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행시스템이 자동으로 운전을 수행하지만, 운전자는 여전히 지속적으로 운행상황을 모니터링(핸들에 손을 얹는)하고 필요한 경우 차량을 제어

단계	정의	개요
레벨 4	높은 수준의 자율주행	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행시스템이 자동으로 운전을 수행, 운전자는 지속적으로 운행상황을 모니터링 할 필요는 없으며, 이상상황에서 자동차가 운전자에게 경고 등 요청한 경우에만 제어 운전자는 거의 차량운행에 간여하지 않음
레벨 5	완전 자율주행	<ul style="list-style-type: none"> 자동차가 모든 안전 기능을 제어하고 상태를 모니터링 운전자는 목적지 혹은 운행경로를 입력 자율주행시스템이 안전 운행에 대해 책임

단, 미국(NHTSA)에서는 레벨 4와 레벨 5를 합쳐서 레벨4로 구분

출처: 이재관(2015); EPoSS(2015); Johanna(2016)

4) 기술수준 단계별 주요 자율주행 기능

- 기술수준 단계별로 다양한 자율주행 기술들이 개발되어 왔으며, 크게 교통안전, 주차, 차량주행 편의성 개선에 기여
- 자율주행차에서 안전부분의 기술은 가장 중요하고 빠르게 발전하는 기술로써 현재 운전자보조시스템(ADAS: Advanced Driving Assistance System)이라는 명칭으로 개발되고 부분 상용화(빈미영, 2016; 이재관, 2015; Johanna, 2016)
 - BMW, 벤츠, 폭스바겐 등 독일이 ADAS시장을 주도하며(이충구, 2015), 일본은 차량에 ACC⁴⁾, LKS⁵⁾ 등의 기능을 적용해 상용화
 - 국내에서도 ADAS와 관련된 기술들이 빠르게 상용화되고 있음

표 2-3 기술수준 단계별 주요 자율주행 기능(예시)

비자등(레벨 0)
- LCA(Lane Change Assist) 차선변경지원: 시스템이 차량의 전우좌우 도로환경(음영지역 포함)을 모니터링하여, 잠재적 위험요소가 있는 경우 차내장치를 통해 알람
- PDC(Park Distance Control) 주차거리제어: 운전자가 주차 등을 위해 천천히 운행할 때 어떤 장애물로부터 거리를 청각이나 신호를 통해 정보를 제공해 운전자의 스트레스를 감소
- LDW(Lane Departure Warning) 차선이탈경고: 교통사고 방지를 위해 운전자가 의도하지 않은 차선이탈이 발생하는 경우 알람을 통해 경고
- FCW(Front Collision Warning) 전방충돌경고: 레이더센서를 이용해 차량과 전방차량과의 거리를 측정하여 전방충돌가능성이 있는 경우 경고

4) ACC(Adaptive Cruise Control): 주행속도와 차간거리를 자동으로 제어하는 시스템

5) LKS(Lane Keeping System)

운전자 보조(레벨 1)

- ACC(Adaptive Cruise Control) 자동주행속도유지장치: 운전자가 지정한 속도와 필요한 시간차를 일정하게 유지해 주는 기능
- PA(Park Assist) 주차지원: 평행 또는 주차공간에 차량을 자동 주차. 이 시스템은 주차공간에 주차할 수 있도록 자동적으로 최적 조향을 함으로서 운전자를 지원, 운전자는 단지 엑셀이나 브레이크를 조정, 결과적으로 운전자가 여전히 자동차의 제어권을 가짐
- ACC including Stop & GO : 운전자가 페달과 브레이크를 밟지 않아도 레이더 센서를 통해 앞 차량과의 거리를 일정하게 유지시켜 주는 것은 물론 앞차가 정차하면 스스로 정지했다가 다시 출발해 운전자가 설정해놓은 속도까지 가속되는 시스템
- LKS(Lane Keep Support) 차선유지장치: 자동차의 차선을 이탈하지 않도록 해주는 장치

부분적 자율주행(레벨 2)

- PA(Park Assistance) 주차시스템 : 부분적으로 자동화된 주차시스템이 주차를 지원. 스마트폰이나 주차 기능이 활성화되면 자동차가 자동적으로 주차. 그러나 운전자는 여전히 차량 밖이나 안에서 자동차를 모니터링하고 필요한 경우 차량을 정지시켜야 함
- Traffic Jam Assist 혼잡도로 운행지원 : 혼잡도로의 낮은 속도(<30km/h)에서 앞차와의 거리를 일정하게 유지하면서 운행

조건부 자율주행(레벨 3)

- Traffic Jam Chauffeur 혼잡도로 운행 : 혼잡도로의 낮은 속도(<60km/h)에서 조건부 자동운행, 운전자가 해당 시스템의 기능을 활성화시켜야하고, 대부분 차량이 제어하지만 운전자는 지속적으로 모니터링
- Highway Chauffeur 일반도로 운행시스템 : 일반도로에서 일반적인 속도(<60km/h)에서 조건부 자동운행, 시스템은 차선변경, 추월 등을 할 수 있음, 운전자가 해당 시스템의 기능을 활성화시켜야하고, 대부분 차량이 제어하지만 운전자는 지속적으로 모니터링

높은수준의 자율주행(레벨 4)

- PGP(Parking Garage Pilot) 자동주차시스템 : 운전자의 개입 없는 자동주차 시스템
- Highway Pilot 일반도로 운행조종 : 일반도로에서 일반적인 속도(<130km/h)에서 자동운행, 시스템은 차선변경, 추월 등을 할 수 있음, 운전자가 해당 시스템의 기능을 활성화시켜야하지만, 모니터링 할 필요는 전혀 없음, 시스템은 운전자에게 개입을 요구하지 않음, Cooperative Systems의 도입여부에 따라 군집주행 등이 V2V 통신을 통해 가능

완전 자율주행(레벨 5)

- Fully Automated Private Vehicle 완전자율주행: 출발지에서 목적지까지 자동차가 완전자율주행

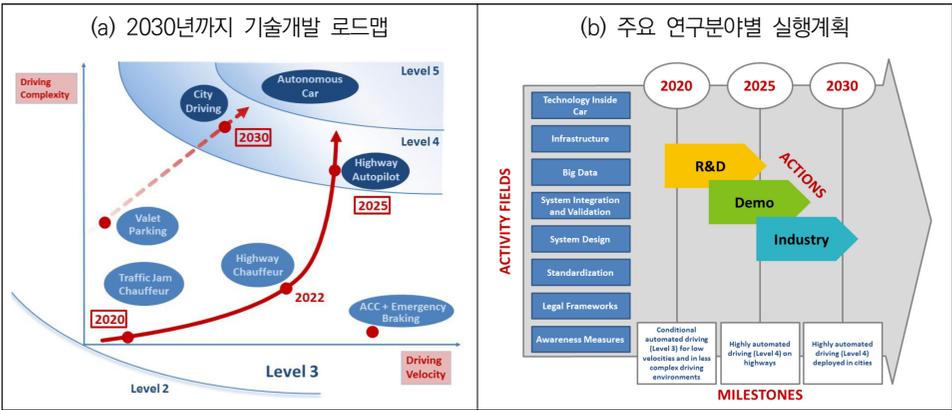
출처: EPoSS(2015)를 참조하여 저자 재정리

2. 자율주행 자동차 정책추진 동향

1) 해외정책 동향

- 미국, 유럽, 일본 등 주요 선진국들은 자율주행 자동차를 미래 핵심 산업으로 설정하고 기술개발 로드맵 작성, 법 제도 정비, 시험운행 등 적극 지원

그림 2-1 유럽의 자율주행자동차 기술개발 로드맵



출처: EPoSS(2015)

(1) 미국

□ 미국은 자율주행 자동차 개발의 선도국가로 자동차 업체, IT업체, 최첨단 전자기 관련 업체 등이 기술개발에 참여(EPoSS, 2015)

- 자율주행 자동차 개발의 대표업체인 구글은 ‘self-driving car project’ 진행, 테슬라(Tesla)는 ‘오토파일럿’을 탑재한 자율주행차량 개발 중
- 자동차 개발회사인 GM은 2020년 목표로 완성형 자율주행차량 개발 중, 특히 이 모델은 차량 공유(car sharing)라는 시스템을 기반으로 '슈퍼크루즈'라는 자율주행 기술을 적용한 모델이라는 점에서 주목
- 그러나 구글의 무인차량은 2009년 이후 총 12건 이상의 사고가 발생했다는 점, 테슬라의 자율주행차량을 이용하던 탑승자가 사망한 사고가 발생했다는 점에서 아직까지는 자율주행차량의 안정성에 확신을 갖지는 못하고 있는 상황

□ 미국 정부는 2016년 9월 ‘오토파일럿’ 및 ‘자율주행차량 관련 가이드 라인’ 발표 (USDOT, 2016)

- 미국 도로교통안전국(NHTSA)과 교통국(DoT)이 함께 참여한 이 보고서는 안전 기준 심사를 포함해 자율주행차량과 관련된 모든 법률과 제도를 다룸
- 특히 기존 법과 상충되거나 중복되는 부분을 해결하도록 하는 방안을 함께 다루고 있다는 점에서 향후 자율주행차량의 개발과 운행 활성화에 기여 기대

- 미국의 ITS JPO 프로그램에서는 ITS 전략을 새롭게 수립하고 자율주행 자동차와 C-ITS의 효율적 연계의 중요성과 관련 프로젝트 추진(USDOT, 2014)
 - USDOT(ITS JPO, OST-R)가 수립한 ITS Strategic Plan(2015~2019)을 수립하였는데, 검토된 핵심 프로그램은 총 6개⁶⁾로서 이 중 Connected Vehicle(이하 CV 즉, 협력형ITS)과 자동화(Automation)를 우선분야(two program priorities)로 선정해 추진 중
 - 이를 근거로, 공공분야에서 추진하는 사업이 CV Pilot Deployment(시범사업)이며, 현재 3개 지역(NYC, ICF-Wyoming, Tampa-Florida)에서 추진 중
 - NYC 정부는 ‘Vision Zero’를 제시하고 돌발상황정보, 위험도로정보, 노면·기상정보, 위험화물정보 등 다양한 교통안전서비스 제공, Wyoming 주는 I-80 Corridor 대상 악천후 및 화물교통 관련 안전서비스, Tampa는 고속도로 가변차로 운영 등 수요대응 교통정체 및 안전관련 서비스 등 각 지역의 교통문제 중 특히 ‘교통안전’에 초점을 맞추어 사업 추진

(2) 유럽

- 유럽연합을 중심으로 1990년대 후반부터 자율주행차 개발 프로젝트에 착수
 - 고속도로 상에서 차량 간 무선통신 기술을 토대로 군집주행 기술을 개발한 ‘SARTRE’, 도로시설물과의 실시간 통신을 통해 자율주행을 구현하는 기술을 개발하는 ‘Vehicle and Road Automation(VRA)’ 프로젝트 등
- 유럽 연합 자체와는 별도로 유럽 연합 내 개별국가들도 자체적인 자율주행차량 기술 개발 추진(EPoSS, 2015; Gavriel and Rene, 2015)
 - 독일의 BMW는 인텔(Intel)과 손잡고 2021년을 목표로 자율주행차량 연구 추진 중, BMW는 자동차 제작, 인텔은 자율주행차량을 제어하는 시스템과 컴퓨터 개발을 각각 담당하여 완성도 높은 차량 개발을 목표
 - BMW는 기본적으로 운전하는 즐거움을 그대로 유지한 채, 사고 발생 가능성은

6) 6개 핵심프로그램: Connected Vehicle, Automation, Emerging Capabilities, Enterprise Data, Interoperability, Accelerating Deployment

제로(zero)로 수렴시키는 방안을 차세대 먹거리로 선택, 즉 완전 자율주행차량보다 인텔리전트 드라이브(intelligent drive)를 통해 운전자의 불완전한 드라이빙을 100% 안전하게 제어하는 컨셉의 차량을 개발이 목표

- 스웨덴의 볼보(Volvo)는 유럽 연합 프로젝트인 SARTRE에 참여한 기업으로 군집주행 기술을 개발 중, 뿐만 아니라 대중적인 개념의 자율주행차량 개발에도 힘을 쏟고 있으며 2017년까지 스웨덴에서 100대의 자율주행차량을 실제 도로에서 테스트할 계획
 - 또한 유럽의 지리적 특성에 기인하여 표준화 연구도 활발하게 진행.
- ITS 전략에서 자율주행시스템에 주목하여, 준자율주행자동차(semi-automated vehicles)와 C-ITS 연계·추진을 통해 환경오염 감소 개선 유도

(3) 일본

- 정부 주도 하에 도요타(Toyota), 닛산(Nissan), 혼다(Honda) 등의 6개 자동차 업체는 자율주행 자동차 개발을 위한 공동연구에 착수(国土交通省, 2016)
- 덴소(Denso), 파나소닉(Panasonic) 등 인지도 높은 일본 업체들도 함께 참여
 - 특히 주목할 만 한 점은 일본 자동차 업체와 IT통신 업체가 상호 제휴를 통해 자율주행 자동차 개발을 추진하는데, 혼다와 소프트뱅크, 도요타와 KDDI 연계
- 일본은 C-ITS의 일환으로 범부처 SIP 11개 프로그램 중 SIP-adus(automated driving for universal services)를 추진 중
- 기술개발은 매년 20~30여개의 과제로 나누어 수행하게 되며, 여기의 핵심 인프라기술로서 Dynamic Map, Connected Vehicle, Human Factors 등 관련 연구 추진
- ITS 관련 정책도 2015년부터 기존 ITS SPOT→ETC2.0으로 변경하여 안전(Safety), 정체(Congestion)관리, 과적단속(Oversize/Overweight Vehicle), 스마트물류(Smart logistics) 등 신규서비스 추진 중
- 특히, 안전분야는 V2I 기술 기반의 일환으로 전방정보 제공을 통한 운전보조(Driving Assistance using Look Ahead Information) 등 새로운 도로주행지원 서비스 추진 중

2) 국내 정책 동향

(1) 정부정책 동향

- 정부는 자율주행 자동차 기술을 미래 핵심 산업으로 설정하고, 해외 제작사에 비해 국내 제작사의 기술개발이 늦은 점을 감안해 ‘선제적 제도정비와 인프라 조기 구축’을 통해 자율주행 자동차를 상용하는 시기를 앞당기는 정책 추진
 - ‘자율주행차 상용화 지원방안(제3차 규제개혁장관회의, 2015. 5)’을 마련하고, 국내 기업의 기술개발 지원, 시험운행 제도 정비 및 시험노선 확충 등 자율주행 자동차 상용화 지원을 위한 목표 및 실행계획 수립
 - 국토교통부는 ‘자동차 관리법 개정(2015. 8. 11. 공포)’, ‘자동차 관리법 시행규칙 개정(2016. 2. 11. 공포)’ 등 자율주행 자동차 시험운행 관련 제도 정비⁷⁾

	2015년	2018년	2020년
목표	• 범 정부 지원체계 구축	• 일부레벨3 평창올림픽 시범 운행	• 레벨3(부분자율) 일부 상용화
정부 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 시험운행 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차 법규정 반영 - 허가요건 마련 • 실증지구 지정 착수 • 자율장치 장착 허용 • 보험상품개발 • 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> - GPS 오차개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 시험노선 정밀 수치지형도 - GPS 보정정보 송출 - 고속도로 테스트베드 구축 - 차량간 주파수 배분 • 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 해킹보안 자동차 기준 반영 - 캠퍼스 운행시범 	<ul style="list-style-type: none"> • 상용화 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 자동차기준, 보상품, 리콜 검사제도 • 인프라 구축(전국) <ul style="list-style-type: none"> - 차선정보 제공 - V2I 지원도로 확대 • 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 실험도시 구축 - 실도로상 C-ITS 연계
이벤트	<ul style="list-style-type: none"> • 고속도로 주행지원 시스템(일부레벨 2) 상용화 • 레벨3 개발 착수(완성차) 	<ul style="list-style-type: none"> • 관람객 등 셔틀서비스 제공(안전성, 가능성 검증) 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차 생산 판매

출처: 국토교통부(2015)

7) 관련 법 개정에 따라 ‘자율주행 자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정 제정(2015.11)’, ‘자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 일부개정(2015.4)’ 등 운행에 필요한 세부요건 마련

