



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학 석사학위 논문

자율주행자동차에 대한 소비자 선호
연구

- 혼합 로짓 모형을 이용하여 -

Preference Analysis of Autonomous Vehicle in Korea
: using Mixed Logit Model

2014 년 8 월

서울대학교 대학원

협동과정 기술경영경제정책전공

진 보 라

자율주행자동차에 대한 소비자 선호 연구

:혼합 로짓 모형을 이용하여

Preference Analysis of Autonomous Vehicle in Korea

: using Mixed Logit Model

지도교수 이종수

이 논문을 경제학석사학위 논문으로 제출함

2014 년 8 월

서울대학교 대학원

협동과정 기술경영경제정책전공

진 보 라

진보라의 경제학석사학위 논문을 인준함

2014 년 8 월

위 원 장 이 정 동 (인)

부위원장 이 종 수 (인)

위 원 정 기 철 (인)

초 록

현재 자동차 산업은 19세기 산업혁명으로 인해 자동차가 등장한 이래 새로운 시기의 전환점을 맞고 있다. 자동차 기술과 IT 기술의 접목을 통해 이전에 없던 자동차 산업의 시대가 도래할 것으로 예상되고 있다.

IT 기술과 자동차 기술이 접목된 기술 중 하나인 자율주행자동차는 앞으로 자동차를 둘러싼 사회적 환경을 크게 변화시킬 전망이다. 자율주행자동차가 상용화가 될 경우 운전자의 편의를 향상시킬 뿐만 아니라 교통 효율성을 높이며, 교통사고가 감소하는 등, 현재 자동차로 인한 사회적 비용을 크게 감소시킬 수 있을 것이라 예상된다.

그러나 앞으로 자율주행자동차가 상용화 되기에는 넘어야 할 장벽이 높다. 자율주행자동차 기술의 발전 현황과는 별개로 상용화를 위한 도로 및 관련 인프라나 법적인 제도 구축이 미비하며, 자동차의 시스템 오류 확률 및 안전성에 대한 입증도 아직 부족하기 때문이다. 이러한 시점에서 자율주행자동차의 구매에 영향을 미치는 요인이 무엇인지에 대한 논의는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 이러한 문제들에 대한 정보를 제공하기 위해 혼합 로짓 모형(Mixed Logit Model)을 이용하여 자율주행자동차에 대한 소비자의 선호를 분석하고자 한다. 소비자들의 자율주행자동차의 구매에 영향을 미치는 요인들에 대해 논의하며, 향후 소비자들의 자율주행자동차 선택이 자율주행자동차를 구성하는 속성 변화에 따라 어떻게 변화하는지를 분석하고자 한다.

주요어 : 자율주행자동차, 컨조인트 분석(Conjoint analysis), 혼합 로짓 모형(Mixed Logit Model)

학 번 : 2012-23305

목 차

초 록.....	iii
목 차.....	v
표 목차.....	vii
그림 목차.....	viii
1. 서론.....	1
2. 이론적 배경 및 선행 연구.....	8
2.1 자동차에 대한 소비자 선호 분석 연구.....	8
2.2 대체연료자동차에 대한 수요 예측 연구.....	14
2.3 본 연구의 의의.....	22
3. 연구 모형 및 방법론.....	25
3.1 연구 설계.....	25
3.2 실증 모형.....	34
4. 실증 분석.....	42
4.1 자료의 구성.....	42
4.2 추정결과 및 결과분석.....	49
4.2.1 추정 결과.....	49
4.2.2 상대적 중요도.....	52
4.2.3 한계지불의사액.....	56
4.2.4 직접탄력성.....	61

4.2.5	민감도 분석 및 시뮬레이션.....	62
4.2.6	자율주행자동차 인프라 재원 마련 방안 분석.....	70
5.	결론 및 시사점.....	74
	참 고 문 헌.....	82
	부록: 설문지.....	90
	Abstract.....	98

표 목차

[표 1] NHTSA의 자율주행자동차 분류(NHTSA, 2013).....	26
[표 2] BASt의 자율주행자동차 분류(BASt, 2013).....	27
[표 3] 자율주행자동차 컨조인트 설문에 포함된 속성과 수준.....	31
[표 4] 속성 변수.....	39
[표 5] 응답자 특성.....	42
[표 6] 응답자 특성(2).....	43
[표 7] 일반자동차 구매시와 자율주행자동차 구매시 차종 선택 변화.....	46
[표 8] 혼합 로짓 모형을 통한 사후 평균과 분산의 추정 결과.....	49
[표 9] 속성별 계수(coefficient)의 평균과 분산.....	50
[표 10] 속성별 상대적 중요도.....	52
[표 11] 한계지불의사액.....	57
[표 12] 자율주행자동차의 속성에 대한 직접탄력성.....	61
[표 13] 자율주행자동차의 오류발생 가능성에 따른 수용 확률 변화.....	65
[표 14] 자율주행자동차 도입 비율 예측.....	69

그림 목차

[그림 1] 자율주행자동차에 대한 응답자의 인지도	44
[그림 2] 자율주행자동차에 대해 응답자들이 가장 중요하게 생각하는 기능.....	45
[그림 3] 자율주행자동차에 대한 응답자의 구입 의향.....	46
[그림 4] 자율주행자동차에 대한 응답자의 구입 의향이 없는 이유.....	47
[그림 5] 자율주행자동차 옵션 가격에 따른 수용 확률 변화	64
[그림 6] 자율주행자동차의 교통사고 감소 효과에 따른 수용 확률 변화.....	66
[그림 7] 자율주행자동차의 도로 인프라에 따른 수용 확률 변화	67
[그림 8] 자율주행자동차의 운전시간 감소 효과 따른 수용 확률 변화.....	67

1. 서론

현재 자동차 산업은 19세기 산업혁명을 통해 시작된 이래 새로운 시기의 전환점을 맞고 있다. 자동차 산업이 IT 기술의 접목과 함께 변모하고 있기 때문이다. 오늘날 IT 기술의 성장은 IT 산업 본연의 영역을 뛰어넘어 다른 산업과의 융합을 통해 새로운 고부가가치 산업을 창출하고 있다. 이러한 IT 기술은 자동차 산업에까지 파고들며 새로운 자동차 시대를 도래하게 할 것으로 기대되고 있다.

자동차와 IT 기술의 접목으로 등장한 자율주행자동차는 앞으로 자동차를 둘러싼 사회적 환경을 크게 변화시킬 전망이다. 우선 자율주행자동차란, 운전자의 개입 없이 주변 환경을 인식하고, 주행 상황을 판단하여, 차량을 제어함으로써 스스로 주어진 목적지까지 주행하는 자동차를 말한다. 자율주행 자동차는 운전자의 편의를 향상시킬 뿐만 아니라, 교통사고를 줄이고, 교통 효율성을 높이며, 연료를 절감하는 등의 장점이 있어 앞으로 사회적 비용을 크게 감소시킬 전망이다. 또한 미래에 고령 운전자들이나 장애우등 교통 약자들의 운전을 지원해 이들의 사회 참여 기회도 넓힐 수 있을 것이라 기대된다. 따라서 앞으로 자율주행자동차가 상용화 될 경우, 자동차 산업의 변화를 넘어 사회적인 파장을 불러 일으킬 것으로 예상된다.

자율주행자동차 기술의 원리는 다음과 같다. 현재 자율주행자동차 중 가장

진화되어있는 구글의 자율주행자동차는 레이더(Radar) 와 라이다(Lidar), GPS(Global Positioning System) 등의 센서를 활용하는 방식으로 기술 개발이 이루어지고 있다. 이러한 센서를 활용한 자율주행자동차는 탑재 센서의 고비용으로 인해 빠른 시일 내에 상용화는 어려울 것으로 보인다. 그러나 앞으로 기술 발전으로 인해 비용이 감소한다 하더라도 또 하나의 걸림돌이 있다. 아무리 자동차의 센서가 우수하다 하더라도 수 km 내의 도로 상황을 완벽히 파악할 수는 없다. 즉, 자동차 기술 자체의 발전만으로는 상용화되기 어려울 수 있다는 것이다.

이러한 문제를 극복하기 위한 방안으로 제시되고 있는 것이 자동차 통신 기술(V2X, Vehicle-to-X)이다. 차량 간, 차량과 도로 인프라 간의 통신이 자율주행자동차에 도입되면, 차량의 간격과 속도 등의 정보가 도로 인프라 시스템으로 전송이 된다. 그러면 이 시스템은 수신된 정보를 받아들이고 사고 또는 도로 공사, 교통량 정보 등을 다시 주변 차량에 실시간으로 제공하게 된다. 다시 차량은 교통 정보를 수신해 이에 맞게 차량을 제어할 수 있다. 결국 자율주행자동차는 통신 정보를 활용해 교통 상황에 따라 보다 효율적으로 목적지까지 도달할 수 있게 되며, 교통사고를 미연에 방지하는 것이 가능해진다. 현재 우수 자동차 기업에서 자동차 통신 기술을 이용한 자율주행 자동차에 대한 기술을 개발하고 있다.

각 정부에서도 이러한 통신 기술을 도입하기 위한 도로 인프라 구축을 계획하고 있다. 이러한 계획으로 대표되는 것이 지능형교통체계(ITS, Intelligent Transportation System)로, 이 시스템의 목적은 교통 시설에

IT 기술을 도입해 교통정보를 수집하고 제공하는 데에 있다. 특히 지능형교통체계가 진화한 C-ITS(Co-operative ITS)가 주목 받고 있는데, C-ITS는 도로, 자동차, 보행자 간 협력 시스템을 뜻하며 도로 인프라 및 다른 차량과 상호 통신하며 교통 정보를 교환 및 공유하는 시스템이다. 이 시스템의 구현을 위해서는 각 자동차와 도로에 통신을 하기 위한 단말기 및 도로 인프라 설치가 필요하다.

앞으로 자율주행자동차의 전망을 살펴보면, IHS Automotive(2014)는 자동운전자동차(self-driving cars)가 2025년 이전에 모습을 드러낼 것으로 예상하고 있다. 이에 자동운전의 옵션은 2025년 7천 달러에서 만 달러 가량이 될 것으로 예상했다. 또한 2035년까지 자동운전자동차의 판매량은 11,800,000대까지 성장할 것으로 보고 있다. 한편 현재 자동차 사고의 90%가 운전자의 실수 때문에 발생하고 있기 때문에(Volvo Trucks, 2013), 자율주행자동차의 도입은 자동차 사고를 크게 줄일 것이라 예상된다. NHTSA (2010)에서 차량-차량 간 통신 및 차량-도로 간 통신을 도입할 경우 전체 교통사고의 81%까지 예방이 가능하다고 분석했다. 또한 Eno Center for Transportation(2013)에서도 자율주행자동차가 미국 전체 자동차의 90%까지 보급될 경우 사고의 90%를 줄일 수 있으며, 4,500억 달러에 달하는 경제적 비용을 절감할 수 있다고 밝혔다.

이렇듯 자율주행자동차는 앞으로 자동차 산업과 시장을 크게 변화시킬 뿐만 아니라, 자동차를 둘러싼 생활 환경을 크게 변화시키며 여느 자동차 기술보다 큰 파급효과를 불러 일으킬 것으로 예상된다. 세계 유수의 자동차 회사

에서도 이러한 자율주행자동차의 중요성에 대해서 인지하고 자율주행차량에 대한 연구 및 투자를 하고 있으며, 각국에서도 자동차 통신 기술 인프라 도입 및 제도적 지원을 위한 노력을 아끼지 않고 있다.

우리나라의 경우도 자율주행자동차의 사회적 중요도를 높이 평가하고 관심을 기울이고 있다. 산업통산자원부(2013)는 향후 5년간 투자 육성할 신산업 중 하나로 자율주행자동차를 꼽았다. 또한 국토해양부(현 국토교통부)(2012)는 지능형교통체계 계획을 수립하고, 이 시스템에 자율주행자동차 개발보급 및 이와 관련한 인프라, 법·제도를 정비하겠다고 밝힌 바 있다.

이렇듯 여러 국가와 기업에서 자율주행자동차에 관심을 갖고 집중적으로 투자를 하는 상황에서 자율주행자동차의 등장은 자동차 시장의 구조를 재편할 것으로 보인다. 기업들의 자율주행자동차 기술 개발이 차차 이루어지고 상용화가 다가옴에 따라 자율주행자동차 시장을 먼저 선점을 하기 위한 경쟁이 곧 시작될 것이다. 자동차 기업이 앞으로의 자동차 시장을 선점하고 경쟁에서 살아남기 위해서는 자율주행자동차에 대한 소비자의 니즈(needs)를 먼저 파악하고 그에 맞춘 기업의 전략이 필수적이라고 할 수 있다.

또한 정부 입장에서도 자율주행자동차에 대한 소비자 선호를 파악하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 우리나라의 경우 자동차 산업은 국가 경제에서 매우 중요한 위치에 있다. 자동차 산업은 우리나라의 주요흑자산업으로 국가 경제에 큰 기여를 하고 있으며, 부품 산업을 포함한 전후방 연관 산업에 큰 파급효과를 가지고 있다. 즉, 자동차 산업은 우리나라 경제의 성장 동력이라고 볼 수 있으며, 앞으로 자율주행자동차 등장으로 인한 자동차 시장의 개편

이 이루어질 때 우리나라의 자동차 산업이 현재의 지위를 유지하지 못한다면 국가 경제에도 큰 타격을 미칠 수 있다. 따라서 자율주행자동차 등장으로 인한 시장 재편 시 정부에서도 이와 관련한 정책을 수립하는 것이 매우 중요하다고 볼 수 있다.

또한 정부는 사회 전체의 이익을 위해서도 자율주행자동차의 확산을 지원해야 하는 상황이다. 앞서 언급한대로 자율주행자동차의 도입은 교통사고 및 교통체증으로 인한 사회적 비용을 크게 절감하는 경제적 효과가 있기 때문이다. 그러나 자율주행자동차의 확산을 위해서 정부에서는 자율주행자동차로 주행의 기반이 되는 지능형교통체계의 재원 마련 방안 및 홍보 방안을 고민해야 한다. 인프라 구축의 경우 자율주행자동차 도입 이전에 미리 설치가 이루어져야 할 것이며, 이러한 과정에서 정책의 타당성을 입증하는 것이 필요할 것으로 보인다. 따라서 자율주행자동차의 도입을 위해서는 정부에서도 소비자들의 자율주행자동차에 대한 인식과 선호를 분석하는 과정이 필요하다.

그러나 이러한 자율주행자동차에 대한 높은 정책적 및 경제적 중요성에도 불구하고 자율주행자동차에 대한 연구는 기술적 분석이 대부분이다. 이전까지 자동차에 대한 소비자 선호조사는 일반적인 자동차 혹은 대체연료자동차 등에 대한 연구에 치중되어 있으며, 아직까지 소비자 측면에서 자율주행자동차를 분석한 연구는 없는 실정이다.

자율주행자동차가 사회적 비용을 크게 줄일 것으로 보이는 가운데 앞으로 자율주행자동차의 도입은 불가피하게 될 것이다. 그러나 자율주행자동차가

운전자의 편의를 도모한다 하더라도, 예를 들어 소비자들은 자율주행자동차가 운전자의 자유와 권한을 침해한다고 생각할 수 있으며, 자율주행자동차의 안전성에 의문을 가질 수 있다. 즉 자율주행자동차 구매 시 소비자들은 자율주행자동차를 둘러싼 다양한 요소에 의해 영향을 받게 되며, 이러한 요소를 고려한 뒤에 구매를 고사하게 된다.

따라서 자율주행자동차의 도입과 확산을 위해서는 소비자가 자율주행자동차 구매 시 어떤 요인에 의해 영향을 받는지를 조사하는 것이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 앞으로 빠르면 5년에서 10년 사이에 자율주행자동차가 상용화 될 것이라 예상되는 가운데, 소비자의 의사결정 행태를 분석하여 정부의 정책 방향 및 기업의 전략 방향을 수립하는데 필요한 기초자료 생성이 시급하다고 보인다.

따라서 본 연구에서는 자율주행자동차의 등장에 따른 기업의 연구개발 및 마케팅 전략과 정부의 정책을 결정하기 위해 필요한 정보를 제공하기 위해 자율주행자동차에 대한 소비자의 선호를 파악하고 분석하고자 한다. 구체적으로 자율주행자동차의 구매에 영향을 미치는 요인들이 무엇인지, 그리고 이들이 구매에 어느 정도의 영향을 미치는지에 대한 연구를 진행하고자 한다. 또한 자율주행자동차를 구성하고 있는 속성에 대한 한계지불의사액과 탄력성을 분석할 예정이다. 마지막으로 향후 한국의 자율주행자동차 시장의 상황을 추측하기 위해 자율주행자동차를 구성하는 속성의 변화에 따라 소비자들의 자율주행자동차 선택이 어떻게 변화하는지를 분석하고자 한다.

이를 위해 본 연구에서는 가상적인 자동차 대안을 응답자에게 제시하여 소비자의 진술 선호 정보를 추출하는 컨조인트 분석(Conjoint analysis) 방법을 사용하였다. 이를 확률효용모형에 기반한 혼합 로짓 모형(Mixed Logit Model)을 이용하여 분석하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 다음 장인 제 2 장에서는 자동차의 소비자 선호 조사에 대한 기존연구 및 연구의 의의를 살펴보고, 제 3 장에서는 본 연구에서 사용된 연구모형 및 방법론, 그리고 실증모형에 대해 설명한다. 제 4 장에서는 제시된 모형의 실증분석 결과 및 결과 분석을 실시하고, 제 5 장에서는 본 연구의 결론과 시사점 및 한계점을 살펴볼 것이다.

2. 이론적 배경 및 선행 연구

2.1 자동차에 대한 소비자 선호 분석 연구

자동차 산업의 중요성에 기인하여 자동차에 대한 수요 예측은 오래 전부터 많은 연구가 이루어져왔다. 이전에는 자동차의 운전 시간, 안전성, 연료 가격 등 자동차 속성에 대한 소비자 선호 분석 연구가 진행되어 왔다면, 최근에는 대체연료자동차(Alternative Fuel Vehicle)에 대한 소비자 수요 예측 연구가 집중적으로 실시되었다. 본 절에서는 우선 일반 자동차에 대한 소비자 선호 분석 연구를 살펴보고자 한다.

지금까지 자동차에 대한 소비자 선호 분석 연구는 광범위하게 실시되었다. 자동차에 대한 소비자 선호를 분석한 많은 연구를 살펴보면 소비자들이 자동차 구매 시 자동차 구매 가격, 등 자동차 관련 비용에 민감하게 반응하는 것으로 나타났다(Hackbarth & Mandlener, 2013; Bunch et al., 1993; Kim et al., 2006). 특히 소득이 적은 사람일수록 이러한 가격 속성에 더욱 민감하게 반응하였다. 또한 자동차 구매 시 중요한 속성 중 하나는 연료의 종류로 나타났다(Achtnicht, 2012). 자동차의 연료 선택 시에 가장 중요한 속성은 1회 주유 후 주행 거리(range)와 연료의 가격이었으며(Bunch et al., 1993; Mabit & Fosgerau, 2011), 수입이 낮은 사람일수록 연료 효율이 좋은 자동차를 선택하는 경향이 있다는 것이 밝혀졌다(McCarthy & Tay,

1998).

Hoehn & Geurs (2011)는 자동차 구매 행동을 연구하였다. 이들은 진술선호자료를 이용한 분석을 통해 자동차가 지위재(positional good)라는 실증적인 증거를 보이며, 소비자가 자동차 선택시 크기, 엔진 성능, 인테리어를 고려한다는 것을 밝혔다. 또한 이산화탄소 방출을 줄이기 위해 자동차의 크기를 줄일 경우, 소비자가 느끼는 후생 비용이 줄어들 것임을 시사하였고, 자동차 구매자들이 매우 이질적(heterogeneous)이며 현재 가지고 있는 자동차와 비슷한 속성의 자동차를 구매하는 경향이 있다는 것을 밝혔다.

다음은 운전자들이 자동차 운전 시간에 매기는 가치에 대해서 분석한 문헌들이다. Algers et al. (1998)에서는 장거리 운전에서 운전 시간에 대한 운전자들의 가치를 연구하였는데, 다항 로짓 모형을 사용한 기존 연구가 가진 단점을 보완하기 위해 혼합 로짓 모형을 사용하여 분석하였다. 연구 결과 45세 이상의 응답자들은 운전 시간에 더욱 민감하며, 높은 수입을 가진 사람일수록 운전 시간의 가치를 더 높이 평가하는 것을 확인하였다.

Hensher (2001)도 운전 시간에 대한 소비자들의 선호를 추정하였는데, 도심 지역의 운전자들이 운전 시간 절약에 매기는 가치(value of travel time savings)를 다항 로짓 모형과 혼합 로짓 모형을 비교하여 분석하였다. 연구 결과, 운전자들이 교통 혼잡시 운전 시간 절약을 그렇지 않을 때 운전 시간의 절약보다 높이 평가하고 있으며, 다항 로짓 모형이 운전 시간 절약의 가치의 평균을 과소 추정하고 있음을 밝혔다. 또한 운전자들의 운전 시간의 이질성(heterogeneity)이 클수록 다항 로짓 모형과 혼합 로짓 모형 사이의

추정 값의 차이가 커진다는 결과를 도출하였다.

Calfee et al. (2001)는 자동차를 이용해 통근하는 운전자들의 주행 시간의 가치를 진술 선호 자료를 이용해 다양한 모형을 사용하여 분석하였으며, 그 결과 등급(rating)을 사용한 모형은 불안정한 반면, 순위(ranking)을 사용한 모형은 안정적인 결과를 나타냄을 확인하였다. 분석 결과 평균적으로 운전자들이 혼잡시 운전 시간의 감소에 많은 금액을 지불할 용의가 없으며, 그 금액의 범위는 운전자들 사이에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

자동차의 안전성에 대해 소비자들이 내리는 가치를 분석한 연구도 있다. Winston & Mannering (1984)은 자동차 안전에 대한 소비자 수요 연구를 진행하였다. 이들은 수동적 안전 장치(passive restraint), 에어백, 충돌 저항 범퍼(crash-resistant bumpers)와 관련한 제도의 비용편익 분석(cost-benefit analysis)를 진행하였다. 이들은 자동차의 치명적인 사고 발생 확률 감소에 대해 소비자들이 얼마나 지불할 의향이 있는지를 연구하였다.

