

# 미래형 자율주행 자동차의 정책수립을 위한 연구 -운전자의 신뢰와 요구사항분석 중심으로-

최남호<sup>1</sup> · 김효창<sup>2</sup> · 최종규<sup>2</sup> · 지용구<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 기술정책협동과정/ <sup>2</sup>연세대학교 정보산업공학과

## Driver's Trust and Requirements Study for Autonomous Vehicle Policy

Nam Ho Choe<sup>1</sup> · Hyo Chang Kim<sup>2</sup> · Jong Kyu Choi<sup>2</sup> · Yong Gu Ji<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate Program in Technology Policy, Yonsei University

<sup>2</sup>Department of Information and Industrial Engineering, Yonsei University

The research on autonomous vehicle that expected to greatly reduce accidents by driver's mistakes is increasing in the development of technology. The purpose of this research is to identify the factor that affect trust in autonomous vehicles and analyze the requirements of the driver in autonomous vehicles environment. Therefore, in this study, we defined the information and functions provided by the autonomous vehicles through the investigation of the prior studies, conducted a questionnaire survey and focused group interview (FGI). The results show that competency, error management were important factors influencing trust in autonomous vehicles and identified that driver took safety related information as high priority in autonomous vehicle. Also, it was identified that driver prefer to perform the multimedia function in autonomous vehicle environment. The study is looking forward to be the reference data for design of advanced autonomous vehicle. It will contribute to the improvement of the convenience and satisfaction of the drivers.

**Keywords:** Autonomous Vehicle, Driverless, Human Automation Interaction, HMI, Self-Driving

### 1. Introduction

자동차 보급의 증가와 더불어 운전자의 과실로 인한 교통사고가 빠르게 증가하고 있으며, 이러한 현상은 전 세계적으로 주된 사회 문제 중 하나로 대두되고 있다. 우리나라 역시 교통사고가 전체 사망원인 중 6위(14.4%)이며, 1970년대부터 최근까지 지속적으로 증가하고 있다. 한국의 자동차 1만대 당 교통사고 발생건수는 105.8건으로 OECD 평균 60.1건에 비해 매우 높은 수준이라 볼 수 있다(Oh, 2011). 미국의 도로교통안전국(NHTSA)에 따르면 미국에서 2010년 교통사고로 인한 사망자 수는 3만 2788명에 달하며, 충돌사고의 93%는 인간 실수(Human Error)

가 주요 원인인 것으로 조사되었다(NHTSA, 2013). 꾸준히 증가하는 교통사고로 인한 피해를 감소시키기 위해 에어백, 안전벨트 등의 안전장치가 꾸준히 도입되어 왔으며, 이러한 노력과 시도를 통해 교통사고로 인해 발생하는 피해의 15~20% 가량이 감소된 것으로 보고되고 있다. 또한 최근에는 기술의 발전에 따라 운전자의 과실로 인해 발생할 수 있는 교통사고를 미연에 방지하기 위해 자율주행 자동차에 대한 관심이 증가하고 있다.

자율주행 자동차는 운전자의 직접적인 조작 없이 자동차 스스로 주행환경을 인식하여 목표지점까지 운행할 수 있는 자동차이다. 자율주행 자동차는 운전을 인간이 아닌 차량시스템에 위임함으로써 운전자의 실수를 사전에 방지하고 교통사고를

\* 연락처 : 지용구 교수, 120-749 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교, 제 3공학관 정보산업공학과, Tel : 02-2123-5721, Fax : 02-364-7807, E-mail : yongguji@yonsei.ac.kr

2014년 6월 23일 접수; 2014년 9월 14일 수정본 접수; 2014년 11월 3일 게재 확정.

크게 줄일 수 있을 것으로 기대되고 있다. 또한, 자동차 운전의 패러다임을 크게 변화시켜, 주행의 안정성뿐만 아니라 기존의 차량 내에서의 운전 시간을 운전 이외의 다른 행동에 사용할 수 있게 됨으로써, 운전자의 다양한 행태 변화가 예상 된다.

현재까지의 자율주행 자동차에 대한 선행 연구들은 기능적 완성도를 위해 기술 중심 연구에 한정되어 있다. 특히, 자율주행 자동차는 기존 자동차와 다르게 시스템에 의해 자동적으로 모든 결정이 이루어지는 인공지능 시스템의 사용이 필수적이다. 인공지능 시스템과 사용자 간 상호작용의 기존 연구들에 따르면, 사용자가 효과적으로 인공지능 시스템을 수용하기 위해서는 필수적으로 시스템에 대한 ‘신뢰 (Trust)’가 가장 중요한 요소라고 밝히고 있다(Lee *et al.*, 2004). 이처럼 자율주행 자동차라는 새로운 자동차 환경이 기술적으로 구현이 되더라도 사용자가 얼마나 신뢰를 가지고 이를 수용하고 이용할 것인지의 여부는 아직 미지수이다. 따라서 미래의 사용자들이 자율주행 자동차를 어떻게 받아들이고 이를 사용하는데 있어서 어떠한 요인들이 영향을 미치게 될 것이며, 자율주행 자동차에 대하여 어떠한 요구사항들을 가지고 있는지에 대한 광범위한 관심이 요구되고 있다.

본 연구에서는 인공지능 시스템을 수용하기 위해 가장 필수적인 요소인 ‘신뢰’를 자율주행 자동차에 적용하여 사용자와 자율주행 자동차 간의 전반적인 신뢰 형성에 관련된 요인들을 조사하고 이러한 요인들이 미치는 영향을 조사하였다. 또한, 자율주행 자동차에서 제공되는 정보와 기능에 대한 사용자 요구사항을 분석하여 사용자 중심의 자율주행 자동차 설계를 위한 기초적인 자료를 제시하였다.