표 2-5 자율주행차 상용화 실행계획

정책방향	주요 정책 과제	소관부처
규제개선 및 제도정비	〈도로시험운행 규제개선〉 • 시험운행 허가제도 마련	• 국토부 자동차정책과
	• 자율주행 시스템 임시운행 허용	• 국토부 자동차운영과
	• 시험운행 보험 상품 개발	• 국토부 자동차보험팀
	• 자율주행 자동차 부품 테스트 및 기능안전성 강화	• 산업부
	〈상용화 제도 정비〉 • 자율주행 장치 관련 '자동차기준' 마련	• 국토부 자동차운영과
	• 자동차 보험 및 리콜·검사 제도 마련	• 국토부 자동차운영과
자율주행 기술개발 지원	• 제네바 도로교통협약 개정에 참여	• 국토부 자동차운영과
	• 자율주행 핵심 부품기술 개발 고도화(산업부)	• 산업부
	• 자율주행 실증지구 지정	• 국토부, 산업부
	• 자율주행 실험도시(K-City) 구축	• 국토부 자동차정책과
	• 해킹 예방기술 개발 및 전문인력 양성 지원	• 국토부, 미래부, 산업부
자율주행 지원 인프라 확충	• 자율주행차 근거리 시범서비스 사업	• 미래부
	• 정밀한 위치파악을 위한 위성항법 기술 개발	• 국토부 신교통개발과
	• 차선 표기 정밀 수치지형도 제작	• 국토부 국토지리정보원
	• 자율주행 지원 도로 인프라 개발 확충	• 국토부 첨단도로환경과
	• 차량의 통신 주파수 분배	• 미래부
• 자율주행자동차 수용의 사회적 공감대 마련	• 산업부	

출처: 국토교통부(2015)

(2) R&D 추진 동향

- 국토교통부는 자율주행 자동차 관련 R&D 사업을 추진하고 있는데, 대표적으로 '스마트 자율협력 도로시스템 기술개발(2015. 7~2020. 7)' 과 '자율주행자동차 안전성평가기술개발 및 실도로 평가환경 구축(2016년 추진 예정)' 등임
- 그러나, 국내 자율주행 자동차 관련 정책들이 기술개발, 제도정비, 시험운행 등에 편중하고 정작 자율주행 자동차가 도시부 또는 광역도로를 운행할 때 발생하는 교통부문의 영향, 교통운영방안, 운전자 영향 등에 대한 논의는 부족

① 첨단안전자동차 안전성평가기술 개발(2009. 12~2017. 6)

- 2009년부터 2017년까지 정부출연금 약 21,300백만원(총과제예산 28,500백만원)을 투입하여 첨단안전자동차 안전성 평가기술개발을 수행중임(국토교통과학기술진흥원a, 2015)
 - 1세부는 교통사고 사상자 감소 기술개발을 목적으로 승객보호장치 향상기술, 자전거 탑승자 및 보행자 능동보호기술, 인체상해 D/B 구축 등을 수행함
 - 2세부는 안전기준 선진화 기술개발을 목적으로 예방안전장치 기술에 대한 안전성 평가기술을 개발함
 - 3세부는 IT융합 기술개발을 목적으로 e-Post 안전평가기술, LED V2X 통신기술 개발, V2X 제어시스템 안전성 평가기술 및 IT융합 통합전자과 안전성 평가기술 개발을 수행함
 - 현재 사고예방안전성(첨단 능동안전장치) 분야 관련하여, 승용 ACC(적응순항제어장치), 승용 및 상용 AEBS(자동비상제동장치), BSD(사각지역감지장치), AFLS(조명가변형전조등), LKAS(차선유지지원장치), 상용 ESC(자동차안전성 제어장치) 등에 대한 연구가 완료됨

② 스마트 자율협력주행 도로시스템 개발(2015. 7~2020. 7)

- 2015부터 2020년까지 5년간 정부출연금 약 27,500백만원(총예산 약 36,515백만원) 투입하여 자율주행자동차를 수용하기 위한 첨단 도로환경(고속도로 기반) 구축을 목적으로 추진중임(국토교통과학기술진흥원b, 2015)
 - 1세부는 자율협력주행을 위한 도로기반 시설 고도화 기술개발을 목적으로 고정밀 측위지원, 인지성능 향상을 위한 도로시설 개선, 교통상층 개선 등을 수행함
 - 2세부는 자율협력주행 도로 운영·관리 기술개발을 목적으로 도로 운영·관리 방안 도출과 도로시스템(도로규격 등)에 대한 법·제도 개정 및 표준화를 수행함
 - 3세부는 자율주행자동차 연계 협력주행 실증기술 개발을 목적으로 차량 모듈 및 S/W를 개발하고, GPS 음영지역 해소를 위한 고정밀 측위 기술과 도로교통에 대한 정보를 받아 주행상황에 대한 판단성능을 개선하기 위한 기술을 개발함

- 4세부는 자율협력주행 도로시스템 테스트베드 구축 및 평가기술 개발을 목적으로 고속도로 기반의 자율주행을 위한 테스트베드(통신설비 포함)를 구축하고 운영 센터를 설치함

③ 자율주행자동차 안전성평가기술개발 및 실도로 평가환경 구축(2016. 7~2019. 12)

- 2016년부터 2019년까지 정부출연금 약 18,000백만원을 투입하여 실도로 운행 안전성 평가기술 및 평가환경 구현을 통한 자율주행자동차 보급·상용화 지원 기술 개발을 목적으로 함(국토교통과학기술진흥원, 2016)

- 1세부는 주행 및 고장안전성 평가기술 개발을 목적으로 자율주행자동차의 주행·고장안전성 평가시스템 및 평가기술 개발, 실도로 운행안전성 실증평가 및 검증 평가기술 개발, 자율주행 평가기술 활성화 방안 및 활용기술 개발을 추진함
- 2세부는 통신보안 안전성 평가기술개발을 목적으로 차량/인프라 인증서 관리 시스템의 최적 운영 및 관리방안 개발, 차량 내부통신 보안 평가기술을 개발함
- 3세부는 실도로 평가환경 구축을 목적으로 도시부, 도시고속화도로, 커뮤니티부 고속주행 환경 국성, 도로시설물 및 통신, 교통시설물 구축, 도로유형별 평가항목 구축 및 통합 활용방안 도출 등을 수행함

자율주행 자동차 도입에 따른 영향과 주요 논점

01 자율주행 자동차 도입에 따른 교통부문의 영향 27

02 자율주행 자동차 도입에 따른 교통부문의 주요 논점 32

자율주행 자동차 도입에 따른 영향과 주요 논점

1. 자율주행 자동차 도입에 따른 교통부문의 영향

- 이 장에서는 자율주행 자동차 도입이 교통분야에 미치는 영향을 관련 연구들을 중심으로 고찰¹⁾하고, 자율주행 자동차 도입에 따라 해결해야 할 주요 논점을 정리
 - 단, 이 장에서 주요 논점들을 정리하여 장래 추진해야 할 과제를 도출하는데 활용하며, 각 논점별 대응방안을 제시하는 것은 아님

1) 교통안전에 미치는 영향

(1) 긍정적 효과

① 자율주행 자동차에 의한 교통사고 감소

- 자율주행 자동차는 교통사고의 약 90%를 차지하는 인적요인에 의한 교통사고 감소에 획기적으로 기여(Litman, 2016)
 - 개별 교통사고 원인들별 사고감소 기여에 대한 연구는 미비
 - 다만, Center for Transportation Research(2013) 보고서는 전체 사고의 92.3%인 운전자 과실로 발생하는 교통사고를 예방할 수 있을 것으로 기술
- 미국은 자율주행 자동차 기술인 AEB(Automatic Emergency Braking)를 2022년 까지 장착의무화를 추진 중으로 약 40% 정도의 교통사고 감소 기대

1) 이 장은 외부연구진의 원고의뢰 내용을 바탕으로 저자 작성

② 협력형 ITS(C-ITS)에 의한 교통사고 감소

□ 협력형 ITS(C-ITS)를 통한 교통사고 기대효과도 매우 높음

- 미국연방교통부(NHTSA, USDOT) 현장시험 등을 통해 V2V 기술은 약79%, V2I 기술은 약26%, V2X 기술은 약81% 감소 기대
- 강경표가 유사한 분석방법을 국내에 적용할 결과, V2V 기술은 약 72%, V2I 기술은 약 24%, V2X 기술은 약 76% 감소 기대(국토교통부, 2013)

(2) 연쇄 또는 상쇄효과

① 자율주행 자동차에 의한 교통사고 발생 가능성

□ 자율주행자동차를 이용하는 운전자의 위험보상심리로 교통사고가 발생할 수 있음 이 지적됨(Johanna, 2016)

- 자율주행자동차가 안전하다고 믿는 운전자들이 안전벨트 미착용, 교통약자 부주의 등 교통사고에 더 노출될 수 있음

□ 자율주행 자동차와 일반 자동차의 혼재시기의 교통사고 증가 가능성

- 서로 다른 성격(또는 운행주체)의 혼재로 착오, 자율주행 자동차와 일반 자동차와의 상충이 발생하고 이에 따른 교통사고 증가 가능

② 자율주행 자동차의 교통사고 감소 효과에 대한 비현실성 비판(Sivak and Schoettle, 2015^a)

□ 자율주행자동차가 인적요인에 의한 교통사고를 100% 예방하지는 못함

- 교통사고는 단순히 운전자 뿐 아니라 도로 및 기상 조건 등에 의해서도 발생
- 즉, 자율주행 자동차가 안전하게 주행하기 위해서는 수만 가지의 도로교통 정보가 정밀하게 통합되고 업데이트 되어야 하지만, 이것은 실제로 불가능하므로 교통사고를 100%를 줄일 수 없다고 주장

2) 교통운영에 미치는 영향

(1) 긍정적 효과

① 도로용량의 증대

- 자율주행 자동차는 도로 용량의 증대에 기여할 수 있는데 차량 간 통신(V2V) 환경을 가정하면 최대 2.7배 이상 증가예측(PATH, 2014)
 - 자율주행 자동차간 통신으로 상호연계된 군집주행 환경에서는 군집 내 모든 차량이 동시에 가속과 감속이 가능해 차간거리가 좁아져 도로용량 증대
 - 또한 좌우의 차간거리도 좁아지고 차선의 개념이 없어져 기존 2차로 도로를 3차로 도로처럼 이용할 수 있음

② 교통정체 완화

- 자율주행 자동차와 C-ITS 연계로, 차량간 공유정보를 통해 정보수집이 가능해 교통상황의 예측정확성 개선과 최적 경로정보 제공으로 정체완화
- 자율주행 자동차는 주차장 이용을 최소화하고 주차장을 찾는 불필요한 이동이 감소해 도심 교통혼잡 완화에 기여

(2) 연쇄 또는 상쇄효과

① 교통정체 증가

- 자율주행 자동차와 일반 자동차의 혼재시기에 자율주행 자동차의 보수적 운행패턴으로 교통정체가 증가 가능
 - 자율주행 자동차 확산과정에서 일반 자동차와 비교적 장기간 혼재
- 자율주행 자동차 이용수요 증가에 따라 교통정체가 발생
 - 자동차 의존도 증가, 청소년/고령자/교통약자 등 자동차 이용수요 증가, 단거리 자동차 의존도(예, 로봇택시 등) 증가
- 교통정체의 40%는 병목지점에서 발생되기 때문에 도시부 정체는 자율주행자동차의 도입과 무관하게 지속 언급 (USDOT, 2012)

3) 교통계획에 미치는 영향

(1) 교통계획 분야의 변화 필요성

- 통행시간의 “소비”에 대한 개념이 통행시간의 “이용”이라는 개념으로 전환
 - 자율주행차량으로 인해 통행은 비좁은 공간 안에서 긴장된 상태로 전방을 주시하며 운전해야하는 행위가 아니라 이동 중 활동이 가능
 - 따라서 통행시간을 단순히 비용의 관점에서만 바라보는 기존의 관점 변화
- 통행수요 4단계 추정과정의 패러다임 변화
 - 불완전한 정보를 토대로 수단을 선택한다는 기존 확률론적 접근 방법은 설득력이 약해지고, 목적지를 선택에서 통행거리 보다 통행시간의 상대적부각 가능
- 비용편익 분석의 입지 변화
 - SOC사업의 비용편익 계산을 위한 ‘통행시간 절감효과’는 통행시간의 개념이 ‘소비’에서 ‘이용’으로 전환되면서 유의성이 낮아질 수 있음
 - 환경오염절감 편익 항목도 대부분은 자율주행 자동차가 전기차 플랫폼에 기반하고 있어 자율주행 자동차 보급률이 증가하면 환경오염절감 효과는 미미
 - 주차비용절감 편익도 자율주행 자동차 기반의 카셰어링(공유)이 확대되면 감소
 - 따라서 기존 편익추정 방법론의 경우 교통, SOC 사업의 편익이 과소 추정 가능
- 4단계 수요추정 관점에서 예상되는 변화
 - **통행발생 단계:** 청소년, 고령자, 교통약자 등의 자율주행 자동차 이용빈도 증가로 통행발생량 증가, 반면에 공유(sharing)의 개념의 확대로 감소 가능
 - **통행분포 단계:** 기존 통행거리 값 대신 자율주행 자동차(V2X) 등을 통해 매우 정확한 존간 통행시간 데이터 수집이 가능하여 활용도가 높아질 것임
 - **수단분담 단계:** 자율주행 자동차 도입에 따라 도로용량 증가와 혼잡이 완화된다면 대중교통의 선호도는 낮아질 수 있음
 - **통행배정 단계:** 앞선 3단계에 비해 매우 간단해 질 것인데, 주행경로를 설정하는 행위가 전적으로 자율주행차량의 영역에서 결정되기 때문임

□ O/D 자료 구축의 용이성

- 자율주행차량에 연결된 통신망을 통해 모든 차량의 주행기록을 수집할 수 있다면 거의 전수의 정확한 데이터 기반의 O/D 자료 구축이 가능

표 3-1 자율주행차량으로 인한 교통계획의 변화

구분	항목	예상되는 변화
통행의 정의	통행시간 개념	<ul style="list-style-type: none"> • 통행시간을 여가, 업무, 휴식 활동으로 활용함에 따라 새로운 가치 창출이 가능 • 이로 인한 평균 통행시간 증가
비용편익	편익 산정	<ul style="list-style-type: none"> • 편익 항목의 대대적인 수정, 또는 삭제가 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 통행시간절감 편익의 중요성 하락 - 전기차로 인한 환경오염절감 편익 삭제 - 차량 공유(car sharing)로 인해 주차비용절감 편익 축소 • 정성적 항목의 계량화가 주요 이슈로 떠오름
교통수요추정	통행발생	<ul style="list-style-type: none"> • 통행발생의 대상자 확대(청소년, 노약자 포함) • 차량 공유(car sharing)로 통행발생의 패러다임 변화
	통행분포	<ul style="list-style-type: none"> • 통행거리 대신 통행시간 변수가 채택 • 통행시간 변수의 신뢰성 하락 • 존의 접근성을 변수화한 매력도(attractiveness)변수 도입
	수단분담	<ul style="list-style-type: none"> • 개인수단과 대중교통수단의 경계가 모호 • 개인의 수단 선호도 중시 • 시간과 비용 간 trade-off 관계에 따라 수단선택
	통행배정	<ul style="list-style-type: none"> • 개인 선호도와 정보의 비대칭성으로 인한 불확실성 개선 • 관련자료 수집이 용이해짐에 따라 장래 예측이 쉬워짐
O/D	원시자료 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 표본(sample)자료가 아닌 전수(census)자료 확보가 가능 • 매우 정확한 O/D구축으로 인한 신뢰성 향상 • 침투, 비침투를 포함한 시간대별 O/D의 중요성 부각
기타	교통 혼잡	<ul style="list-style-type: none"> • 교통 혼잡이 대폭 완화 • 고속도로의 유령정체 현상의 해소 • 시내부 실시간 최적 신호주기 설정 가능
	차량 공유	<ul style="list-style-type: none"> • 차량 소유대수가 급격히 감소 • 주차면적 감소에 따른 토지이용의 효율성 증대 • 도시형태의 근본적 변화를 촉진

2. 자율주행 자동차 도입에 따른 교통부문의 주요 논점

1) 계획관점에서 자율주행 자동차의 불확실성

(1) 문제의식

- 자율주행 자동차 기술발전과 상용화가 비교적 명확함에도 불구하고, 교통 관련 중·장기 법정계획²⁾이나 투자계획에서 이러한 변화를 효과적으로 담지 못함
 - 장래 여건변화의 여러 요인들 중 하나로 다뤄지고 실제 계획에는 반영되지 못함
 - **(원인 1)** 자율주행 자동차는 지금까지 자동차와 첨단정보통신 분야에서 주도하여 기술개발 관련 연구는 많으나, 실제 교통에 미치는 영향에 대한 연구 부족
 - **(원인 2)** 법정계획은 일정한 프레임에 따라 수립되기 때문에 본질적으로 자율주행 자동차와 같은 새로운 첨단기술을 반영하기 곤란, 결과적으로 현재 이슈가 되고 있는 문제해결에 집중
 - 그러나 중·장기 법정계획에서 자율주행 자동차와 같은 기술발전의 변화를 효과적으로 담지 못하면, 결과적으로 계획의 실효성 문제가 야기될 수 있음

(2) 자율주행 자동차의 불확실성: 교통계획 측면

- 자율주행 자동차가 중·장기 법정계획이나 투자계획에 반영되기 어려운 가장 중요한 이유는 계획측면의 불확실성이 다수 존재하기 때문
 - 예를 들면, 교통투자 계획은 신뢰성(또는 일관성) 있는 데이터, 정교한 교통모형, 효과의 계량화, 비용·편익 분석 등을 통해 수립
 - 반면 자율주행 자동차에 대한 교통 분야의 연구가 일반적인 교통투자 프레임에 따르기에는 부족한 실정
- (시장도입시기의 불확실성) 교통에 유의한 영향을 미치는 시기와 방식의 불확실
 - 상용화에 대한 논의는 많으나, 어떤 방식과 수준으로(예, 자율주행 수준별 순차 도입/급격한 확산), 언제 교통에 유의한 영향을 주는지 불확실