McCarthy (1990)도 자동차 안전에 대한 소비자의 수요에 대한 연구를 실시하였다. 그는 연구를 통해 자동차의 안전 요소가 증가함에 따라 소비자들이 자동차를 구매할 확률이 증가하며, 특히 정부의 충돌 테스트 프로그램에 의해 높은 평가를 받은 자동차의 구매 확률이 높아지는 것을 확인하였다. 또한 자동차의 무게가 늘어나 안전성이 향상될수록 구매 확률이 증가한다는 것을 밝혔다. 마지막으로 자동차의 안전성을 보증하는 정부의 제도가 효율적일 것임을 입증하였다.

Dreyfus & Viscusi (1995)는 운전자들이 자동차의 안전성을 과소평가하

는지에 대한 연구를 진행하였다. 이들은 자동차시장이 완벽하게 작동하지 않으며, 소비자들이 자동차의 안전성과 연료 효율성이 미래에 미칠 영향을 고려하지 않는 근시안적인 경우에, 소비자들이 자동차의 안전성과 연료 효율성에 대한 가치를 완벽히 내릴 수 없다고 보았다. 따라서 이에 따른 시장 실패가 발생하기 때문에 헤도닉 가격 모형을 사용하여 자동차의 연료 효율성과 안전성에 대한 가치를 측정하였다. 연구 결과 연료 효율성을 완전히 무시하는 극단적인 소비자들이 명확히 존재하지 않으며, 운전자들의 가치는 생명에 대한 가치는 대략 260만 에서 370만 달러 사이인 것으로 나타났다. 결국 소비자들이 자동차의 안전성을 과소평가한다는 근거가 되지 못하는 것으로 결론지었다.

연료 가격과 자동차 수요 사이의 관계를 연구한 논문을 살펴보자면, Kilian & Sims (2006)의 연구에서는 자산가격결정모형(asset pricing model)을 사용하여 휘발유 가격의 변화가 전체 자동차 수요에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보았다. 자동차와 같은 에너지 집중적인 내구재의 수요에 에너지 가격이 미치는 영향이 에너지 가격과 총 실물 경제 활동 사이의 연쇄작용을 설명하는데 중심이 되어왔다고 언급하며, 휘발유의 실질 가격 변화는 자동차 구매에 비대칭적(asymmetric)하다는 것을 밝혔다.

Greenlees (1980)의 연구에서도 휘발유 가격의 변화가 자동차 수요에 어떠한 영향을 미치는지를 로짓 모형을 이용해 살펴보았는데, 휘발유 가격의 증가는 소비자들의 연료 효율성을 높이는 선택으로 이어진다고 밝혔다.

McCarthy & Tay (1998)는 연비를 향상시키고자 하는 정부의 정책에 따

라 소비자 수요가 어떻게 변하는 지를 연구하였다. 각국의 정부들은 에너지 안보 등을 강화하기 위해 연비 규제를 실시하거나 기업에게 환경친화적인 자동차를 만들도록 압력을 가하고 있으며, 또한 자동차 소비자들이 연비가 좋은 자동차를 구매하도록 유도하기 위해 금전적인 인센티브를 주는 방안에 대해 고민하고 있는 상황이다. 이들은 네스티드 로짓(Nested logit) 모형을 이용해 자동차의 크기, 안전성, 질(quality)가 자동차 수요에 영향을 미치며, 여성이며 소득이 적을수록, 나이가 어릴수록 연료 효율적인 자동차를 선호하는 것을 밝혔다.

한편 Berkovec (1985)는 미국의 자동차 시장에 대한 시뮬레이션 모형을 제시하였다. 지금까지 많이 연구되었던 소비자들의 행태를 분석하기 위해 개별(disaggregate) 자동차 선택 모형은 다양한 범위의 정책 옵션을 나타내는데 훨씬 타당하다는 장점이 있으나, 자동차 디자인과 가격이 외생적으로 결정된다고 가정한다는 데서 시장 수요를 예측하는 기반이 되기에는 부족하다. 이에 따라 그는 가계의 자동차 숫자와 차종 선택에 대한 개별 모형과 중고차에 대한 계량 모형, 신차 공급에 대한 모형을 결합한 시뮬레이션 모형을 제시해 자동차 수요를 예측하였다. 이전 시기의 시장 데이터를 사용해 시뮬레이션 모형의 타당성을 확인한 결과, 어느 정도 수요 예측에 타당하지만 거시적인 영향은 모형에 표현할 수 없다는 한계를 가지고 있음을 밝혔다.

지금까지 살펴보았듯 자동차 수요 예측과 관련한 연구는 자동차의 구매에 영향을 미치는 다양한 속성에 대해서 다양한 방법론을 바탕으로 진행되었다. 이러한 연구들을 정리해보자면, 소비자들은 자동차 구매 시 자동차 가격을

포함한 비용과 연료의 종류와 가격에 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 또한 이 외에도 크기, 엔진 성능, 운전 시간, 안전성 등과 같은 속성에 대해서도 영향을 받는 것으로 나타났다. 또한 정부의 정책에 시사점을 준 연구들이 많이 실시되었다. 운전자들이 운전 시간에 매기는 가치를 조사하여 고속도로의 혼잡 통행료와 투자 수준 설정에 시사점을 가진 연구나, 자동차 안전에 대한 소비자 수요 연구를 통해 정부의 자동차 안전 테스트 프로그램이 실효성이 있는지, 연비가 좋은 자동차에 대한 인센티브가 소비자들의 자동차 구매에 어떤 영향을 미치는 지 등에 대해 논한 연구들이 있었다. 자동차는 운전자들에게 편의를 제공하는 한편 교통 체증이나 교통 사고 문제, 에너지 및 환경 문제 등을 불러 일으킨다. 즉, 자동차가 가지는 사회적인 영향력이 매우 크기 때문에 이와 같이 정부의 정책에 도움을 줄 수 있는 연구들이 많이 실시되었다고 볼 수 있다.

2.2 대체연료자동차에 대한 수요 예측 연구

자동차의 수요예측을 분석한 연구들 중에는, 이산선택모델에 기반하여 대체연료자동차에 대한 수요 예측을 한 연구가 매우 많다. 그 이유는 석유의 가격 상승과 환경 문제가 주목 받으며 전세계적으로 이를 해결하기 위한 다양한 대안들이 모색되었고, 그 중 대표적인 대안으로 대체연료자동차가 떠올랐기 때문이다. 대체연료자동차는 전기, CNG(Compressed Natural Gas, 압축천연가스), 에탄올, LPG(Liquefied Petroleum Gas, 액화 석유 가스), 수소, 바이오경유(biodiesel) 등과 같은 대체 연료로 움직이는 자동차를 의미한다. 또한 내연 엔진과 전기자동차의 배터리 엔진을 동시에 장착하여 구동하는 하이브리드 자동차도 이에 속한다. 대체연료자동차는 연료가격이 낮고, 오염물질의 배출이 적다는 점에서 각 정부의 관심을 받고 있으며, 이와 관련한 수요 예측 연구도 많이 실시되었다. 대체연료자동차의 수요 예측을 다른 연구 중에서도 특히 전기자동차(electric vehicle)의 수요 예측에 관한 연구가 두드러진다.

전기자동차의 경우 주행 중 탄소배출량이 거의 없어 이산화탄소를 절감할 수 있다는 장점이 있어, 각국의 정부들도 전기자동차의 판매를 촉진시키기 위해 노력하고 있는 상황이다. 이러한 전기자동차의 환경적인 중요성에도 불구하고, 그러나 전기자동차의 배터리의 무거운 중량, 충전에 걸리는 시간, 인프라 구축의 미비 등과 같은 문제 때문에 정부의 바램만큼 전기자동차의 확산이

빠르게 이루어지고 있지는 않은 실정이다. 따라서 이러한 문제를 해결하고 전기자동차의 수요를 확대하기 위해 필요한 정보를 제공하기 위해 다양한 연구들이 진행되었다. 특히 소비자들이 전기자동차 구입 시 어떤 속성에 영향을 받고, 정부의 정책에 따라 구매 양상에 어떤 변화가 생기는지를 조사하는 소비자 선호 분석을 실시한 연구가 많이 실시되었다. 대체연료자동차를 분석한 대부분의 연구는 대체연료자동차가 아직 시장에 충분히 도입되지 않은 상황에 실시되었기 때문에 소비자의 진출선호자료를 이용하여 이산선택 모델을 방법론으로 사용한 연구가 많이 시행되었다.

우선 대체연료자동차 구매 시 소비자들이 어떤 요인에 의해 영향을 받는지에 대해 분석한 연구들을 살펴보고자 한다. Bunch et al. (1993)에서는 대체연료자동차의 구매 가격, 연료 비용, 주행 거리, 연료 접근성, 배출량 등의 속성이 소비자의 자동차 선택에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하였다. 이들은 연구 결과를 통해 대체연료자동차의 주행 거리가 휘발유자동차보다 훨씬 짧은 경우, 연료접근성이 대체연료자동차의 선택에 매우 중요한 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 또한 연료 선택시 가장 중요한 속성은 주행 거리와 연료 가격이나, 흥미롭게도 배출량이 대체연료자동차의 선택에 영향을 미친다는 점, 즉 배출량이 연료 가격의 차이를 보상할 수 있다고 결론지었다.

이 외에 다른 연구들을 살펴보면, Achtnicht (2012)는 독일 소비자들을 대상으로 자동차 구매시 이산화탄소 배출량과 같은 환경적인 요소를 고려하는지와 이산화탄소 배출량 감소에 대한 지불 의사 금액을 혼합 로짓 모형을 이용해 조사하였다. 해당 연구도 Bunch et al. (1993)와 마찬가지로 소비자

들이 환경의 영향을 중요시 한다는 것을 밝혔다.

Molin (2007)의 연구에서도 대체연료자동차 선택시 연료 가격과 연료 접근성이 중요한 영향을 미친다는 것을 밝혔으며, Achtnicht et al. (2012)에서도 마찬가지로 연료 접근성이 구매에 긍정적인 영향을 미치며, 연료 충전소 네트워크의 확장에 따른 지불 의사가 상당하다는 것을 알아냈다. 즉, 연료 충전소의 접근성이 대체연료자동차의 확산에 큰 장애물이 될 수 있다고 밝히고 있다. 또한 대체연료자동차의 충전 인프라가 구축되었을 경우 대체연료자동차가 기존 자동차에 대비하여 경쟁력을 가진다는 Dagsvik et al. (2002)의 연구도 대체연료자동차의 연료접근성의 중요성을 강조하고 있다.

한편 대체연료자동차의 속성이 미치는 영향을 분석한 연구 외에도 대체연료자동차의 확산을 위한 정부의 정책이 실제로 소비자들의 대체연료자동차의 선택에 어떠한 영향을 미칠 것인지에 대해 다룬 연구들이 많이 존재한다. Mabit & Fosgerau (2011)는 세금 규제가 대체연료자동차에 미치는 영향을 분석하였다. 특히 이들은 자동차 등록세가 매우 높고 세금 환급이 매우 큰 덴마크에서의 세금 규제가 어떤 영향을 미치는지를 조사하였다. 이들은 세금 규제 방안에 따라 대체연료자동차가 앞으로 큰 시장 비율을 차지할 수 있는 가능성이 있다는 것을 밝혔다.

Caulfield, et al. (2010)에서도 대체연료자동차 구매시 세금 규제, 특히 자동차 등록세 인하가 소비자의 대체연료자동차에 미치는 영향을 분석하였다. 그러나 Mabit & Fosgerau (2011)와의 연구와는 달리, 소비자들은 자동차 등록세를 중요하게 생각하지 않으며, 자동차 구매시 자동차의 신뢰성

(reliability), 안전성, 연료 가격을 중요하게 고려하는 것으로 드러났다.

Kim et al. (2006)에서는 혼합로짓 모형을 이용하여 대체연료자동차에 대한 소비자 분석을 실시하였다. 그 결과, 대체연료자동차 구입시 소비자들은 구입 가격과 연료 비용, 유지비, 마력과 같이 일반적으로 자동차 구매시 중요하게 여기는 속성들을 여전히 중요하게 여기는 것을 확인하였다. 또한 연료보급소 접근 용이성과 정비인프라 구축율의 추정 결과가 유의하게 양의 값으로 나타났다는 점에서 대체연료자동차 선택 시 간접망외부효과가 존재하는 것을 밝혔다. 더불어 소비자가 유해물질 배출량이 적은 자동차를 선호하는 것으로 나타났다는 점에서 환경적인 부분도 자동차 선택 시 중요한 요인이라는 결과를 도출하였다. 이러한 분석 결과를 통해 정부에서는 대체연료자동차의 보급을 위해서는 구매 가격 보조와 세금 면제 등의 형태의 보조금 개입이 필요하며, 직접적인 보조금 개입 외에도 연료보급소와 정비인프라 구축의 투자에 대한 개입이 필요하다는 시사점을 제공하였다.

Ewing & Sarigöllü (2000)도 대체연료자동차에 대한 선호 분석을 실시하였다. 주요 속성으로는 구입가격, 유지비, 오염물질 배출량 등을 포함하여 이 속성들이 변화하는 시나리오에 따라 각 연료 자동차의 선택확률이 어떻게 변화하는지를 시뮬레이션을 통해 분석하였다. 이들은 Kim et al. (2006)과 마찬가지로 소비자들이 대체연료자동차에 대해 긍정적으로 평가하고 환경의 영향을 중요시하게 생각함에도 불구하고, 자동차 구입시 기존의 일반적인 자동차 성능을 훨씬 더 중요하게 생각한다는 것을 밝혔다. 또한 휘발유 가격의 변화와 전용차로 개설과 같은 제도만으로는 대체연료자동차 시장을 개척하

기에는 역부족이며, 대체연료자동차의 성능을 개선하기 위한 정부의 개입이 더욱 효과적일 것이라고 결론 지었다.

Potoglou & Kanaroglou (2007)의 연구에서는 정부의 금전적인 인센티브와 제도가 소비자의 자동차 구매에 어떤 영향을 미치는지를 조사하였다. 자동차 구매 가격 인하와 자동차 구입세는 대체연료자동차를 구매 시 영향을 미치나, 반면 무료 주차와 다인승자동차 전용 차로 구간 이용 허가는 대체연료자동차 구매에 유의한 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다.

Hackbarth & Madlener (2013)도 소비자의 특성에 따른 대체연료자동차 선호 조사와 함께 정부의 장려정책이 대체연료자동차 선택에 어떤 영향을 미치는지를 연구하였다. 이들은 학력이 높고 환경에 관심이 많은 사람일수록 대체연료자동차에 대한 선호가 높다는 것을 알아냈다. 또한 많은 소비자들이 국가의 에너지 절감과 오염물질 배출, 주행 거리 개선, 충전소 인프라 등을 위해 상당한 비용을 지불할 용의가 있다는 것을 밝혔다. 그러나 앞으로의 정부의 정책 변화와 자동차 기술의 변화 시나리오를 가정하고 시뮬레이션을 실시한 결과, 앞으로 지속해서 전통적인 자동차(conventional vehicle)이 자동차 시장에서 우세할 것임을 예측하였다.

한편 대체연료자동차의 도입으로 인한 소비자의 자동차 구매 및 사용 행태 변화를 살펴본 연구들도 있다. Ahn et al. (2008)에서는 자동차 시장에 대체연료자동차의 도입이 소비자들의 구매 패턴에 어떻게 영향을 미치는지를 분석하였다. 이들은 켄조인트 분석과 MDCEV(Multiple discrete-continuous extreme value) 모형을 사용하여 자동차 구매율의 변화와, 대체

연료자동차를 포함한 다양한 자동차에 대한 소비자들의 사용 행태의 변화, 그리고 연료 소비와 오염물질의 배출 변화를 분석하고자 하였다. 연구 결과, 대체연료자동차가 도입된다 하더라도 소비자들은 계속해서 휘발유 자동차에 큰 선호를 보일 것이나, 그럼에도 불구하고 대체연료자동차에 대한 선택 확률과 사용량 패턴 또한 높아, 앞으로 자동차 시장에서 경쟁력이 있을 것임을 밝혔다. 또한 대체연료자동차의 도입으로 연료 소비와 오염물 배출량을 줄이는데 상당한 영향을 미칠 수 있을 것으로 결론지었다.

Shin et al. (2012)에서는 전기자동차의 도입으로 인한 소비자의 이용 패턴 변화를 MDCEV 모형을 사용하여 분석하였다. 이들은 전기자동차와 하이브리드 자동차에 대해 정부의 보조금과 세금 인센티브를 도입할 경우, 휘발유와 경유자동차의 이용 패턴 변화를 살펴보고자 하였다. 그 결과, 전기자동차의 잠재력이 휘발유와 경유 자동차와 비교해 가장 크며, 전기자동차 도입 시 전기자동차 이용 증가로 인한 연료 비용, 에너지 수입 비용, 조세 수익 감소의 효과를 고려한 경우 사회적 이윤이 13조 2천억원에 달할 것으로 예상하였다. 또한 전기차 구매 보조금과 세금 감면 혜택을 비교하였을 때, 구매 보조금을 지급하는 것이 환경 개선 측면에서 더욱 효과적임을 밝혔다.

한편 경유 자동차에 대한 소비자 선호 조사도 실시되었다. 경유 엔진은 휘발유 엔진보다 상대적으로 연비 효율이 좋고, 연료의 가격이 저렴한 반면, 이산화탄소 배출이 적다는 장점이 있어 2005년부터 한국 정부가 경유 자동차의 판매를 허용하기 시작하였다. 그러나 경유 자동차 도입으로 인한 문제점이 제기되고 자동차 시장의 변화가 예상되는 상황에서 정부에 시사점을

제공하는 연구들도 실시되었다.

Kim & Preston (2006)는 국내 경유자동차 판매 허가 이후의 경유 가격 정책이 경유 차량의 수요에 미치는 영향을 예측하였다. 이들은 한국에서 경유자동차 판매가 허용된 시점에서, 경유자동차의 가스 배출로 인한 환경 오염을 막기 위해서는 경유 오염 절감 기술이 개발되기 전까지 경유의 가격 정책을 통한 경유자동차의 수요를 조절하는 것이 필요하다고 언급하였다. 이에 따라 이들의 연구에서는 연료 가격 변화에 따른 자동차 차종 별 수요를 예상하였다. 휘발유 가격 대비 경유 가격을 올릴 경우와 경유 차량의 오염 저감 장치 의무화 시, 경유 차량의 수요가 얼마나 줄어드는지를 보였다.

Lee & Cho (2009)는 한국 자동차 시장에 경유 자동차의 도입으로 인한 환경문제, 연료 수급문제, 자동차 세금 문제 등의 문제들이 제기되고 있는 상황에서, 이에 유용한 정보를 제공하기 위해 경유 자동차에 대한 수요 예측 분석을 하였다. 이 논문에서는 정부의 다양한 정책 하에서 경유 자동차에 대한 소비자의 수요가 어떻게 변화할 지를 예측하였다. 분석 결과 소비자들은 휘발유 자동차보다 경유 자동차에 대한 선호가 보다 크며, 경유 승용차의 문제점으로 지적되는 승차감이나 소음, 진동의 문제를 개선하고 연비효율을 높일 경우, 경유 승용차의 상대적 구입 가격이 증가하더라도 상대적으로 낮은 연료 가격과 높은 연비효율성으로 동종의 휘발유 승용차보다 경쟁력을 가질 수 있음을 밝혔다.

대체연료자동차가 환경적으로 긍정적인 영향을 미치나, 기존 자동차와 비교해 가지는 단점들로 인해 확산이 빠르게 이루어지지 않고 있는 상황에서,

대체연료자동차의 보급을 위한 많은 노력이 진행되었다. 이러한 노력의 일환으로 소비자들이 어떤 요소들에 민감하게 반응하는지, 대체연료자동차의 확산을 위해 필요한 정책의 실효성에 대한 연구들이 많이 진행되었다.

대체연료자동차에 관한 연구를 종합해 보자면 소비자들은 대체연료자동차 선택 시 소비자들은 배출량과 같이 환경적인 요소를 고려하나, 자동차 관련 속성들의 중요도를 비교한 결과 환경적인 요소보다는 자동차의 구매 가격, 연료 비용, 유지비, 마력과 같이 기존 자동차 구매시 중요하게 여기는 속성들을 여전히 가장 중요하게 여긴다 이 외에 소비자들이 대체연료자동차 선택에 큰 영향을 미치는 요소는 연료접근성 이었다. 현재 대체연료자동차, 특히 전기자동차의 경우 충전 인프라가 매우 부족한 상황인데, 충전 인프라가 구축되었을 경우 대체연료자동차가 기존 자동차와 대비하여 경쟁력을 가질 수 있다는 점을 많은 연구에서 시사하고 있었다.

또한 많은 연구에서 앞으로 정부가 대체연료자동차의 보급 및 확산을 위해서는 구매 가격 보조와 세금 면제 등의 보조금 개입이 필요하다고 밝혔다. 그러나 보조금뿐만 아니라 이와 관련한 인프라 구축, 그리고 대체연료자동차의 성능을 개선하기 위한 노력이 필요하다는 것으로 정리할 수 있다.

2.3 본 연구의 의의

지금까지 자동차에 대한 소비자 선호 분석 연구 및 수요 예측 연구는 오래 전부터 많은 연구가 진행되어 왔다. 이들 연구는 소비자들이 자동차 구매 시 자동차가 가지는 어떤 속성에 민감하게 반응하는지에 대해 조사하였다. 또한 자동차가 사회에 미치는 영향, 예를 들어 교통 혼잡, 교통 사고, 에너지 및 환경 문제 등을 해결 하기 위해 정부 정책에 시사점을 가지는 연구들이 실시되거나, 혹은 직접적으로 정부 정책에 따라 소비자들의 구매가 어떻게 변화하는지를 예측한 연구들이 실시되어왔다. 특히 최근에는 환경 문제에 대한 함의점을 얻기 위해 대체연료자동차의 확산과 관련한 소비자의 수요 예측 연구가 활발히 진행되었다. 그러나 앞으로 IT 기술과 자동차와의 융합으로 인해 변화할 자동차 산업과, 이로 인한 사회의 양상에 대한 시사점을 가지는 연구는 거의 없다.

기술의 발전과 함께 IT 기술과 자동차가 융합하여 새로운 산업을 창출하고 있고, 이는 앞으로 자동차 산업에 큰 변화를 일으킬 예정이다. 그 중 자율주행자동차는 사회적 비용을 크게 감소시킬 뿐만 아니라 자동차를 둘러싼 생활 환경에 큰 파급효과를 불러 일으킬 것으로 예상된다. 각 기업과 정부도 자율주행자동차의 사회적 중요성에 대해 인식을 하고 있으며 자율주행자동차의 발전과 도입을 위한 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력으로 머지 않은 미래에 자율주행자동차가 등장해 상용화 될 것이라 보고 있다. 그러나 자율주행자동차의 상용화를 위해서는 아직 넘어야 할

장벽이 많다.