## 2. Background

### 2.1 자율주행 자동차의 정의

자율주행 자동차란 운전자의 조작 없이 자동차 스스로 주행 환경을 인식하여 목표지점까지 운행할 수 있는 자동차를 의미한다(KEIT, 2013). 자율주행 자동차는 일반용뿐 아니라, 장애인을 위한 보조수단, 군사용, 화물운송 등 광범위한 분야에서

사용될 것으로 전망되고 있다. 미국 도로교통안전국에서는 <Table 1>과 같이 자동차의 자동화 시스템 수준에 따라 레벨 0부터 레벨 4까지 총 5가지 단계로 분류되는 자율주행 자동차에 대한 분류체계를 제시하고 있으며 레벨 2까지는 자율주행 관련 기능을 부분적으로 탑재한 자동차로 완전한 자율주행 자동차라고 보기 힘들다(NHTSA, 2011).

본 연구에서는 미국 도로교통안전국의 자율주행 단계 중 완전한 자율주행 자동차에 해당하는 레벨 3, 레벨 4 단계를 고려하여 자율주행 자동차를 스스로의 위치와 주변 환경 인식을 통해 위험을 판단하고, 주어진 목적지 및 임무 수행을 위한 경로와 모션 계획을 통해 차량이 제어되는 인공지능 주행 자동차라고 정의하였다.

### 2.2 자율주행 자동차 연구 동향

현재 자율주행 관련 연구는 국가 단위로 기업, 대학이 공동으로 참여하여 진행되고 있다. 이러한 연구들에서는 자율주행에 대한 기술개발뿐만 아니라 실제 주행실험을 통해 교통흐름과 에너지 효율을 높이기 위한 목적의 연구들을 수행하고 있다. 또한, 자동차 간의 효율적인 근접 주행과 자율주행 자동차 전용 도로에 활용될 수 있는 센서 관련 기술, 도로의 구성요소 및 기반시설 등 자율주행 자동차의 구현을 위한 기술 중심의 연구가 활발히 진행되고 있다(KEIT, 2013).

자동차 제조사에서 진행되고 있는 자율주행 자동차 연구는 자율주행 기술을 단계적으로 추가하는 방향으로 이루어지고 있다. 자율주행 자동차의 주행을 위한 핵심기능인 차간거리제어(Adaptive Cruise Control)와 차선유지시스템(Lane Keeping Assistance System) 등의 기술들은 현재 단계적으로 각 제조사들의 고급차종에 실질적으로 탑재되어 시장에 출시되고 있다.

Glaser *et al.*(2010)는 자율주행 자동차의 주행계획을 결정하는데 있어 운전자가 이해할 수 있도록 고려해야 한다고 밝히고 있으며, Annika(2013)의 연구에서는 자율주행 기술을 사용자가 효과적으로 활용하기 위해서는 시스템의 기능과 한계를 정확히 인지해야 하며, 주행 계획에 대해서는 운전자가 스스로 제어할 수 있어야 한다고 밝히고 있다.

이처럼 자율주행 자동차는 단순히 구현을 위한 기술 중심의

**Table 1.** Levels of Autonomous Driving(Modified from National Highway Traffic Safety Administration, 2011)

Levels		Description
Level 4	Full Self-Driving Automation	This level enable to full automation control of vehicle safely. Driver can't control the vehicle.
Level 3	Limited Self-Driving Automation	This level enable to full automation control of vehicle safely. But, If driver want to require transition back to driver control, driver can control the vehicle.
Level 2	Combined Function Automation	This level involves at least two or more specific automation control functions.
Level 1	Function-Specific Automation	This level involves one or more specific automation control functions.
Level 0	No-Automation	The driver control the vehicle solely.

연구뿐만 아니라 운전자와 자율주행 자동차 사이의 상호작용에서 발생할 수 있는 다양한 요소 또한 고려되어야 할 것이다. 하지만, 현재 국내의 주요 연구들은 대부분 기술 중심으로 진행되고 있으며, 그에 따른 사회적인 환경 및 새로운 기술 수용을 위한 연구는 부족한 실정이다. 따라서, 운전자들이 자율주행 자동차를 어떻게 받아들이고 어떤 요인들이 영향을 미치며 어떠한 요구 사항을 가지고 있는지에 대한 연구가 필요하다.

### 2.3 Human-Automation Interaction

자율주행 자동차는 기존의 자동차와는 다르게 시스템에 의해 모든 행동이 결정되고, 이를 위해 인공지능 시스템과 사용자 간의 상호작용이 발생한다. 인공지능 시스템을 사용함에 있어 운전자의 인공지능 시스템에 대한 수용과 태도는 필수적으로 고려되어야 한다. Sheridan(2005)의 연구에서는 오토메이션 시스템을 통해 사용자가 과업의 목표를 달성하기 위해서는 시스템 상태에 대한 정보가 모두 제공되어야 하며, 신뢰감을 줄 수 있어야 한다고 밝히고 있다. Bruce *et al.*(2002)와 Miller *et al.*(2001)의 연구에서는 사용자와 오토메이션 시스템의 상호작용 시 최적의 행동을 수행하기 보다는 사용자에게 신뢰를 줄 수 있는 행동을 수행하는 것이 과업 효율을 높이고 사용자가 오토메이션 시스템을 수용하는데 도움이 된다고 이야기하고 있다. 또한, Fereidunian(2007)과 Clarke(2000)는 오토메이션 시스템은 사용자가 의도한 대로 기능할 수 있어야 하며, 이를 위해 오토메이션 시스템과 사용자는 적절하게 작업에 대한 권한을 나누어 가져야 한다고 이야기하고 있다.