2) 국토종합계획, 국가도로종합계획, 국가철도망 구축계획, 교통안전기본계획 등

- (영향정도의 불확실성) 교통에 미치는 직·간접적 영향에 대한 계량화 부족
 - 자율주행 자동차 도입에 따라 발생하는 잠재적 영향에 대한 계량적 분석, 분석 방법론, 분석 틀의 부족
- (소비자 반응의 불확실성) 자율주행 자동차에 대한 소비자들의 반응
 - 자율주행 자동차 구입의사, 통행행태에 미치는 긍정적/부정적 영향, 통행행태 변화의 정도와 어느 정도 급격할 것인지 등
- 결과적으로 자율주행 자동차 관련 상기의 불확실성을 감소시키는 것을 목표로 국토교통 분야의 과제를 도출할 필요

2) 자율주행 자동차와 협력형 ITS의 연계

(1) 문제의식

- 제 2장에서 자율주행 자동차 관련 국외 정책동향을 보면, 자율주행 자동차와 연계되는 핵심은 협력형 ITS(이하, C-ITS)이며 통합된 서비스로 논의됨
 - 예를 들면, 미국은 자율주행 자동차(AV)와 C-ITS의 연계를 CAV(Connected & Automated Vehicle)하고 상호연계 서비스제공이 핵심 사업임
 - 반면 국내에서는 자율주행 자동차와 C-ITS의 연계 필요성을 중요시하지 않거나, 자율주행 자동차와 C-ITS의 역할 중복성에 대한 논의가 일부 존재

(2) 자율주행 자동차와 C-ITS의 역할

- 자율주행은 '자동차'만의 서비스가 아님을 유의할 필요
 - 즉 자율주행은 '자동차'의 자율주행기술(automated vehicle)과 '인프라'의 연계 기술(즉 C-ITS)가 통합된 서비스로 인식하는 것이 중요
 - 예를 들면, 자율주행 자동차 단독으로는 교통안전에 기여가 가능하겠지만, 자율주행 서비스가 본래 추구하고 있는 교통운영, 최적경로 선택 등에는 제약
- 자율주행 자동차는 민간부문, C-ITS는 공공부문에서 별도로 추진해온 기술이며, 어느 한쪽이 다른 쪽을 위한 종속(從屬)관계가 아님

- 자율주행 자동차의 자율주행 수준이 높아질수록 자동차에 의한 모니터링과 제어 비중이 높아지며 이는 C-ITS와의 효과적인 연계를 통해 가능
- 또한 자율주행 자동차는 자동차 주변만을 감지할 수 있지만, C-ITS와 연계될 때 전방 500m-1km 이상의 각종 도로정보 획득이 가능

3) 자율주행 자동차 도입 과정에서 공공의 역할 정립

(1) 문제의식

- 주요 자동차 기업이나 IT 기업, 선진국들을 중심으로 자율주행 자동차 관련 기술개발 연구가 활발하고 실제 도로를 대상으로 다양한 실증실험이 진행되고 있는 등 현재까지 자율주행 자동차 상용화 노력은 민간주도로 진행되고 있다고 할 수 있음
 - 특히 자율주행 자동차는 4차 산업혁명시대 미래 핵심 융합산업으로 각광 받고 있어, 미국, EU, 일본 등 주요 선진국들도 관련 기술개발 지원 및 실증실험을 위한 법·제도 정비를 활발하게 추진 중
 - 우리 정부도 범정부 차원에서 자율주행 자동차의 시험주행이 가능한 도로 확대, 관련 R&D 기술 개발 등을 활발하게 진행 중
- 반면, 자율주행 자동차가 실제 운행되어야 할 도로의 첨단화, 도로 운영기술 및 시설정비, 보험이나 도로 운행 관련 법·제도 정비 등 공공부문의 대응속도는 기술 발전 속도와는 많은 격차가 있음
 - 도로는 중요한 사회기반시설로 기술변화에 즉각적인 대응이 어려운데, 기존 이용자들의 편의 보장, 다양한 이용자들의 사회적 형평성, 사회적 합의 및 안전성 등 공공시설이 가지는 내재적 특성이 크기 때문임
 - 지금까지 자율주행 자동차 도입에 대한 공공의 역할은 주로 민간의 기술개발과 이를 산업발전 측면에서 지원하는 역할이 대부분이었음
- 결과적으로 자율주행 자동차 도입은 주로 민간 기업들이 주도하고 산업발전 측면에서 정부가 지원하는 방식이었으며, 실제 도로상에 자율주행 자동차가 도입될 경우 미치는 파급효과와 공공의 역할에 대한 논의는 상대적으로 부족한 실정
 - 예를 들면, 민간의 경우는 개별 회사의 이익최대화가 가장 중요한 반면, 공공의

경우는 모든 이용자들의 사회적 편익 최대화를 지양하기 때문에 자율주행 자동차 관련 주요 연구 개발의 우선순위 등에도 차이가 발생

- 특히 교통측면에서 자율주행 자동차의 도입 과정 또는 도입 후 전체 교통체계에 미치는 영향은 매우 광범위하고 클 것으로 예측되나 공공적 측면에서 이를 객관적이고 합리적으로 평가하는 관련 연구는 상대적으로 부족

(2) 공공의 주도적 역할 필요

- 자율주행 자동차를 성공적으로 도입하고 긍정적 효과를 충분히 도출하기 위해서는 차량기술 개발과 함께 공공측면에서 차량의 요구조건, 기술검증, 안전성 및 형평성 확보, 도로의 첨단화 등 공공부문이 주도하는 선행연구 필요
- 또한 자율주행 자동차는 교통체계를 구성하는 하나의 구성요소에 불과하며, 이외에도 도로시설, 이용자, 법·제도를 포괄적으로 고려할 필요가 있는데, 이를 위해 공공의 적극적 역할과 교통측면의 다양한 영향 분석, 공공과 민간의 상호협력 중요
 - 예를 들면 기술적 측면에서 자율주행 자동차의 주행안전을 위한 신뢰도 높은 시험검증 방법, 공공안전을 위한 기술수준 및 사양 등에 대한 사전 정의
 - 자율주행 자동차 도입과정에서 일반 차량과의 상충 최소화, 운전자의 수용성 제고, 전용차선 제공 등 형평성 측면에서 사회적 합의 등 공공의 주도적 역할은 자율주행 자동차를 효과적으로 도입하기 위해 중요
 - 자율주행 자동차에 대한 공공의 안전, 사회적 합의, 사회적 편익 등에 대한 검토를 기반으로 어떠한 방식과 우선순위로 자율주행 자동차를 실제 도입할 것인지, 또한 장기적으로 전체 교통체계에 도움이 될 수 있도록 방향으로 유도할 수 있는 정책 마련 및 관련 법·제도 정비 필요

CHAPTER 4

자율주행 자동차에 대한 이용자 의식과 선호도

01 조사의 개요	39
02 주요 분석 결과	40

자율주행 자동차에 대한 이용자 의식과 선호도

1. 조사의 개요

□ 조사목적

- 자율주행 자동차에 대한 이용자 관점의 의식, 자율주행 자동차의 기능에 대한 선호도, 자동차 이용에 대한 영향을 개략적으로 조사 및 평가

□ 조사대상과 방법

- 조사대상 : 20세 이상, 운전면허증 소지, 과거 1년간 직접 운전 경험이 있는 수도권 거주자로 대상을 한정
- 조사기간 : 2016. 11. 17. ~11. 24 (8일간)
- 조사방법 : 인터넷 조사
- 유효표본 : 조사응답 요청메일을 총 26,783명에게 발송, 인터넷 설문 응답 시도자 3,981명, 유효 응답 1,500명
 - 특히, 자율주행 자동차에 대한 설명문을 숙독 후 설문응답 요청

□ 주요 조사내용

- 설문지는 응답자의 개인속성, 평상시 통행행태,
- 자율주행 자동차에 대한 편익과 우려점에 대한 의식
- 자율주행 자동차에 대한 선호도 및 최대지불의사액
- 자율주행 자동차 보유에 따른 자동차 이용빈도 등

2. 주요 분석 결과

1) 자율주행 자동차에 대한 이용자 인식

□ 주요 설문 내용

- 완전 자율주행 자동차가 일반화에 따라 응답자들이 기대하는 편익과 우려하는 내용에 대해 5점 척도로 조사
- 주요 편익항목 : 교통안전, 도로혼잡, 운전 피로도, 이동 중 활동가능성 등
- 주요 우려항목 : 자율주행 자동차의 성능, 시스템 오류, 해커, 다른 차량·보행자·자전거 등과의 접촉, 유지관리비 등

□ **(전반적인 인식)** 완전 자율주행 자동차에 대한 전체적인 기대편익(3.51점)에 비해 상대적으로 우려(3.72점)하였는데, 자신의 안전에 직접적인 영향이 있기 때문인 것으로 분석

□ **(편익사항)**은 이동 중 편의성(운전 피로도 감소, 이동 중 다른 활동이 가능) 항목이 상대적으로 높았으며, 교통안전(자신의 교통사고 발생횟수와 심각도), 이동성(도로 혼잡 감소, 이동시간 감소 등) 순이었음

- 이동 중 편의성 항목에 대한 기대가 높은 것은 장래 완전 자율주행 자동차 상용화에 따라 ‘이동시간의 생산적 활용’, ‘장거리 이동의 피로도 감소’→‘중·장거리 통행 증가’, ‘직주거리 증가’ 등에 기여할 수 있음

□ **(우려사항)**은 전반적으로 항목간 차이는 작으나, 시스템의 불안전성(시스템 오류, 해커 등에 의한 보안, 갑작스러운 상황에 대한 대응), 유지관리 비용증가(장비 업그레이드 비용 등) 항목이 상대적으로 높았으며, 시스템의 성능(기상악화에 따른 성능저하, 인간운전자 대비 운전능력, 보행자·자전거 접촉 등) 항목은 낮게 조사

- 전반적으로 시스템의 성능에 대한 우려 보다는 이상상황 또는 오류, 유지관리 비용에 대한 우려가 높은 것은 장래 완전 자율주행 자동차의 도입 과정에서 공공의 역할(다양한 상황별 시나리오에 대한 시스템 안전성 평가기술 개발, 적정 유지관리 비용 산정과 제도화 등)이 중요함을 시사

표 4-1 완전 자율주행 자동차에 기대하는 편익과 우려

구분	질문항목	평균점수
편익	나의 교통사고 발생횟수가 감소할 것이다.	3.20
	나의 교통사고 심각도(중상, 사망 등)가 낮아질 것이다.	3.21
	전반적으로 나의 운전 피로도가 감소할 것이다.	3.76
	내가 이용하는 도로의 혼잡이 줄어들 것이다	3.03
	나의 차량 이동시간이 줄어들 것이다.	3.00
	나의 차량 연료비가 절감될 것이다.	3.15
	나의 자동차 보험비가 낮아질 것이다.	3.10
	자동차 안에서 다른 일들을 할 수 있다.	3.51
	종합적으로 지금보다 편익이 많아질 것이다.	3.51
	질문항목	평균점수
우려	자율주행 자동차의 시스템 오류에 의한 사고	3.95
	컴퓨터 해커 등에 의한 자율주행 시스템의 보안	3.89
	개인정보 보호(이동정보의 노출 등)	3.68
	자율주행 자동차와 일반 자동차와의 접촉	3.72
	자율주행 자동차와 보행자, 자전거 등과의 접촉	3.64
	기상악화(비, 눈 등)에 따른 자율주행 자동차의 성능	3.62
	갑작스러운 상황에 대한 자율주행 자동차의 대응	3.87
	자율주행 자동차가 인간이 운전하는 것 만큼 운전하지 못하는 것	3.63
	유지관리비 증가 (장비 업그레이드 비용 등)	3.74
	종합적으로 자율주행 자동차에 대한 우려	3.72

주) 5:매우 그렇다 3:보통 1:매우 아니다

2) 자율주행 자동차에 대한 선호도

(1) 주요 설문 내용

- 자율주행 자동차에 대한 선호도는 자율주행 기능을 갖는 옵션의 선택유무¹⁾
 - 또한 자율주행 기능 옵션을 선택한 경우, 추가로 최대 지불 가능한 비용은 최소 25만원에서 최대 400만원 내에서 자유롭게 선택하도록 함
 - 단, 본 연구에서 최대 지불 가능 비용에 대한 질문은 지불 가능한 금액의 개략적

1) 자동차 회사들이 기본형 자동차에 자율주행 기능을 옵션으로 추가해 판매하는 방식 준용, 예, 쌍용자동차는 약60만 원 수준의 '스마트 드라이빙 패키지', 불보자동차는 높은 수준의 자율주행(레벨4) 자동차를 옵션(약 1,100만원) 수준으로 판매할 것으로 발표

인 범위를 조사하기 위한 것이며, 응답에 정책적 바이어스(즉, 구매자 입장에서 상대적으로 낮은 가격을 제시)가 존재 가능함

- 완전 자율주행 자동차(레벨4)에 대한 응답자들의 모호성을 최소화하기 위하여, 자율주행 자동차를 기능별로 구분하여 개별 옵션별 채택유무 질문

① 자율주행 옵션의 정의

- 본 연구에서 설정한 자율주행 옵션과 기능을 아래 표와 같이 정의
 - 총 11개의 자율주행 옵션을 선정
 - 레벨 1인 차선이탈 경고, 레벨 2인 차선이탈 자동유지 옵션 현재 상용화 되어 일부 차종에 적용되고 있음

표 4-2 선행연구와의 차별성

자율주행 구분		기능 설명
수준	옵션명	
레벨1 ↓ 레벨2	차선이탈 경고	• 운전자가 직접 차량을 운전하는 중 의도하지 않게 차선을 이탈하는 경우, 자동차가 스스로 위험한 차선이탈(예, 졸음운전, 전방 미주시 등)을 감지해, 운전자에게 알람이나 신호로 경고
	차선이탈 자동유지	• 운전자가 직접 차량을 운전하는 중 의도하지 않게 차선을 이탈하는 경우, 자동차가 스스로 위험한 차선이탈(예, 졸음운전, 전방미주시 등)을 감지해, 자동차가 핸들이나 브레이크 등을 스스로 조작하여 차선을 자동유지
레벨3 ↓ 레벨4	주차 보조	• 운전자가 주차할 때 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 주차공간의 크기와 주변상황을 인식하고, 자동으로 주차 • 단, 운전자는 차량 밖 또는 안에서 주차과정을 주시해야 하며 필요한 경우 차량을 직접 운전해야 함
	자동 주차	• 운전자가 주차할 때 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 주차공간의 크기와 주변상황을 인식하고, 자동으로 주차 • 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음
레벨3 ↓ 레벨4	혼잡도로 운전지원	• 운전자가 혼잡도로(속도: 30km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와 거리를 유지하면서 자동으로 운행 • 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡고 주변 상황을 주시해야 하며, 필요하면 언제든지 직접 운전해야 함
	혼잡도로 자동운전	• 운전자가 혼잡도로(속도: 30km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와 거리를 유지하면서 자동으로 운행 • 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음

자율주행 구분		기능 설명
수준	옵션명	
레벨3 ↓ 레벨4	일반도로 운전지원	<ul style="list-style-type: none"> • 운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 • 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시해야 하며, 필요하면 언제든지 직접 운전할 수 있어야 함
	일반도로 자동운전	<ul style="list-style-type: none"> • 운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 • 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음
레벨4 + V2I	일반도로 자동운전 + 도로정보	<ul style="list-style-type: none"> • 일반도로 자동운전 기능옵션 <p><도로정보 연계기능 추가></p> <ul style="list-style-type: none"> • 자동차가 도로 주변장치와 실시간으로 통신하여, 500m~1km 이내의 도로사고, 낙하물, 노면상태 정보 등도 제공 받아 자동 운행
레벨4 + V2I	일반도로 자동운전 + 교통신호 (V2I)	<ul style="list-style-type: none"> • 일반도로 자동운전 기능옵션 <p><교통신호 연계기능 추가></p> <ul style="list-style-type: none"> • 자동차가 교통신호와 연동되어 자동 운행
레벨4 + V2V	일반도로 자동운전 + 주변차량	<ul style="list-style-type: none"> • 일반도로 자동운전 기능옵션 <p><전후방 차량과 연동기능 추가></p> <ul style="list-style-type: none"> • 자동차가 전후방 차량과 실시간으로 통신하여, 상대 차량의 운행정보(속도, 엑셀, 브레이크, 차선변경 등)도 제공 받아 자동 운행