우선 자율주행자동차의 규격과 성능, 안전성 등에 관한 기준과, 사고 발생시 이와 관련한 법적인 제도가 아직 미비하다는 것이다. 또한 자율주행자동차가 도로에 나가기에 기술적으로 충분히 안전하다는 입증이 필요하다. 자율주행자동차가 자율주행자동차가 기술적으로 보완이 되고 제도적 문제가 해결되어 시장에 등장한다 하더라도 운전자들이 안전성에 의문을 품을 수 있다. 자율주행자동차가 도로에 나가기에 기술적으로 충분히 안전하다는 입증이 필요하다. 한편 자율주행자동차가 운전할 수 있는 도로 인프라가 부족하고, 타 차량에 통신 단말기가 부착되어 있지 않아 타 차량의 정보를 활용할 수 없는 경우, 소비자의 자율주행자동차 구매 의향을 감소시킬 것이다. 이와 함께 도로 인프라 구축에 필요한 재원 마련 및 차량의 통신 단말기 보급 방안에 대한 논의도 필요하다.

위와 같은 자율주행자동차의 등장과 함께 제기되는 문제를 해결하고 자율주행자동차의 확산을 촉진시키기 위해서는 자율주행자동차에 대한 소비자 선호 조사가 선행되어야 할 것으로 보인다. 선호 조사에서 자율주행자동차의 어떤 속성에 민감하게 반응하는지, 자율주행자동차가 일반 자동차와 비교하여 경쟁력이 존재하는지에 대해서 조사할 필요가 있다. 그러나 아직 이와 관련한 연구는 전무한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 자율주행자동차의 구매에 대한 소비자 선호 조사 연구를 실시하고자 한다. 본 연구에서는 구체적으로 자율주행자동차의 구매에 영향을 미치는 요인들이 무엇인지, 그리고 이들이 구매에 어느

정도의 영향을 미치는지에 대해서 알아본다. 또한 향후 한국의 자율주행자동차 시장의 상황을 추측하기 위해 소비자들의 자율주행자동차 선택이 어떻게 변화하는지를 살펴본다. 이를 통해 본 연구는 자율주행자동차 관련 정책 및 기업의 마케팅 전략을 결정하기 위해 필요한 정보를 제공할 수 있을 것이라 기대된다.

또한 본 연구에서는 통신 기술을 도입한 자율주행자동차를 고려하고자 한다. 많은 국가에서 통신 기술을 활용해 차량에 정보를 제공하는 지능형교통체계의 도입을 고려하고 있고, 이를 기반으로 자율주행자동차에 정보를 제공할 수 있을 것이라 예상하고 있다. 따라서 본 연구는 통신 기술을 도입한 자율주행자동차를 고려하여 지능형교통체계와 관련한 도로 인프라 구축 및 단말기 보급에 시사점을 제공하고자 한다.

3. 연구 모형 및 방법론

3.1 연구 설계

본 연구에서는 소비자들이 자율주행자동차 구매시 어떠한 요소에 영향을 받는지 살펴보고자 하였다. 본 연구에서 분석 대상인 자율주행자동차는 아직 국내 시장에 출시되지 않았기 때문에 진술 선호를 바탕으로 한 컨조인트 설문 방식으로 설문을 진행하였다.

소비자들이 자동차 구매 시 일반적으로 고려하는 속성에는 자동차의 구입 가격, 연료 형태, 연료 비용, 유지비, 최고출력(마력), 차량 형태 등이 있다. 앞으로 자율주행자동차 기술이 옵션 형태로 도입이 될 경우, 소비자들은 이러한 자동차의 일반적인 속성 외에도 자율주행과 관련한 추가적인 속성들을 더 고려하게 된다. 그러나 이러한 일반적인 속성과 추가적인 속성을 모두 컨조인트 설문에 추가하기에는 어려움이 따른다. 속성이 너무 많을 경우 응답자들이 설문 응답에 혼란을 겪거나 설문시 피로도가 높아져 설문의 정확도가 떨어질 가능성이 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 자동차 구입시 일반적으로 고려하는 다른 속성들은 모두 동일하다고 가정한 뒤, 자율주행자동차 도입 시 고려하게 될 중요한 속성을 여섯 가지로 추려서 설문을 진행하였다. 컨조인트 속성 및 설명은 [표 3]과 같다. 본 절에서는 각 속성에 대해

더욱 자세히 살펴보고자 한다.

첫 번째 속성인 자율주행자동차의 옵션 가격은 차량에 자율주행 기능 옵션을 추가할 경우 발생하는 비용으로, 속성 수준은 400만원, 600만원, 800만원의 세 가지 속성으로 설정하였다. 미국의 자동차 시장조사 업체인 IHS Automotive에서는 자율주행자동차의 가격 프리미엄(price premium)이 2025년에 약 7천 달러에서 1만 달러 가량이 될 것이며, 2030년엔 5천 달러, 2035년에는 3천 달러로 하락할 것이라고 예측하였다(IHS Automotive, 2014). 또한 캐나다 빅토리아주 교통정책연구소에서도 자율주행기술과 그 시장이 성숙해진다 하더라도 자율주행기술이 자동차 가격에 추가적으로 드는 비용이 약 5천 달러에서 2만 달러 가량이 될 것이라고 예상하였다(Litman, 2013). 본 연구는 이를 기반으로 자율주행자동차 시장이 성숙했을 때 가격이 하락하게 된 경우를 고려하여 속성을 400만원, 600만원, 800만원으로 설정하였다.

두 번째 속성으로는 자율주행 수준이다. 미국 도로교통안전국(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)에 따르면 자동차의 자동화 수준에 따라 자율주행자동차의 수준을 다섯 개의 단계(level)로 분류하고 있다(NHTSA, 2013).

[표 1] NHTSA의 자율주행자동차 분류(NHTSA, 2013)

수준	설명
단계 0	· 자율주행 기능이 없는 자동차
단계 1	· 특정 자동화 기능(와이퍼의 속도 자동 조절 시스템 등)

	을 갖춘 자동차 · 현재 대부분의 차량이 레벨 1이하에 포함
단계 2	· 2개 이상의 첨단 주행기술(차량간 거리 조절 시스템 등)이 접목된 자동차
단계 3	· 제한된 상황에서 자율주행이 가능한 자동차
단계 4	· 운전자 없이도 목적지까지 도달할 수 있는 완전 자율주행자동차

또한 독일 연방정부 도로청 (Bundesanstalt für Strassenwesen)에서는 자율주행수준을 다음과 같이 다섯 가지 수준으로 범주화하고 있다(BASt, 2013).

[표 2] BASt의 자율주행자동차 분류(BASt, 2013)

기술 분류	기능
자율주행수준 없음 (Driver Only)	· 운전자가 지속적으로 횡방향과 종방향의 제어를 해야 함
보조 (Assisted)	· 운전자가 횡방향 혹은 종방향으로 제어 · 나머지는 자동차가 제어
부분 자동 (Partial automation)	· 제한 조건에서 자동차가 횡방향과 종방향의 제어를 함 · 운전자는 지속해서 차량을 주시
고 자동 (High automation)	· 특정 상황에서 자동차가 횡방향과 종방향의 제어를 함 · 운전자는 지속해서 차량을 주시할 필요 없음
완전 자동 (Full automation)	· 모든 상황에서 자동차가 완벽하게 횡방향과 종방향의 제어를 함

	· 운전자는 차량을 주시할 필요 없음
--	----------------------

본 연구에서는 NHTSA와 BAST의 자율주행자동차 분류를 참고하여 본 연구의 자율주행자동차의 수준을 설정하였다. 본 연구의 자율주행자동차 수준은 보통 자율주행, 높은 자율주행, 완전 자율주행의 세 수준으로 설정하였다. 각 수준의 이름은 BAST(2013)의 분류를 참고하였으며, 응답자들이 인식하기 쉬운 단어로 수정하여 표기하였다. 먼저 첫 번째 수준인 보통 자율주행은 운전자가 속도를 입력하면 자동차 스스로 속도와 차량 간격을 조정하며, 운전자는 지속적으로 자동차를 주시할 필요가 있는 자율주행차량을 의미한다. 다음으로 높은 자율주행은 보통자율주행보다는 자율주행 기술 수준이 높은 수준을 의미하며 대체적으로 자동차라 주행을 제어하고 특정상황(고속도로 등)에서 운전자가 지속적으로 자동차를 주시할 필요가 없는 자율주행차량을 뜻한다. 마지막으로 완전 자율주행은 가장 높은 수준의 자율주행을 의미하며, 대부분의 상황에서 자동차가 자율적으로 주행을 제어해, 운전자가 자동차를 주시할 필요가 거의 없는 자율주행차량을 뜻한다.

세 번째 속성은 일반 자동차 대비 오류 발생 가능성이다. 만약 자율주행자동차 시스템에 치명적인 오류가 발생할 경우 이는 심각한 사고로 이어질 수 있는 가능성이 매우 높다. 따라서 소비자들이 자율주행자동차 구매 시 자율주행자동차의 안전성에 대해 민감하게 반응할 것이라 판단하고, 현재 일반 자동차의 치명적인 오류(급발진 등) 발생 가능성 대비 자율주행자동차 시스템에 오류가 발생할 가능성을 속성으로 설정하였다. Moore & Lu (2011)에

서는 자율주행자동차 시스템이 오류를 일으킬 경우 치명적인 사고로 이어질 수 있다고 보았다. 이들은 자율주행자동차에서 인간 개입 사이의 평균 운행 거리를 나타내는 “평균 오류 거리(Mean failure distance)”를 일반 자동차에서 치명적인 사고 당 운행거리를 비교하였다. 이들은 연구에서 스탠포드의 David Stavens를 인용하여 평균 오류 거리가 수백만 마일 당 한 번 정도일 때 자율주행 기술이 상용화될 것이라고 예측했다. 현재 2013년 3월 기준 구글의 자율주행자동차가 50만 마일의 무사고 주행기록을 남겼다. 본 연구에서는 Moore & Lu (2011)의 연구와 구글의 자율주행자동차 무사고 주행기록을 참고하여 오류발생가능성의 수준을 일반 자동차 대비 두 배, 동일, 절반으로 설정하였다.

네 번째 속성은 자율주행이 가능한 도로 인프라 수준이다. 앞으로 자율주행자동차의 기술 발전이 빠르게 이루어지고 운전자들의 자율주행자동차에 대한 인식이 호의적이라 하더라도, 자율주행자동차의 주행을 가능케 하는 도로 인프라의 구축률에 따라 소비자들의 자율주행자동차에 대한 선호가 영향을 받게 될 것으로 예상된다. 정부가 앞으로 자율주행자동차에 대한 도로 인프라 구축 여부 및 이에 필요한 재원을 어떻게 마련해야 하는지에 대한 문제를 해결하기 위해서도 이에 대한 소비자 선호 조사가 필요하다. 국토해양부(2012)에서는 2020년까지 지능형교통체계의 교통 관리 구간 비율을 60%까지 늘릴 계획이다. 본 연구에서는 이 계획을 참고하였고, 도로 인프라 속성은 현재 도로 전체를 100이라고 했을 때 자율주행자동차를 운전할 수 있는 도로의 비율을 뜻하며, 그 수준을 각각 30%, 50%, 70%로 설정하였다.

다섯 번째 속성은 교통사고 감소비율이다. 자율주행자동차 시스템은 통신 기술을 사용해 도로 위의 교통사고, 장애물 등의 위험상황에 대한 정보를 인식하고 사람보다 빠르고 정확하게 반응하여 교통사고를 미연에 방지할 수 있다. Volvo Trucks (2013)은 교통사고의 90%가 운전자의 실수 때문에 발생하고 있다고 밝혔으며, Eno Center for Transportation(2013)에서는 자율주행자동차가 미국 전체 자동차의 90%까지 보급될 경우 사고의 90%를 줄일 수 있다고 밝혔다. 또한 NHTSA (2010)에서도 차량-차량 간 통신 및 차량-도로 간 통신을 도입할 경우 전체 교통사고의 81%까지 예방가능하다고 발표했다. 본 연구에서는 통신 기술이 도입된 자율주행자동차를 고려하고 있기 때문에, 이를 참고하여 자율주행자동차의 교통 사고 감소 효과 수준을 설정하였다. 본 연구에서는 현재 교통사고 가능성을 100이라고 했을 때, 자율주행자동차의 교통사고 감소 효과의 수준을 20%, 50%, 80%라고 두었다.

마지막 속성은 운전시간 감소 비율이다. 자율주행자동차 시스템은 마찬가지로 통신 기술을 사용해 도로 위의 상황에 대한 정보를 인식하고 판단하여 보다 빠른 경로로 효율적인 운전을 하게 되어 운전시간이 감소 된다. 국가경쟁력강화위원회 (2012)는 교통 혼잡을 줄이고 교통체계를 최적화하기 위해 전국의 도로에 통신 기술을 기반으로 한 지능형교통체계를 도입할 경우 차량의 평균 속도가 도시 지역에서는 현재 약 23km/h에서 30km/h로, 고속도로에서는 39km/h에서 50km/h로 개선이 될 것으로 예상하였다. 이를 운전시간으로 환산할 경우 각각 약 30%와 17%에 해당한다. 본 연구에서는 교통사고 감소 효과 속성에서 언급한 가정과 마찬가지로 통신 기술이 도입된

자율주행자동차가 지능형 교통체계 시스템으로부터 정보를 받아 활용할 경우를 고려하고 운전시간 감소 비율을 10%, 20%, 30%로 설정하였다.

[표 3] 자율주행자동차 컨조인트 설문에 포함된 속성과 수준

속성		속성 설명 및 수준
자율주행 자동차 옵션 가격	설명	차량에 자율주행 옵션 추가시 발생하는 비용
	수준	① 400만원 ② 600만원 ③ 800만원
자율주행 수준	설명	3단계로 구분
	수준	① 보통자율주행: 운전자가 속도를 입력하면 자동차 스스로 속도와 차량간격을 조정함. (운전자는 지속적으로 자동차를 주시해야 함) ② 높은자율주행: 대체적으로 자동차가 주행을 제어함. (특정 상황(고속도로 등)에서 운전자가 지속적으로 자동차를 주시할 필요 없음) ③ 완전자율주행: 대부분의 상황에서 자동차가 자율적으로 주행을 제어. (대부분의 경우 운전자는 자동차를 주시할 필요 없음)
일반자동차 대비 오류 발생 가능성	설명	만약 자율주행자동차 시스템에 치명적인 오류가 발생할 경우, 심각한 사고가 발생할 가능성이 높음. 현재 일반 자동차의 치명적인 오류 발생 가능성 대비 자율주행 자동차 시스템에 오류가 발생할 가능성.
	수준	① 두 배 ② 동일 ③ 절반

자율주행가능 도로 인프라	설명	현재 도로 전체를 100으로 했을 때, 자율주행자동차를 운전할 수 있는 도로의 비율
	수준	① 30% ② 50% ③ 70%
교통사고 감소 비율	설명	자율주행자동차 시스템은 통신 기술을 활용하여 도로 위의 교통사고, 장애물 등의 위험상황에 대한 정보를 인식하고 사람보다 빠르고 정확하게 반응하므로 교통사고를 방지할 수 있음. 현재 교통사고 가능성 대비 자율주행자동차의 교통사고 감소 효과.
	수준	① 20% ② 50% ③ 80%
운전시간 감소 비율	설명	자율주행자동차 시스템은 통신 기술을 활용하여 도로 위의 상황에 대한 정보를 인식하고 판단하여 보다 빠른 경로로 효율적인 운전을 하게 되어 운전시간이 감소함 현재 운전시간 대비 자율주행자동차의 운전시간 감소 효과.
	수준	① 10% ② 20% ③ 30%

자율주행자동차의 설문 속성 6가지와 각각 3가지 속성 수준의 조합으로 생성 가능한 대안의 수는 총 729개이다($3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 729$). 하지만

총 729개의 대안을 모두 사용하여 소비자의 선호를 분석하기에는 어려움이 따른다. 따라서 본 연구에서는 직교성시험(orthogonality test)을 통해 총 18개의 대안카드를 구성하였다. 본 연구의 설문에서는 18개의 대안카드를 3개의 대안카드로 이루어진 대안 세트를 구성하였고, 각각의 세트에는 ‘선호하는 자율주행자동차 없음(No Choice)’의 대안을 포함시켰다. 이는 보다 현실적인 선택 상황을 반영하기 위한 것으로, 소비자가 실제로 자율주행자동차 구매 고려시 원하는 자율주행자동차가 없을 경우 자율주행자동차를 구매하지 않는 상황을 고려한 것이다. 응답자는 설문조사에서 4개의 대안카드에서 가장 높은 효용을 주는 하나의 카드를 선택하게 된다. 상세한 설문지 내용은 [부록]에 첨부하였다.

3.2 실증 모형

본 연구에서는 확률효용모형(Random Utility Model)에 기초한 이산선택 모형(discrete choice model) 중 혼합로짓모형을 사용하여 컨조인트 설문을 분석한다. 일반적으로 널리 사용되는 로짓 모형이나 프로빗 모형은 어떤 재화 혹은 서비스에 대해 모든 소비자들이 동일한 선호를 가지고 있다는 비현실적인 가정을 한다. 이에 반해 혼합 로짓 모형에서는 모형 내 속성 계수들이 확률 분포를 가질 수 있게 함으로써 소비자 개개인의 서로 다른 선호를 보이는 이질성(Heterogeneity)을 나타낼 수 있다. 또한 혼합로짓모형은 각각의 속성들의 계수에 대한 분포를 연구자가 직접 설정할 수 있다는 장점을 가진다(Train, 2009). 반면 혼합 로짓 모형은 반면 소비자의 나이, 소득, 성별 등의 인구통계학적 특성에 따른 제품의 선호 구조를 직접적으로 모형에 반영할 수는 없다는 단점이 있다.

응답자들의 자율주행자동차에 대한 선호를 알아보기 위하여 컨조인트 설문 자료를 이용하여 확률효용모형에 따라 분석하였다. 확률효용모형에서 응답자 n 이 대안 j 로부터 얻는 효용, U_{nj} 는 다음과 같이 나타낼 수 있다(McFadden, 1973; Train, 2009).

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj} = \beta_n' X_{nj} + \varepsilon_{nj}, \quad \beta_n \sim N(b, W) \quad (1)$$

개별 소비자의 효용(U_{nj})은 확정항(deterministic term, V_{nj})과 불확실성이 존재하는 확률항(stochastic term, ε_{nj})으로 나눌 수 있으며, 확정항은 다시 선택대안 j 와 관련 있는 속성의 벡터(X_{nj})와 응답자 n 이 대안에 부여하는 가치, 계수 벡터(β_n)의 곱으로 나타낼 수 있다. β_n 은 속성의 계수를 나타내는 벡터로써 평균이 b , 분산 W 를 가지는 정규분포를 따른다고 가정한다. 확률항 ε_{nj} 는 모형의 종류에 따라 다른 가정을 할 수 있는데, 본 연구에서는 확률항이 상호독립이며 동일한 I형 극한분포(i.i.d. Type I extreme value distribution)를 따른다고 가정한다.

이러한 효용 구조 하에서 소비자들은 효용을 극대화 시키는 대안을 선택하게 되므로, 소비자 n 이 제품 i 를 선택하게 될 확률은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 P_{in} &= \int \Pr(U_{ni} > U_{nj}, \forall j \neq i) f(\beta) d\beta \\
 &= \int \Pr(V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj}, \forall j \neq i) f(\beta) d\beta \\
 &= \int \Pr(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj}, \forall j \neq i) f(\beta) d\beta \quad (2) \\
 &= \int \frac{\exp(V_{ni}(\beta))}{\sum_j \exp(V_{nj}(\beta))} f(\beta) d\beta \\
 &= \int \frac{\exp(\beta_n' x_{ni})}{\sum_j \exp(\beta_n' x_{nj})} f(\beta) d\beta
 \end{aligned}$$

위의 선택확률 함수는 우도함수(likelihood function)에 삽입하여 우도함수

를 직접 대수적으로 극대화하는 것이 불가능하다. 따라서 시뮬레이션을 통해 선택 확률을 정의한 후 우도 함수를 만들어 속성 계수를 추정한다.

한편 혼합 로짓 모형으로부터 추정된 계수 값을 이용하여 경제적 의미를 분석하기 위해서 한계지불의사액(MWTP, Marginal willingness to pay)을 계산할 수 있다. 한계지불의사액이란, 특정 속성이 1단위 변화했을 때 효용 수준을 유지시키기 위해 지불해야 할 화폐단위를 의미한다. 한계지불의사액은 다음과 같이 도출할 수 있다.

$$MWTP_{x_{it}} = - \left[\frac{\partial U_{nj} / \partial x_{jt}}{\partial U_{nj} / \partial x_{j,price}} \right] = - \frac{\beta_t}{\beta_{j,price}} \quad (3)$$

β_t 와 x_{it} 는 각각 가격을 제외한 나머지 속성과 계수를 의미하며, $\beta_{j,price}$ 와 $x_{j,price}$ 는 각각 가격 속성과 그 계수를 의미한다.

대안을 선택하는데 있어서 각 속성이 의사결정에 미치는 상대적중요도(relative importance)가 다르며, 이를 구하기 위해서는 각 속성이 가치는 부분가치(part-worth)를 사용하여 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$RI_k = \frac{part-worth_k}{\sum_k part-worth_k} \times 100 \quad (4)$$

이 때 속성 k 의 부분가치는 k 속성의 최대 수준에서 최소 수준을 뺀 값에 k 속성의 계수 값인 β_k 를 곱하여 구한다.

추가적으로 본 연구에서는 추정을 통해 도출된 계수 β_n 을 바탕으로 자율주행자동차 속성의 수준에 따른 자율주행자동차 수용확률을 변화를 나타내는 민감도 분석을 실시 하였다. 응답자 n 이 대안 i 를 수용할 확률을 모든 n 에 대해서 평균하면 각 대안 i 의 평균 수용 확률을 구할 수 있다.

$$S_i = \left[\int \frac{\exp(\beta_n' x_{ni})}{\sum_j \exp(\beta_n' x_{nj})} f(\beta) d\beta \right] / N \quad (5)$$

또한 수용 확률을 통해 각 속성의 탄력성을 구할 수 있다. 탄력성이란, 각 속성 변화에 대한 소비자의 선택확률이 변화하는 정도를 나타내는 측정치이다. 탄력성에는 직접탄력성과 교차탄력성의 두 가지가 있는데, 본 연구에서는 직접탄력성을 계산하였다. 직접 탄력성은 개인 n 이 대안 i 를 선택할 때 관찰된 속성 x_{ni} 의 변화에 따른 선택확률 P_{ni} 의 변화 정도를 나타낸다. 기본 로짓 모델에서의 직접 탄력성은 다음과 같다.

$$E_{i,x_{ni}} = \beta_x x_{ni} (1 - P_{ni}) \quad (6)$$

혼합 로짓 모형에서의 직접 탄력성은 다음의 식(7)과 같이 구할 수 있다.