이처럼 성능이 고도화 되는 오토메이션 시스템과 사용자 간 상호작용과 관련된 기존 연구에서는 신뢰도 유지 및 신뢰도 향상이 중요 사항으로 대두되고 있다(Lee *et al.*, 2014). 또한, 시스템의 상황에 대한 충분한 정보의 전달은 오토메이션 시스템을 수용하고 사용하기 위해 필수적이라 볼 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 인공지능 시스템을 사용하는 자율주행 자동차를 효과적으로 수용할 수 있도록 자율주행 자동차 전반의 신뢰 형성에 미치는 요인과 영향을 조사하고자 한다. 나아가 변화한 자율주행 환경에서 나타나는 사용자의 다양한 요구사항을 분석하고자 한다.

## 3. Method

본 연구의 대상인 자율주행 자동차는 관련 기능들이 지속적으로 개발되고 있으나 일반적인 자동차에 해당 기능들이 실질적으로 제공되고 있다고 보기는 어렵다. 이는 대부분의 운전자가 자율주행 자동차에 대한 경험이 전무하거나 한정된 부분만을 경험하였다는 것을 의미한다. 기존에 수행된 Walker *et al.*(2001)의 연구에서는 미래의 자동차 시스템과 자율주행 자동차와 관련하여 설문조사와 인터뷰 방식으로 연구를 수행하였

으며 Burgess *et al.*(2013)는 설문 조사를 통하여 전기 자동차에 대한 전반적인 인식과 요구 사항에 대해 확인하였다. 자동차 관련 연구뿐만 아니라 Martin *et al.*(2012)의 연구에서는 새로운 의료 의료기기를 제안하고 이에 대한 설계를 진행하기 위하여 사용자 설문 조사와 인터뷰를 동시에 수행하여 요구 사항을 분석하고 새로운 의료기기에 대한 정의와 검증을 수행하였다. 이처럼 사용자들이 경험하지 못한 새로운 제품이나 서비스의 경우, 설문조사나 표적 집단 면접(Focus Group Interview)을 활용하여 사용자의 요구사항과 의도를 분석하여 파악할 수 있다(Bruseberg *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2013; Kang *et al.*, 2013).

따라서, 본 연구에서는 자율주행 자동차의 각 기능이 신뢰 형성에 미치는 영향과 자율주행 자동차 환경으로 변화함에 따라 생기는 사용자 요구사항에 대해 분석하기 위하여 운전 면허를 보유하고 있는 사람들을 대상으로 설문조사와 표적 집단 면접을 활용하여 연구를 수행하였다.

조사를 수행하기에 앞서 현재 판매되고 있는 자동차와 다양한 컨셉 자동차에서 제시되는 기능을 조사하고 분석하여 자율주행 자동차에서 제공될 수 있는 기능을 주행 관련 기능, 안전 관련 기능, 자율주행 관련 기능, 외부환경인지 관련 기능 4가지로 분류하였다.

주행 관련 기능은 속도와 진행 방향과 같은 차량의 현재 주행 상태를 표시하는 기능이며, 안전 관련 기능은 자율주행 차량 운행 중 발생할 수 있는 위험상황에서 사고를 예방하고, 사고 발생 시 차량에 내장된 다양한 기능을 활용함으로써 운전자를 보호하여 위험을 최소화하는 기능이다. 자율주행 관련 기능은 운전자가 자율주행 시스템을 원하는 대로 자유롭게 통제할 수 있도록 사용시간, 에러율, 평균 연비 등과 같은 자율주행과 관련된 다양한 정보를 표시해주는 기능을 의미하며, 외부환경인지 관련 기능은 다양한 도로 환경에서 교통 기반 시설 및 주변 차량과의 통신을 통해 주변의 차량 및 외부 환경을 인식하고 전체적인 교통 상황에 알맞게 운행함으로써 충돌 가능성과 교통 체증을 줄이고자 하는 기능이다.

### 3.1 설문 조사

설문 조사는 자율주행 자동차 전반의 신뢰 형성 요인에 미치는 영향과 자율주행 자동차 환경으로 변화함에 따라 생기는 사용자 요구사항에 대해 조사하기 위하여 수행되었다. 이를 위해서 설문 조사는 인구통계학적 문항, 자율주행 자동차에 대한 신뢰 문항, 자율주행 자동차 환경 내에서의 정보 및 행동에 대한 사용자 니즈 문항들로 총 42문항으로 구성되었다.

본 연구에서는 Master *et al.*(2000)에서 사용된 설문을 바탕으로, 자율주행 자동차에 대한 신뢰를 형성하기 위한 세부 신뢰 영향 요인으로 기능적 역량(Competency), 예측 용이성(Predictability), 오류 관리성(Error Management) 항목을 선정하였다. 기능적 역량은 해당 기능이 주어진 과업을 효과적으로 처리할 것이라고 믿는 정도를 의미하며, 예측 용이성은 해당 기

능이 어떤 식으로 동작할지 예측할 수 있는 정도를 나타낸다. 오류 관리성은 해당 기능이 오류를 일으키지 않고 안정적으로 작동할 것이라고 믿는 정도를 나타낸다.

인구통계학적 파트에서는 자율주행 자동차에 대한 신뢰, 사용자 니즈에 대한 결과가 운전자의 특성에 따라 달라지는가를 살펴보기 위해 성별, 연령, 운전 경력, 주당 운전 시간 등 총 6 문항으로 구성되었다. 자율주행 자동차의 신뢰 파트는 자율주행 자동차의 기능과 세부 신뢰 영향 요인이 신뢰 결정에 미치는 영향을 확인하기 위하여 총 20문항으로 구성 되었다. 자율주행 자동차 환경 내에서의 사용자 니즈 파트는 자율주행 자동차에 대한 정보와 행동을 중심으로 요구 사항을 확인하기 위하여 총 16문항으로 구성되었다.