② 자율주행 옵션별 선호도 및 지불의사액 조사

□ 자율주행 단계에 따른 선호도 변화와 최대 지불 의사액 변화

- 실제 자율주행 자동차에 대한 운전자들의 편의성 또는 불안감이 가장 극명하게 나타날 수 있는 것이 레벨 3에서 레벨 4로 전환되는 과정에서 발생 가능²⁾
- 따라서 본 설문은 레벨 3과 레벨 4의 차이점(즉, 운전자가 지속적으로 운행상황을 모니터링하고, 필요한 경우 제어하는 경우 VS. 운전자는 지속적으로 운행상황을 모니터링 할 필요가 거의 없는(즉 다른 활동을 하거나, 쉬거나 등) 경우

2) '차량의 운전에서 운전자를 완전히 배제하는 것은 운전자 능력을 감소시켜 사고 증가'에 대해 자율주행 자동차 선도기업들(BMW, GM, Nissan vs Ford, Volvo, Google) 사이에 논란 (Johanna 외, 2016)

표 4-3 자율주행 단계에 따른 옵션 선택 유무와 최대지불의사액 설문(예시)

단계 구분	질 문	
조건부 자율주행 (레벨 3)	옵 션	설 명
	혼잡도로 운전지원	<ul style="list-style-type: none"> • 운전자가 혼잡도로(속도: 30km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와 거리를 유지하면서 자동으로 운행 • 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡고 주변 상황을 주시해야 하며, 필요하면 언제든지 직접 운전해야 함
	22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔ ② 선택 않음	22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원
↓	↓	
	옵 션	설 명
높은수준 자율주행 (레벨 4)	혼잡도로 자동운전	<ul style="list-style-type: none"> • 운전자가 혼잡도로(속도: 30km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와 거리를 유지하면서 자동으로 운행 • 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음
	22-3) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔ ② 선택 않음	22-4) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원

□ 자율주행 자동차(Stand Alone형)에 협력형 ITS(C-ITS)와 연계 가능한 기능을 갖는 옵션에 대한 이용자들의 선호도 조사

- 자율주행 자동차와 협력형 ITS(C-ITS)의 연계 중요성에 대해서는 Johanna 외 (2016) 등 다수의 연구자들이 주장하고 있는 반면, Randal(2014)은 다수 부정적인 의견을 제시하고 있어 논란³⁾
- 이는 첫째 GM, Volkswagen, Google 등 자율주행 자동차 개발기업들은 현 도로 대상으로 단독운행이 가능한 자율주행 기술 개발하고 있고, 둘째 공공이 관리하는 C-ITS 정보의 신뢰성, 일관성, 신속성, 유지·관리 등 담보 필요

3) GM, Volkswagen, Google 등 자율주행 자동차 개발기업들은 현 도로 대상으로 단독운행이 가능한 자율주행 기술 개발, C-ITS에서 생성되는 정보의 신뢰성, 일관성, 신속성, 유지·관리 등

표 4-4 자율주행 자동차와 협력형 ITS 옵션 선택 유무와 지불의사액 설문(예시)

단계 구분	질 문									
레벨4 + V2I (C-ITS)	<table border="1"> <tr> <th>옵 션</th> <th>설 명</th> </tr> <tr> <td>일반도로 자동운전 + 도로정보</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <도로정보 연계기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 도로 주변장치와 실시간으로 통신하여, 500m~1km 이내의 도로 사고, 낙하물, 노면상태 정보 등도 제공 받아 자동 운행 </td> </tr> <tr> <td>22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔</td> <td>22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원</td> </tr> <tr> <td>② 선택 없음</td> <td></td> </tr> </table>	옵 션	설 명	일반도로 자동운전 + 도로정보	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <도로정보 연계기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 도로 주변장치와 실시간으로 통신하여, 500m~1km 이내의 도로 사고, 낙하물, 노면상태 정보 등도 제공 받아 자동 운행 	22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔	22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원	② 선택 없음		
	옵 션	설 명								
일반도로 자동운전 + 도로정보	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <도로정보 연계기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 도로 주변장치와 실시간으로 통신하여, 500m~1km 이내의 도로 사고, 낙하물, 노면상태 정보 등도 제공 받아 자동 운행 									
22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔	22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원									
② 선택 없음										
<table border="1"> <tr> <th>옵 션</th> <th>설 명</th> </tr> <tr> <td>일반도로 자동운전 + 교통신호</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하) 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <교통신호 연계기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 교통신호와 연동되어 자동 운행 </td> </tr> <tr> <td>22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔</td> <td>22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원</td> </tr> <tr> <td>② 선택 없음</td> <td></td> </tr> </table>	옵 션	설 명	일반도로 자동운전 + 교통신호	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하) 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <교통신호 연계기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 교통신호와 연동되어 자동 운행 	22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔	22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원	② 선택 없음			
옵 션	설 명									
일반도로 자동운전 + 교통신호	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하) 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <교통신호 연계기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 교통신호와 연동되어 자동 운행 									
22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔	22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원									
② 선택 없음										
레벨4 + V2V	<table border="1"> <tr> <th>옵 션</th> <th>설 명</th> </tr> <tr> <td>일반도로 자동운전 + 주변차량</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 운전자가 시내도로(속도: 70km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <전후방 차량과 연동기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 전후방 차량과 실시간으로 통신하여, 상대 차량의 운행정보(속도, 엑셀, 브레이크, 차선변경 등)도 제공 받아 자동 운행 </td> </tr> <tr> <td>22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔</td> <td>22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원</td> </tr> <tr> <td>② 선택 없음</td> <td></td> </tr> </table>	옵 션	설 명	일반도로 자동운전 + 주변차량	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 시내도로(속도: 70km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <전후방 차량과 연동기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 전후방 차량과 실시간으로 통신하여, 상대 차량의 운행정보(속도, 엑셀, 브레이크, 차선변경 등)도 제공 받아 자동 운행 	22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔	22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원	② 선택 없음		
	옵 션	설 명								
일반도로 자동운전 + 주변차량	<ul style="list-style-type: none"> 운전자가 시내도로(속도: 70km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <전후방 차량과 연동기능 추가> <ul style="list-style-type: none"> 자동차가 전후방 차량과 실시간으로 통신하여, 상대 차량의 운행정보(속도, 엑셀, 브레이크, 차선변경 등)도 제공 받아 자동 운행 									
22-1) 위 옵션을 선택? ① 선택 ➔	22-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원									
② 선택 없음										

(2) 자율주행 옵션별 선호도 조사 결과

- (조사내용) 자율주행 관련 주요 옵션별 기능들에 대한 응답자들의 선택 유무를 조사하고 만일 해당 옵션을 선택하는 경우 지불의사액을 동시에 조사
- 전체적으로 각각 레벨 1과 레벨 2 단계의 자율주행 옵션인 ‘차선이탈경고’와 ‘차선이탈자동유지’에 대해 가장 많은 응답자들이 선택
 - 이 기능들은 현재 상용차에 옵션으로 판매되고 있는 것이 주요한 요인 중 하나일 수 있으나, 비교적 단순한 형태이지만 운전자들이 안전성 개선을 위해 선호
 - 반면, 자동차의 운전제어 수준이 높아지는 레벨 3~4단계에서는 ‘자동주차’ 옵션이 가장 많이 선택되어 향후 주차관련 정책을 우선적으로 추진해야 한다는 점을 시사
- ‘혼잡도로 자동운전(속도 30km/h 이내)’ 옵션이 ‘일반도로 자동운전(속도 70~120km/h 이내)’에 비해 보다 선호되는 것은 소비자 측면에서는 저속인 경우 자동운전에 따른 사고위험성(또는 리스크)이 낮은 것도 주요한 원인
- 자율주행 자동차와 협력형 ITS(C-ITS)가 연계된 옵션 ‘일반도로 자동운전+도로정보’와 ‘일반도로 자동운전+교통신호’가 각각 65.80%와 62.80%로 선호도가 높아, 공공측면에서는 협력형 ITS서비스의 강화가 중요한 과제이며 민·관의 지속적인 협조를 통해 관련 정책 추진 필요성 있음
 - 우리나라는 최근 ITS 관련 재정이 자율주행 자동차에 과도하게 집중되는 경향이 있는 것으로 지적되고 있으며, 향후 균형 있는 재정투자의 중요성을 시사
- 특히, ‘일반도로 자동운전’에 대한 선호도(약 56.73%)는 협력형 ITS와 연계될 때 소비자 선호도(도로정보, 교통신호 연계) 또한 증가하는 점에 주목할 필요
 - 현재 자율주행 자동차를 개발하는 민간회사들의 경우 협력형 ITS에 대한 고려가 부족한 실정이지만, 향후 소비자들의 선호도를 고려할 때 ‘자율주행 자동차’ 확대에 기여할 수 있음을 강조

표 4-5 자율주행 옵션에 대한 선호도

옵션명		선택(%)
레벨1 ↓	차선이탈경고	90.93
레벨2	차선이탈자동유지	81.53
레벨3 ↓	주차보조	66.20
레벨4	자동주차	69.40
레벨3 ↓	혼잡도로 운전지원	57.73
레벨4	혼잡도로 자동운전	63.40
레벨3 ↓	일반도로 운전지원	54.53
레벨4	일반도로 자동운전	56.73
레벨4 + V2I	일반도로자동운전+도로정보	65.80
레벨4 + V2I	일반도로자동운전+교통신호	62.80
레벨4 + V2V	일반도로자동운전+주변차량	60.73

(3) 운전자의 제어권 차량전환 과정(레벨3→4)에서 선호도 변화 조사 결과

- **(조사내용)** 자율주행 자동차의 기술개발 과정에서 운전자를 차량제어에서 완전히 배제하는 논의가 있으며, 이러한 과정에서 이용자들의 선호도 변화를 개략 파악
 - 자율주행 자동차에 대한 운전자들의 편의성(긍정적 측면) 또는 불안감(부정적 측면)이 가장 극명하게 변화하는 것이 레벨 3에서 레벨 4으로 이동하는 과정임
- 먼저 속도 위험도를 고려하여 ‘일반도로 자동운전(속도 70-120km/h 이내)’에 대해 살펴보면, 레벨 3인 ‘일반도로 운전지원’를 선택한 응답자 중 약 83.4%가 ‘일반도로 자동운전’를 선택
 - ‘일반도로 운전지원’를 선택한 응답자 중 약16.6%가 제어권을 차량에 넘기는 옵션을 선택하지 않은 반면, 자율주행 기능이 강화된 레벨 4에서 새롭게 해당 옵션을 선택한 응답자가 약24.8%였음
 - 비슷한 해석이 ‘혼잡도로 자동운전’과 ‘자동주차’에도 적용될 수 있는데, 일반도로에 비해 속도 위험도가 낮기 때문에, 응답자들은 자율주행 기능이 강화된 옵션

을 보다 선호됨

- 또한 자율주행을 강화함으로써 새롭게 ‘혼잡도로 자동운전’ 과 ‘자동주차’ 옵션을 선택한 비율이 각각 30.9%와 32.3%였으며, 포기하는 비율은 12.7%와 11.7%로 비교적 낮음

표 4-6 운전자와 차량의 운행 제어권(레벨3→레벨4)에 따른 선호도 변화

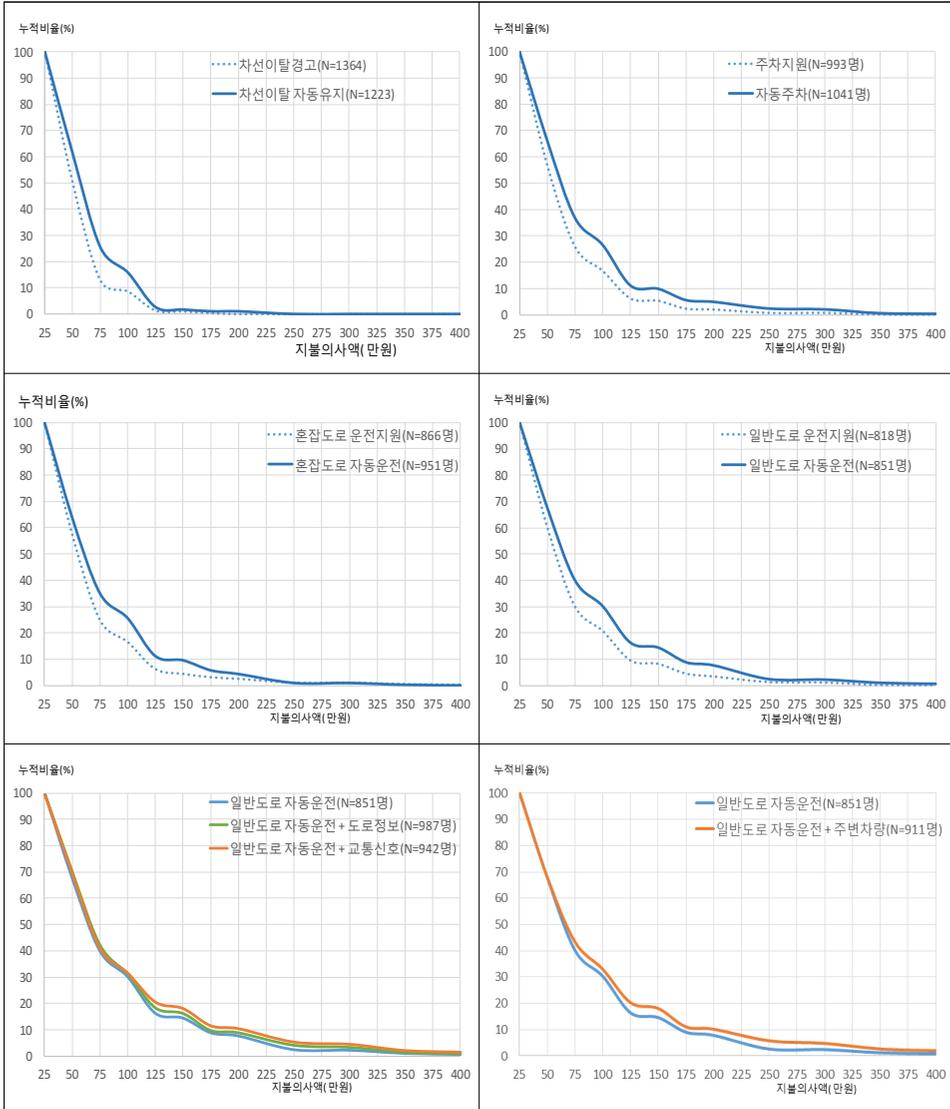
일반도로 운전지원→자동운전		비율(%)	혼잡도로 운전지원→자동운전		비율(%)
일반도로 운전지원 선택		54.5	혼잡도로 운전지원 선택		57.7
	일반도로 자동운전 선택	83.4		혼잡도로 자동운전 선택	87.3
	일반도로 자동운전 미선택	16.6		혼잡도로 자동운전 미선택	12.7
일반도로 운전지원 미선택		45.5	혼잡도로 운전지원 미선택		42.3
	일반도로 자동운전 선택	24.8		혼잡도로 자동운전 선택	30.9
	일반도로 자동운전 미선택	75.2		혼잡도로 자동운전 미선택	69.1
차선이탈 경고-자동유지		비율(%)	주차보조-자동주차		비율(%)
차선이탈 경고 선택		90.9	주차보조 선택		66.2
	차선이탈 자동유지 선택	86.2		자동주차 선택	88.3
	차선이탈 자동유지 미선택	13.8		자동주차 미선택	11.7
차선이탈 경고 미선택		9.1	주차보조 미선택		33.8
	차선이탈 자동유지 선택	34.6		자동주차 선택	32.3
	차선이탈 자동유지 미선택	65.4		자동주차 미선택	67.7

(4) 자율주행 옵션에 대한 응답자들의 지불의사에 대한 조사 결과

- 전체적으로 자율주행 수준이 증가함에 따라 지불의사도 일부 증가하나 그 증가액은 크지 않음
 - ‘차선이탈경고’와 ‘차선자동유지’ 옵션의 경우 평균 지불의사액(50%값)이 약 50~55만원 정도였음, 현재 자율주행 패키지의 형태로 해당 옵션이 포함되어 차종에 따라 60만원~120만원인 점을 감안 필요
 - ‘일반도로 자동운전’의 평균 지불의사액은 약 66만원으로 가장 높았고, ‘자동주차’ 약 63.9만원, ‘혼잡도로 자동운전’ 약 62.1만원 순

- ‘일반도로 자동운전’ 과 ‘일반도로 자동운전+ 도로정보’, ‘일반도로 자동운전+ 교통신호’ 의 평균 지불의사액의 차이가 거의 없어 응답자들은 해당 옵션을 기본 제공받는 서비스로 인식함을 시사

그림 4-1 자율주행 옵션에 대한 지불의사 비용의 누적분포



- 설문조사 응답들의 최대 지불의사액은 자동차 회사들이 계획 중인 레벨4 이상 자율주행 자동차의 옵션 비용과 비교할 때 상대적으로 낮은 수준⁴⁾
- 이러한 점은 향후 공공의 완전 자율주행 자동차 확산을 위해 보조금 정책 등을 함께 고려할 필요가 있음을 시사