(Train, 2009; Hess et al., 2011)

$$E_{i,x_{ni}} = \frac{\int \beta x_{ni} (1 - P_{ni}) P_{ni} f(\beta) d\beta}{\int P_{ni} f(\beta) d\beta} \quad (7)$$

위의 식에서 x_{ni} 의 값에는 속성의 최소값과 최대값의 평균을, P_{ni} 에는 x_{ni} 의 속성의 최대값과 최소값에서 각각의 선택 확률의 평균을 대입하여 직접 탄력성을 구하였다. 위의 식을 통해 구한 직접 탄력성은 대안 i의 한 속성이 1% 증가 또는 감소할 때, 대안 i의 선택 확률이 몇 % 증가 또는 감소하는가를 나타내는 측정치가 된다. 각 속성의 탄력성 비교를 통해 각 속성에 대해 소비자들이 얼마나 민감하게 반응하는지를 직접적으로 비교할 수 있다.

본 연구에서 혼합 로짓 모형 분석을 위해 사용된 변수는 다음 [표 4]와 같다.

[표 4] 속성 변수

변수	설명	값
가격	자율주행자동차 옵션 구매 가격	400, 600, 800 (만원)
수준	자율주행자동차 수준	보통자율주행이면 '1', 높은자율주행이면 '1', 완전자율주행이면 '1', 아니면 '0'
오류	자율주행자동차의 오류발생가능성	0.5, 1, 2 (배)
도로	자율주행자동차의 운전이 가능한 도로 인프라	30, 50, 70 (%)
사고	자율주행자동차로 인한 교통사고 감소율	20, 50, 80 (%)
시간	자율주행자동차로 인한 운전시간 감소율	10, 20, 30 (%)
비선택	자율주행자동차를 선택하지 않는 경우	자율주행자동차를 선택 하지 않으면 '1' 그렇지 않으면 '0'

[표 4]를 바탕으로 식(1)을 적용한 추정식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 U_{nj} = & \beta_{\text{가격}} X_{\text{가격}} + \beta_{\text{수준}} D_{\text{수준}} + \beta_{\text{오류}} X_{\text{오류}} + \beta_{\text{도로}} X_{\text{도로}} \\
 & + \beta_{\text{사고}} X_{\text{사고}} + \beta_{\text{시간}} X_{\text{시간}} + \beta_{\text{비선택}} D_{\text{비선택}} + \varepsilon_{nj}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

보통 혼합 로짓 모형에서 계수들의 분포는 일반적으로 정규분포를 가정하

는데, 모든 속성 계수 β_n 을 정규분포라고 가정할 경우 문제가 생길 수 있다. 예를 들어 가격 변수 계수의 경우 일반적으로 모든 사람들에 대해서 음의 부호를 가져야 한다. 그러나 정규 분포는 양, 음의 부호를 모두 가질 수 있기 때문에 가격 변수 계수를 정규 분포로 가정할 경우 어느 정도의 비율의 사람들은 높은 가격을 선호한다는 현실적이지 않은 결과가 도출된다. 따라서 각 속성별로 소비자효용에 작용하는 영향에 따라 β_n 에 대한 분포를 정규분포, 로그정규분포 등으로 다르게 가정하는 것이 필요하다. 혼합로짓모형의 경우 이러한 β_n 에 따른 다른 분포의 가정이 가능하다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 가격 속성 계수에 로그 정규(lognormal) 분포를 가정하였다. 본 연구에서는 가격 변수 외에 모든 사람들이 동일한 선호의 방향을 보이는 오류발생가능성, 도로 인프라, 교통사고 감소 비율, 운전시간 감소 비율의 속성 계수에도 로그 정규 분포를 가정하였다.

속성 계수를 정규 분포 이외의 분포로 가정하는 경우, 새로운 분포를 가정 한 계수에 대해 변환된 계수 $C = f(\beta)$ 를 이용한다. 만약 소비자들이 가격 속성과 같이 한 속성에 대해 동일한 선호의 방향을 가지며 0의 값을 가지지 않을 경우에는 로그 정규 분포를 가정하며 $C = \exp(\beta)$ 로 정의할 수 있다. 변환된 효용식은 다음과 같다.

$$U_{nj} = C(\beta_n)' X_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad (9)$$

속성 계수 변환식 $C(\beta_n)$ 를 선택 확률식 (2)에 반영하면 아래 식 (10)과

같이 나타낼 수 있다.

$$P_{ni} = \int \frac{\exp(C(\beta)' X_{ni})}{\sum_j \exp(C(\beta)' X_{nj})} f(\beta) d\beta \quad (10)$$

마지막으로 혼합 로짓 모형의 경우 추정에 있어서 최우추정법(Maximum likelihood estimation, MLE)에 기반한 고전적인 추정방법과 베이지안 추정 방법을 사용 가능하다. 본 연구에서는 베이지안 추정방법을 사용하였는데, 베이지안 추정방법은 고전적인 추정 방법과 비교하였을 때 다음과 같은 이점이 있다. 먼저, 초기값 선택에 따라 극대화 결과가 달라지는 문제가 발생하지 않는다는 초기값 문제를 극복할 수 있으며, 또한 일치성(consistency)과 효율성(efficiency)을 더욱 유연한 조건에서 얻을 수 있다는 특징이 있다(Train, 2009). 또한 베이지안 방법으로부터 추정된 결과는 베이지안 관점과 고전적 관점 모두에서 해석 가능하다. 따라서 본 연구에서는 이러한 관점에서 깃스샘플링(Gibbs sampling)을 이용한 베이지안 기법(Bayesian method)를 사용하여 제안 모형을 추정한다.

4. 실증 분석

4.1 자료의 구성

본 연구의 데이터는 2014년 5월 2일에서 5월 23일까지 약 20일간 서울(신도시 포함) 및 5대 광역시(부산, 대구, 인천, 광주, 및 대전)에 거주하는 일반 국민(만 20세~59세) 500명을 대상으로 조사한 것이다. 설문은 전문 리서치업체를 통해 개별면접조사 형태로 진행되었다.

본 연구의 설문 표본을 다음 [표 5]와 같이 선정하여 자율주행자동차에 대한 소비자들의 선호를 살펴보고자 한다. 설문에 응답한 응답자들의 인구통계학적 특성은 다음과 같다.

[표 5] 응답자 특성

	구분	응답자수(명)	비율
	전체	500	100%
성별	남자	247	49.4%
	여자	253	50.6%
연령	20대	121	24.2%
	30대	134	26.8%
	40대	134	26.8%

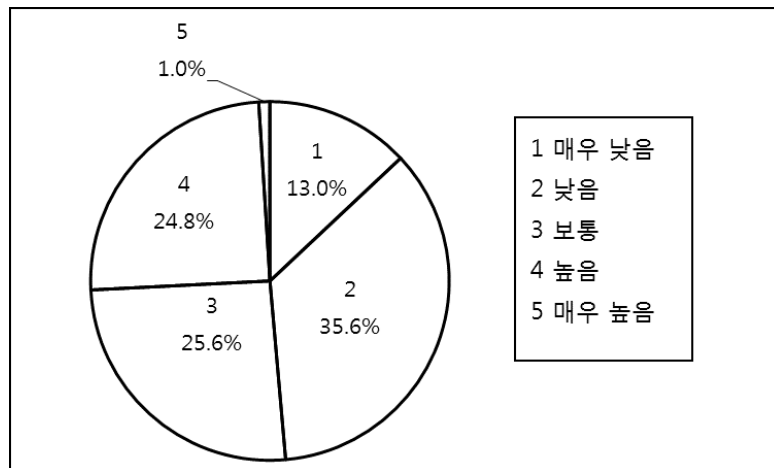
	50대	111	22.2%
학력	고등학교 졸업 이하	181	36.2
	대학 재학/졸업 이상	319	63.8%
월 평균 소득	250만원~299만원 이하	58	11.6%
	300만원~399만원 이하	100	20.0%
	400만원~499만원 이하	134	26.8%
	500만원~699만원 이하	159	31.8%
	700만원 이상	47	9.4%
	모름/무응답	2	0.4%
가구 구성원 수	2인 이하	41	8.2%
	3인	124	24.8%
	4인	305	61.0%
	5인 이상	30	6.0%

또한 응답자들의 자동차 관련 기초 통계는 다음 [표 6]과 같다.

[표 6] 응답자 특성(2)

구분	기초통계
자동차 운전면허 소유 비율	76.4%
평소 자동차 직접운전 여부	60.0%
운전 경력	13.0년
자동차 보유 여부	90.6%
보유 자동차 구입 가격	2500만원
연평균 주행거리	21,100km
향후 자동차 구매 의향 있음	81.0%

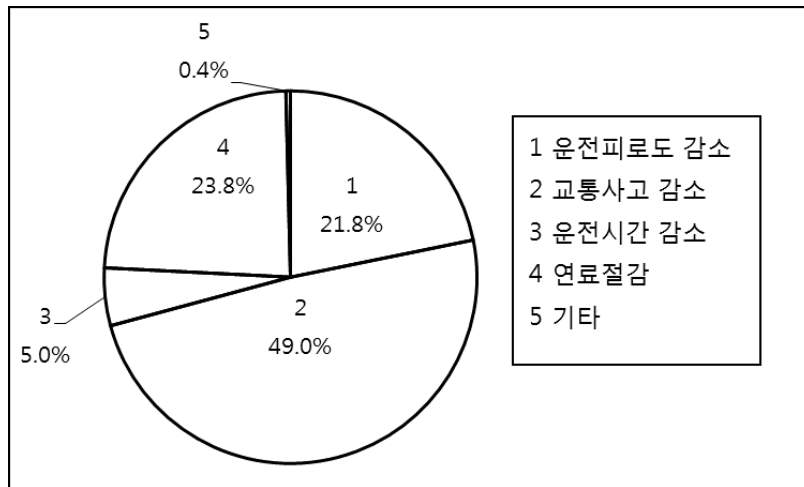
또한 본 설문에서는 자율주행자동차에 대한 컨조인트 설문에 앞서, 자율주행자동차에 대한 인지도 등 기본 인식에 대한 기본 설문을 실시하였다. 우선 자율주행자동차에 대한 인지도는 다음 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 자율주행자동차에 대한 응답자의 인지도

자율주행자동차에 대한 응답자 500명의 인지도를 5점 척도로 조사한 결과, 인지도가 매우 높은 응답자와 높은 응답자를 합한 25.8% (1.0%+24.8%)의 응답자가 자율주행자동차에 대해 관심을 보이고 알고 있는 것으로 나타났다. 한편 48.6%에 달하는 응답자들이 자율주행자동차에 대해서 모른다고 답했다. 즉 아직까지는 많은 소비자들이 자율주행자동차에 대한 인지도가 높지 않다는 것을 알 수 있다.

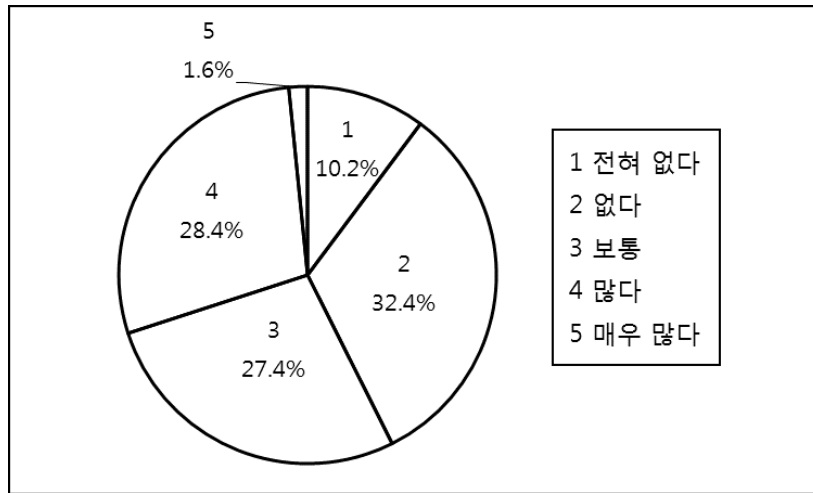
다음 [그림 2]는 소비자들이 생각하는 자율주행자동차의 주요 기능의 중요도 비율을 살펴본 결과이다.



[그림 2] 자율주행자동차에 대해 응답자들이 가장 중요하게 생각하는 기능

결과를 살펴보면 자율주행자동차에 대해 응답자들이 가장 중요하게 생각하는 기능의 순위는 교통사고 감소가 가장 컸고, 그 다음으로 연료 절감과 운전피로도 감소 순인 것으로 나타났다. 운전시간 감소에 대한 항목은 소비자들이 거의 중요하지 않게 생각하는 것으로 보인다.

다음 [그림 3]는 소비자들이 향후 자율주행자동차를 구입할 의향을 나타낸 것이다. 마찬가지로 자율주행자동차의 구입 의향을 응답자를 대상으로 5점 척도로 조사한 결과, 30.0% (1.6%+28.4%)의 응답자가 앞으로 자율주행자동차를 구입할 의향이 있는 것으로 나타났다. 자율주행자동차에 대한 인지도가 낮은 상황이기 때문에 자율주행자동차를 구입할 의향의 소비자의 비율이 그다지 높지 않은 것으로 판단된다.



[그림 3] 자율주행자동차에 대한 응답자의 구입 의향

다음 [표 7]에서 소비자들이 앞으로 차량을 구매할 경우, 일반 자동차 구매시와 자율주행자동차 구매시 차종 선택이 어떻게 달라지는지를 살펴본 결과이다. 자율주행자동차의 옵션 가격은 대략 500만원에서 1,000만원이라고 제시하였다.

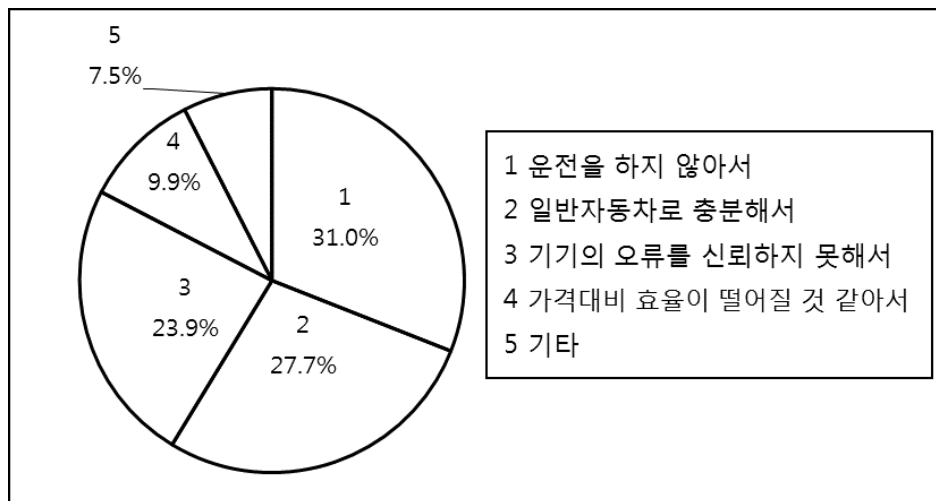
[표 7] 일반자동차 구매시와 자율주행자동차 구매시 차종 선택 변화

	경차	소형차	준중형차	중형차	대형차	RV차량
일반 자동차	2.5%	7.7%	18.8%	36.3%	19.3%	15.6%
자율주행자동차	4.6%	9.6%	22.8%	30.8%	18.4%	13.6%

결과를 살펴보면, 자율주행자동차 구입의 경우 경차와 소형차, 준중형차의 차종 선택 비율이 높아지고, 중형차와 대형차 RV 차량의 경우에는 줄어드는

것을 볼 수 있다. 즉, 상대적으로 가격이 비싼 차량을 구매할 예정의 소비자
들이 자율주행 기능이 탑재 가능하다면 가격이 저렴한 차량으로 구매를 전
환할 것임을 의미한다.

다음으로 자율주행자동차에 대한 구입 의향이 없는 편이거나 전혀 없다고
응답한 응답자에 대해서 구입을 하지 않는다고 대답한 이유를 질문하였다.
결과는 [그림 4]에 나타냈다.



[그림 4] 자율주행자동차에 대한 응답자의 구입 의향이 없는 이유

자율주행자동차를 구매하지 않는다고 대답한 이유는 운전을 하지 않아서
의 이유를 제외하고, 일반자동차로 충분해서, 그리고 기기의 오류를 신뢰하
지 못해서(직접 운전하는 것이 안전할 것 같아서), 가격대비 효율이 떨어질
것 같아서의 순으로 나타났다. 아직 자율주행자동차가 등장하지 않았기 때문
에 응답자들이 자율주행자동차의 필요성을 인식하지 못하고 있기 때문에 이

러한 결과가 나온 것으로 판단된다. 또한 자동차 운전은 무엇보다도 생명과 직결되어 있기 때문에 기기의 오류 문제가 응답자들의 자율주행자동차 구입 선호에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

기초 설문 조사 결과를 정리해 보자면, 소비자들은 자율주행자동차에 대한 인지도가 아직 낮은 상황이며, 구입할 의향도 그다지 높지 않은 실정이다. 한편 소비자들이 자율주행자동차에 대해 가장 중요하게 생각하는 기능은 교통사고 감소와 연료절감, 운전피로도 감소로 나타났으며, 구매할 의향이 없는 소비자의 경우 일반자동차로 충분하거나 기기의 오류를 신뢰하지 못하는 이유 등으로 구매하지 않을 예정인 것으로 나타났다.

본 연구에서는 기초 설문 조사 결과를 참고하여 분석의 신뢰를 높이기 위해 응답자 500명 중 직접 운전을 하며, 자율주행자동차에 대해 ‘아는 편이다’ 및 ‘매우 잘 안다’라고 응답한 109명을 대상으로 분석을 진행하였다.

4.2 추정결과 및 결과분석

4.2.1 추정 결과

본 연구의 추정에서는 깃스샘플링을 이용한 베이지안 추정방법을 이용하였다. 추정을 위해서 본 연구에서는 20,000번의 깃스 샘플링 추출이 이루어졌다. 초기값 효과를 제거하기 위해서 처음의 10,000번의 추출은 버려졌으며, 다음의 10,000번의 추출 중 매 10번 마다 추출된 값 1,000개를 바탕으로 계수를 추정하였다. 베이지안 관점에서 추출된 베타의 평균과 분산은 사후 분포의 평균과 분산이며, 고전적인 관점에서 모집단에 대한 베타의 평균과 분산의 추정치로 해석될 수 있다. 모집단에 대한 속성 계수의 추정 결과는 다음 [표 8]과 같다.

[표 8] 혼합 로짓 모형을 통한 사후 평균과 분산의 추정 결과

변수	평균(b)	t 값	분산(W)	t 값
가격	-0.8977*	-2.03	3.1075*	2.88
보통자율주행	4.184*	5.3	2.6722	1.92
높은자율주행	5.2239*	6.48	4.7826*	2.27
완전자율주행	5.2309*	6.01	6.7888*	2.23
오류발생가능성	-3.8742*	-2.76	8.8973	1.83
도로인프라	-9.3756*	-7.41	3.9617	1.61
교통사고 감소 비율	-5.4083*	-5.11	10.6546*	2.33
운전시간 감소 비율	-5.4975*	-4.66	4.3457	1.6
비선택	2.828*	3.18	9.9805*	2.52

*: 5% 구간에서 유의함

결과를 보면 β 의 사후분포의 분산 값이 크고 유의한 것으로 나왔다. 이는 소비자들이 자율주행자동차를 선택 할 때 매우 다양한 선호를 지니고 있음을 의미하는 것으로, 이러한 선호의 이질성은 본 연구에서의 혼합 로짓 모형의 적용을 타당하게 해 준다.

베이지안 관점에서 추정된 결과는 모집단의 모수에 대한 평균과 분산 값을 나타내므로 전통적인 관점의 해석과는 차이가 발생한다. 따라서 베이지안 관점에서 추정된 결과를 전통적 관점에서 동일하게 해석하기 위해서 모집단의 추정된 모수의 분포를 바탕으로 2,000개의 값을 다시 추출하고, 각 값들은 사전적으로 설정한 계수 분포 $C(\beta)$ 변환을 통하여 β 의 평균과 분산을 추정하였다. 또한 속성들 간의 상대적 중요도를 분석하였다. 결과는 다음 [표 9]와 같다.

[표 9] 속성별 계수(coefficient)의 평균과 분산

속성	분포	평균	분산
가격	log-normal	1.8129	14.1022
보통자율주행	normal	4.2265	2.728
높은자율주행	normal	5.164	4.956
완전자율주행	normal	5.1986	7.1754
오류발생가능성	log-normal	1.2177	18.3921
도로인프라	log-normal	0.0006	0
교통사고 감소	log-normal	1.0977	25.1845
운전시간 감소	log-normal	0.0343	0.039
자율주행 비선택	normal	2.9282	10.2013

추정 결과를 살펴보면, 모든 계수들의 값이 매우 유의한 값을 가짐을 알 수 있다. 먼저 가격과 오류발생가능성 속성의 계수 값은 음(-)의 값을, 도로 인프라와 교통사고 감소, 운전시간 감소 속성의 계수는 양(+)의 값을 갖는 것을 알 수 있다. 이는 자율주행자동차 구매 가격이 비쌀수록, 그리고 오류 발생가능성이 높을수록 개인의 효용이 감소한다는 일반적인 실제 상황을 잘 설명해주고 있다고 할 수 있다. 마찬가지로 도로 인프라가 늘어날수록, 교통사고가 감소할수록, 운전시간이 감소할수록 소비자의 효용은 증가한다는 일반적인 상황을 설명한다. 또한 ‘자율주행 비선택’의 경우에는 음수의 값을 가지는 것으로 나왔는데, 이는 반대로 해석해보면 자율주행을 선택할 경우 소비자의 효용이 증가한다고 해석할 수 있다.

자율주행자동차의 수준(보통자율주행, 높은자율주행, 완전자율주행)에 대한 계수 값도 양(+)의 값을 나타내었는데, 응답자들이 자율주행자동차에 대해서도 긍정적으로 반응하고 있다는 것을 알 수 있다. 또한 β 값의 평균을 비교해보면 응답자는 완전자율주행, 높은자율주행, 보통자율주행 순으로 자율주행자동차를 선호하는 것으로 나타난다. 즉 자율주행 기술 수준이 더 높을수록 선호도가 높아진다는 것을 알 수 있다.