자율주행 자동차 환경 내에서의 사용자 니즈 파트를 수행하기 위하여 현재 판매 되고 있는 자동차와 발표된 컨셉 자동차에서 제시되는 다양한 정보를 수집하였다. 수집된 다양한 정보를 자율주행 자동차의 정의를 기준으로 자율주행 자동차에서 제공되는 정보를 10가지로 예상하여 분류하였다(<Table 2> 참조).

모든 설문 조사 문항은 5점 척도(1점 전혀 중요하지 않다, 2점 중요하지 않다, 3점 보통이다, 4점 중요하지 않다, 5점 매우 중요하다)로 조사하였다. 설문은 2014년 3월 11일부터 2014년 3월 14일까지 진행하였으며, 설문 웹 사이트를 제작하고 이를 통해 데이터를 수집하고 분석하였다.

### 3.2 표적 집단 면접

표적 집단 면접에서는 자율주행 자동차에 대한 신뢰와 사용자에게 제공되어야 할 정보 및 행동에 대한 니즈를 보다 심층적인 조사를 통해 구체적으로 확인하고자 하였다. 표적 집단

면접 진행은 그룹 별로 2시간 정도 소요 되었으며, 자율주행 자동차에 대한 신뢰, 정보에 대한 니즈, 사용자 행동 3가지 세션으로 구성되었다. 표적 집단 면접 대상자들의 공통적 특성을 반영하기 위해 20대~30대 남성 그룹 5명, 20대~30대 여성 그룹 4명, 40대 이상 남성 그룹 3명, 40대 이상 여성 그룹 5명으로 총 17명을 진행하였다.

## 4. Results

### 4.1 설문 조사 결과

#### 4.1.1 인구통계학적 결과

설문 조사에는 총 603명이 참여하였다. 그 중 설문 조사를 마지막 문항까지 완수하지 않은 참가자들의 데이터를 제외하고 446명의 데이터를 활용하여 분석하였다. 446명의 참가자 중 남성은 290명(65%)이었으며, 여성은 156명(35%)인 것으로 나타났다. 연령분포는 20~30대가 341명(76.5%), 40대 이상의 105명(23.5%)이 참여하였다. 운전 경험을 조사하기 위한 운전 경력은 1년 미만이 61명(13.7%), 1년 이상 2년 미만이 39명(8.7%), 2년 이상 5년 미만이 68명(15.2%), 5년 이상 10년 미만이 99명(22.2%), 10년 이상이 127명(28.5%), 기타 52명(11.7%)으로 주로 2년 이상의 운전 경력을 가지고 있는 것으로 나타났다.

평소 차량을 운전하는 이유에 대한 물음에는 출퇴근 목적의 이용이 106명(23.8%), 업무차 이용이 47명(10.5%), 여행 및 여가 활동을 위한 이용이 129명(28.9%), 평소 가사활동을 위한 이용이 108명(24.2%), 기타가 56명(12.6%)으로 운전 목적이 고르게 나타났다(<Table 3> 참조).

**Table 2.** Autonomous vehicle information classification

Classification	Description
Environmental information in vehicle	Environmental information in vehicle is indicated the state of the in vehicle condition such as temperature, humidity and air conditioning, etc.
Fuel information	Fuel information is displayed the maximum distance that can be self-running and the current amount of fuel.
Vehicle diagnostic information	Vehicle diagnostic information is indicated the vehicle condition such as tire, battery and engine condition, etc.
Driving plan information	Driving plan information is path that designed to autonomous vehicle from reaching their destination.
Destination information	Destination information is displayed the remaining distance and time to arrive at the destination.
Real time traffic information	Real time traffic information is displayed in real-time traffic conditions on the route for autonomous vehicles to reach the destination.
Steering plan information	Steering plan information is indicated the in steering plan such as lane change, right and left, etc.
Vehicle speed information	Vehicle speed information is indicated the vehicle speed during driving
Road conditions information	Road conditions information is displayed that detecting around environment such as lane, road sign, obstacle and road condition.
Around view monitoring information	Around view monitoring information is displayed that detecting around another vehicle such as location, distance, etc.

**Table 3.** Characteristic of responders

Characteristic		No.
Total		446
Gender	Male	290
	Female	156
Age	20 to 29	137
	30 to 39	204
	40 to 49	90
	50 to 59	13
	60 to 69	2
Driving experience	< 1Years	61
	1~2Years	39
	2~5Years	68
	5~10Years	99
	> 10Years	127
Purpose of Driving	Others	52
	Commute to work	106
	Business activity	47
	Travel and leisure	129
	Activities of daily living	108
	Etc.	56

#### 4.1.2 자율주행 자동차에 대한 신뢰 분석

자율주행 자동차의 각 기능이 전반적인 신뢰 형성에 미치는 영향에 대한 분석 결과는 <Table 4>와 같이 주행 관련 기능, 안전 관련 기능, 자율주행 관련 기능, 외부환경인지 관련 기능이 모두 자율주행 자동차의 신뢰에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 각각의 기능에 대한 신뢰를 확보하는 것이 자율주행 자동차의 신뢰 형성에 매우 중요하다는 것을 의미한다.

**Table 4.** Regression analysis on overall trust-Functions

Dependent variable	Independent variables	Beta
Trust of the autonomous vehicles	Driving function	.228***
	Safety function	.226***
	Autonomous function	.108*
	External environmental awareness function	.221***
Adjusted R <sup>2</sup>		0.380

\*p < .05, \*\*p < .01; \*\*\*p < .001.