(5) 자동차 이용빈도에 미치는 영향

- 높은 수준의 자율주행 자동차가 일반화 되었을 때 자동차 이용비율의 변화를 조사
 - 거리에 상관없이 전반적으로 자동차 이용비율이 증가하는데 장래 자율주행 자동차가 일반화 될 경우 자가용 이용 빈도가 증가할 수 있으며, 이는 자율주행 자동차에 의한 도로혼잡 감소효과가 상쇄될 수 있음을 의미
 - 특히 장거리 통행 이용 빈도가 높게 증가하는데 이는 응답자들이 자율주행 자동차에 대해 갖는 가장 큰 편익인 ‘운전 피로도 감소’, ‘자동차 안에서 다른 일들이 가능, 효과에 기인한 것으로 판단됨
 - 또한 향후 자율주행 자동차 확산에 따라 교통범칙금, 교통·에너지·환경세 등 교통재원이 감소될 수 있는데 추가 재원 확보를 위해 ‘차량주행거리 기반 교통세 부과’ 방안도 고려할 필요가 있음

표 4-7 높은 수준의 자율주행 자동차를 보유한 경우 자동차 이용비율 변화

옵션명	변함없음	조금 증가	다소 증가	매우 증가
단거리(도보 20분 이내, 2km) 이용 빈도	44.5%	29.3%	23.4%	2.9%
중거리(약 20km 이내) 이용 빈도	30.4%	37.8%	27.5%	4.3%
장거리(약 100km 이상) 이용 빈도	18.6%	25.0%	37.8%	18.6%

4) 테슬라는 높은 수준의 자율주행(레벨4) 옵션을 약 900만 원(연합신문 2016년 10월 21일자), 볼보자동차는 2025년 높은 수준의 자율주행(레벨4) 자동차를 옵션(약 1700만 원 계획)으로 판매 계획(오토뷰 2016년 5월 20일자)

자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제

01 주요과제 도출의 개요	53
02 교통계획 분야의 대응 과제	54
03 교통안전 분야의 대응 과제	57
04 교통운영 및 시설분야의 대응 과제	59

자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제

1. 주요과제 도출의 개요

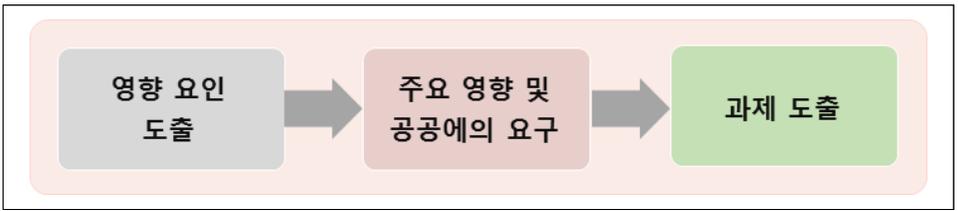
- 제 3장은 기존 문헌 검토, 전문가 의견 등을 종합하여 자율주행 자동차 도입에 따른 영향과 주요 논점을 정리하였고, 제 4장은 일반인 대상 설문조사를 통해 자율주행 자동차에 대한 이용자 의식, 구입의사, 통행행태 변화 등을 개략적으로 분석
 - 특히 제 3.2장에서 교통부문의 주요 논점은 ‘계획관점에서 자율주행 자동차의 불확실성’ ‘자율주행 자동차와 협력형 ITS의 연계’ ‘자율주행 자동차 도입 과정에서 공공의 역할 정립’에 대해 정리하고 과제도출에 반영
- 이 장에서는 상기 연구결과와 정책동향 및 전망, 추가적인 전문가 의견조사¹⁾ 등을 종합하여 자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제들을 도출함²⁾
 - 자율주행 자동차가 실제 도로상에 주행하기 위해서는 첨단기술개발, 윤리, 보험, 법·제도 등 해결해야 할 다양한 과제들이 있으나, 본 연구에서는 교통계획 및 공학적 측면과 공공의 역할을 고려한 과제들을 도출함
 - 자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제들은 교통계획, 교통안전, 교통운영 및 시설로 크게 세 가지 부문으로 구분해 도출하고 일부 과제에 대해서는 과제명과 연구 내용 등을 간략하게 예시함
 - 본 연구에서는 국내 연구개발(R&D) 프로젝트나 정책적으로 이미 시행되거나 진행 중인 과제들은 가급적 제외하였음

1) 전문가 조사는 교통관련 전문가 30명 대상으로 자율주행 자동차 관련 주요 추진과제 및 현 정책추진 과정의 개선점 등에 대해 자유로운 의견 기술을 통해 수집

2) 이 장에서 제시된 주요 과제의 일부와 사례는 외부연구진의 원고의뢰 내용을 참고하여 저자 재작성

- 또한 자율주행 자동차 관련 모든 요인들과 파급효과를 고려한 과제들을 도출하는 것은 한계가 있으며, 다만 이 장에서 제시된 주요 과제들과 주요 과제를 도출하는 분석들은 향후 추가 과제들을 도출하는데 선행연구로서 의의가 있음
- 자율주행 자동차 도입에 따른 주요과제는 다음과 같은 단계로 도출
 - 자율주행 자동차 도입에 따라 교통계획, 교통안전, 교통운영 및 시설로 구분하여 분야별 주요 영향요인 도출
 - 각 영향요인별 주요 효과와 공공에 요구되는 사항 정리
 - 자율주행 자동차 도입 관련 주요 과제 도출(단, 일부 과제는 예시 추가)

그림 5-1 자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제 도출 과정



2. 교통계획 분야의 대응 과제

① 주요 영향 요인 및 대응과제

□ 자율주행 자동차의 시장도입 시기 예측

- 마케팅 분석 등을 통해 자율주행 자동차의 구체적인 시장도입 시기를 예측하고, 실제 교통체계에 유의한 영향을 주는 시기 예측
- 예, 우리나라 전체 차량등록대수는 약 2천만대('15년 기준), 신차 평균등록대수는 약 60만대('13~'15)으로 매년 모든 신차가 자율주행 기능을 갖는다고 가정해도 약 16.6년 소요(실제, 차량사용연한 등을 고려한다면 더욱 증가)
- 일반적으로 2035년 완전 자율주행 자동차의 상용화가 가능한 시점으로 논의
- 반면 본 연구 설문조사 결과, 자율주행 수준에 따라 해당 옵션을 선택하지 않은 응답자 비율이 11.7%에서 16.6%로 낮지 않고, 차량사용연한을 고려하면 자율

주행 자동차의 시장 확산 기간은 더욱 증가

- 자율주행 자동차의 시장 확산은 장기간 소요, 이 과정에서 자율주행 자동차와 일반 자동차 혼재, 기술수준이 다양한 자율주행 자동차 혼재 등 발생 가능한 교통 문제에 대응방안 마련 필요

□ 자율주행 자동차에 대한 **소비자 행태** : 자동차 구입의사 등

- 자율주행 자동차의 시장화는 소비자가 어떻게 반응하느냐가 시장화의 핵심이며, 특히 자동차의 운행 제어권이 운전자(레벨3)에서 차량으로 전환(레벨4)되는 것에 대한 논의 중요
- 본 연구의 설문조사 결과에서는 일반도로 주행지원을 선택한 응답자의 약 83.4%가 일반도로 자율주행을 선택하고 약 16.6%는 포기, 반면 일반도로 주행 지원 미선택자의 약 24.8%가 일반도로 자율주행 선택
- 향후 본 연구 내용을 보다 정교화 하여 소비자 반응 분석 필요

□ 자율주행 자동차의 시장도입에 따른 **영향분석**

- 국토교통분야의 중장기 법정계획에 자율주행 자동차에 의한 변화요인을 반영하기 위해서는 자율주행 자동차의 시장도입에 따른 효과평가가 모델 정립, 경제성 평가모형(B/C) 정립, 교통계획모형(행태분석 모형 등), 교통수단선택모형(대중교통에의 영향)의 정립 등은 매우 중요

□ 자율주행 자동차의 시장도입에 따른 **교통자원**에 대한 영향 분석

- 교통부문의 주요한 자원은 주유세, 각종 교통법칙금 등인데 자율주행 자동차 도입에 따라 해당 부분의 자원 감소가 예측됨
- 즉, 자율주행 자동차 도입에 따라 교통법규 위반건수가 급속히 감소 할 것임, 또한 자율주행 자동차는 전기차와 같은 친환경 자동차에 기반하고 있으므로 관련 주유세 등의 감소 가능
- 따라서 향후 자율주행 자동차 도입에 따른 교통자원 확보방안(예, 이용거리 대비 세금부과 등) 등에 대한 연구 필요

표 5-1 자율주행 자동차가 교통계획분야에 미치는 주요 영향과 대응 과제

구분	영향 요인	주요 영향 및 공공예의 요구	대응 과제
교통 계획	• 시장도입시기의 불확실성	• 자율주행 자동차 관련 중장기 계획 및 정책 수립 한계	• 마케팅 방법론 등을 활용한 자율주행 자동차 시장도입 예측
	• 영향정도의 불확실성(석방법론 미흡)	• 법정계획, 투자계획 등의 테두리에서 자율주행 자동차 계획 수립 한계	• 자율주행자동차 효과평가 방법론 마련 - 4단계 추정방법론의 재검토 • 자율주행자동차 경제성평가 방법론 개발 - 비용과 편익의 명확화 - 잠재적 효과에 대한 평가방법론 도입 • 기존 계획수립 단계별 적용 모형들에 준하는 방안 마련 - 교통계획모형의 재검토
	• 소비자 반응의 불확실성	• 자율주행 자동차 관련 중장기 계획 및 정책 수립 한계	• 자율주행 자동차에 대한 소비자 인식, 구입의사 등에 대한 평가 • 관련 분석 모형의 개발

② 주요 과제(예시)

□ (과제명) 자율주행차 도입을 고려한 새로운 교통평가모형 개발

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행자동차 도입에 따라 변화되는 교통계획 요소들에 대한 변화를 반영 필요 • 자율주행자동차 도입의 효과평가를 위한 기초평가모델 정립 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 통행시간가치, 통행분포모형, 통행지체함수 등 전반적인 계획요소의 재평가

□ (과제명) 자율주행자동차 도입에 따른 수단선택 모형(대중교통 영향평가) 개발

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행자동차의 확산에 따라 대중교통과의 경쟁, 공유교통의 확대 등 자율주행차량 도입으로 인한 사람들의 수단선택 행위 변화 • 자율주행자동차 도입이 향후 수단별 통행수요 예측을 위한 방법론 개발이 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차량과 관련된 다양한 시나리오 구축 • SP조사 등 새로운 수단선택모형 개발 및 장래 영향 예측

□ (과제명) 자율주행자동차 도입에 따른 경제성 분석 방법론 개발

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행자동차 관련 투자계획 수립을 위한 경제성 분석 방법론 필요 • 따라서 경제성 분석의 편익 항목에 대한 심도있는 논의가 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 경제성 분석 방법론을 검토해 각 항목을 수정 및 보완 • 통행시간가치 재산정, 차량유지관리비 재산정, 환경오염 효과 분석 • 이를 종합한 새로운 경제성 평가방법론 정립 • 자율주행차량 도입 이후의 도로 및 철도 SOC 사업 평가방법론

□ (과제명) 자율주행자동차 도입에 따른 공유교통 확산과 영향예측

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 카셰어링 기반의 자율주행차량 도입은 가장 효율적 대안 • 카셰어링을 통해 차량이 감소하고 교통체증이 완화될 것으로 기대 • 카셰어링 도입을 통한 교통수요변화를 예측하고 이에 대비
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 카셰어링을 접목한 자율주행차량 운영 방안을 구체적으로 제시 • 평균재차인원, 기존 차량의 대체 효과 등을 계량화 • 동적모형(dynamic model)을 도입한 수요추정방법론 제안

3. 교통안전 분야의 대응 과제

① 주요 영향 요인 및 대응과제

- 자율주행 자동차 도입은 교통사고의 획기적인 감소에 기여할 수 있을 것으로 기대되는 반면, 자율주행 자동차 도입 과정에서 일반 자동차와의 혼재로 인한 교통사고 발생, 위험보상심리로 부주의에 의한 사고 발생 가능성이 새롭게 증가
- 또한 자율주행 자동차 도입에 따라 교통안전 관련 정책과 계획의 수정, 기존 교통안전시설의 관리 방안 및 신규로 도입되는 다양한 교통시설의 안전 관련 이슈들이 제기 될 수 있음
 - 따라서 자율주행 자동차의 단계별 도입과정을 상정한 교통안전정책의 수립과 단계별 국가교통안전기본계획 수립 등에 대한 연구 필요
- 가장 우선적인 핵심 과제로는 자율주행 자동차의 교통안전 개선 효과, 사고발생시 책임 문제 등에 대한 연구가 선행될 필요가 있음
 - 자율주행 자동차의 각각의 기능들이 구체적으로 어떤 종류의 교통사고에 어느 정도 개선 효과가 있는지에 대한 차량 시뮬레이션 실험 등을 통한 실증적 연구가 선행될 필요가 있음
 - 자율주행 자동차 운행 중 교통사고가 발생하는 경우 자동차 제조사와 운전자의 과실 여부를 판단할 수 있는 차량 정보 수집 및 분석 기법의 개발이 선행되어야 하고, 교통사고 처리 관련 보험료 산정 등의 법·제도 마련 필요
- 또한 자율주행 자동차 도입 과정에서 교통안전에 미치는 부정적 효과에 대한 선행 연구를 통해, 향후 자율주행 자동차 관련 신규 도로 시설물의 교통안전 확보, 기존

일반차량과의 상충 최소화 방안 등을 사전에 마련할 필요가 있음

- 자율주행 자동차 도입 과정에서 일반차량과 자율주행 자동차와의 상충 최소화, 자율주행 차량의 제어권 전환상황에 대한 구체적인 기준 마련 등 필요

표 5-2 자율주행 자동차가 교통안전분야에 미치는 주요 영향과 대응 과제

구분	영향 요인	주요 영향 및 공공예의 요구	대응 과제
교통 안전	• 교통사고 획기적 감소 (인적요인 사고)	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 자동차 생산자가 교통 안전을 주도 • 교통안전 관련 투자 감소, 관리 및 계획수립 부서 불필요 요구 	• 자율주행 자동차 교통안전을 위한 민·관 협업체계
	• 위험보상심리(2차 효과)로 안전에 부주의	• 기존 교통안전 관련 중·장기 계획의 타당성 문제와 불용성	• 자율주행 자동차를 고려한 교통 안전 중·장기 계획의 재검토
		• 불필요하게 된 시설치 교통안전 시설의 관리 및 처리	• 자율주행 자동차를 고려한 시설치 교통안전 시설 평가
	• 자율주행 자동차 확산 단계에서 일반 자동차와의 혼재	• 교통사고 증가	• 자율주행 자동차 이용자의 위험 보상심리에 대한 연구
	• 자율주행자동차의 교통 안전에 대한 효과 불명확	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 자동차와 일반 자동차의 상충 증가 • 교통사고 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 자동차와 일반 자동차의 혼재가 사고에 미치는 원인과 영향 분석 • 자율주행 자동차(전용선)와 일반 자동차의 물리적 분리 • 사업타당성 평가
• 자율주행자동차의 교통 사고 책임소재	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 자동차의 교통안전 개선에 대한 과다 추정된 지표 산출 	• 자율주행 자동차 이용자의 위험 보상심리와 사고에 미치는 영향에 대한 연구	
		<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 자동차 도입과정에서 발생하는 교통사고에 대한 책임 소재 논란, 처리방안 불명확 	• 자율주행 자동차 사고발생 원인 조사를 위한 정보수집 및 분석 기술 개발에 대한 연구

② 주요 과제(예시)

□ (과제명) 자율주행시스템 세부기술별 교통안전영향 분석

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 시스템의 세부기술별 교통안전에 미치는 영향 분석 필요 • 자율주행 자동차와 C-ITS 연계에 따른 통합된 안전효과 분석 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 교통사고 유형별 충돌시나리오 분석 • CV 및 AV 세부기술의 상용화 수준 및 장·단점 분석 • CV 및 AV, 그리고 통합기능의 교통안전효과 분석

□ (과제명) 교통안전 혁신을 위한 한국형 자율주행시스템 도입방안 연구

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 한국의 운전문화, 통행행태 및 습관 등 지역적 특성을 반영한 자율주행시스템 구축 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 교통안전 혁신을 위한 한국형 자율주행시스템의 구성요소(예: 기술 및 시스템, 시범사업, 수용성 관련 기반조성 등) 정의 • 한국형 자율주행시스템 상용화 로드맵 마련

□ (과제명) 자율주행시대 교통안전시설 운영 및 관리방안

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 자동차의 확산에 따라 기존 교통안전시설의 기능과 역할이 변경 • 일부시설은 안전주행을 위해 필요하나 일부는 불필요 • 자율주행시대의 효율적 인프라 관리를 위한 기존 교통안전시설의 운영·관리방안 마련
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행시스템에 대한 교통안전시설의 기능·역할 및 한계 분석 • 도로 및 교통안전시설의 운영·관리방안 마련

□ (과제명) 교통약자를 위한 자율주행시스템

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 교통약자의 통행특성, 교통안전 등을 위한 자율주행 시스템 검토 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차 및 인프라에 대한 교통안전 요구사항 마련 • 교통약자를 위한 자율주행시스템 설계 및 구축방향 제시 • 시범사업 기본계획 수립