각 속성 계수의 분산을 살펴보면, 가격 계수와 교통사고 감소 속성의 계수의 분산이 매우 크다는 것을 확인할 수 있다. 이는 소비자 간에 가격과 교통사고 감소 속성에 대해 민감하게 반응하는 정도의 차이가 매우 크다는 것을 의미한다. 따라서 자율주행자동차의 시장 전략에 있어서 시장 세분화가 중요하게 될 것임을 의미한다. 기업은 획일적인 자율주행자동차를 시장에 출시하

기 보다는, 어떤 특성을 가진 소비자가 자율주행자동차에 더 지불할 용의가 있는지를 분석한 뒤 목표 소비자층에 맞게 출시 전략을 짜는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 마찬가지로 자율주행자동차 홍보 전략에 있어서도 소비자의 특성에 따른 교통사고 감소 효과를 홍보 방안을 다르게 구성하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

4.2.2 상대적 중요도

다음의 [표 10]는 자율주행자동차의 각 속성의 상대적 중요도를 나타낸 것이다.

[표 10] 속성별 상대적 중요도

속성	상대적중요도(%)
가격	23.91
보통자율주행	13.94
높은자율주행	17.03
완전자율주행	17.14
오류발생가능성	6.02
도로인프라	0.01
교통사고 감소	21.72
운전시간 감소	0.23

소비자들이 평가하는 상대적 중요도의 순서는 자율주행자동차 수준, 가격,

오류발생가능성, 교통사고 감소, 도로인프라, 운전시간감소의 순으로 나타났다. 우선 자율주행자동차의 수준의 중요도는 48.11%로, 소비자들이 자율주행자동차 선택 시 가장 중요시하는 것으로 나타났다. 소비자들은 가격보다도 자율주행자동차의 수준을 더욱 중요하게 고려하는 것으로 나타나, 소비자들은 자율주행자동차의 수준이 높아진다면 가격이 비싸더라도 구매할 의향이 있다는 것으로 해석할 수 있다. 이와 함께 기초 설문조사의 결과를 참고하면, 자율주행자동차 구매시 자율주행자동차 가격이 500만원에서 1,000만원 가량이라는 가정아래에 일반 자동차에서 중형차 이상의 차량을 선택했던 응답자들이 준중형차 이하의 차량으로 차량 선택이 변화하는 것으로 나타났다. 즉 소비자들은 자율주행자동차의 수준 중요하게 고려하며, 그 중 일부는(약 8%) 자율주행 옵션 가격이 비싸더라도 차종을 변경해서라도 자율주행자동차 옵션을 구매하고자 한다는 것이다. 따라서 자율주행자동차의 높은 옵션 가격으로 인해 고급 승용차에만 자율주행옵션을 추가하기 보다는 보급형 승용차에서도 자율주행자동차의 옵션 선택을 가능하게 하는 것이 자율주행자동차의 확산에 더욱 도움이 될 것으로 보인다.

자율주행자동차의 수준 다음으로는 가격을 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 이는 소비자들이 자동차 구매 가격 및 이용 비용에 민감하게 반응한다는 자동차에 대한 소비자 선호를 분석한 많은 연구에서와 동일한 결과를 나타낸다(Hackbarth & Mandlener, 2013; Bunch et al., 1993; Kim et al., 2006). 소비자들이 현재 가격에 중요도를 높이 평가하고 있기 때문에, 앞으로 자율주행자동차의 확산에는 무엇보다도 가격이 중요한 영향을 미칠 것이

라고 해석할 수 있다. 따라서 자동차 기업과 정부는 자율주행자동차의 상용화를 위해서는 무엇보다도 자율주행자동차의 부품 가격의 인하에 중점을 두고 기술 개발 및 투자를 실시해야 할 것으로 보인다.

그 다음으로는 소비자들은 교통사고 감소, 오류 발생 가능성 순으로 중요시하는 것으로 나타났다. 두 속성은 안전과 관련된 속성으로, 응답자들이 안전에 대해 중요도를 높이 두는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 본 연구의 기초 설문조사 결과와도 일치한다. 소비자들은 자율주행자동차의 주요 기능으로써 교통사고 감소 효과를 과반수 가까이 가장 높이 평가 한 바 있다. 또한 자율주행자동차를 구입하지 않겠다고 선택한 응답자들에게 구입을 하지 않겠다고 대답한 이유를 물어보았을 때, 기기의 오류를 신뢰하지 못한다는 응답률도 상당수를 차지하였다. 자율주행자동차의 구입 가격이 약 500만원에서 1,000만원 가량이 될 것이라고 제시를 했음에도 불구하고, 구입 의향이 없다고 대답한 응답자 중 ‘자율주행자동차의 가격이 비싸서’를 이유로 응답한 비율은 9.9%였고, 기기오류를 신뢰하지 못한다는 이유를 응답한 비율은 23.9%로 훨씬 더 많은 응답자들이 기기의 오류발생가능성을 중요하게 생각하고 있었다.

즉, 소비자들의 자율주행자동차의 선택에 가격이 큰 영향을 미치는 것은 사실이나, 자율주행자동차 구매 계획이 없는 소비자들을 자율주행자동차 구매로 설득하기 위해서는 가격문제를 해결하기 보다는 기기의 오류발생가능성을 줄여, 자율주행자동차의 안전성에 대한 신뢰를 높이는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 이를 위해 정부에서는 자율주행자동차의 안전성과 관련한 안전

기준을 만들고, 법과 법과 제도를 수립하는 등의 노력이 필요할 것으로 보인다. 그러나 현재 우리나라의 경우 이와 관련한 노력이 매우 더딘 상황이다. 현행 자동차관리법으로 인해 자율주행자동차를 시험 운행할 수 있는 도로 조차 없는 실정이다. 따라서 자율주행자동차에 대한 신뢰를 높이고 빠른 확산을 위해서 정부에서는 자율주행자동차 관련 안전 법과 제도를 빠른 시일 내에 수립해야 할 것으로 보인다.

한편 예상과는 달리 소비자들이 도로 인프라에 평가하는 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 전기자동차의 경우, 충전소 인프라와 정비소 인프라의 구축률에 따라 소비자들의 전기자동차 선택이 크게 영향을 받는다는 연구 결과가 다수 존재한다(Molin, 2007; Achtnicht et al., 2012; Dagsvik et al., 2002; Kim et al., 2006). 이렇듯 소비자들의 자동차 구매에 간접망외부효과(Indirect Network Effect)가 큰 영향을 미친다는 연구 결과와 함께 자율주행자동차 구매시에도 마찬가지로 간접망외부효과가 중요할 것으로 예상되었다. 그러나 분석 결과 도로인프라가 그다지 중요하지 않은 것으로 나타났다. 그 이유는 아직까지 자율주행자동차가 등장하지 않았기 때문에 소비자들이 아직 자율주행자동차에 대한 인식이 부족하기 때문이라고 추측할 수 있다. 실제로 기초 설문조사에서 48.6%에 달하는 응답자들이 자율주행자동차에 대해서 잘 모르고 있다고 대답하였다. 즉, 아직 자율주행자동차가 상용화가 되지 않았기 때문에 자율주행자동차 운전에 도로 인프라가 얼마나 영향을 미치는지에 대한 중요성을 소비자들이 잘 인식하지 못하고 있는 것으로 판단된다.

마지막으로 운전시간 감소에 대해서는 상대적 중요도가 매우 낮아, 소비자들이 그다지 고려하지 않는다고 볼 수 있다. 즉, 소비자들은 운전시간 감소를 위해 자율주행자동차 구입을 하지는 않는다고 볼 수 있다. 운전자들이 운전시간에 대해서는 그다지 민감하게 반응하지 않는다는 다른 연구가 이러한 결과를 뒷받침한다(Calfee et al., 2001).

4.2.3 한계지불의사액

추정 모수 값 자체로는 소비자 효용에 대한 상대적인 선호도만을 설명하고, 경제적으로 어떠한 함의를 가지는 지 분석할 수 없다. 따라서 소비자들의 효용을 화폐단위로 변환하여 경제적 의미를 부여할 수 있는 소비자들의 한계지불의사액을 추가적으로 분석하였다. 본 연구에서는 추정된 모수의 분포로부터 2000번 추출한 값들을 바탕으로 중앙한계지불의사액을 분석하였다. 결과는 [표 11]에 나타내었다.

[표 11] 한계지불의사액

변수	중앙한계지불의사액
가격	
보통자율주행	740,900 원
높은자율주행	1,180,400원
완전자율주행	1,401,500원
오류발생가능성	11,400원/2배
도로인프라	1,200원/%
교통사고	29,300원/%
운전시간	1,000원/%
비선택	-307,100원

한계지불의사액을 분석한 결과 자율주행자동차의 각 수준, 즉 보통자율주행, 높은자율주행, 완전자율주행에 대해서 740,900원, 1,180,400원, 1,401,500원을 지불할 의사가 있는 것으로 나타났다. 자율주행수준 변화에 따른 소비자들의 한계지불의사액 변화를 보면, 보통자율주행에서 높은자율주행으로 변화할 때의 한계지불의사액은 434,500원으로, 높은자율주행에서 완전자율주행으로 변화하는 경우는 221,100원으로 나타났다.

이 결과는 높은자율주행을 기준으로 보았을 때, 소비자들이 높은자율주행 수준까지 지불의사액이 높고 구매하고자 하는 욕구가 크나, 그 이상의 수준에 대해서는 구매 의사가 비교적 작다는 것으로 해석할 수 있다. 즉, 소비자들은 높은자율주행 수준을 기준으로 그 이상에서는 그 효용의 증가 폭이 점차 줄어들었다고 볼 수 있다. 이는 현재 자동차 기업이 자율주행자동차 기술 개발에 박차를 가하고 있으나, 높은자율주행을 기준으로 그 이상의 기술 개

발 투자에 비해 자율주행자동차의 확산이 더딜 것임을 시사한다. 또한 본 연구에서 구한 지불의사액 값을 향후 10년 이내에 완전자율주행자동차의 옵션 가격이 최소 약 5백만원 이상으로 예측되는 것과 비교한다면, 고가의 자율주행자동차 옵션이 빠르게 확산되기는 어려울 것이라고 예측된다.

또한 오류발생가능성이 기존보다 2배 감소할 경우 자율주행자동차 제어장치에 대해서 11,400원의 지불의사가 있으며, 교통사고 감소 비율이 1% 증가할 경우, 29,300원을 지불할 의향이 있는 것으로 나타났다. 상대적 중요도에서와 마찬가지로 소비자들은 안전과 관련된 속성에 많은 지불의사를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 소비자들은 오류발생가능성에 대한 지불의사가 낮은 편으로, 오류발생가능성이 크게 좋아진다 하더라도 소비자들의 자율주행자동차 구매가 큰 영향을 받지 않을 것으로 보인다. 대신 소비자들은 오류발생가능성에 비해 교통사고 감소 비율에 상대적으로 더 많은 지불의사액을 밝혔다. 둘 모두 안전과 관련된 속성이나, 오류발생가능성의 경우 상대적으로 사고가 일어날 가능성이 매우 낮기 때문이라고 추측할 수 있다. 평소 운전시 자동차 기기 오류로 인한 치명적인 사고보다는 도로 상황으로 인해 발생하는 교통사고가 일어날 확률이 훨씬 더 높기 때문이다. 이것은 소비자들이 자율주행자동차의 교통사고 감소 효과를 상당히 크게 평가하고 있다는 것을 의미한다. 즉, 소비자들은 오류발생가능성이 비교적 높더라도 교통사고 감소 효과가 높을 경우 자율주행자동차를 선택할 것임을 시사한다.

특히 소비자들은 교통사고 감소에 대한 지불의사가 매우 큰 것으로 나타났다. 앞으로 자율주행자동차가 사회 전반적으로 도입되고 통신 인프라가 보

급된다면 현재 교통사고의 80%가량을 줄일 수 있을 것이라 기대되고 있다. 소비자들의 교통사고 80% 감소에 대한 지불의사금액은 약 233만원 가량 될 것으로 계산된다. 그러나 이것은 자율주행자동차를 제외한 일반 자동차에도 통신 단말기가 모두 부착된 상황을 가정한 것이다. 현재 V2V(자동차 간 통신) 기술은 보급률이 90% 이상에 도달해야 실효성을 띄기 때문에, V2I(자동차와 도로 간 통신) 서비스부터 먼저 보급이 될 것이라 예상되고 있다. V2I 서비스가 먼저 보급이 된다면 V2I 시스템은 전체 교통사고의 26% 가량을 줄일 수 있을 것이라 기대되고 있다. 따라서 소비자들은 이에 대해 약 62만원의 지불의사금액이 있을 것으로 계산된다. 그러나 이 값에는 자동차의 시스템 제어 장치에 대한 지불의사금액도 포함되어있다고 볼 수 있어, 도로 인프라에 대한 지불의사금액이라고만 보기는 어렵다는 한계가 존재한다.

위의 안전과 관련된 지불의사금액 분석 결과는 앞으로 자율주행자동차의 확산을 위해서는 운전자 편의나 효율적인 운전을 위한 기술, 자율주행자동차의 시스템적인 오류를 낮추는 기술도 중요하지만, 주변 사고 상황에 보다 신속하고 안전하게 대처할 수 있는 기술의 개발을 중점적으로 해야 할 것임을 시사한다. 또한 자율주행자동차 홍보시, 자율주행자동차를 통해서 교통사고를 얼마나 줄일 수 있는지 등을 중점적으로 홍보하는 것이 효과적일 것이라고 할 수 있다.

다음으로, 소비자들의 도로 인프라와 운전시간 감소에 대한 지불의사가 각각 1,200원과 1,000원으로 비교적 낮게 나타났다. 현재 센서 중심의 자율주

행자동차는 높은 수준으로 개발이 이미 이루어졌으나, 상용화를 위해서는 통신 기술이 도입되어야 할 것으로 보고 있다. 통신 기술을 활용하기 위해서는 도로에 이를 가능케 하는 인프라가 필수적으로 구축되어야 한다. 인프라가 구축되지 않을 경우 자율주행자동차의 도로 운행이 어려울 수 있다. 그러나 이에 대해 소비자들의 지불의사액이 비교적 낮은 이유는, 먼저 앞서 언급하였듯이 소비자들이 도로 인프라에 대한 인식이 부족하기 때문이라고 볼 수 있다. 현재 자율주행자동차의 기술은 주변의 장애물을 인지하는 센서 기술 위주로 개발이 이루어지고 있으나, 이는 센서의 고비용으로 인해 상용화가 어려우며, 차량 반경 수 km 이내의 도로 상황을 모두 파악하기는 어렵다. 따라서 앞으로의 자율주행자동차는 통신 기술을 통해 도로 시스템과 연계하는 방향으로 발전할 수 밖에 없다. 현재 정부는 통신 기반의 차세대 지능형 교통체계 시스템을 구축할 계획을 가지고 있는 상황이다. 만약 소비자들의 도로 인프라에 대한 지불의사액이 낮을 경우, 정부가 도로 인프라 구축 및 재원 마련 시 운전자들의 반발을 살 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 정부의 계획이 앞으로 추진력을 얻고, 소비자들의 도로 인프라에 대한 지불의사를 높이기 위해서는 도로 인프라의 중요성과 실효성에 대한 홍보가 이루어져야 할 것으로 보인다.

한편 운전시간 감소에 대한 지불의사가 낮은 이유는 소비자들이 운전시간에 대한 중요도를 높이 평가하고 있지 않기 때문이라고 해석 할 수 있다. 현재 2013년 12월 국토교통부의 차세대 ITS 구축 계획에 따르면(국토교통부, 2013), 2017년부터 고속도로 중심으로 특히 통행량이 많은 고속도로의 사

고가 잦은 구간 및 정체구간에 인프라를 우선적으로 구축할 예정이다. 본 연구에 따르면 소비자들은 교통 정체 개선보다는 교통사고 감소에 대해서 더욱 중요하게 생각하고 있으며 지불의사 또한 높다. 따라서 도로 인프라 구축 시 교통사고 빈도가 높은 구간부터 우선순위를 두고 인프라를 구축하는 방향으로 진행이 되어야 할 것으로 보인다.

4.2.4 직접탄력성

다음으로 각 속성에 대한 직접탄력성을 구한 결과는 [표 12]과 같다.

[표 12] 자율주행자동차의 속성에 대한 직접탄력성

속성	직접탄력성
가격	-1.2374
오류발생가능성	-0.3239
도로인프라	0.0190
교통사고 감소	0.3499
운전시간 감소	0.0045

결과를 보면, 가격과 오류발생가능성의 탄력성의 부호는 양(+)의 값으로, 도로인프라와 교통사고 감소, 운전시간 감소의 부호는 음(-)의 값으로 나왔다. 탄력성 값은 가격에 대해서만 탄력적이며, 나머지 속성에 대해서는 비탄력적인 것으로 나타났다. 가격을 제외한 탄력성의 순서는 교통사고 감소, 오

류발생가능성, 도로인프라, 운전시간 감소의 순으로 나타났다. 즉 직접탄력성 결과에서도 마찬가지로 소비자들이 가격에 대해 가장 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다. 다른 속성 중에서 가격에 대한 속성만 탄력성이 1 이상이기 때문에, 소비자들의 자율주행자동차 선호를 변화시키기 위해서는 가격 유인이 가장 중요할 것임을 보여준다. 즉, 다른 속성들의 수준이 높아진다 하더라도 자율주행자동차의 가격이 소비자들에게 합리적이지 않을 경우 자율주행자동차의 확산이 어려울 것임을 시사한다고 볼 수 있다.

4.2.5 민감도 분석 및 시뮬레이션

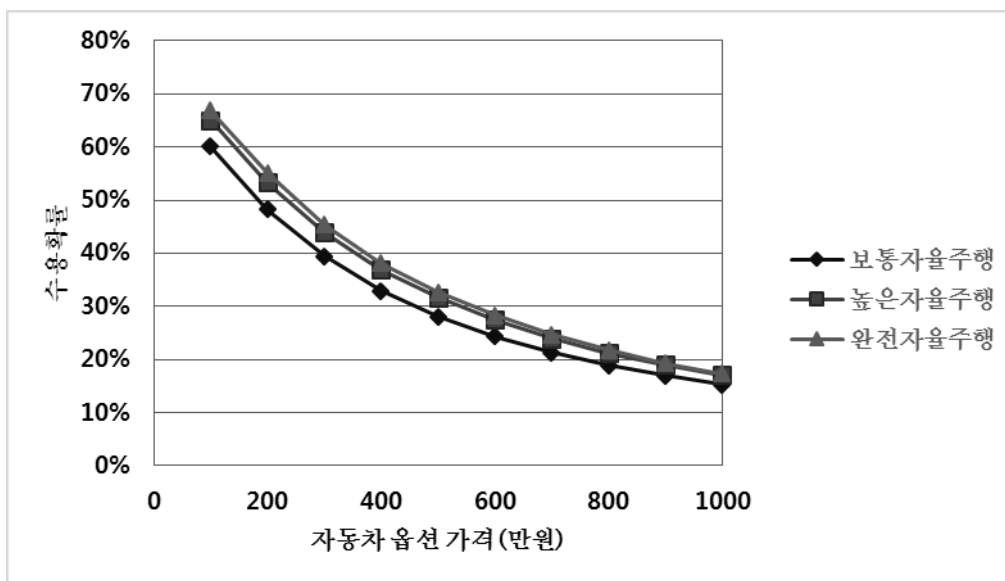
마지막으로 추정 결과를 바탕으로 자율주행자동차의 수용 확률을 계산하고, 각 속성 변화에 따른 수용 확률 변화를 통해 민감도 분석을 실시 하였다. 수용 확률 계산을 위해 자율주행자동차 옵션 가격은 500만원, 일반 자동차 대비 오류 가능성은 동일, 자율주행가능 도로 인프라는 50%, 교통사고 감소율은 50%, 운전시간 감소율은 20%라는 기본적인 시나리오를 가정하였다. 이 때 전체 수용자 중 31.7%가 자율주행자동차를 수용할 것으로 분석되었다. 이는 앞서 기초 설문에서 30.0%의 응답자들이 자율주행자동차를 선택할 것이라고 응답한 결과와 상응한다. 본 연구에서는 기본 시나리오를 기준으로 속성 수준을 변화시킬 때 선택 확률의 변화를 살펴보았다.

먼저, 위에서 살펴보았듯 소비자는 자율주행자동차 구매 시 가격에 가장 민감하게 반응한다는 분석이 있었다. 따라서 자율주행자동차의 확산을 위해

서는 정부와 자동차 기업이 자율주행 기술의 발전을 통한 가격 인하에 초점을 맞추어야 하는 상황이다. 이런 상황에서 자율주행자동차 옵션 가격 변화에 따른 소비자들의 수용 확률 변화 분석은 앞으로 자율주행자동차의 가격을 어느 수준으로 설정해야 할지에 대한 기초 정보를 제공할 수 있을 것이라 기대된다. 또한 오류발생가능성이나 교통사고 감소, 도로 인프라와 같은 속성들은 마찬가지로 자율주행기술에 대한 발전이나 정부의 노력으로 변화가 가능한 속성이다. 따라서 이 속성들에 대한 시나리오 분석은 자율주행자동차의 기술 개발 방향 및 자율주행자동차를 둘러싼 인프라 구축 방향을 수립하기 위한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이라 기대된다.

먼저 [그림 5]에서 자율주행자동차 옵션 가격 변화에 따른 수용 확률 변화를 살펴보았다. 기본적인 시나리오(일반 자동차 대비 오류 가능성: 동일, 도로 인프라: 50%, 교통사고 감소율: 50%, 운전시간 감소율: 20%)에서 자율주행자동차 옵션 가격이 1,000만원에서 100만원가량으로 변할 경우 높은 자율주행 기준으로 선택 확률이 65.1%에서 17.1%로 변화한다. 만약 10년 뒤에 높은자율주행기술의 옵션 가격이 500만원에서 상용화 된다고 한다면, 선택 확률은 31.7% 가량이 될 것으로 예측된다. 사회 전체적으로 보았을 때, 자율주행자동차의 확산 비율이 높을수록 그 교통사고 등으로 인한 사회적 비용도 크게 줄어들게 된다. 현재 이 그래프를 살펴보면 수용 확률이 50%를 넘기려면 자율주행자동차 옵션 가격이 약 200만원 가량으로 줄어들어야 할 것임을 알 수 있다. 미국인을 대상으로 한 J.D. Power and Associates(2012)의 설문 결과와 비교해보면, 해당 보고서에서는 자율주행

자동차의 가격이 기존 차량에 근접할 경우 구입 의향이 있다고 응답한 응답자의 비율은 37%였고, 이 비용에 3,000 달러가 추가될 경우 구매 의향이 있는 응답자는 기존 응답자 비율에서 약 54.1%가 줄어든, 20%라고 나타났다. 본 연구의 결과와 비교해 보면, 본 연구에서 자율주행자동차의 옵션 가격이 0원일 경우, 즉 기존 차량과 동일할 경우 선택 확률은 78.0%이나 옵션 가격이 300만원으로 증가할 경우 45.4%로 감소하였다. 선택확률 값에는 차이가 있으나, 감소 비율은 58.3%로 J.D. Power and Associates(2012)의 연구와 비슷한 감소 비율을 보이는 것을 알 수 있다.