하지만, 다른 세 유형의 기능에 비해 자율주행 관련 기능에 대한 신뢰는 자율주행 자동차 전반의 신뢰 형성에 대해 상대적으로 낮은 영향력을 갖는 것으로 나타났다. 이는 자율주행 관련 기능이 다른 기능이 비하여 아직 실용화되지 않았기 때문이며, 또한 자율주행 관련 기능에 대한 경험 부족 때문인 것으로 분석된다.

자율주행 자동차에 대한 전반적인 신뢰와 신뢰 형성을 위한 세부 요인들 간의 관계를 알아보기 위해서 자율주행 자동차에

대한 전반적인 신뢰를 종속변수로 두고 기능적 역량, 예측 용이성, 오류 관리성을 독립변수로 하는 회귀 분석을 수행하였다. 분석 결과, 수정결정계수는 0.500로 자율주행 자동차의 기능적 역량, 예측 용이성, 오류 관리성이 자율주행 자동차에 대한 전반적인 신뢰를 형성하는데 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 즉, 이는 자율주행 자동차가 주어진 과업을 효과적으로 처리할 것이라는 기능적 역량에 대한 믿음과 오류를 일으키지 않고 안정적으로 잘 작동할 것이라는 오류 관리성에 대한 확신으로부터 자율주행 자동차에 대한 신뢰가 형성되는 것으로 생각할 수 있다. 예측 용이성의 경우에는 유의하지 않은 것으로 나타났는데, 이는 자율주행 자동차에 대한 경험과 지식이 없는 상태에서 상대적으로 예측 용이성에 대한 응답이 이전의 개인적 경험이나 지식수준에 의해 왜곡되었을 가능성이 있을 것으로 판단된다(<Table 5> 참조).

**Table 5.** Regression analysis on overall trust-Factors

Dependent variable	Independent variables	Beta
Trust of the autonomous vehicles	Competency	.385***
	Predictability	N.S.
	Error Management	.423***
Adjusted R <sup>2</sup>		0.500

\*p < .05, \*\*p < .01; \*\*\*p < .001.

자율주행 관련 기능의 신뢰에 대한 회귀모형의 수정결정계수는 0.207로 자율주행 관련 기능과 세부적인 신뢰성 지표간의 관계에 대한 응답을 약 20% 정도 설명할 수 있는 것으로 나타났다. 자율주행 관련 기능의 예측 용이성이 유의한 영향력이 있는 것으로 나타났으며, 베타 값 또한 0.458로 상대적으로 높은 값이 나타났다. 이는 사용자들이 자율주행 관련 기능을 체험해보지 못한 상태에서 응답하였기 때문에 다른 기능에 비해 해당 기능이 어떤 식으로 작동하는지에 대해 과파하고자 하는 의도가 반영된 결과로 판단된다. 또한 추가적인 평균 분석 결과, 자율주행 관련 기능에 대한 전반적인 신뢰는 다른 기능들에 대한 신뢰에 비해 높은 것으로 나타났다. 그러나, 이는 경험하지 못한 기술에 대해 사람들이 막연한 기대감으로 인해 높은 신뢰 점수를 주는 현상의 결과로 나타난 것으로 보여진다. 따라서, 다음 결과만으로 자율주행관련 기능에 대해 사람들이 높은 신뢰를 가지고 있다고 보기는 어려운 것으로 판단되며 추가적인 연구를 통해 확인해 볼 필요가 있다(<Table 6> 참조).

**Table 6.** Regression analysis on trust of the autonomous function

Dependent variable	Independent variables	Beta
Trust of the autonomous function	Competency	N.S.
	Predictability	.458***
	Error Management	N.S.
Adjusted R <sup>2</sup>		0.207

\*p < .05, \*\*p < .01; \*\*\*p < .001.

외부환경 관련 기능의 신뢰는 해당 기능에 대한 기능적 역량과 예측 용이성이 유의한 것으로 분석되었으며, 수정결정계수는 0.148으로 나타났다. 예측 용이성이 외부환경 관련 기능의 신뢰형성에 높은 영향력을 갖는 것으로 나타났으며, 추가적으로 기능적 역량의 달성 또한 신뢰 형성에 필요한 요인으로 나타났다. 이와 같은 결과는 외부의 인프라, 주변의 차량, 보행자들을 인지하는 기술들이 효과적으로 작동함과 동시에 이러한 기술이 어떤 방식으로 작동하고 있는 지를 사용자가 인지할 수 있어야 함을 의미한다(<Table 7> 참조).

**Table 7.** Regression analysis on trust of the external environmental awareness function

Dependent variable	Independent variables	Beta
Trust of the external environmental awareness function	Competency	.112*
	Predictability	.336***
	Error Management	N.S.
Adjusted R <sup>2</sup>		0.148

\*p < .05, \*\*p < .01; \*\*\*p < .001.

안전 관련 기능에 대한 회귀모형의 수정결정계수는 0.117로 나타났으며, 예측 용이성과 오류 관리성에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 예측 용이성의 영향력이 가장 크게 나타났으며, 이는 안전 관련 기능의 작동 방식을 예측 할 수 있다면 해당 기능에 대한 신뢰가 형성되는 것으로 분석할 수 있다. 안전 관련 기능의 경우 주행 성능 보다는 안전과 연관된 측면이 높기 때문에 기능적 역량의 영향력보다는 예측 용이성, 오류 관리성과 같은 상대적으로 수동적인 이미지의 지표들이 더 강한 영향력을 갖는 것으로 분석된다(<Table 8> 참조).

**Table 8.** Regression analysis on trust of the driving function

Dependent variable	Independent variables	Beta
Trust of the safety function	Competency	N.S.
	Predictability	.308***
	Error Management	.101**
Adjusted R <sup>2</sup>		0.117

\*p < .05, \*\*p < .01; \*\*\*p < .001.