4. 교통운영 및 시설분야의 대응 과제

① 주요 영향 요인 및 대응과제

- 일반적으로 사람의 인지·반응을 통한 차량 운행에 비해 자율주행 자동차는 보다 효율적인 차량 운행이 가능하고, 특히 자율주행 차량들간의 군집주행과 교통신호 등 교통시설물과의 통신을 통해 도로 용량 증대와 교통정체 완화에 기여
- 자율주행 자동차의 도입 과정에서 교통운영 효과를 최대화하기 위해서는 먼저, 자율주행 자동차와 인프라, 자율주행 자동차간 정보 연계 및 공유 등에 대한 표준, 장비의 표준, V2V 또는 V2I 관련 핵심장비 장착에 대한 의무화와 같은 관련 법·제도 정비 등에 대한 연구가 우선적으로 수행될 필요가 있음
 - 또한 자율주행 자동차의 교차로 통과 효율성을 위해서는 교통신호제어기와 자

- 율주행 차량과의 통신, 자율주행 자동차 도입 과정을 상정한 다양한 시나리오별 교통신호 제어전략 연구 등이 필요
- 자율주행 자동차는 다양한 정보수집 센서를 통해 주변 교통정보를 대량으로 수집하기 때문에 기존과는 전혀 새로운 방식의 교통정보 수집 및 처리, 이를 바탕으로 한 교통제어와 중앙관리센터 설치 등에 대한 연구 필요
- 대중교통 부문의 자율주행 자동차는 실제 일반 승용차에 비해 높은 수준의 자율주행 운행이 가능하며 실제 도입이 보다 빠르게 진행될 수 있어, 자율주행 대중교통 수단 도입을 위한 교통운영 방안, 시설 확충 방안 등에 대한 연구 필요
- 최근 EU는 CityMobile2 프로젝트³⁾를 통해 자율주행 중소형 버스 개발과 도입을 위한 사회적 실험을 수행하고 향후 보다 확장된 ART07 프로젝트 추진 예정
 - 국내는 금년 판교 창조경제밸리 대상 자율주행셔틀 도입 관련 연구 수행 중
- 자율주행 자동차는 자동주차가 가능하여 특히 도심지의 교통정체 완화에 기여가 가능할 것으로 기대
- 도시지를 중심으로 기존 주차장 개선 방안, 새로운 개념의 주차장 설계 및 도입, 기존 도로의 노변주차장을 자율주행 자동차가 승객을 승하차 시키는 공간으로 개선하는 방안 등 도로 공간 활용에 대한 연구 필요

표 5-3 자율주행 자동차가 교통안전, 운영, 도로기술 분야에 미치는 주요 영향과 대응 과제

구분	영향 요인	주요 영향 및 공공예의 요구	대응 과제
교통 운영	• 도로용량의 증대 (군집주행)	• 자율주행 자동차와 일반 자동차와의 혼재상황에서는 불가	• 자율주행 자동차 확산 단계에서 교통운영방안 • V2V확대를 위한 장비설치, 서비스 의무화 방안, 영향평가
	• 교통정체 완화	• 자율주행 자동차간 정보 공유 및 공공연계 조건 마련 필요 • 자율주행 자동차를 통해 Big-data 형태로 수집되는 다양한 도로환경 정보의 수집·처리 프로세스, 이를 기반으로 도로의 효율적 운영	• 자율주행 자동차 운행정보, 수집 정보 공유를 위한 법제도 • 강제적 의무화 방안/시장유도방안 등 검토 • V2V 연계 정보 표준화 방안 • 수집정보를 기반으로 한 Big-data 정보처리 및 운영

3) EU는 CityMobil2 프로젝트를 수행(2016.9~2016.8)하여 7개 유럽도시에 대한 자율주행 버스교통수단 도입을 위한 사회실험 실시

구분	영향 요인	주요 영향 및 공공에의 요구	대응 과제
		<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 자동차의 공공인프라 (교차로 신호) 연계 신호 연계 필요 자율주행 자동차와 일반 자동차와의 혼재상황에서는 불가 	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 자동차 확산 단계에서 신호운영방안 V2I서비스 확대를 위한 장비설치 의무화 방안 V2I서비스 의무화의 영향평가 및 B/C 평가
	<ul style="list-style-type: none"> 도심지 교통정체 완화 (자율주차) 	<ul style="list-style-type: none"> 자율주차에 대한 주차장 개선에 대한 시민요구 증가 (부정적 효과)다음 탑승자를 태우기 위해 홀로 운행하는 차량의 증가로 도로혼잡 가중 	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 자동차에 대응한 주차장 개선 방안(부정적 효과 포함) 자율주행 자동차에 대응한 신개념 주차장 설계 등 B/C 평가
도로 시설	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 자동차 도로 점유율 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 자동차에 대응한 도로 시설 개선 시민요구 증가 도로유지(낙화물, 도로파손 등)에 대한 관리 중요성 증대 일반자동차와의 투자 형평성 	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 자동차의 주행성, 안전성 등 도로시설측면 지원 방안 기존 시설물의 필요성 재평가 및 처리방안 마련 도로유지관리 체계의 강화 방안

- 도로시설 측면에서는 자율주행 자동차가 안전하게 도로를 운행할 수 있도록 기존 도로시설물에 대한 높은 수준의 개선 및 유지·관리에 대한 수요가 증가할 수 있음
 - 특히 본 연구의 설문조사 결과, 자율주행 자동차의 도입에 따라 기존 이동시간 단축 보다는 이동 편의성에 대한 이용자 요구가 보다 높아질 것으로 예측되고 이에 대응한 높은 수준의 도로 유지·관리 필요성이 증대
 - 자율주행 자동차의 주행성, 안전성을 위해 도로노면, 교통표지 등 기존 도로시설물의 정비 및 유지·관리, 기존 도로 공간의 활용에 대한 연구가 선행될 필요
- 자율주행 자동차는 센서 등을 통한 도로환경 인식을 기반으로 하고 있어, 다양한 기상조건하에 자율주행 자동차가 안전한 운행을 지원하는 도로시설 구축 중요
 - 예를 들면 다양한 악천후 상황에서 자율주행 자동차의 안전성을 시험 및 검증할 수 있는 도로주행 시험기술개발 및 인증제도 개발, 비상시 대응 매뉴얼 등에 대한 연구 필요
 - 더불어 자율주행 자동차의 안전성 개선을 위해서는 도로상의 모든 객체, 예를 들면 보행자, 자전거, 일반 자동차 등 다양한 이동 객체들에 대한 모니터링이 가능한 시스템 구축과 자율주행 자동차와의 실시간 연계 체계 구축 필요

② 주요 과제(예시)

□ (과제명) 자율주행자동차 공유정보의 표준화

배경	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행자동차는 자체 센서를 통해 다양한 데이터를 수집, 공유가 중요하나 개발 기업들에 따라 서로 다른 정보플랫폼을 사용하는 경우 정보공유에 장애 또한 개별차량 기반의 정보수집으로 정보의 다양화가 예상됨
내용	<ul style="list-style-type: none"> 차량 센서에서 수집되는 공유정보의 표준화 방안 기상정보, 노면정보, 차량센서정보, 주행정보 등 자율주행관련 정보공유 통합 플랫폼 구축

□ (과제명) 자율주행시스템기반 능동형 교통운영·관리전략 연구

배경	<ul style="list-style-type: none"> 커넥티드 환경에서 자율주행 자동차와 주변 교통운영시스템(예: 대부분 교통운영·제어장치)과의 연계를 통한 능동적인 교통운영 및 관리전략 필요 특히, 자율주행차의 핵심제어 중 하나인 시스템-인간운전자 간 제어권 관리 방안 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행시스템기반 자율주행차의 교통운영·제어전략 분석 자율주행차(AV)의 시스템-인간운전자 간 제어권 전환시 안전성 분석 자율주행시대의 교통안전 증진을 위한 자율주행시스템의 능동형 교통운영·관리전략

□ (과제명) 자율주행자동차 전용 주차장 규격 및 주차가이드시스템 개발

배경	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행자동차 확산에 대비한 새로운 형식의 주차장 설계 필요 자율주행자동차는 가용 주차장의 위치를 자체적으로 파악할 수 없기 때문에 주차장 위치, 주차가능여부, 주차요금, 경로안내 등 위한 주차가이드시스템이 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 자동차에 대응한 주차장 설계 규격 마련(주차방식, 주차면 크기, 진입램프 등) 개별 주차장 운영시스템 개발 및 이와 연계한 가용주차정보, 주차요금, 위치, 경로 등을 안내할 수 있는 자율주행자동차 주차가이드 시스템 개발

□ (과제명) 악천후에도 강인하고 시인성이 좋은 도로차선 연구

배경	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행자동차의 안전운행을 위해서는 도로 위 차량의 위치를 정확하게 찾는 것이 중요 자율주행자동차 영상 센서의 한계로 차선과 노면표시를 구분하지 못하는 경우가 많으며, 야간이나 악천후 상황에서는 자율주행자동차를 운행할 수 없음 도로 위 차선 또는 차로 정보를 센서가 정확히 인식할 수 있도록 도로차선의 개선 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> 차선을 표시하는 새로운 재료에 대한 연구: 재귀반사와 같이 스스로 차선을 표시하는 재료나 전기를 이용하여 발현하는 방안 등 차선보다는 자율주행자동차가 운행되는 차로 자체의 시인성을 높이는 연구

□ (과제명) 자율주행자동차 눈높이의 도로표지판과 노면표시 연구

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 도로표지판, 노면표시는 운전자 맞춤(눈높이, 언어 등)으로 자율주행자동차의 인식 오류 • 또한 표지판의 높이 등 도로 시설물의 일관성 결여는 문제 • 자율주행 자동차에 맞춤형 도로표지판과 노면표시 정보제공 방안 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 설치된 도로표지판의 높이와 설치간격을 규칙성 있게 재조정하는 방안 • 자율주행자동차의 센서 눈높이(약 30cm)에 맞춘 도로표지판, 노면표시 정보 제공방안 연구 • 라이다센서가 표지판이나 노면표시 정보를 쉽게 인지할 수 있는 표기 방안 연구

□ (과제명) GNSS 오차보정을 위한 도로 위 절대좌표 제공방안 연구

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 자동차는 매우 정밀한 위치정보가 필요하며, 위치수집 장치인 GNSS의 오차 보정을 위한 절대좌표를 제공하는 방안에 대한 연구가 필요함
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 절대좌표 표출 랜드마크 선정 : 터널이나 지하도로와 같이 음영지역에서도 인식 가능한 형태 • 절대좌표를 표출하는 방법에 대한 연구 : 통신 또는 표시, 색상 등 • 랜드마크의 설치 간격 및 유지관리방안 연구

□ (과제명) 자율주행자동차 혼합교통류를 고려한 HCM 개선 연구

배경	<ul style="list-style-type: none"> • 컴퓨터가 운전하는 자율주행자동차의 성능을 반영하는 교통류 이론의 개선이 필요 • 자율주행자동차가 대중화되기 전까지는 혼합교통류에서 자율주행자동차에 반응하는 운전자들의 행태도 달라질 수 있으므로 이를 반영할 수 있는 HCM의 개선 연구 필요
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행자동차 혼합교통류 모형 정립 등 • 자율주행자동차에 반응하는 운전자 행태에 대한 연구 : 운전자 행태모형 정립 등

CHAPTER 6

결론 및 향후 과제

01 주요 연구 결과	67
02 정책적 시사점	72
03 연구의 한계와 향후 과제	74

결론 및 향후 과제

1. 주요 연구 결과

(1) 자율주행 자동차 도입에 따른 주요 논점

- 국내 자율주행 자동차 관련 정책과 연구개발은 차량, 통신설비 등 기술개발 관련 논의가 대부분으로 자율주행 자동차가 상용화될 경우 교통부문에 미치는 영향에 대한 논의는 상대적으로 부족
 - 즉 자율주행 자동차가 도로용량 개선, 철도보다 자율주행 자동차를 선호하는 대중교통 이용변화, 교통사고 감소에 의미 있는 기여를 한다면 국가도로종합계획, 국가철도망 구축계획, 교통안전 기본계획 등 중·장기 법정계획에 반영 필요
- 교통계획 관점에서 자율주행 자동차를 중·장기 법정계획이나 투자계획에 반영하기 어려운 이유는 시장도입 시기, 도입의 영향 정도, 소비자 반응 등의 불확실성이 다수 존재하며 이를 해결하는 방향으로 대응과제 마련 필요
 - (시장도입 시기의 불확실성) 자율주행 자동차의 상용화 관련 논의는 많으나, 어떤 방식과 수준으로(즉 자율주행 기술수준별 순차 도입/급격한 확산), 언제 교통에 유의한 영향을 주는지 불확실
 - (영향 정도의 불확실성) 자율주행 자동차 도입에 따라 교통에 미치는 직·간접적 영향에 대한 평가가 부족하고 또한 계량분석 방법론이 명확하게 정립되지 않음
 - (소비자 반응의 불확실성) 자율주행 자동차에 대한 소비자들의 반응, 자율주행 자동차 구입의사, 통행행태에 미치는 긍정적·부정적 영향, 통행행태 변화의 정도와 어느 정도 급격할 것인지 불확실

- 교통계획 관점의 불확실성과 더불어 자율주행 자동차와 협력형 ITS(C-ITS)의 연계, 자율주행 자동차 도입 과정에서 공공의 역할 정립 또한 주요한 논점임
 - (자율주행 자동차와 협력형 ITS의 연계) 자율주행 자동차 도입으로 교통측면에서 바라는 본래의 기대효과(교통운영 효율화 등)를 충분히 발휘하는데 자율주행 자동차와 C-ITS의 연계가 핵심임에도 불구하고, 국내에서는 연계 필요성을 중요시하지 않거나 자율주행 자동차와 C-ITS의 역할 중복성에 대한 논란 존재
 - (자율주행 자동차 도입 과정에서 공공의 역할 정립) 자율주행 자동차 도입은 최근까지 주로 민간 기업들이 주도하고 산업적 파급효과가 강조, 반면 교통측면에서 자율주행 자동차는 교통체계를 구성하는 하나의 구성요소이며, 도로시설, 이용자, 법·제도를 포괄적으로 고려한 도입 방안을 마련할 필요가 있는데 이를 위한 공공의 주도적 역할 필요

(2) 자율주행 자동차에 대한 이용자 의식과 선호도

- ① 자율주행 자동차에 대한 편익과 우려에 대한 의식
 - (편익) 이동 중 편의성(운전 피로도 감소, 자동차 안에서 다른 일들이 가능)에 대한 기대가 가장 높았고, 교통안전(교통사고 발생횟수와 심각도), 이동성(도로 혼잡 감소, 이동시간 감소 등) 순이었음
 - 이동 중 편의성에 대한 높은 기대는 장래 자율주행 자동차의 상용화에 따라 ‘이동시간의 생산적 활용’, ‘장거리 이동의 피로도 감소’ → ‘중·장거리 통행 증가’, ‘직주거리 증가’ 등의 변화 유도
 - (우려) 자율주행 자동차 시스템의 오류와 보안(시스템 오류, 해커 등 시스템 보안, 갑작스러운 상황에 대한 대응), 유지관리 비용증가가 높으나 차이는 크지 않음
 - 시스템의 오류와 보안, 유지관리 비용에 대한 우려는 자율주행 자동차에 대해 다양한 교통상황에 대한 안전성 평가기술, 적정 유지관리 비용 산정과 제도화 등 공공의 역할 중요성 시사

② 자율주행 자동차에 대한 선호도

- 자율주행 자동차의 기술수준에 대한 응답자들의 모호성을 최소화하기 위해 자율주행 기술수준별로 선택 가능한 총 11개의 옵션을 제시하고 각 옵션별 구입의사 질문
- (옵션별 선호도) 전체적으로 ‘차선이탈경고’와 ‘차선이탈자동유지’에 대한 선호도가 높았고, 자율주행 수준이 높아질수록 해당 옵션을 보다 선호하는 것으로 분석
 - ‘차선이탈경고’와 ‘차선이탈자동유지’는 현재 상용차에 판매되고 있고, 비교적 낮은 수준의 자율주행 기능이지만 운전자들이 안전성 개선을 위해 가장 선호
 - 자율주행 수준이 높은 레벨3~4단계에서는 ‘자동주차’ 옵션을 가장 선호
 - ‘혼잡도로 자동운전’이 ‘일반도로 자동운전’에 비해 선호되는데 소비자 측면에서는 저속인 경우 자율주행에 따른 사고위험성이 낮은 것도 원인인 것으로 판단됨
- ‘일반도로 자동운전’에 대한 선호도(약 56.7%)에 비해 자율주행 자동차와 C-ITS¹⁾가 연계된 ‘일반도로 자동운전+도로정보(65.8%)’와 ‘일반도로 자동운전+교통신호(62.8%)’에서 선호도 증가
 - 공공은 C-ITS서비스의 강화, 자율주행 자동차를 개발하는 민간은 C-ITS와 연계된 서비스를 제공할 때 소비자 선호도가 증가하며, 향후 민·관 연계를 통한 자율주행 정책추진 중요성 시사
 - V2V 서비스인 ‘일반도로 자동운전+주변차량(60.7%)’의 선호도 증가는 상대적으로 높지 않음