[그림 5] 자율주행자동차 옵션 가격에 따른 수용 확률 변화

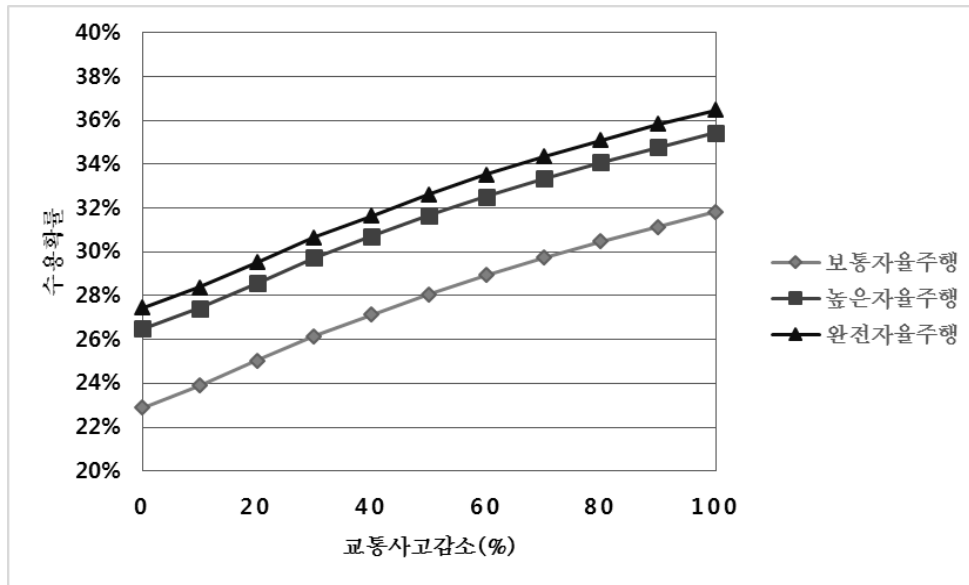
다음의 [표 13]에서는 마찬가지로 기본적인 시나리오(자율주행자동차 옵션

선가격: 500만원, 일반 자동차 대비 오류 가능성: 동일, 도로 인프라: 50%, 교통사고 감소율: 50%, 운전시간 감소율: 20%)에서 오류발생가능성에 따라 자율주행자동차 수용 확률이 어떻게 변화하는지를 살펴보았다. 높은자율주행을 기준으로 보았을 때, 자율주행자동차에서 심각한 사고로 이어질 수 있는 오류발생가능성이 현재 일반자동차에 비해 낮은 경우 수용 확률을 30% 이상으로 유지 된다는 것을 알 수 있다.

[표 13] 자율주행자동차의 오류발생 가능성에 따른 수용 확률 변화

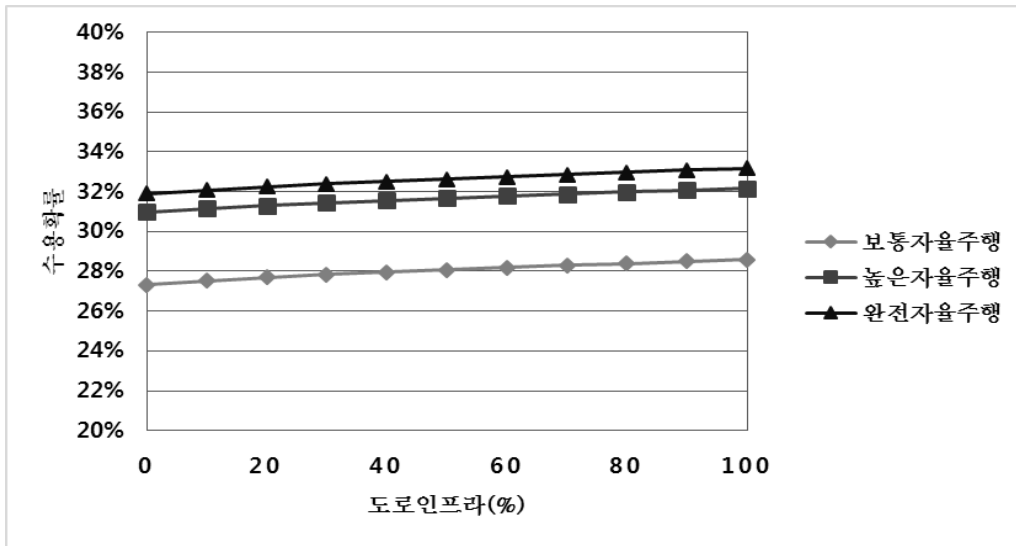
구분	보통자율주행	높은자율주행	완전자율주행
오류발생가능성: 두 배	23.4%	27.5%	28.9%
오류발생가능성: 동일	28.1%	31.7%	32.6%
오류발생가능성: 절반	31.5%	35.2%	36.0%

다음은 교통사고 감소 비율에 따른 수용 확률 변화를 나타낸 것이다 [그림 6]. 자율주행자동차로 인한 교통사고 감소 비율이 0%에서 80%까지 증가할 경우 높은자율주행기준, 선택 확률이 26.5%에서 35.4%까지 증가한다.

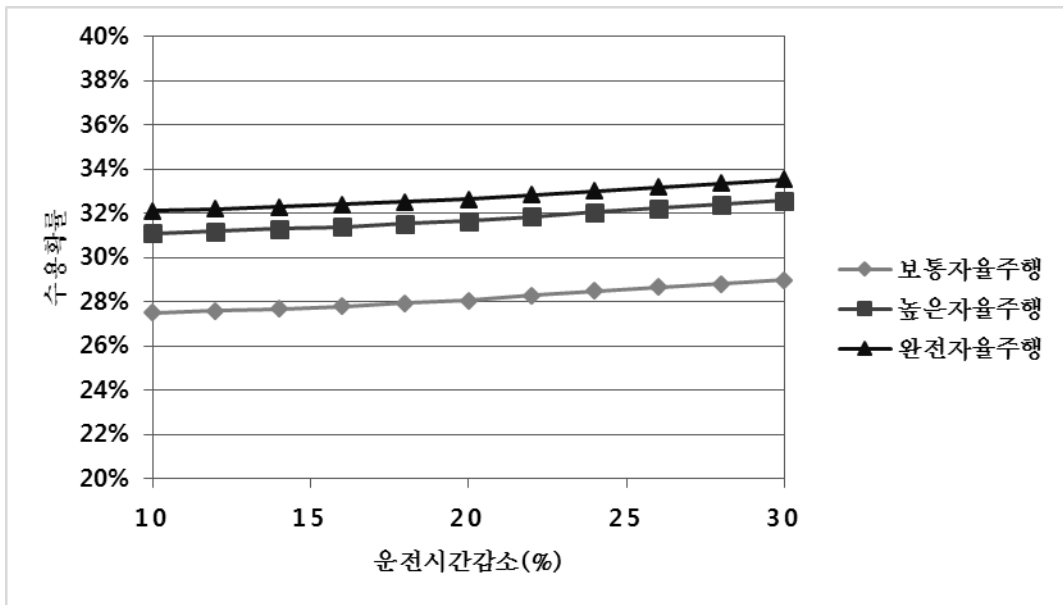


[그림 6] 자율주행자동차의 교통사고 감소 효과에 따른 수용 확률 변화

마지막으로 [그림 7]과 [그림 8]은 각각 도로 인프라와 운전시간 감소에 따른 자율주행자동차 수용확률 변화이다. 앞서 분석했던 것과 마찬가지로 도로 인프라와 운전시간 감소에 대해서는 영향을 거의 받지 않는다는 것을 알 수 있다.



[그림 7] 자율주행자동차의 도로 인프라에 따른 수용 확률 변화



[그림 8] 자율주행자동차의 운전시간 감소 효과 따른 수용 확률 변화

민감도 분석 결과를 종합적으로 살펴보면, 자율주행자동차의 옵션 가격이 소비자의 자율주행자동차 선택에 가장 큰 영향을 미치며, 오류발생가능성과 교통사고 감소 효과가 그 다음으로 영향을 미친다고 볼 수 있다. 반면, 도로 인프라와 운전시간 감소는 자율주행자동차의 선택에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

마지막으로 우리나라의 자율주행자동차 도입 비율을 시뮬레이션을 통해 예측해 보고자 한다. 가격은 IHS Automotive(2014)의 예측 자료를 참고하였다. 이에 따르면 자율주행자동차의 가격은 2025년 7,000달러에서 10,000달러, 2030년 5000달러, 2035년 3,000달러로 예측하고 있다. 오류발생가능성은 Moore & Lu (2011)의 예측을 참고하였다. 이들은 2025년경 자율주행자동차의 오류발생가능성이 일반자동차의 치명적인 사고 발생수준이 될 것이라 예상하였다. 이들은 시간에 따른 “평균 오류 거리(Mean failure distance)”가 S자 곡선의 형태를 띠는 것이라 가정하였다. 이에 따라 2020년에는 자율주행자동차의 오류발생가능성이 현재의 2배, 2030년에는 0.5배가 될 것이라 가정하였다. 다음은 도로 인프라 구축 비율과 교통사고 감소 비율로, 국토교통부(전 국토해양부)와 한국교통연구원의 지능형교통체계 구축 방안 연구를 참고하였다(국토해양부, 2010; 한국교통연구원, 2013). 도로 인프라와 단말기 보급률에 따라 교통사고 감소와 운전시간 감소 효과가 다르게 나타난다. 이들의 연구에서 2020년까지 도로 인프라는 고속도로 50%, 국도 20%, 시가지 25%에 구축을 목표로 하였는데, 이는 전체 도로 비율로 환산하면 25.7%이다. 또한 2020년까지 목표 차량 단말기 보급은

10%로 잡았다. 2025년에는 도로 인프라 구축 목표는 고속도로 100%, 국도 50%, 시가지 50%로 전체 도로의 53.3%에 해당하는 수치이다. 차량 단말기 보급은 50%로 목표를 설정하였다. 마지막으로 2030년에는 도로 대부분에 인프라가 구축될 것으로 목표를 설정하였는데, 본 연구에서는 이를 전체 도로의 70%가 구축될 것이라 가정하였고, 차량 단말기 보급은 70%로 목표를 설정하였다. 한국교통연구원 (2013)에서는 차량단말기 보급률만큼 교통사고의 예방효과가 있을 것으로 보고 있기 때문에 2020년, 2025년, 2030년 각각 교통사고 감소 비율이 10%, 50%, 70%가 될 것으로 설정하였다. 운전시간 감소 비율은 2020년 20%까지 감소할 것으로 예상하는 결과에 따라 (국가경쟁력강화위, 2012) 2020년 10%, 2025년 20%, 2030년 30%가 될 것이라고 가정하였다. 다음의 [표 14]에 5년 단위로 ‘보통자율주행’을 기준으로 자율주행자동차의 도입 비율을 예측해 보았다.

[표 14] 자율주행자동차 도입 비율 예측

구분	2020년	2025년	2030년
가격	700만원	500만원	300만원
오류발생가능성	2배	1배	0.5배
도로인프라	26%	55%	70%
교통사고 감소 비율	10%	50%	70%
운전시간 감소 비율	10%	20%	30%
선택확률	17.9%	31.7%	49.8%

[표 14]의 결과를 보면 보통자율주행자동차를 기준으로 2020년, 2025년, 2030년에 각각 17.9%, 31.7%, 49.8% 가량 선택할 것으로 보인다. 2030년 경이 되어서야 전체 자동차 중 자율주행자동차의 비율이 과반수에 달할 것임을 알 수 있다. 그러나 이러한 결과는 자율주행자동차의 옵션 가격이 급격히 하락하고 도로 인프라 및 차량 통신 단말기 보급이 정부의 계획대로 빠르게 이루어 지는, 즉 매우 낙관적인 경우의 결과를 보여준다. 따라서 실제 결과는 이보다는 낮은 비율일 것이라고 예측된다.

기존 자동차 기술 확산 속도에 근거해 자율주행자동차의 확산 비율을 예측한 Litman (2013)의 결과에서는 2040년 경이 되어서야 자율주행자동차가 자동차 판매량의 50%, 전체 주행되는 차량의 40%에 도달할 것이라고 밝혔다. 본 연구의 결과는 이와 비교했을 때 비슷하거나 약간 더 낙관적인 결과를 보여주고 있다. 따라서 실제로 정부의 계획대로 인프라 구축이 이루어지고 자율주행자동차의 가격 하락이 이루어진다면 자율주행자동차의 확산이 성공적으로 이루어질 것으로 예상된다.

4.2.6 자율주행자동차 인프라 재원 마련 방안 분석

본 연구에서는 자율주행자동차에 대한 소비자의 한계지불의사액을 이용하여 정부의 지능형교통체계 재원 마련 방안에 대한 시사점을 제공하고자 한다. 이에 본 연구에서는 국토교통부의 지능형교통체계 구축 방안 연구와 한국교통연구원의 C-ITS 도입방안 연구를

참고하였다(국토해양부, 2010; 한국교통연구원, 2013).

정부가 현재 계획하고 있는 지능형교통체계의 구축에는 차량과 도로 간 통신 및 차량 간 통신을 가능케 하는 도로 인프라 구축과 차량마다 단말기 탑재를 필요로 한다. 현재 정부에서는 현재 정부에서는 자동차 통신을 가능케 하는 차량단말기 확대보급 지원정책과 도로 인프라 구축에 필요한 재원을 마련해야 하는 상황이다. 그 중 단말기 보급 확대 정책으로는 차량단말기 구입 보조금 지원, 단말기 장착 의무화, 정보 제공 기본 서비스 무료 제공, 단말기 장착 차량 지원 정책 등이, 인프라 재원 마련으로는 승용차 세 등이 고려되고 있다(국토해양부, 2010).

우선 V2I(차량과 인프라 간 통신)를 이용한 교통정보 서비스의 경우 이용 차량의 비율이 20~30% 이상이 되어야, V2V(차량 간 통신)의 경우 최소 90% 이상의 차량에 단말기가 장착되어야 실효성을 가진다(한국교통연구원, 2013). 따라서 우선적으로 V2I 서비스를 중심으로 인프라 구축이 이루어지고 그 뒤에 차량 간 통신 단말기가 보급이 되는 방향으로 정책이 이어질 것으로 예상되고 있다. 한국교통연구원(2013)에 따르면 우선 초기 단계에는 공공 도로 인프라를 공급하고 그 다음 단계에서는 단말기 보급율에 따라 단말기 구입지원 및 무상장착 등을 고려하며, 이후 단계에서는 의무장착을 도입하는 방안을 단계별로 고려하고 있다.

우선 단말기 보급이전에 인프라 구축이 어느 정도 이루어져야 자동차 통신 기술 인프라가 실효성을 가진다. 현재 계획대로라면 2020년까지 도로 인프라가 45.6%가량 구축 될 예상이며 앞으로 연 700~800억 원 이상의

재원이 필요할 것으로 보고 있다(국토해양부, 2010). 한편 한국교통연구원(2013)에서는 2020년까지 전체 도로의 약 25.7%에 인프라가 구축될 것으로 예상하고 있다. 본 절에서는 국토교통부의 예측에 따라 2020년에 도로 인프라 구축률이 26%, 높은자율주행자동차가 700만원대에 상용화가 되며, 이에 따른 교통사고 감소비율이 10%, 운전시간 감소가 10%, 오류발생가능성은 현재 일반 자동차 수준이 될 경우, 소비자들의 자율주행자동차 선택 확률이 20.0%가 될 것이라고 예상된다. 연평균 차량 등록대수가 106만대 가량이므로, 본 연구의 가정에 의하면 연간 자율주행자동차의 차량 등록대수는 약 21.2만대가 될 것이라 예상된다. 이에 도로 인프라가 26% 구축 될 경우에 대한 자율주행자동차 운전자들의 지불의사액을 구하면, 도로 인프라 1% 구축에 대한 한계지불의사액이 1,200원이었으므로, 26%에 1,200원을 곱한 31,200원이 된다. 만약 도로 인프라 26% 구축에 필요한 금액을 자율주행자동차 운전자들로부터 거둔다면, 연간 66억원 가량의 재원을 마련할 수 있게 될 것으로 예측된다.

또한 차량 단말기의 경우, 인프라 구축이 어느정도 구축된 시점 이후에 본격적으로 보급 유도가 이루어질 예정이며, 2030년까지 전체 차량의 70%에 보급하는 것을 목표로하고 있다. 이 때 도로 인프라는 어느 정도 구축되어 있는 상황이기 때문에 교통사고 감소비율은 70% 가량 감소할 수 있을 것이라 보고 있다. 이 때 소비자들의 교통사고 감소 70%에 대한 소비자들의 지불의사는 167만원 가량 된다. 그러나 이 금액은 차량 간 통신을 통한 서비스뿐만 아니라 차량 자체의 제어 시스템에 대한

지불의사액을 포함하고 있기 때문에 이를 그대로 도로 인프라와 차량 단말기 장착에 대한 지불의사로 가정하는 데는 어려움이 있다.

대신 운전시간 감소의 경우 통신 기술을 통해 도로 정보를 획득하여 효율적인 운전이 가능해지므로 발현될 수 있는 속성이다. 따라서 이에 대한 지불의사액을 차량 단말기 보급 재원 마련에 활용하자면, 만약 2030년에 마찬가지로 높은자율주행자동차가 500만원대에 상용화가 되며 도로 인프라 구축률은 70%, 교통사고 감소 비율은 70%, 운전시간 감소는 30%, 오류발생가능성은 현재 일반 자동차 수준일 경우, 소비자들의 자율주행자동차 선택확률은 33.6%가 될 것으로 예상된다. 이 때 자율주행자동차의 차량 등록대수는 연간 약 35.6만대가 되며, 운전시간 감소 10%에 대한 소비자의 지불의사액은 1만원이므로 통신 단말기 보급과 관련하여 연간 35.6억원의 재원을 마련할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 현재 미국의 ITSA(Intelligent Transportation Society of America)에 따르면 차량에 무선 통신을 위한 장비 장착 시 추가 생산비는 대당 100~200달러 정도로 추산되고 있다("V2V technology," 2014). 운전시간 감소 10%에 대한 각 소비자들의 지불의사액은 1만원이고, 교통사고 감소에 대한 소비자들의 지불의사액을 참고할 경우 이 값은 더 높아질 것으로 보인다. 정부에서는 자율주행자동차의 통신 단말기 보급 방안 고려 시 지원금 책정 등에 본 연구의 결과를 참고할 수 있을 것이라 기대된다.

5. 결론 및 시사점

현재 자동차 산업은 IT 기술과의 접목과 함께 이전과는 다른 산업의 형태로 변모하고 있으며, 새로운 고부가가치 산업을 창출하고 있다. 이 가운데 등장한 기술 중 하나인 자율주행자동차는 앞으로 자동차를 둘러싼 환경을 크게 변화시킬 것이라 기대되고 있다. 자율주행자동차는 운전자의 편의를 향상시킬 뿐 아니라 교통사고를 줄이고, 교통 효율성을 높이는 등의 장점이 있어 사회적 비용을 크게 감소시킬 전망이다, 큰 사회적인 변화를 일으킬 것으로 예상된다. 이러한 자율주행자동차의 중요성으로 인해 자동차 기업들은 자율주행 기술에 대한 연구 및 투자를 진행하고 있으며, 각국에서도 자율주행 자동차의 상용화를 위한 통신 기술 인프라 도입 및 제도적 지원에 대해서도 고민하고 있다.

그러나 자율주행자동차의 기술 발전 속도에 비해, 자율주행자동차의 상용화를 위한 인프라와 제도는 부족한 실정이다. 앞으로 자율주행자동차가 등장할 경우 자동차 시장의 구조가 재편될 것이고 자동차 산업에서는 자율주행 자동차 시장을 선점하기 위한 경쟁이 시작될 것이다. 경쟁에서 살아남기 위해서는 자율주행자동차에 대한 소비자의 선호를 먼저 파악하고 그에 맞춘 전략을 구상해야 할 것이다. 또한 정부 입장에서도 자율주행자동차 확산 방안을 고려하는 한편, 자율주행자동차와 관련한 인프라를 얼마나 구축해야 할

지, 이에 필요한 재원은 어떻게 마련해야 할지에 대한 문제를 해결해야 한다.

따라서 자동차 기업과 정부 입장에서 자율주행자동차의 확산을 위해서는 소비자가 자율주행자동차에 대해 어떻게 인식하고 있는지에 대한 분석이 필수적이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기업의 연구개발 및 마케팅 전략과 정부의 정책을 결정하기 위해 필요한 정보를 제공하기 위해 자율주행자동차에 대한 소비자 선호를 분석하였다.

먼저 본 연구는 자율주행자동차에 대한 기초 설문을 통해 아직까지 소비자들이 자율주행자동차에 대한 인식이 낮은 상황이라는 것을 확인하였다. 한편 소비자들이 자율주행자동차에 대해서 교통사고 감소와 연료절감, 운전피로도를 가장 중요하게 생각하고 있었으며, 자율주행자동차를 구매하지 않는 이유는 일반자동차로 충분하거나 기기의 오류를 신뢰하지 못한다는 이유가 가장 컸다.

본 연구의 분석 결과를 정리하면 다음과 같다. 우선 소비자들은 자율주행자동차 구매시 자율주행자동차의 수준을 가장 중요하게 생각하며, 그 다음으로는 가격, 교통사고 감소, 오류발생가능성 순으로 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 한편 도로 인프라와 운전시간 감소에 대해서는 그다지 중요하지 않게 생각하는 것으로 나타났다.