마지막으로, 자율주행 자동차의 각 기능에 영향을 미치는 신뢰 형성의 세부 요인들을 살펴보기 위해 자율주행 자동차의 각 기능에 대한 신뢰를 종속변수로 두고 기능적 역량, 예측 용이성, 오류 관리성을 독립변수로 하는 회귀 분석을 수행하였다. 주행 관련 기능을 중심으로 분석한 결과 수정결정계수는 0.115로 나타났으며, 특히 예측 용이성 항목이 상대적으로 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 해당 기능이 어떤 방식으로 작동할 것인가에 대한 예측성과 이해 수준을 확보하는 것만으로도 신뢰를 형성하는데 큰 영향을 미치는 것으로 분석된다. 따라서, 주행 관련 기능의 설계에 있어 사용자가 각 기능에 대해 잘 알 수 있도록 기존의 익숙한 방식의 정보 패턴을 유

지하는 것이 중요하고 볼 수 있다(<Table 9> 참조).

**Table 9.** Regression analysis on trust of the safety function

Dependent variable	Independent variables	Beta
Trust of the driving function	Competency	.147***
	Predictability	.217***
	Error Management	.098*
Adjusted R <sup>2</sup>		0.115

\*p < .05, \*\*p < .01; \*\*\*p < .001.

4.1.3 정보 및 행동에 대한 사용자 니즈

정보의 중요도 분석 결과 자율주행 자동차에서 제공되는 정보들의 중요도는 차량 진단(4.37), 주행 계획(4.25), 주변 차량 인지(4.24), 조향 예측(4.22), 도로 환경 인지(4.22) 순으로 주행 및 안전과 관련된 정보들의 경우 중요도가 상대적으로 높은 것으로 나타났다(<Table 10> 참조).

반면에 실내 환경 정보(3.37)와 같이 주행과 밀접한 관련이 없는 정보의 경우 상대적으로 중요도가 낮게 나타났다. 이는 자율주행 자동차의 기술적인 측면에서의 경험과 신뢰가 형성되지 않았기 때문에 주행과 안전에 관련된 정보들에 대한 중요도가 높게 나타난 것으로 보이며, 운전자의 조작이 필요하지 않은 자율주행 상황에서도 주행과 관련된 정확한 상황 파악에 대한 니즈가 큰 것으로 분석할 수 있다. 따라서, 자율주행 자동차의 주변 정보 수집 단계와 차량 제어의 의사 결정 과정에 대한 정보를 운전자에게 제시할 필요가 있다.

**Table 10.** Result of user information requirement

Information Category	Means	Standard deviation
Environmental information in vehicle	3.37	0.91
Fuel information	4.16	0.79
Vehicle diagnostic information	4.37	0.72
Driving plan information	4.25	0.72
Destination information	4.05	0.73
Real time traffic information	4.19	0.74
Steering plan information	4.22	0.75
Vehicle speed information	4.13	0.81
Road conditions information	4.22	0.72
Around view monitoring information	4.24	0.81
Means	4.12	0.81

자율주행 자동차에서의 사용자 행동 측면에서의 중요도는 정보에 대한 중요도와 마찬가지로 5점 만점으로 측정되었다. 응답 결과는 차량 주변 정보 확인(3.97), 주행 관련 정보 확인(3.92), 멀티미디어 기능사용(3.89), 휴식(3.70), 모바일 오피스 기능사용(3.21), 차량 내 환경 정보 확인(3.09) 순으로 나타났다(<Table 11> 참조).

Table 11. Result of user behavior requirement

Behavior	Means	Standard deviation
Check the status of the vehicle while driving	3.92	0.79
Check the environmental information in vehicle	3.09	0.89
Check the around view information	3.97	0.85
Using the multimedia	3.89	0.93
Doing business	3.21	1.05
Take a rest	3.70	0.99
Means	3.63	0.99

즉, 자율주행 자동차에서의 사용자 행동에 대한 니즈는 다양한 것으로 분석되며 자율주행 자동차의 이용 목적에 따라 달라질 것으로 보인다. 인구 통계학적 특성에 따른 차이를 살펴본 결과 여성 집단(3.22)이 남성 집단(3.02)보다 차량 내 정보 확인을 더 자주할 것으로 나타났으며, 이는 여성 집단이 자율주행 자동차에서의 안락한 환경에 대한 가치를 더 크게 생각하는 것으로 볼 수 있다. 또한, 20대~30대 집단(3.97)이 40대 이상 집단(3.66)보다 멀티미디어 기능의 사용을 더 자주할 것으로 나타났으며, 이는 20대~30대 집단이 자율주행 자동차에서의 멀티미디어 콘텐츠를 활용하거나 감상을 이용한 즐거운 환경에 대한 가치를 더 크게 생각하는 것으로 볼 수 있다.

자율주행 자동차에서의 사용자 행동들 간의 차이를 살펴보기 위하여 사후분석 한 결과, 차량 주변 정보 확인, 주행 관련 정보 확인, 멀티미디어 기능의 사용이 동일 집단으로 나타났다(<Table 12> 참조). 이는 자율주행 자동차에서 안전을 위해 주행 및 주변 관련 정보들을 확인하고자 하는 행동과 멀티미디어 기능의 사용을 통해 즐거움을 확보하고자 하는 행동이 자율주행 자동차에서의 주요 행동으로 볼 수 있다. 즉, 자율주행 자동차의 사용자들은 운전자의 안전에 대한 신뢰를 확보하고, 다양한 멀티미디어 기능을 통해 즐거운 운전환경을 제공받는 것에 사용자 가치를 두는 것으로 분석된다.