③ 운전자에서 자동차로 운전제어권한 전환과정에서 선호도 변화

- 자율주행 자동차의 기술발전 단계에서 운전자가 차량제어에서 완전히 배제되고 운전제어권이 자동차로 전환되는 즉 자율주행 수준이 레벨3-레벨4로 높아지는 경우 응답자들의 선호도 변화를 파악
 - 자율주행 자동차에 대해 운전자들의 편의성과 불안감이 가장 극명하게 교차하는 시점이 레벨3에서 레벨4로 전환되는 과정이며, 실제 교통부문의 변화도 크게 발

1) C-ITS는 협력형(Cooperative) ITS로 V2I와 V2V로 구분, V2I(Vehicle to Infrastructure)는 C-ITS로 차량과 도로변 장치 연계, V2V(Vehicle to Vehicle)는 차량과 차량 연계

생 가능

- 전반적으로 운전자에서 차량으로 운전제어권한이 전환되는 과정에서 자율주행 자동차 옵션을 포기하는 비율(11.7~16.6%) 보다 새롭게 해당 옵션을 선택하는 비율(약 24.8~34.6%)이 높음
 - 레벨3의 ‘일반도로 운전지원’을 선택한 응답자 중 약 83.4%가 레벨의 ‘일반도로 자동운전’을 계속 선택하고 약 16.6%는 포기, 반면 ‘일반도로 자동운전’을 새롭게 선택한 응답자가 약 24.8%, 기타 레벨4의 ‘혼잡도로 자동운전’, ‘자동주차’, ‘차선이탈 자동유지’도 비슷한 경향
- 반면 운전제어권한 전환과정에서 자동운전 옵션을 포기하는 비율 또한 낮지 않은 것은 향후 자율주행 기술수준이 다른 자동차들의 혼재 가능성과 혼재기간이 상당할 수 있음을 시사

④ 자율주행 자동차에 대한 지불의사

- 자율주행 자동차에 대한 지불의사는 자율주행 옵션을 선택한 응답자들을 대상으로 최소 25만 원부터 최대 400만 원 내의 범위에서 최대 지불가능금액을 조사
 - 단, 응답자가 구매자 입장에서 낮은 가격을 제시하는 정책 바이어스 존재 가능
- 자율주행 수준이 증가함에 따라 지불의사금액도 증가하나 증가액은 높지 않음
 - ‘차선이탈경고’와 ‘차선자동유지’ 옵션의 평균 지불의사액은 약 50~55만원 정도, 현재 자율주행 패키지의 형태로 해당 옵션이 60만원~120만원에 제공
 - ‘일반도로 자동운전’의 평균 지불의사액은 약 66만원으로 가장 높았고, ‘자동주차’ 약 63.9만원, ‘혼잡도로 자동운전’ 약 62.1만원 순
 - ‘일반도로 자동운전’과 ‘일반도로 자동운전+도로정보’, ‘일반도로 자동운전+교통신호’의 평균 지불의사액의 차이가 거의 없어 응답자들은 해당 옵션을 기본 제공받는 서비스로 인식함을 시사
 - 설문조사 응답들의 최대 지불의사액은 자동차 회사들이 계획 중인 레벨4 이상 자율주행 자동차의 옵션 비용과 비교할 때 상대적으로 낮은 수준

⑤ 자율주행 자동차 도입에 따른 이용행태 변화

- 장래 레벨4 이상의 자동주차, 혼잡도로 자동운행, 일반도로 자동운행이 모두 가능한 자율주행 자동차를 보유하고 있다고 가정한 경우 응답자들의 장래 자동차 이용의도에 대해 조사
 - 전반적으로 이동거리에 상관없이 자동차 이용 빈도가 증가하는데, 이는 자율주행 자동차의 군집주행 등으로 도로혼잡이 감소되는 효과가 자동차 이용 빈도 증가로 상쇄될 수 있음을 의미
 - 특히 장거리 통행 이용 빈도가 높게 증가하는데 이는 응답자들이 자율주행 자동차에 대해 갖는 가장 큰 편익인 ‘운전 피로도 감소’, ‘자동차 안에서 다른 일들이 가능, 효과에 기인한 것으로 판단됨
 - 또한 향후 자율주행 자동차 확산에 따라 교통범칙금, 교통·에너지·환경세 등 교통재원이 감소될 수 있는데 추가 재원 확보를 위해 ‘차량주행거리 기반 교통세 부과’ 방안도 고려할 필요가 있음

(3) 자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제

- 자율주행 자동차에 도입에 따른 주요 영향과 논점, 일반인 대상 설문조사 결과, 전문가 설문조사 결과 등을 토대로 주요 과제를 도출
 - 주요 과제는 교통계획, 교통안전, 교통운영 및 시설로 구분하여 분야별 주요 영향요인 도출, 각 요인별 주요 효과와 공공에의 요구를 반영하여 도출
- (교통계획) 교통계획측면에서는 자율주행 자동차의 시장도입 시기 예측, 소비자 행태에 대한 추가 분석, 자율주행 자동차 시장도입에 따른 영향분석, 교통재원 확보 등을 위한 세부 과제 추진 필요
- (교통안전) 자율주행 자동차는 교통사고의 획기적 감소에 기여할 수 있는 반면, 도입 과정에서 일반 자동차와의 혼재, 위험보상심리로 인한 사고 감소, 교통안전 개선 효과에 대한 객관적 분석, 자율주행 자동차 관련 신규설치 도로시설물 교통안전 방안 마련 등을 위한 세부 과제 추진 필요
- (교통운영 및 시설) 자율주행 자동차의 교통운영 효과 최대화를 위해 자율주행 자

동차와 인프라, 자율주행 자동차간 정보 연계 및 공유 등에 대한 표준, 장비의 표준, V2V 또는 V2I 관련 핵심장비 장착에 대한 의무화와 같은 관련 법·제도 정비 등을 위한 세부 과제 추진 필요

- 이외에도 자율주행 대중교통 수단 도입, 도심지 주차장 및 기존 도로 공간 활용 방안, 신규 도로시설 설계 방안 마련이 중요
- 도로시설은 자율주행 자동차가 기상악화 등 다양한 환경에서 도로상황을 인식할 수 있는 지원시설 구축, 높은 수준의 도로 유지·관리, 교통안전 모니터링 시스템 구축 등을 위한 세부 과제 추진 필요

2. 정책적 시사점

- 2015년 정부는 해외에 비해 상대적으로 늦은 국내 기술개발을 지원하기 위해 자율주행 자동차의 상용화시기를 앞당기는 정책 목표를 설정하고, 관계부처 합동의 ‘자율주행 자동차 상용화 지원방안’을 마련하여 관련 정책 추진
 - 특히 국토교통부는 자율주행 자동차의 도로시험운행 규제개선, 자동차 관리법 규칙 개정으로 상용화 제도 정비, 실증지구 및 실험도시(K-City) 구축, 정밀수치지형도, 정밀위치 파악 위성항법 기술 개발, 자율주행 지원 도로 인프라 개발 및 확충 관련 지원 사업 추진 중
- 자율주행 자동차 관련 정책은 RAND(2014) 보고서에서 지적한 정책 추진의 기본 원칙을 참고할만함
 - RAND(2014) 보고서는 자율주행 자동차 관련 정책추진의 기본 원칙을 **‘자율주행 자동차 기술이 인간 운전자의 평균 운전능력 보다 월등하게 발전된 시기부터 자율주행 자동차의 허용과 이용을 촉진’** 할 것을 권고
 - 즉 아직까지는 자율주행 자동차의 기술수준이 본격적인 교통안전 가이드라인이나 법률적 책임소재 등을 논의하기에는 시기상조이며, 당분간은 자율주행 자동차의 기술개발을 지원하는 정도의 정책추진이 타당한 것으로 판단됨
 - 또한 RAND(2014) 보고서는 자율주행 자동차를 실제 시장에 도입할 때에도 **‘자율주행 자동차의 기술이 인간 운전자들의 주행 능력보다 뛰어난다 할지라도 실제**

시장도입에 있어서는 다양한 교통요소들을 종합적으로 고려할 필요가 있음’을 지적

- 따라서 지금까지 국토교통부의 자율주행 자동차 관련 정책이 주로 상용화에 대비한 시험운행을 지원하는 방향이었다면, 앞으로는 도로시설, 이용자, 법·제도 측면을 포괄적으로 고려하여 장래 교통체계에 미치는 실질적 영향을 평가하고 이를 바탕으로 한 정책 추진 필요
 - 교통계획 관점에서 시장도입 시기, 영향정도, 소비자 반응의 불확실성에 대한 관련 연구들을 지속적으로 추진하여 다양한 교통계획 측면에서 자율주행 자동차가 장래 교통체계에 미치는 영향을 파악할 필요가 있음
 - 특히 자율주행 자동차 도입으로 어떤 그룹이 편익을 얻고 어떤 그룹은 손해가 있는지, 자율주행 자동차를 구입하는 개인 구매자의 편익(예, 이용 편의성)과 사회적 편익(예, 혼잡 완화)의 조화, 기존 교통수단과의 영향 관계 등
- 협력형 ITS(C-ITS) 사업을 포함 지금까지 공공부문에서 추진해 온 도로 ITS 사업에의 지속적인 투자 및 고도화 필요
 - 실제 자율주행 자동차가 실제 도로에서 운행되고 전체 교통체계에 유의한 영향을 미칠 정도로 높은 점유율을 차지하기까지는 어느 정도 기간이 소요될 것인지 불확실하기 때문에 기존 ITS 사업들의 지속적인 추진 필요
 - 전체 교통체계에서 보면 자율주행 자동차는 하나의 구성요소이며 도로시설과 효과적으로 연계될 때 혼잡 감소 등 사회적으로 유의한 편익이 발생할 수 있기 때문에 C-ITS 등 도로시설 부문의 고도화와 연구투자를 강화할 필요
 - 더불어 본 연구의 설문조사 결과 자율주행 자동차는 C-ITS 등을 통한 교통정보, 신호시설과 연계되는 경우 선호도가 증가하는 것으로 분석
- 자율주행 자동차를 실제 도로에 운행하도록 도입하는 과정에서 교통체계 전체 관점, 사회적 편익 최대화 관점에서 공공의 주도적 역할 필요
 - 지금까지 자율주행 자동차는 기술개발 단계에 있었으며, 관련 센서, 장비 등 기술개발, 자동차 산업육성 등 민간이 주도하고 공공부문이 이를 지원하는 형태, 따라서 교통적 편익 보다는 산업·경제적 편익이 보다 강조된 측면이 있음
 - 기술성숙도와 이용자 반응을 별도로 고려할 필요는 있지만, 최근 많은 연구들은

기술수준 4이상의 자율주행 자동차의 상용화가 2030년부터는 본격적으로 시작 될 것으로 예측²⁾)

- 따라서 자율주행 자동차가 상용화되고 도로상에 도입되기까지 사회적 편익 최대화 측면에서 공공의 주도적 역할이 필요

3. 연구의 한계와 향후 과제

- 본 연구는 자율주행 자동차 도입에 따른 교통측면의 주요 영향과 논점들을 정리하고, 자율주행 자동차에 대한 소비자 의식 조사, 전문가 조사 등을 통해 교통측면에서 주요 과제와 정책적 시사점을 도출하였으나, 연구의 한계가 있음
 - 자율주행 자동차가 사회에 가져올 파급효과가 매우 폭넓고 큰 만큼, 자율주행 자동차 도입에 따른 영향도 기술개발, 법·제도, 윤리 등 보다 다양한 요인들을 함께 고려할 필요가 있으나 본 연구에서는 교통부문으로 제한하여 검토한 한계
 - 또한 본 연구에서 제시된 자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제와 예시된 과제 도 보다 폭넓게 검토되고 구체화되어야 할 필요성 있음
- 따라서 향후 본 연구의 제4장에서 제시한 주요 과제 도출 과정(영향요인→기대효과/사회적 요구→과제 도출)를 기본 틀로하여 보다 폭넓고 다양한 측면에서 자율주행 자동차 도입에 따른 영향과 주요과제들을 도출할 필요가 있음
 - 더불어 본 연구에서 도출된 주요 과제들은 학술적/실용적 연구가 매우 중요한 만큼 공공이 주도하고 산학연의 공동연구를 통해 추진될 필요성이 있음

2) KPMG(2015)는 2030년 영국 신규자동차 생산량 중 기술수준 3의 자율주행 자동차 75%, 기술수준 4이상 25%, Navigation(2013)는 2035년 세계 신규자동차 생산량 중 75.1%가 자율주행기능을 가질 것으로 예측

참고문헌

REFERENCE

- 국토교통과학기술진흥원^a. 2015. 자율주행자동차 안전성평가기술개발 기획보고서. 안양시 : 국토교통과학기술진흥원
- 국토교통과학기술진흥원^b. 2015. 스마트 자율협력주행 도로시스템 개발 기획보고서. 안양시 : 국토교통과학기술진흥원
- 국토교통과학기술진흥원. 2016. 자율주행자동차 안전성평가기술개발 및 실도로 평가 환경 구축 상세기획 연구보고서. 안양시 : 국토교통과학기술진흥원
- 국토교통부. 2015. 자율주행차 상용화 지원방안, 제3차 규제개혁장관회의, 2015. 5. 6.
- 국토교통부. 2013. C-ITS 기술동향 조사 및 국내 도입방안 연구. 2013. 10, 과천시 : 국토교통부
- 박경아, 진광성, 김희경, 박상준, 이선아. 2012. 미래사회 메가트렌드와 교통체계 전망. 연구총서 2012-06, 세종시 : 한국교통연구원.
- 빈미영, 김정훈, 김재환, 김민준. 2016. 교통체계관점의 자율주행차 운행지원과 제도 개선연구, 정책연구 2016-01, 경기연구원.
- 연승준·조현도. 2015. 소유에서 소비로, 제품에서 서비스로-운송수단의 변화동인과 이슈분석. IT & Future Strategy 보고서. 제13호. p. 3. 대구 : 한국정보화진흥원.
- 이베스트투자증권. 2015. 전장의 시대-자동차에 전기가 흐른다. 이베스트투자증권 리서치센터. 2015. 5. 11.
- 이재관. 2015. 자율주행자동차 동향과 전망, 융합 Weekly TIP Vol. 04, 융합연구정책

센터

이용우 외. 2012~2014. 미래 국토발전 장기전망과 실천전략 연구(I)~(III). 안양 : 국토연구원

유시복. 2015. 자율주행자동차 심포지엄 2015 동향. Standard ITS. Vol. 22. p. 26.
안양 : 한국지능형교통체계협회

연합뉴스, 2016. 테슬라 '완전 자율주행' 기능 가격은 900만원, 2016. 10. 21.
<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2016/10/21/0200000000AKR20161021137200009.HTML>

오토뷰, 2016. 볼보 자율주행차는 지금보다 약 1,700만원 오를 것, 2016. 05. 20.,
http://www.autoview.co.kr/content/article.asp?num_code=58661

조순기. 2015. 자율주행을 위한 정부정책(2015). Standard ITS. Vol. 22. p. 49. 안양 : 한국지능형교통체계협회

EPoSS. 2015. *European Roadmap Smart Systems for Automated Driving*.

Gavrel Avigdor and Rene Wintjes. 2015. Trend report : Disruptive Innovations and Forward-looking Policies towards Smart Value Chains. Business Innovation Observatory. EU.

Johanna Zmud, Jason Wagner, Richard T. Baker, Ginger Goodin and Maarit Moran. 2016. Policy and Planning Actions to Internalize Societal Impacts of CV and AV Systems in Market Decisions, Project NCHRP 20-102(1), Interim Deliverable. May 2016.

Litman. T. 2015. *Autonomous vehicle implementation predictions-implication for transport planning*.

NavigantResearch, *Executive Summary: Autonomous Vehicles: Self-Driving Vehicles, Autonomous Parking and Other Advanced Driver Assistance Systems: Global Market Analysis and Forecasts*, 2013, Navigant Consulting, Inc.

- PATH. 2014. Answering the Challenges of Regulating Automated Vehicle Testing and Development in California, Intellimotion, Vol. 19. No. 1.
- Sivak, M. and Schoettle, B. 2015^b. *Influence of Current Nondrivers on the Amount of Travel and Trip Patterns with Self-Driving Vehicles*. Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtriswt), University of Michigan; at www.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-39_Abstract_English.pdf
- USDOT. 2016. NHTSA Enforcement Guidance Bulletin 2016-02: Safety-Related Defects and Automated Safety Technologies, NHTSA-2016-0040. https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/12507-AV_site_FedReg_Final-Defects-Authority-Enforcement-Bulletin_2016.0...pdf
- USDOT. 2014. ITS Strategic Plan 2015-2019. Intelligent Transportation Systems(ITS) Joint Program Office(JPO), FHWA-JPO-14-145.
- USDOT. 2012. Urban Congestion Trends Operations: The Key to Reliable Travel. FHWA-HOP-13-016.
- Litman, T. 2016. Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implication for Transport Planning, Vitoria Transport Policy, 2016
- Center for Transportation Research, 2013. The Automated Vehicle Institute. Transportation Planning Considerations for Automated Vehicles.
- 国土交通省. 2016. 자동주행비즈니스검토회. 중간연구요약보고서.