또한 중앙한계지불의사액을 추정 결과, 소비자들은 자율주행자동차 구매시 가격을 가장 중요하게 생각하며, 한계지불의사액도 가장 높은 것으로 나타났다. 소비자가 자율주행자동차의 각 수준에 지불하고자 하는 한계지불의사액은 보통자율주행, 높은자율주행, 완전자율주행에서 각각 740,900원,

1,180,400원, 1,401,500원으로 나타났다. 한편 소비자들은 오류발생가능성이 2배 감소할 때 11,400원의 지불의사가 있었으며, 교통사고 감소 비율 1% 증가에 따라 29,300원을 지불할 의향이 있었다. 한편 소비자들은 도로 인프라와 운전시간 감소에 대해서는 민감하게 반응하지 않으며, 지불의사액도 각각 1,200원과 1,000원으로 상대적으로 낮은 편으로 도출되었다. 예상과 달리 도로 인프라가 중요하게 평가되지 않는 이유는, 자율주행자동차에 대한 소비자들의 인식이 아직 부족하기 때문인 것으로 추측된다. 또한 소비자들은 자율주행자동차 구매 시 운전시간 감소를 크게 기대하지는 않는 것으로 결론지을 수 있다.

또한 본 연구에서는 추정결과를 바탕으로 자율주행자동차의 수용성에 대해 민감도 분석을 시행하였다. 분석 결과, 자율주행자동차의 가격이 수용 확률에 가장 큰 영향을 미치며, 다음으로는 안전과 관련한 속성이 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 앞으로 우리나라의 자율주행자동차 도입 비율을 예상해 본 결과 2020년 17.9%에서 2030년경 49.8%까지 증가할 것으로 예측되었다.

마지막으로 본 연구에서는 자율주행자동차 인프라 재원 마련 방안에 대한 분석을 실시하였다. 2020년까지 도로 인프라가 26%가량 구축 된다면, 앞으로 도로 인프라 구축에 필요한 금액을 자율주행자동차 운전자들로부터 마련할 경우, 연간 66억원 가량의 재원을 마련 가능할 것으로 예측되었다. 또한 2030년까지 통신 단말기가 70%가량 보급되고 운전시간이 10% 가량 감소할 경우 통신 단말기 보급과 관련하여 연간 35.6억원 이상의 재원을 마련할

수 있을 것으로 예상되었다.

본 연구는 앞으로 자율주행자동차의 확산을 위한 판매 전략과 제도적인 문제를 해결하는데 기초 정보를 제공하였다는 데 의의가 있다. 지금까지 자동차에 대한 소비자 선호 분석 연구는 많이 진행되어 왔지만, 자율주행자동차에 대한 소비자 선호 분석 연구는 거의 없는 실정이기 때문이다.

본 연구는 다음과 같은 시사점을 가진다. 먼저 기업의 경우, 본 연구를 자율주행자동차의 기술 개발 전략에 참고할 수 있다. 앞서 살펴보았던 것처럼 소비자들은 자율주행자동차 구매 시 무엇보다도 자율주행자동차의 수준에 민감하게 반응한다는 것이 밝혀졌다. 특히 소비자들은 자율주행자동차의 가격보다도 수준을 중요하게 생각하므로 기업은 고급형 차량뿐만 아니라 보급형 승용차에도 자율주행자동차의 옵션을 추가할 수 있도록 하는 것이 자율주행자동차의 확산에 도움이 될 것으로 보인다. 또한 자율주행자동차 수준이 높을수록 소비자가 느끼는 효용의 차이가 점차 줄어들기 때문에 이를 고려한 소비자가 가장 만족하는 적정 수준의 자율주행자동차를 개발해야 할 것으로 보인다.

또한 소비자들이 현재 자율주행자동차에 대해 지불하고자 하는 금액이 낮은 편인 상황이다. 결국 자동차 기업은 앞으로 무엇보다도 자율주행자동차의 부품 가격 인하에 중점을 두고 기술 개발 및 투자를 실시해야 한다. 또한 소비자마다 가격에 대한 민감하게 반응하는 정도의 차이가 매우 크므로 앞으로 시장 세분화 전략이 필요하다.

또한 자동차 기업은 자율주행자동차에 대한 소비자의 신뢰를 높이기 위해

서 안전 관련 기술 개발에 집중해야 할 것으로 보인다. 소비자들은 안전 관련 속성에 민감하게 반응하기 때문에, 자율주행자동차가 기술적으로 안전하다는 보장이 없다면 자율주행자동차의 판매가 이루어지기 어려울 것으로 보인다. 소비자들은 특히 자동차의 오류발생가능성보다도 교통사고 감소 효과를 크게 평가하고 있기 때문에 자동차의 기기 오류를 줄이는 것도 중요하나, 주변 사고 상황에 보다 신속하고 안전하게 대처할 수 있는 기술 개발에 주력해야 할 것으로 보인다. 또한 자율주행자동차 홍보 전략으로 자율주행자동차의 안전성 강조 전략이 필요하다.

다음으로는 정책적인 시사점이다. 우선 소비자들이 자율주행자동차의 가격을 가장 중요하게 생각하고 있기 때문에, 무엇보다도 자율주행자동차의 부품 가격 하락을 위한 연구에 투자하는 것이 앞으로의 자율주행자동차의 확산에 도움이 될 것이라고 기대된다. 이와 더불어 자율주행자동차를 구매할 예정이 없는 소비자들은 자율주행자동차의 가격보다도 오류발생가능성을 훨씬 더 중요하게 생각하는 것으로 드러났다. 따라서 정부에서 자율주행자동차의 상용화 이전에 자율주행자동차의 안전 테스트 프로그램 등을 실시 등을 통해 안전성을 입증하는 과정이 도입된다면, 소비자들의 자율주행자동차에 대한 신뢰를 높이는데 도움이 될 수 있을 것이라 본다.

정부가 도입을 계획하고 있는 지능형교통체계는 자율주행자동차의 도로 운전의 기반이 될 것이다. 그러나 현재 소비자들은 도로 인프라의 중요성에 대해서 그다지 높게 판단하지 않고 있으며, 한계지불의사액이 매우 낮다. 이러한 상황에서 도로 인프라의 구축은 소비자들의 반발을 일으킬 가능성이

있다. 따라서 앞으로 통신 기술을 통한 교통 정보 시스템의 실효성과 도로 인프라의 필요성에 대한 홍보가 필요할 것으로 보인다.

앞으로 통신 기반 시설이 구축되면 자율주행자동차는 이를 활용하여 교통 정보를 수신하고 도로 상황에 맞게 운전을 할 수 있게 된다. 이는 교통사고 감소와 운전시간 감소로 이어질 수 있다. 현재 소비자들은 도로 인프라와 운전시간 감소에 대한 지불의사액이 낮지만, 교통사고 감소에 대해서는 상대적으로 높은 지불의사를 가지고 있다. 따라서 앞으로 정부는 지능형교통체계 설치시 교통사고가 빈번한 도로를 우선적으로 구축해야 하며, 지능형교통체계 구축에 필요한 재원 마련 시 지능형교통체계의 교통사고 감소의 효과를 최대한 강조하는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

또한 지능형교통체계에는 도로 인프라 구축뿐만 아니라 통신 단말기 보급을 필요로 한다. 도로 인프라의 경우, 정부가 주도적으로 설치를 할 수 있는 반면, 단말기 보급은 자동차 운전자들의 협조를 필요로 한다. 자동차 간 통신 서비스가 어느 정도 실효성을 가지려면 단말기 보급률이 50% 가량 달성되어야 하기 때문에(한국교통연구원, 2013), 단말기 보급을 위한 초반의 정부의 노력이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 그러므로 정부는 앞으로 통신 단말기를 의무적으로 장착할 것인지, 혹은 보조금 지급을 통해 보급률을 늘릴 것인지 등의 유인 정책을 고려해야 한다. 따라서 본 연구에서 구한 한계지불의사액과 자율주행자동차 수용 확률 분석을 통해 얻은 재원 마련 분석 자료는 정부의 보조금 등의 수준 결정에 기초 자료가 될 수 있을 것이라 본다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, 본 설문은 현재 상황을 토

대로 미래 상황을 가정하여 설문을 진행했기 때문에, 본 연구에서 분석한 소비자의 선호 분석 결과가 미래의 실제 소비자 선호를 나타낸다고 말하기에는 다소 부족한 점이 있다. 현재 자율주행자동차가 아직 기술 개발 중이고 상용화에는 시일이 걸릴 것으로 예상되는 시점에서 소비자들은 아직 자율주행자동차에 대한 인식이 부족할 수 밖에 없다. 실제 기초 설문 조사 결과에서도 소비자들은 자율주행자동차에 대한 인식이 아직 부족하다는 것으로 드러났다. 자율주행자동차에 대한 인식이 부족한 상황에서 실시된 설문조사는 실제 자율주행자동차가 등장하게 될 미래의 선호를 나타낸다고 보기에는 어려움이 있다. 따라서 자율주행자동차에 대한 인식이 좀 더 개선된 뒤의 설문 조사를 바탕으로 한 연구가 더욱 정확한 분석을 할 수 있을 것이다.

둘째, 본 설문에서는 자율주행자동차의 속성을 선정함에 있어서 중요하다고 판단되는 속성 6가지를 추출하여 가상의 대안을 구성하였다. 이는 컨조인트 설문 시, 응답자가 고려하는 속성이 너무 많아질 경우 응답자에게 혼란을 일으켜 부정확한 판단을 내릴 수 있기 때문에 이를 고려한 것이다. 그러나 본 연구에서 고려한 속성은 자율주행자동차를 구성하는 속성 중 일부일 뿐, 더 추가적인 속성이 실제 소비자의 선택에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 자율주행자동차의 소비자 선호 분석에 있어서 미처 고려하지 못한 중요한 속성들을 고려한다면 보다 정확한 예측이 가능할 것으로 보인다.

셋째, 본 연구에서는 소비자 특성에 따른 자율주행자동차 구매에 대한 분석이 부족하다. 예를 들어, 소비자의 나이가 많을수록 보수적인 성향이 강해 자율주행자동차에 대한 선호가 낮을 것이라 예상할 수 있다. 이렇듯 소비자

의 특성에 따라 자율주행자동차에 대한 선호도를 분석한다면, 분석 결과를 통해 시장 세분화가 가능해져, 보다 세부적이고 구체적인 기술개발 전략 및 홍보 전략을 세울 수 있을 것이라 기대된다.

마지막으로, 현재 자동차에 통신 기술이 접목되면 교통정보 수집을 위해 차량의 위치 정보가 도로 인프라로 전송되게 된다. 이러한 정보 수집에 대해 소비자들은 프라이버시 침해라고 느낄 수 있으며 차량이 해킹되어 차량의 제어가 불가능해지는 상황에 대해 우려를 가질 수 있다. 그러나 현재 정부에서는 이와 관련한 제도와 규정이 마련되어있지 않은 실정이다. 이러한 문제는 소비자들의 자율주행자동차 선택에 영향을 미칠 것이나 본 연구의 설문에서는 이와 관련한 내용을 포함하지 못했다는 아쉬움이 있다. 앞으로의 후속 연구에서는 관련 사항을 참고한다면 더욱 현실성을 반영하며 정부의 정책에 시사점을 줄 수 있을 것이라 예상된다.

참 고 문 헌

- 국가경쟁력강화위원회. (2012). 스마트 녹색교통 실현과 신성장동력 육성을 위한 지능형교통체계(ITS) 발전전략.
- 국토교통부. (2013). 교통안전과 신시장 창출을 위한 차세대 ITS 활성화 추진. 보도자료(2013.12.26).
- 국토해양부(현 국토교통부). (2012). 자동차·도로교통 분야 지능형교통체계(ITS) 계획 2020.
- 국토해양부. (2010). 차량단말기를 활용한 운행정보 수집제공방안 연구.
- 한국교통연구원. (2013). C-ITS 기술동향 조사 및 국내 도입 방안 연구. 국토교통부.
- Algers, S., Bergström, P., Dahlberg, M., Dillén, J.L., 1998. Mixed logit estimation of the value of travel time, Working Paper, Department of Economics, Upsala University.

Ahn, J., Jeong, G., & Kim, Y. (2008). A forecast of household ownership and use of alternative fuel vehicles: A multiple discrete–continuous choice approach. *Energy Economics*, 30(5), 2091–2104.

Gasser et al. (2013). Legal consequences of an increase in vehicle automation. Bergisch Gladbach:BASt (Bundesanstalt für Straßenwesen). <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2013/723/>

Berkovec, J. (1985). Forecasting automobile demand using disaggregate choice models. *Transportation Research*, 19B (4), 315–329.

Bunch, D. S., Bradley, M., Golob, T. F., Kitamura, R., & Occhiuzzo, G. P. (1993). Demand for clean–fuel vehicles in California: a discrete–choice stated preference pilot project. *Transportation Research*, 27A (3), 237–253.

Calfee, J., Winston, C., & Stempki, R. (2001). Econometric issues in estimating consumer preferences from stated preference data: a case study of the value of automobile travel time. *Review of Economics and Statistics*, 83(4), 699–707.

V2V technology: US unveils plan for cars of the future. (2014, February 3). *ABC15 Arizona*. <http://www.abc15.com/>

Caulfield, B., Farrell, S., & McMahon, B. (2010). Examining individuals preferences for hybrid electric and alternatively fuelled vehicles. *Transport Policy*, 17(6), 381–387.

Dreyfus, M. K., & Viscusi, W. K. (1995). Rates of time preference and consumer valuations of automobile safety and fuel efficiency. *Journal of Law and Economics*, 38(1), 79–105.

Eno Center for Transportation. (2013). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. Washington, DC. <https://www.enotrans.org/store/research-papers/preparing-a-nation-for-autonomous-vehicles-opportunities-barriers-and-policy-recommendations>

Golob, T. F., Bunch, D. S., & Brownstone, D. (1997). A vehicle use forecasting model based on revealed and stated vehicle type choice and utilisation data. *Journal of Transport Economics and Policy*, 31(1), 69–92.

- Greenlees, J. S. (1980). Gasoline prices and purchases of new automobiles. *Southern Economic Journal*, 47(1), 167–178.
- Ewing, G., & Sarigöllü, E. (2000). Assessing consumer preferences for clean–fuel vehicles: a discrete choice experiment. *Journal of Public Policy & Marketing*, 19(1), 106–118.
- Hackbarth, A., & Madlener, R. (2013). Consumer preferences for alternative fuel vehicles: A discrete choice analysis. *Transportation Research*, 25D, 5–17.
- Hensher, D. A. (2001). The valuation of commuter travel time savings for car drivers: evaluating alternative model specifications. *Transportation*, 28(2), 101–118.
- Hess, S., Ben–Akiva, M., Gopinath, D., & Walker, J. (2011). Advantages of latent class over continuous mixture of logit models. Technical report. Working paper, University Press, Harrisburg.

Hoen, A., & Geurs, K. T. (2011). The influence of positionality in car-purchasing behaviour on the downsizing of new cars. *Transportation Research*, 16D (5), 402–408.

IHS Automotive. (2014). Emerging technologies: autonomous cars—not if, but when. Colorado. http://orfe.princeton.edu/~alaink/SmartDrivingCars/PDFs/IHS%20_EmergingTechnologies_AutonomousCars.pdf

J.D. Power and Associates. (2012). 2012 U.S. Automotive Emerging Technologies Study. California.

Kilian, L., & Sims, E. R. (2006). The effects of real gasoline prices on automobile demand: a structural analysis using micro data. Working Paper, University of Michigan.

Kim, Y., Jeong, G., Ahn, J., & Lee, J. D. (2006). Analysis on the business strategy and policy for the alternative fuel vehicle: using stated preference data. Paper published in *Technology Management for the Global Future, 2006. PICMET 2006*, 3, 1440–1449.

- Lee, J., & Cho, Y. (2009). Demand forecasting of diesel passenger car considering consumer preference and government regulation in South Korea. *Transportation Research*, 43A (4), 420–429.
- Litman, T. A. (2013). Autonomous vehicle implementation predictions: implications for transport planning. *Victoria Transport Policy Institute*.
- Mabit, S. L., & Fosgerau, M. (2011). Demand for alternative-fuel vehicles when registration taxes are high. *Transportation Research*, 16D (3), 225–231.
- McCarthy, P. S. (1990). Consumer demand for vehicle safety: an empirical study. *Economic Inquiry*, 28(3), 530–543.
- McCarthy, P. S., & Tay, R. S. (1998). New vehicle consumption and fuel efficiency: a nested logit approach. *Transportation Research*, 34E (1), 39–51.

McFadden, D. (1973). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In P. Zarembka (Ed.). *Frontiers in econometrics*. New York: Academic Press.

Molin, E., Aouden, F., & van Wee, B. (2007). Car drivers' stated choices for hydrogen cars: evidence from a small-scale experiment. *Transportation Research Board 86th Annual Meeting*. Washington D.C.

Moore, M. M., & Lu, B. (2011). Autonomous vehicles for personal transport: A technology assessment. SSRN eLibrary, <http://ssrn.com/paper=1865047>

NHTSA(national Highway Traffic Safety Administration). (2010). Frequency of target crashes for IntelliDrive safety systems. Washington, DC. <http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NVS/Crash%20Avoidance/Technical%20Publications/2010/811381.pdf>

NHTSA. (2013). Preliminary statement of policy concerning automated vehicles. Washington, DC. http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf

Potoglou, D., & Kanaroglou, P. S. (2007). Household demand and willingness to pay for clean vehicles. *Transportation Research*, 12D (4), 264–274.

Shin, J., Hong, J., Jeong, G., & Lee, J. (2012). Impact of electric vehicles on existing car usage: A mixed multiple discrete–continuous extreme value model approach. *Transportation Research*, 17D (2), 138–144.

Train, K. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge university press.

Volvo Trucks. (2013). European accident research and safety report 2013. Göteborg.

Winston, C., & Mannering, F. (1984). Consumer demand for automobile safety. *The American Economic Review*, 74(2), 316–319.

부록: 설문지

아래의 설문지는 본 연구에서 사용한 데이터를 중심으로 편집된 것이다. 설문은 자율주행자동차에 대한 인지도 및 필요성과 관련된 기본적인 질문, 자율주행자동차에 대한 컨조인트 설문, 그리고 인구통계학적 질문 등으로 구성되어 있다.



208 SAJIK-DONG JONGRO-GU SEOUL, KOREA / 110-054 TEL(02)3702-2100 / FAX(02)3702-2121/E-mail info @gallup.co.kr / internetwww.gallup.co.kr
affiliated with GALLUPINTERNATIONAL

GMR 2014-141-009

첨단기술 제품에 대한 수용도 조사

--	--	--	--

안녕하십니까? 저는 시장조사 전문기관인 한국갤럽조사연구소 면접원 ○○○입니다.

한국갤럽조사연구소에서는 서울대학교 기술경영경제정책 대학원의 의뢰로 일반국민 여러분의 **첨단기술 제품에 대한 태도와 수용도를** 알아보고 있습니다. 본 질문에는 맞고 틀리는 답이 없으며, 이런 의견을 갖고 있는 사람이 몇 퍼센트 (%)라는 식으로 통계를 내는데에만 사용되며, 그 외의 목적에는 절대로 사용되지 않으니 평소 생각대로 응답해 주시면 됩니다. 또한, 귀하께서 응답해 주신 내용은 통계법(제13조, 제14조)에 따라 통계목적외로만 사용되며, 귀하의 의견은 철저히 보호됨을 약속드립니다. 바쁘시겠지만, 조사에 협조해 주시면 대단히 감사드리겠습니다.

2014년 5월
한국갤럽조사연구소
박 무 익

실사 담당 : 전정근 대리 (02-3702-2689)

먼저, 응답자 선정 질문입니다.

SQ1. 성 : 1. 남자 2. 여자

SQ2. 실례지만, 귀하의 현재 나이는 만으로 어떻게 되세요?

만 세 → **만20~59세 사이만 조사진행**

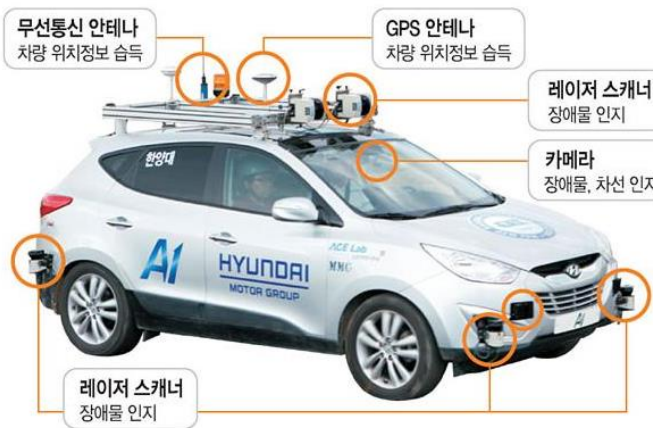

SQ3. 지역 I :

- | | | |
|----------------|-------|----------------|
| 1. 서울 | 2. 인천 | 3. 신도시(경기도 일산) |
| 4. 신도시(경기도 분당) | 5. 부산 | 6. 대구 |
| 7. 광주 | 8. 대전 | |

D. 자율주행 자동차 수용도

다음은 자율주행 자동차에 대한 질문입니다. 다음 설명문을 잘 읽고 질문에 응답해 주십시오.

▣ 자율주행 자동차 설명문

<p>자율주행 자동차 정의</p>	<p>① 자율주행자동차란, (운전자나 승객이 탄 상태에서) 운전자의 개입없이 주변 환경을 인식하고, 주행 상황을 판단하여, 차량을 제어함으로써 스스로 주어진 목적지까지 주행하는 자동차임. ② 자율주행자동차는 주변 돌발 상황을 인간보다 빠르게 인식하고 차량을 제어하여, 교통사고를 줄이고, 효율적인 운전을 통해 연료를 절감하고 운전시간을 절약할 뿐 아니라, 운전을 대신 해줌으로써 운전자의 편의를 증대시킬 수 있음. ③ 그러나, 현재 자율주행자동차에 탑재되는 각종 부품의 가격이 비싸고 도로 및 관련 인프라나 법적인 환경이 미비하며, 자동차의 시스템 오류 확률 및 안전성에 대한 인식이 아직 부족해, 상용화까지는 상당한 시간이 걸릴 것으로 예상됨.</p>
<p>자율주행 자동차 예시 1</p>	<p>현재 현대자동차에서 연구 중인 자율주행 자동차</p> <p>자율주행자동차 구성</p>  <p>무선통신 안테나 차량 위치정보 습득</p> <p>GPS 안테나 차량 위치정보 습득</p> <p>레이저 스캐너 장애물 인지</p> <p>카메라 장애물, 차선 인지</p> <p>레이저 스캐너 장애물 인지</p>
<p>자율주행 자동차 예시 2</p>	<p>현재 구글에서 연구 중인 자율주행 자동차</p> <p>구글 무인자동차 제원</p>  <p>광선 레이더 차량 천장에 탑재된 레이저 거리-이동 감지장치. 회전하는 센서가 지붕에 달려 있다.</p> <p>컴퓨터 운행과 관련된 정보를 수집하고 구글 서버와 교신하면서 조종을 지시.</p> <p>비디오카메라 실내 백미러에 장착돼 부착된 센서가 교통신호기 변화 등 차량 주변의 작은 움직임까지 측정해 지도상에 정확한 위치를 표시하도록 돕는다.</p> <p>수동 조작 전환 장치 비상 시 빨간색 버튼을 누르면 수동조작이 가능.</p> <p>위치 파악기 차량의 운동 상태를 감지하고 운전조작 정보를 처리.</p> <p>전파 탐지기 차량으로부터 사물이 떨어져있는 정도와 주위 장애물의 이동을 감지.</p>

문1. 귀하께서는 평소 자동차에 대해 어느 정도 관심을 갖고 계십니까?