Table 12. Results of Tukey's HSD for survey

Behavior	Subset		
	1	2	3
Check the environmental information in vehicle	3.09		
Doing business	3.21		
Take a rest		3.70	
Using the multimedia			3.89
Check the status of the vehicle while driving			3.92
Check the around view information			3.97
Sig.	.388	1.000	.820

p < .05.

## 4.2 표적 집단 면접 결과

### 4.2.1 자율주행 자동차에 대한 신뢰

자율주행 자동차의 안전에 대해서 대부분의 참가자들이 신뢰할 수 없다고 하였으며, 그 이유로 교통 상황의 맥락적인 이해에 대한 걱정, 바이러스 및 해킹, 오작동으로 인한 불안 등으로 응답하였다.

자율주행 자동차의 전반적인 신뢰에 대한 의견은 '자율주행 자동차에서 제공되는 추가적인 안전장치가 확실하다고 느낀다면 충분히 신뢰할 수 있다'라는 의견과 '단순히 안전기능뿐만 아니라 자율주행 자동차 전용 도로에서 완벽한 통제가 이루어지는 인프라가 구축 되어야 신뢰할 수 있다'는 의견으로 크게 2가지로 나타났다. 자율주행 자동차에서의 주행 조작에 대한 통제권은 기계 보다 사람이 우선시 되어야 한다는 의견이 나타났으며, 사람이 아닌 기계가 운전을 한다는 것에 대하여 불안감을 가지고 있는 것으로 분석할 수 있다. 이와 같은 불안감을 해소시키는 것이 자율주행 자동차로 변화해 가는 과정에서의 가장 큰 과제로 볼 수 있다.

### 4.2.2 정보에 대한 니즈

자율주행 자동차에서 필수적으로 제공되어야 할 정보에 대해서 살펴보았으며, 이에 대해서는 의견이 다양하게 나타났으나, 기본적으로 자율주행 자동차의 안전에 대한 신뢰의 구축 수준에 따라 다르게 나타났다.

사용자들의 안전에 대한 신뢰가 구축되지 않은 초기 자율주행 자동차에서는 설문 결과와 마찬가지로 주행 관련 정보들을 다양하게 표시해줄 필요가 있다는 의견이 다수 나타났다. 즉, 안전에 대한 신뢰가 구축되지 않은 상태에서 시스템에 대한 불안감으로 인해 자율주행 자동차가 센서로부터 수집되는 정보들과 그 정보들을 이용해 의사 결정을 하는 단계까지의 모든 정보들을 직접 눈으로 확인하고자 하는 경향이 나타났다.

반면, 자율주행 자동차에 대한 신뢰가 구축되었다는 가정 하에서는 조향 예측, 목적지, 속도 이외의 정보들은 특정 상황에서 알림 형태로 알려주거나, 사용자가 원할 시 선택해서 볼 수 있는 형태로 제공 받기를 원하는 것으로 나타났다.

따라서, 자율주행 자동차에서의 정보 표시를 위한 UI(User Interface)를 설계할 시 사용자들의 안전에 대한 신뢰 구축 수준에 따라 설계할 필요성이 있다.

### 4.2.3 사용자 행동에 대한 니즈

자율주행 자동차에서의 사용자 행동에 대해서는 여가 활동, 업무, 휴식, 동승자와 대화 등 다양한 의견이 나타났다. 여가 활동에 대해서는 동영상 및 음악 콘텐츠 감상, 게임, 인터넷 이용, 운동 등의 의견이 있었으며, 휴식 활동에 대해서는 수면에 대한 의견이 가장 많이 나타났다.

특히, 40대 이상 여성 그룹에서는 자율주행 자동차 내에서 휴식을 취하며 피로를 풀고 싶다는 의견이 나타났으며, 40대 이상 남자 그룹에서는 업무 활동을 지속하고 싶다는 의견이

나타났다. 또한 20~30대 그룹에서는 과제 및 공부와 같은 학업 활동에 대한 의견이 주로 나타났다.

자율주행 자동차에서 필수적으로 제공해야 될 기능으로 멀티미디어 재생 및 게임과 같은 다양한 놀이 기능, PC 및 프린트 기능, 헬스케어 기능 등으로 다양하게 나타났으며, 이는 참여자들의 특성에 따라 차이를 보였다.

즉, 자율주행 자동차 환경에서는 주행이라는 행위가 사라짐에 따라 사용자 행동에 대한 니즈가 다양하게 존재하는 것을 확인 할 수 있었으며, 이는 자율주행 자동차 환경에서는 자동차를 더 이상 이동 수단이 아닌 개인 생활을 위한 공간의 개념으로 변화하는 것으로 분석된다.

## 5. Conclusion

본 연구에서는 사용자와 자율주행 자동차 간의 전반적인 신뢰 형성에 관련된 요인들을 조사하고 제공되어야 할 정보와 기능에 대한 사용자 요구 사항을 분석하였다. 그 결과 세 가지 측면에서 사용자 중심의 자율주행 자동차 설계를 위한 기초적인 결론을 도출하였다.

첫째, 자율주행 자동차가 주어진 과업을 효과적으로 처리할 것이라는 믿음과 오류를 일으키지 않고 안정적으로 잘 작동할 것에 대한 확신을 통하여 자율주행 자동차에 대한 신뢰를 형성할 수 있다. 연구에서는 자율주행 자동차에 대한 신뢰를 주행 관련 기능, 안전 관련 기능, 외부환경인지 관련 기능, 자율주행 관련 기능을 통하여 분석하였다. 4가지 기능 모두 자율주행 자동차의 신뢰에 영향을 주는 것으로 나타났으며 특히 기능적 역량과 오류 관리성에 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 하지만, 자율주행 관련 기능의 경우 상대적으로 낮은 영향력을 보여주었는데, 이는 해당 기능에 대해 사용자들의 경험이 부족하기 때문에 낮은 영향력을 보여 준 것으로 예상된다.