SUMMARY

Advanced Infrastructure Technologies and National Territorial Development

- Focusing on Autonomous Vehicles -

Lee Backjin, Kim Kwang Ho, Park Jongil

Autonomous vehicle(AV) is expected to have a number of significant societal benefits in transportation: safety, mobility, environment and social welfare. The government policy regarding AV mainly focuses on the development of AV technology itself, but is less interested in how the deployment of AV affects and changes current transportation systems.

In the study, we discuss the impacts of AV on transportation systems, and perform the questionnaire survey to evaluate customer perspectives and preferences on the AV. Finally we propose some future works and recommendations for policy makers.

Many existing literature indicated that positive and negative impacts of AV may coexist and in some cases the impacts are quite uncertain. In the study, we reviewed existing literature on the impacts of AV and arranged in three parts: transportation planning, traffic safety, and traffic management. In addition, we raised some key issues regarding the deployment of AV: the uncertainty of transportation planning, the necessity for constant investment for C-ITS and the role of government.

With the purpose to investigate customer's perspective and preference on AV, the internet-based questionnaire survey was performed from Nov.17 to 24, 2016. The respondents were the residents living in Seoul metropolitan area and having driving experience at least one time per year. The number of valid respondents was 1,500 persons. The survey was constituted of three parts: expected benefit and concern on AV, preference and willingness to pay(WTP) for AV options divided by autonomous driving levels, willingness to change their car usage pattern.

'To reduce stress while driving' and 'To do other activities except driving' were the most important expected benefits on AV, which means that AV can contribute to improve the convenience of car use. On the other hand, 'Safety consequences of system failure' and 'Increasing maintenance costs' were the most important concerns, which emphasize the role of government to balance maintenance cost and to certify the performance of AV.

Among the eleven AV options, Lane Departure Warning(LDW) and Lane Keep Support(LKS) were the most preferred options. Parking Garage Pilot(PGP) also was the preferred option among the options of higher than AV level 3. Highway Pilot(HP) was more preferable if it is connected with C-ITS.

For the prices of AV options, a significant gap between supplier and purchaser exists. For instance, the average amount of WTP for HP was about 660,000won, but in Oct. 2016 Tesla Motors announced that the option price of HP would be about 9,000,000.

It is also found that the deployment of AV may contribute to increase the frequency and the travel distance of car usage patterns.

Some future works and recommendations for policy makers are summarized as follows. Firstly, to incorporate the impacts of AV in long/mid-term transportation planning, it is necessary to reduce the uncertainty in the deployment of AV. For instance, the timing of when AV significantly impacts on transportation systems and the scale of how much impacts will it have. Moreover, the direct and indirect impacts of AV are not clearly analyzed.

Therefore many research works are needed to analyze and evaluate the impacts of AV on transportation systems.

Secondly, constant investment for the existing ITS and cooperative ITS is required for the connection of AV and roadside ITS systems. It is necessary to regard that AV is one of transportation systems. The desired benefits from AV can be achieved only when it connected to roadside infrastructure. Finally, the active role of government for the deployment of AV is important to shape the desirable direction maximizing societal benefits.

자율주행 자동차에 대한 시민의식 조사

안녕하십니까?

국책연구기관인 국토연구원은 자율주행 자동차 도입에 따른 국토정책 수립을 목적으로 연구를 수행하고 있습니다. 이 조사는 일반시민들의 자율주행 자동차에 대해 느끼고 있는 의식을 조사를 위한 것입니다.

조사의 중요도와 목적을 감안하여 응답자 여러분께서 성실하게 답변해 주시길 부탁드립니다. 개인정보 및 응답내용은 본 연구 목적으로만 사용할 것을 약속드립니다.

- 조사 대상 : 수도권에 거주하며 운전면허증을 소지하고 있는 일반시민
- 조사 기관 : 국토연구원
- 조사대행기관: (주)GRI Research

2016년 11월

- 문의처: GRI Research 이 범 신 대표이사 Tel) 02-6263-7001
 국토연구원 이 백 진 연구위원 Tel) 031-380-0373

설문대상 - 수도권 거주, 20세 이상, 운전면허증 소지, 지난 1년간 직접 운전 경험자

I. 응답자 개인속성 에 대한 질문

문 1. 귀하의 성별은?

- ① 남성 ② 여성

문 2. 귀하의 연령은?

만 _____ 세

문 3. 귀하의 거주지 주소는?

_____ 시 _____ 구

문 4. 귀하의 직업은?

- ① 회사원(상근) ② 회사원(비상근), 파트타임
 ③ 자영업 ④ 대학생 ⑤ 주부·가사
 ⑥ 무직 ⑦ 기타 ()

문 5. 귀 가정의 월평균 가구소득은?

※ 가구 구성원 전체의 월평균 소득 합계를
 개략적으로 표시해 주십시오.

- ① 50만원 미만 ② 50-150만원 ③ 150-250만원
 ④ 250-350만원 ⑤ 350-450만원 ⑥ 450-550만원
 ⑦ 550-650만원 ⑧ 650-750만원 ⑨ 750만원 이상

문 6. 평상시 통근통학을 위해 이용하는
교통수단과 소요시간을 기입하세요
 (환승의 경우 가장 오래타고 이동한 수단)
 (해당자 기입)

<교통수단>

- ① 자가용 ② 자가용(동승) ③ 지하철/전철
 ④ 버스 ⑤ 자전거 ⑥ 도보
 ⑦ 이륜차(오토바이 등) ⑧ 기타

<소요 시간>

(시간 분)

문 7. 비교적 가까운 거리(도보 20분 이내,
 2km)를 이동할 때 주요 이용수단은?

- ① 자가용만 이용
 ② 10번 중 7번은 자가용, 나머지 대중교통
 ③ 10번 중 5번은 자가용, 나머지 대중교통
 ④ 10번 중 3번은 자가용, 나머지 대중교통
 ⑤ 대중교통만 이용

문 8. 중거리(약 20km 이내)를 이동할 때 주
 요 이용수단은?

- ① 자가용만 이용
 ② 10번 중 7번은 자가용, 나머지 대중교통
 ③ 10번 중 5번은 자가용, 나머지 대중교통
 ④ 10번 중 3번은 자가용, 나머지 대중교통
 ⑤ 대중교통만 이용

문 9. 장거리(약 100km 이상)를 이동할 때
 주요 이용수단은?

- ① 자가용만 이용
 ② 10번 중 7번은 자가용, 나머지 대중교통
 ③ 10번 중 5번은 자가용, 나머지 대중교통
 ④ 10번 중 3번은 자가용, 나머지 대중교통
 ⑤ 대중교통만 이용

II. 현재 보유하고 있는 자동차에 대한 질문

문 10. 귀하의 자동차 운전 경력은?	(약 년)
문 11. 귀하가 지난 1개월간 자동차를 직접 운전한 빈도는?	① 거의 매일 ② 일주일에 4-5회 ③ 일주일에 2-3회 ④ 한달에 5-6회 ⑤ 한달에 3-4회 ⑥ 거의 없음
문 12. 귀 가구의 자동차 총 보유대수는?	(대)

※ 귀 가구에서 보유하고 있는 자동차에 대한 질문입니다.

-여러 대를 보유한 경우, 응답자가 가장 빈번히 이용하는 차량에 대해 응답해 주십시오.

-자동차를 보유하고 있지 않은 경우, 응답자가 가장 빈번히 이용하는 차량에 대해 응답해 주십시오.

문 13. 자동차 종류는?	① 경차(1,000cc미만) ② 소형차(1,600cc미만) ③ 중형차(2,000cc미만) ④ 대형차(2,000cc이상) ⑤ 승합자동차 ⑥ 화물자동차 ⑦ 이륜자동차 ⑧ 보유하지 않음
문 14. 자동차 이용기간은?	(약 년 개월)
문 15. 자동차 제조년도는?	(년도)
문 16. 자동차 총 구입가격은? (자동차 관련 세금은 제외)	① 1,500만원 미만 ② 3,000만원 미만 ③ 5,000만원 미만 ④ 7,000만원 미만 ⑤ 7,000만원 이상
문 17. 2년 이내에 자동차를 새로 구입할 계획이 있습니까?	① 예 ② 아니오

<설문전 꼭 읽기> 자율주행 자동차에 대한 설명

※설문에 응답하기 전에 아래 자율주행 자동차에 대한 설명을 꼭 숙독해 주시기 바랍니다.

자율주행 자동차란?

‘다양한 첨단장비가 장착된 자동차가 도로의 주변 환경을 인식, 위험을 판단, 운전경로를 계획해 운전자의 조작을 최소화하고 스스로 주행이 가능한 자동차’입니다.

자율주행 자동차의 단계

‘자율주행 자동차는 다음과 같은 단계로 나누어집니다.’

자율주행의 수준		설 명
수준 0	● 자율주행 없음	-사람이 차량 운전에 필요한 모든 것을 수행
수준 1	● 운전보조 기능	-사람이 차량 운전에 필요한 대부분을 수행하나, 운전보조시스템이 주변상황을 인식해 핸들조정이나 브레이크 가감속 등을 통해 운전을 보조
수준 2	● 조건부 자율주행	-자율주행시스템이 주변상황을 인식해 차량 운전, 다만 사람이 운행상태를 지속적으로 관찰할 필요는 없으나, 필요한 경우 직접 운전
수준 3	● 완전 자율주행	-자율주행시스템이 주변상황을 인식해 차량 운전에 필요한 모든 것을 수행, 사람의 개입은 필요 없지만 원하는 경우 직접 운전은 가능

문 18. 귀하는 자율주행 자동차에 대해 얼마나 자세히 알고 있다고 생각하십니까?

- ① 이번 조사에서 처음 들어봄
- ② 조금 알고 있다: 신문, 인터넷으로 들어본 정도
- ③ 보통정도는 알고 있다. : 자율주행차의 기능 등
- ④ 잘 알고 있다 : 어떤 전자장비들이 사용되는지 등

III. 자율주행 자동차에 대한 전반적인 인식

문19. 완전 자율주행 자동차(레벨 3)가 일반화되면 발생할 수 있는 **편익**에 대해 아래 항목에 대해 귀하의 의견을 선택해 주십시오(모든 항목에 응답)

설명	매우	보통	매우		
	그렇다		아니다		
나의 교통사고 발생횟수가 감소할 것이다.	①	②	③	④	⑤
나의 교통사고 심각도(중상, 사망 등)가 낮아질 것이다.	①	②	③	④	⑤
전반적으로 나의 운전 피로도가 감소할 것이다.	①	②	③	④	⑤
내가 이용하는 도로의 혼잡이 줄어들 것이다	①	②	③	④	⑤
나의 차량 이동시간이 줄어들 것이다.	①	②	③	④	⑤
나의 차량 연료비가 절감될 것이다.	①	②	③	④	⑤
나의 자동차 보험비가 낮아질 것이다.	①	②	③	④	⑤
자동차 안에서 다른 일들을 할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
종합적으로 지금보다 편익이 많아질 것이다.	①	②	③	④	⑤

문20. 완전 자율주행 자동차(레벨 3)가 일반화되면 발생할 수 있는 **우려**에 대해 아래 항목에 대해 귀하의 의견을 선택해 주십시오(모든 항목에 응답)

설명	매우	보통	매우		
	그렇다		아니다		
자율주행 자동차의 시스템 오류에 의한 사고	①	②	③	④	⑤
컴퓨터 해커 등에 의한 자율주행 시스템의 보완	①	②	③	④	⑤
개인정보 보호(이동정보의 노출 등)	①	②	③	④	⑤
자율주행 자동차와 일반 자동차와의 접촉	①	②	③	④	⑤
자율주행 자동차와 보행자, 자전거 등과의 접촉	①	②	③	④	⑤
기상악화(비, 눈 등)에 따른 자율주행 자동차의 성능	①	②	③	④	⑤
갑작스러운 상황에 대한 자율주행 자동차의 대응	①	②	③	④	⑤
자율주행 자동차가 인간이 운전하는 것 만큼 운전하지 못하는 것	①	②	③	④	⑤
유지관리비 증가 (장비 업그레이드 비용 등)	①	②	③	④	⑤
종합적으로 자율주행 자동차에 대한 우려	①	②	③	④	⑤

※ 아래 질문에 대해 귀하가 새롭게 자동차를 구입한다고 가정하고 응답해 주십시오.

문23. 자동차를 구입할 때, 아래와 같이 자율주행 관련 옵션이 있습니다.

각 옵션에 대해 선택유무와 귀하가 지불하고자 하는 최대 금액을 선택해 주십시오.

(모든 옵션에 대해 응답해 주십시오)

옵션	설명
일반도로 자동운전 + 도로정보	-운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 -단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <도로정보 연계기능 추가> -자동차가 도로 주변장치와 실시간으로 통신하여, 500m-1km 이내의 도로사고, 낙하물, 노면상태 정보 등도 제공 받아 자동 운행
23-1) 위 옵션을 선택하시겠습니까? ①선택 ②선택 없음	23-2) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원

옵션	설명
일반도로 자동운전 + 교통신호	-운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하) 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 -단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <교통신호 연계기능 추가> -자동차가 교통신호와 연동되어 자동 운행
23-3) 위 옵션을 선택하시겠습니까? ①선택 ②선택 없음	23-4) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원

옵션	설명
일반도로 자동운전 + 주변차량	-운전자가 시내도로(속도: 70km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 -단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음 <전후방 차량과 연동기능 추가> -자동차가 전후방 차량과 실시간으로 통신하여, 상대 차량의 운행정보(속도, 엑셀, 브레이크, 차선변경 등)도 제공 받아 자동 운행
23-5) 위 옵션을 선택하시겠습니까? ①선택 ②선택 없음	23-6) 귀하가 지불하고자 하는 최대 비용은? ① 25만원 ② 50만원 ③ 75만원 ④ 100만원 ⑤ 125만원 ⑥ 150만원 ⑦ 175만원 ⑧ 200만원 ⑨ 250만원 ⑩ 300만원 ⑪ 350만원 ⑫ 400만원

V. 자율주행 자동차 도입에 따른 교통행태변화 조사

※ 귀하가 아래의 기능을 모두 갖춘 자율주행자동차를 보유하고 있다고 가정하고 응답해 주십시오

옵션	설명
자동 주차	-운전자가 주차할 때 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 주차공간의 크기와 주변상황을 인식하고, 자동으로 주차 -단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음
혼잡도로 자동운전	-운전자가 혼잡도로(속도: 30km/h 이하)에서 이 기능을 동작시키면 자동차가 스스로 앞차와 거리를 유지하면서 자동으로 운행 -단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음
일반도로 자동운전	-운전자가 일반도로(속도: 70~120km/h 이하)에서 이 기능을 선택(ON)하면 자동차가 스스로 앞차와의 거리유지, 차선변경, 추월 등 자동 운행 -단, 운전자는 핸들을 계속 붙잡거나 주변 상황을 주시할 필요가 거의 없음

문 24. 비교적 가까운 거리(도보 20분 이내, 2km)를 이동할 때
지금보다 자동차 이용비용이 증가할 것으로 생각하십니까?

변화 없음	조금 증가	다소 증가	매우 증가
①	②	③	④

문 25. 중거리(약 20km 이내)를 이동할 때
지금보다 자동차 이용비용이 증가할 것으로 생각하십니까?

변화 없음	조금 증가	다소 증가	매우 증가
①	②	③	④

문 26. 장거리(약 100km 이상)를 이동할 때
지금보다 자동차 이용비용이 증가할 것으로 생각하십니까?

변화 없음	조금 증가	다소 증가	매우 증가
①	②	③	④

※ 설문에 응답하여 주셔서 대단히 감사합니다. ※

수시 16-38

첨단인프라 기술발전과 국토교통분야의 과제-자율주행 자동차를 중심으로

지 은 이 이백진, 김광호, 박종일

발 행 인 김동주

발 행 처 국토연구원

출판등록 제25100-1994-2

인 쇄 2016년 11월 30일

발 행 2016년 11월 30일

주 소 경기도 안양시 동안구 시민대로 254

전 화 031-380-0114

팩 스 031-380-0470

가 격 비매품

ISBN 979-11-5898-166-2

한국연구재단 연구분야 분류코드 D240100

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2016, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체와 한국출판인회의에서 제공한 Kopub돋움체가 적용되어 있습니다.

첨단인프라 기술발전과 국토교통분야의 과제 -자율주행 자동차를 중심으로



- 제1장 연구의 개요
- 제2장 자율주행 자동차의 국내외 정책동향
- 제3장 자율주행 자동차 도입에 따른 영향과 주요 논점
- 제4장 자율주행 자동차에 대한 이용자 의식과 선호도
- 제5장 자율주행 자동차 도입에 따른 주요 과제
- 제6장 결론 및 향후 과제



14067 경기도 안양시 동안구 시민대로 254
전화, 031.380.0114 팩스, 031.380.0470