전혀 없다	없는 편이다	보통이다	많은 편이다	매우 많다
1	2	3	4	5

문2-1. 현재 귀하께서는 자동차 운전면허가 있으십니까?

1. 예 (있다) 2. 아니오 (없다)

문2-2. 그럼, 귀하께서는 평소에 자동차를 직접 운전하고 계십니까? 귀하 또는 귀 닥 소유의 차가 아니어도 되며, 자동차를 직접 운전하시는 여부를 묻는 질문입니다.

1. 예 (운전한다) 2. 아니오 (운전하지 않는다) → **문3.으로 기십시오**

문2-3. (문2-2에서 1. 운전한다에 응답한 경우만 응답해 주십시오) 그럼, 귀하의 운전경력은 대략 몇 년이나 됩니까?

운전경력은 대략 년 정도 임.

문3. (전체 응답자 모두 응답해 주십시오.) 현재 귀하 또는 귀 닥에서는 자동차를 보유하고 있습니까?

1. 예 (있다) 2. 아니오 (없다) → **문4.로 기십시오.**

문3-1. (문3.에서 1. 예에 응답한 경우만 응답해 주십시오.) 현재 귀하(또는 귀 닥) 자동차의 사양에 응답해 주십시오. 자동차가 2대 이상인 경우, 주사용 차량을 기준으로 응답해 주십시오.

- 1) 차종
 ① 일반 승용차-경차/소형차 ② 일반 승용차-준중형/중형 ③ 일반 승용차-대형 ④ RV/SUV

2) 구입가격 :
 천 백만원 정도에 구입

3) 연평균 주행거리 :
 만 천 Km 정도 주행

문4. 향후 귀하의 자동차 구매 의향은 다음 중 어디에 해당 됩니까?
 현재 및 향후 운전의향 및 현재 귀하의 차량상태 등 모든 점을 고려하여 응답해 주십시오. (단답)

1. 1~2년 이내에 자동차 구매의향 있음
 2. 3~5년 이내에 자동차 구매의향 있음
 3. 6~10년 이내에 자동차 구매의향 있음
 4. 자동차 구매의향은 있으나, 구매 시기는 미정(불확실)임.
 5. 자동차 구매의향 없음 → **문5.로 기십시오.**

문4-1. 그럼, 구매 의향이 가장 많은 자동차 차종은 어떻게 됩니까? (단답)

- ① 일반 승용차-경차 (배기량 1,000cc 미만 : 기아 레이/모닝, 쉼보레 스파크 등)
 ② 일반 승용차-소형차 (배기량 1,000cc 이상~1,600cc 미만 : 현대 액센트, 기아 프라이드, 쉼보레 아베오 등)
 ③ 일반 승용차-준중형차 (배기량 1,300cc 이상~1,600cc 이하 : 현대 아반떼, 기아 K3, 르노삼성 SM3 등)
 ④ 일반 승용차-중형차 (배기량 1,600cc 이상~2,000cc 미만 : 현대 소나타, 기아 K5, 쉼보레 말리부 등)
 ⑤ 일반 승용차-대형차 (배기량 2,000cc 이상 : 현대 제네시스/에쿠스, 기아 K7/9, 쉼보레 알파온 등)
 ⑥ RV 차량(레저형 차량 : 현대 산티페/투싼, 기아 쏘렌토/스포티지, 쉼보레 올랜도/캠피바, 르노삼성 QM5/QM3 등)

문5. (전체 응답자 모두 응답해 주십시오.) 귀하께서는 오늘 이전에 자율주행 자동차에 대해 어느 정도 알고 계셨습니까?

전혀 모른다	모르는 편이다	보통이다	아는 편이다	매우 잘 안다
1	2	3	4	5

문6. 다음은 자율주행 자동차의 주요 기능에 대한 질문입니다. 제시한 4가지 기능이 어느 정도 유용하다고 생각하시는지 각각 응답해 주십시오.

전혀 중요하지 않다	중요하지 않은 편이다	보통이다	중요한 편이다	매우 중요하다
1	2	3	4	5

- 1. 운전 피로도 감소
- 2. 교통사고 감소
- 3. (목적지까지 가는) 운전시간 감소
- 4. 연료 절감

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

문7. 그럼, 귀하께서는 자율주행 자동차의 가장 중요한 기능은 무엇이라고 생각하십니까? (단답)

- 1. 운전 피로도 감소
- 2. 교통사고 감소
- 3. (목적지까지 가는) 운전시간 감소
- 4. 연료 절감
- 5. 기타 (구체적으로 응답해 주십시오 : _____)

문8. 귀하께서는 향후 자율주행 자동차를 구입하실 의향이 어느 정도 있으십니까?

전혀 없다	없는 편이다	보통이다	많은 편이다	매우 많다
1	2	3	4	5

문8-1. (문8.에서 1 또는 2. 구입의향 없음에 응답한 경우만 응답해 주십시오.)

그럼, 귀하께서 자율주행 자동차 구입 의향이 없으신 가장 큰 이유는 무엇입니까? (단답)

- 1. 운전을 하지 않아서
- 2. 현재 일반 승용차로 충분해서
- 3. 기기의 오류를 신뢰하지 못해서(직접 운전하는 것이 안전할 것 같아서)
- 4. 자율주행자동차 가격이 너무 비쌀 것 같아서
- 5. 가격 대비 효율이 떨어질 것 같아서
- 6. 기타 (구체적으로 응답해 주십시오 : _____)

문9-1. (전체 응답자 모두 응답해 주십시오.)

만약, 귀하께서 자율주행 자동차를 구입하신다면, 다음 중 어떤 차량을 구입하시겠습니까?
자율주행 자동차 옵션 가격은 약 500만원에서 1,000만원 사이로 예상됩니다. (단답)

- 1. 일반 승용차경차 (배기량 1,000cc 미만 : 기아 레이/모닝, 쉼보레 스파크 등)
- 2. 일반 승용차소형차 (배기량 1,000cc 이상~1,600cc 미만 : 현대 엑센트, 기아 프라이드, 쉼보레 아베오 등)
- 3. 일반 승용차중형차 (배기량 1,300cc 이상~1,600cc 이하 : 현대 아반떼, 기아 K3, 르노삼성 SM3 등)
- 4. 일반 승용차중형차 (배기량 1,600cc 이상~2,000cc 미만 : 현대 소나타, 기아 K5, 쉼보레 말리부 등)
- 5. 일반 승용차대형차 (배기량 2,000cc 이상 : 현대 제네시스에쿠스, 기아 K7/9, 쉼보레 알페온 등)
- 6. RV 차량레저형 차량 : 현대 산타페/투싼, 기아 쏘렌토/스포티지, 쉼보레 올랜도캠핑바, 르노삼성 QM5/QM3 등)
- 7. 기타 (구체적으로 응답해 주십시오 : _____)

문9-2. 그럼, 귀하께서 자율주행 자동차를 구입하신다면, 자율주행 자동차를 주로 어떤 용도로 사용하시겠습니까? (단답)

- 1. 출, 퇴근(등, 하교)용
- 2. 영업/업무용
- 3. 쇼핑/외출용
- 4. 나들이용
- 5. 레저/여행용
- 6. 기타 (구체적으로 응답해 주십시오 : _____)

자율주행 자동차 선호도 질문 안내문

1. 지금부터는 **자율주행 자동차에 대한 유형별 선호도**를 묻는 질문입니다.
2. 응답하실 유형별 선호도 질문은 **자율주행 자동차 설명문**(자율주행 자동차의 여러 속성과 속성별 수준에 대한 설명)과 **자율주행 자동차 유형별 선호도 질문**이 제시됩니다. 귀하께서는 **설명문을 숙지**하시고, **자율주행 자동차 유형별 선호도**(① 선호 순위와 ② 가장 선호하는 유형 1개 선택)에 **응답**해 주시면 됩니다.

■ 자율주행 자동차 유형 속성 및 수준 설명문

속성		속성 설명 및 수준
1. 자율주행 자동차 옵션 가격	설명	최초 차량 가격에 차량에 자율주행 옵션 추가시 발생하는 비용 예 : 일반차량 가격 3천만원에 자율주행 옵션 추가에 600만원이 소요되는 경우, 차량 가격은 3,600만원임.
	수준 (3개)	① 400만원 ② 600만원 ③ 800만원
2. 자율주행 수준	설명	완전 자율주행부터 보통 자율주행까지 3단계로 구분
	수준 (3개)	① 보통 자율주행 : 운전자가 속도를 입력하면 자동차 스스로 속도와 차량 간격을 조정함 (운전자는 지속적으로 자동차를 주시해야 함) ② 높은 자율주행 : 대체적으로 자동차가 주행을 제어함 (특정 상황(고속도로 등)에서 운전자가 지속적으로 자동차를 주시할 필요 없음) ③ 완전 자율주행 : 대부분의 상황에서 자동차가 자율적으로 주행을 제어함 (대부분의 경우, 운전자는 자동차를 주시할 필요가 없음)
3. 일반 자동차 대비 오류 발생 가능성	설명	만약 자율주행 자동차 시스템에 치명적인 오류가 발생할 경우, 심각한 사고가 발생할 가능성이 있음. 현재 일반 자동차 치명적인 오류발생 가능성 대비 자율주행 자동차 시스템에 오류가 발생할 가능성 수준
	수준 (3개)	① 두배 (현재 일반 자동차보다 오류 가능성이 2배 높음 - 위험) ② 동일 (현재 일반자동차 오류 가능성과 동일) ③ 절반 (현재 일반 자동차보다 오류 가능성이 50% 정도 낮음 - 더욱 안전)
4. 자율주행 가능 도로 인프라 수준	설명	현재 도로 전체를 100으로 했을 때, 자율주행 자동차를 운전할 수 있는 도로의 비율
	수준 (3개)	① 30% (현재 자동차 도로의 30% 정도에서 자율주행 자동차 운전 가능) ② 50% (현재 자동차 도로의 50% 정도에서 자율주행 자동차 운전 가능) ③ 70% (현재 자동차 도로의 70% 정도에서 자율주행 자동차 운전 가능)
5. 교통사고 감소비율	설명	자율주행 자동차 시스템은 도로 위의 교통사고, 장애물 등의 위험상황에 대한 정보를 인식하고 사람보다 빠르고 정확하게 반응하므로, 교통사고를 방지할 수 있음. (예 : 차량 추돌 방지, 교차로 충돌사고 예방, 차로 변경 및 추월 도용 등에 대한 정보가 전달되어 미연에 교통사고 예방가능 등) 현재 교통사고 가능성을 100으로 했을 때, 자율주행 자동차의 교통사고 감소 효과
	수준 (3개)	① 20% (교통사고 감소효과가 가장 작음) ② 50% ③ 80% (교통사고 감소효과가 가장 큼)
6. 운전시간 감소비율	설명	자율주행 자동차가 교통 상황을 인지하고, 효율적으로 운전을 하여 감소되는 운전 시간량
	수준 (3개)	① 10% 감소 (1시간 운전 시 6분 감소) ② 20% 감소 (1시간 운전 시 12분 감소) ③ 30% 감소 (1시간 운전 시 18분 감소)

다음 페이지는 **자율주행 자동차 유형별 선호도**를 묻는 질문입니다.

지금부터 앞에서 설명드린 자율주행 자동차 속성을 조합하여 구성된 **가상의 자율주행 자동차 유형이 3개가 동시에** 제시됩니다. 귀하께서는 ① 선호하는 순서대로 **순위를 1위부터 3위까지** 응답해 주시고, ② 선호하는 자율주행 자동차 없음이 포함된 4개의 자율주행 자동차 유형 중, **가장 선호하는 유형 하나에 O표**해 주시면 됩니다.

(만약, 제시된 3개의 자율주행 자동차 중 마음에 드는 유형이 없는 경우, **“비선택”** 응답란에 **O표**해 주시면 됩니다.)

※ 제시한 6개의 자율주행 자동차 속성 이외의 **다른 모든 속성은 서로 동일한 것으로 가정**하고 응답해 주십시오.

문10-1. ① 다음 3개의 자율주행 자동차 유형 중, 선호 순위를 1위부터 3위까지 응답해 주시고, ② 선호하는 자율주행 자동차 없음이 포함된 4개의 자율주행 자동차 유형 중, 가장 선호하는 유형 하나에 O표해 주십시오

자율주행 자동차 속성 구분	유형 A	유형 B	유형 C	비선택
1. 자율주행 자동차 옵션 가격	400만원	600만원	800만원	선호하는 자율주행 자동차 없음
2. 자율주행 수준	완전 자율주행	보통 자율주행	높은 자율주행	
3. 일반 자동차 대비 오류 가능성	동일	절반	두배	
4. 자율주행 가능 도로 수준	70%	50%	70%	
5. 교통사고 감소비율	50%	80%	80%	
6. 운전시간 감소비율	20%	20%	10%	
① 선호 순위 응답란 (1위부터 3위까지 응답 →)				
② 가장 선호하는 유형 응답란 (4개 중 하나에 O표 →)	유형 A	유형 B	유형 C	비선택

문10-2. ① 다음 3개의 자율주행 자동차 유형 중, 선호 순위를 1위부터 3위까지 응답해 주시고, ② 선호하는 자율주행 자동차 없음이 포함된 4개의 자율주행 자동차 유형 중, 가장 선호하는 유형 하나에 O표해 주십시오

자율주행 자동차 속성 구분	유형 A	유형 B	유형 C	비선택
1. 자율주행 자동차 옵션 가격	400만원	600만원	800만원	선호하는 자율주행 자동차 없음
2. 자율주행 수준	보통 자율주행	높은 자율주행	완전 자율주행	
3. 일반 자동차 대비 오류 가능성	두배	동일	절반	
4. 자율주행 가능 도로 수준	50%	50%	30%	
5. 교통사고 감소비율	50%	20%	50%	
6. 운전시간 감소비율	30%	10%	10%	
① 선호 순위 응답란 (1위부터 3위까지 응답 →)				
② 가장 선호하는 유형 응답란 (4개 중 하나에 O표 →)	유형 A	유형 B	유형 C	비선택

문10-3. ① 다음 3개의 자율주행 자동차 유형 중, 선호 순위를 1위부터 3위까지 응답해 주시고, ② 선호하는 자율주행 자동차 없음이 포함된 4개의 자율주행 자동차 유형 중, 가장 선호하는 유형 하나에 O표해 주십시오

자율주행 자동차 속성 구분	유형 A	유형 B	유형 C	비선택
1. 자율주행 자동차 옵션 가격	400만원	600만원	800만원	선호하는 자율주행 자동차 없음
2. 자율주행 수준	완전 자율주행	보통 자율주행	높은 자율주행	
3. 일반 자동차 대비 오류 가능성	동일	절반	두배	
4. 자율주행 가능 도로 수준	50%	70%	50%	
5. 교통사고 감소비율	80%	50%	50%	
6. 운전시간 감소비율	10%	10%	20%	
① 선호 순위 응답란 (1위부터 3위까지 응답 →)				
② 가장 선호하는 유형 응답란 (4개 중 하나에 O표 →)	유형 A	유형 B	유형 C	비선택

문10-4. ① 다음 3개의 자율주행 자동차 유형 중, 선호 순위를 1위부터 3위까지 응답해 주시고, ② 선호하는 자율주행 자동차 없음이 포함된 4개의 자율주행 자동차 유형 중, 가장 선호하는 유형 하나에 O표해 주십시오.

자율주행 자동차 속성 구분	유형 A	유형 B	유형 C	비선택
1. 자율주행 자동차 옵션 가격	400만원	600만원	800만원	선호하는 자율주행 자동차 없음
2. 자율주행 수준	보통 자율주행	높은 자율주행	완전 자율주행	
3. 일반 자동차 대비 오류 가능성	두배	동일	절반	
4. 자율주행 가능 도로 수준	30%	30%	50%	
5. 교통사고 감소비율	20%	50%	20%	
6. 운전시간 감소비율	10%	30%	30%	
① 선호 순위 응답란 (1위부터 3위까지 응답 →)				
② 가장 선호하는 유형 응답란 (4개 중 하나에 O표 →)	유형 A	유형 B	유형 C	비선택

문10-5. ① 다음 3개의 자율주행 자동차 유형 중, 선호 순위를 1위부터 3위까지 응답해 주시고, ② 선호하는 자율주행 자동차 없음이 포함된 4개의 자율주행 자동차 유형 중, 가장 선호하는 유형 하나에 O표해 주십시오.

자율주행 자동차 속성 구분	유형 A	유형 B	유형 C	비선택
1. 자율주행 자동차 옵션 가격	400만원	600만원	800만원	선호하는 자율주행 자동차 없음
2. 자율주행 수준	높은 자율주행	완전 자율주행	보통 자율주행	
3. 일반 자동차 대비 오류 가능성	절반	두배	동일	
4. 자율주행 가능 도로 수준	70%	30%	30%	
5. 교통사고 감소비율	20%	20%	80%	
6. 운전시간 감소비율	30%	20%	30%	
① 선호 순위 응답란 (1위부터 3위까지 응답 →)				
② 가장 선호하는 유형 응답란 (4개 중 하나에 O표 →)	유형 A	유형 B	유형 C	비선택

문10-6. ① 다음 3개의 자율주행 자동차 유형 중, 선호 순위를 1위부터 3위까지 응답해 주시고, ② 선호하는 자율주행 자동차 없음이 포함된 4개의 자율주행 자동차 유형 중, 가장 선호하는 유형 하나에 O표해 주십시오.

자율주행 자동차 속성 구분	유형 A	유형 B	유형 C	비선택
1. 자율주행 자동차 옵션 가격	400만원	600만원	800만원	선호하는 자율주행 자동차 없음
2. 자율주행 수준	높은 자율주행	완전 자율주행	보통 자율주행	
3. 일반 자동차 대비 오류 가능성	절반	두배	동일	
4. 자율주행 가능 도로 수준	30%	70%	70%	
5. 교통사고 감소비율	80%	80%	20%	
6. 운전시간 감소비율	20%	30%	20%	
① 선호 순위 응답란 (1위부터 3위까지 응답 →)				
② 가장 선호하는 유형 응답란 (4개 중 하나에 O표 →)	유형 A	유형 B	유형 C	비선택

자료 분류용 질문입니다.

- D1. 실례지만, **귀하의 직업**은 무엇입니까?
1. 자영업 (종업원 9명이하 소규모업소 주인/가족중사자)
 2. 판매/서비스직 (상점점원, 세일즈맨 등)
 3. 기능/숙련공 (운전자, 선반목공, 숙련공 등)
 4. 일반직업직 (토목 현장직업/청소/수위/육체노동 등)
 5. 사무기술직 (일반회사 사무직/기술직, 교사 등)
 6. 경영/관리직 (5급 이상 공무원/기업체 부장 이상 등)
 7. 전문/자유직 (대학교수의/사변호사/예술가/종교가 등)
 8. 전업주부
 9. 학생
 10. 무직
 11. 기타 (구체적으로 응답해 주십시오: _____)

- D2. 실례지만, 귀하께서는 **학교**를 어디까지 마쳤습니까?
1. 초등학교 졸업 이하 2. 중학교 졸업 3. 고등학교 졸업 4. 대학 재학졸업 5. 대학원 재학졸업 이상

- D3. 귀하께서 살고 계신 **주택의 보유 형태**는 다음 중 어디에 해당됩니까?
1. 자가 2. 전/월세 3. 기타 (구체적으로 응답해 주십시오)

- D4. ① 현재 귀하와 **함께 살고 계신 가족**은 모두 몇 명입니까? 응답자 본인을 포함한 가족 수를 응답해 주십시오.
 ② 그럼, 귀하와 함께 살고 계신 가족 중, **만 60세 이상, 초중고생, 미취학아동과 그 외 가족**은 각각 몇 명이나 됩니까?

구분		응답란
① 같이 살고 있는 가족 수 (응답자 본인 포함)		<input type="text"/> 명
② 같이 살고 있는 가족구성 (합계가 ①과같음)	- 응답자 본인	1 명
	- 만 60세 이상 가족 수	<input type="text"/> 명
	- 초중고생 가족 수	<input type="text"/> 명
	- 미취학 아동 가족 수	<input type="text"/> 명
	- 그 외 가족 수	<input type="text"/> 명

- D5. 현재 귀 닥의 **월평균 소득 수준**은 얼마나 됩니까? 세금은 제외한 **보너스, 이자수입** 등 모든 수입을 합해서 응답해 주십시오.
1. 99만원 이하 2. 100만원~149만원 이하 3. 150만원~199만원 이하 4. 200만원~249만원 이하
 5. 250만원~299만원 이하 6. 300만원~399만원 이하 7. 400만원~499만원 이하 8. 500만원~699만원 이하
 9. 700만원~999만원 이하 10. 1,000만원 이상

면 접 후 기 록			
응답자 성명		응답자 연락처	
조 사 일 시	5월 ___일 ___시	면접원 성명	(ID: _____)
실사 검증원	(ID: _____)	실사 연구원	(ID: _____)

Abstract

Since the advent of the automobile, the automobile industry undergoes a complete change currently. Through the integration of the automobile technology and IT technology, it is expected that new automobile era would advent.

In the near future, it is predicted that autonomous vehicles, which is one of the automobile technologies combined with IT technology, would change social environments surrounding the automobile. If the autonomous vehicles are commercialized, it would not only improve driver's convenience, but also improve traffic efficiency and reduce car accident. In other words, it would reduce social costs caused by ordinary car.

However, to the commercialization of autonomous vehicles, there are many barriers. Apart from the development of autonomous vehicle technologies, roads and institution for autonomous vehicles are incomplete. Also safety of autonomous vehicles is not proved. At this moment, however, what makes consumer buy autonomous vehicles has not been discussed.

In this paper, to provide information about these issues, consumer's

preference for autonomous vehicles is analyzed using mixed logit model. This paper discusses factors influence on consumer's autonomous vehicle purchases and also analyzes how these purchases changes.

Keywords: Autonomous Vehicle, Conjoint analysis, Mixed logit model.

Student Number: 2012-23305