둘째, 자율주행 자동차에 대한 신뢰 구축 수준에 따라 정보를 설계할 필요가 있는 것으로 나타났다. 설문 조사의 분석 결과에서 자율주행 자동차에서 제공되는 대부분의 주행 관련 정보에 대한 중요도는 높게 나타났다. 표적 집단 면접을 통해서도 주행 관련 정보는 매우 중요한 것으로 나타났는데, 아직 신뢰가 구축되지 않은 자율주행 자동차에서 항상 주행 관련 정보가 표시됨으로써 안정감을 높이고 이를 통해 신뢰를 높이기 위한 것으로 분석된다. 신뢰가 어느 정도 충분히 구축되었다는 가정 하에 진행된 표적 집단 면접에서는 다양한 정보에 대한 선택적 니즈가 증가하는 것을 확인하였다.

셋째, 자율주행 자동차는 기존 자동차의 개념을 이동수단에서 개인 생활공간의 개념으로 변화하는 것을 의미한다. 자율주행 자동차에서의 사용자 행동에 대한 분석 결과에서는 주행 관련 정보 확인과 멀티미디어 기능사용에 대한 가치를 크게 생각하는 것으로 나타났다. 이는 자동차에서 운전해 왔던 시간을 자율주행 자동차 내에서는 다양한 멀티미디어 기능을

활용하기 위한 것으로 볼 수 있다. 또한, 표적 집단 면접에서는 일정 수준 이상의 신뢰가 구축된 이후에는 각 참여자들의 생활 특성에 따라 다양한 니즈가 나타나는 것을 확인 할 수 있었다.

본 연구에서는 설문조사와 표적 집단 면접을 통해 자율주행 자동차에 대한 신뢰와 정보 및 사용자 행동에 대한 니즈에 대해 확인 할 수 있었다. 이를 위해서는 우선적으로 자율주행 자동차에서 운전자의 안전에 대한 신뢰가 가장 먼저 확보되어야 할 것이다. 하지만, 본 연구에서는 자율주행 자동차의 기능과 세부 신뢰 영향 요인이 자율주행 자동차의 신뢰에 미치는 영향에 대해서는 사용자들이 아직 경험하지 못한 기술에 대한 응답 결과라는 한계점을 가지고 있다. 따라서, 추후 연구에서는 자율주행 자동차의 신뢰 형성에 미치는 보다 다양한 요소들의 적용에 대한 고려가 필요할 것이다.

## 참고문헌

- Bruce, A., Nourbakhsh, I., and Simmons, R. (2002), The role of expressiveness and attention in human-robot interaction. *In Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 4138-4142.
- Fereidunian, A., Lucas, C., Lesani, H., Lehtonen, M., and Nordman, M. M. (2007), Challenges in Implementation of the Human-Automation Interaction Models, *Proceeding of 15th IEEE-MED'07 Conference*, 1-6.
- Annika, FL Larsson (2013), *Automation and the nature of driving-The effect of adaptive cruise control on drivers' tactical driving decisions*.
- Burgess, M., King, N., Harris, M., and Lewis, E. (2013), Electric vehicle drivers' reported interactions with the public : Driving stereotype change?, *Transportation research part F*, 17, 33-44.
- Clarke, R. M., Goodman, M. J., Perel, M., and Kipling, R. R. (1994), Driver performance and IVHS collision avoidance systems : A search for design-relevant measurement protocols, *ITS America Annual Meeting*.
- Kang, H. J. and Park, J. Y. (2013), Guideline Construction through Case Study for Applying Crowdsourcing into New Product Development Environment, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 49(6), 517-534.
- Kang, H. M. and Kim, J. H. (2013), Factors Influencing the Use Intention of Social Commerce : Focusing on the Moderating Effects of Gender, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, 38(2), 117-139.
- KEIT (2013), Autonomous vehicle as the automobile IT convergence system.
- Lee, J. and See, K. (2004), Trust in Automation : Designing for Appropriate Reliance, *Human Factors*, 46(1), 50-80.
- Lee, Y. H., Jung, K. K., Yoon, T. D., and Kwon, K. S. (2014), Optimal Reliability Strategy for k-out-of-n System Considering Redundancy and Maintenance, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 40(1), 118-127.
- Miller, C. and Funk, H. (2001), Associates with Etiquette : Meta-Communication to Make Human-Automation Interaction more Natural, Productive and Polite, *In Proceedings of the 8th European Conference on Cognitive Science Approaches to Process Control*, 329-338.



- Master, Reena, Gramopadhye, A. K., Bingham, Jamie, Jiang, Xiaochun. (2000), A Questionnaire for Measuring Trust in Hybrid Inspection Systems, *Proceedings of The Industrial Engineering Research Conference*.
- NHTSA (2013), Enhancing Safety Through Automation, *SAE Gov't-Industry Meeting, Automation and Connected Vehicle Safety*.
- NHTSA (2011), National Highway Traffic Safety Administration Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles.
- Oh, S. J. (2011), Technological development of the IT center for the improvement of traffic safety in Seoul, *Seoul R&BD Report*, Seoul, Korea.
- Glaser, S., Vanholme, B., Mammari, S., Gruyer, D., and Nouvellet, L. (2010), Maneuver-based trajectory planning for highly autonomous vehicles on real road with traffic and driver interaction, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, **11**(3), 589-606.
- Sheridan, T. B. and Parasuraman, R. (2006), Human-automation interaction, *Reviews of Human Factors and Ergonomics*, **1**, 89-129.
- Walker G., Stanton, N., and Young, M. (2001), Where Is Computing Driving Cars?, *International Journal of Human-Computer Interaction*, **13**(2), 203-229.