

자율주행 운전 방식의 인지된 개인화가 신뢰도와 이용의도에 미치는 영향

김택수 · 최준호*

연세대학교 정보대학원 AI & 모빌리티 UX 연구실

The Effect of Perceived Personalization of Driving Style of Autonomous Vehicle on User's Trust and Intention to Use

Taek-Soo Kim · Junho Choi*

Graduate School of Information, Yonsei University, Seoul, Korea Republic

[요 약]

이 연구는 자율주행차의 운전방식에 대한 인지된 개인화가 신뢰도와 사용성에 영향을 주는지 확인하고자 하였다. 실험 참가자는 시뮬레이터를 사용해 먼저 수동주행을 한 후 각각 개인화 메시지가 주어진 경우와 그렇지 않은 경우의 자율주행 체험을 하도록 했다. 실험결과 자동화 신뢰도와 이용의도, 만족도 차원에서 자율주행 운전 방식 개인화의 효과를 확인할 수 있었다. 운전자의 운전 방식 성향과 신뢰도 및 사용성 간의 상관관계는 거의 나타나지 않았다. 이 연구를 통해 운전 방식 개인화가 자율주행차의 수용에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었으며, 자율주행차의 개인화된 서비스의 필요성을 시사하는 점에서 실무적 의의가 있다.

[Abstract]

This study is to investigate the effect on user trust and usability of perceived personalization of autonomous vehicle driving style. In experiment, the participant used the simulator to perform the manual driving first, and then experienced autonomous driving with personalized message was given or not, respectively. Experimental results show that perceived personalization of driving style of autonomous vehicle has positive effects on trust in automation, intention to use, and satisfaction. However, there was little correlation between driver's propensity to drive and user trust and usability of autonomous vehicle. The results show that personalization of driving style affects the acceptance of autonomous vehicle positively and suggests the necessity of personalized service of autonomous vehicle.

색인어 : 자율주행 자동차, 운전방식, 인지된 개인화, 자동화 신뢰, 사용자 경험, 가상현실,

Key word : Autonomous Vehicle, Driving Style, Perceived Personalization, Trust in automation, User Experience, VR

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.3.587>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 22 February 2019; Revised 08 March 2019

Accepted 26 March 2019

*Corresponding Author; Junho Choi

Tel: +82-2-2123-4196

E-mail: junhochoi@yonsei.ac.kr

1. 서론

자율주행 자동차(Autonomous Vehicle)는 운전자 부주의 등 인적과오로 인한 사고발생률을 낮출 수 있는 중요한 미래 모빌리티 기술로 그 중요성과 상용화 노력이 높아지고 있다[1]. 자율주행 자동차(무인자동차)란 인간 운전자의 개입 없이 자동화된 프로그램으로 작동하는 차량을 의미한다. 더 구체적으로는 핸들 조향과 속도 조절 등 안전과 관련된 최소한의 조작 기능들이 자동으로 동작하는 것을 의미한다. 자율주행기술 수준의 정의는 국가마다 달리 적용되고 있으나 주로 미국 도로교통안전청(NHTSA)와 국제자동차기술자협회(SAE International)의 정의가 사용되고 있다[2].

자율주행 기술에 대한 신뢰 수준 측정은 주로 성능 시험 및 검사에 의해 이루어졌고, 차량 운전 기술에 있어서는 주행 안전, 충돌 회피 등에 중점을 두고 시험되고 있다. 그러나 시험만으로는 소프트웨어 오류, 버그 및 비정상적인 동작과 같은 소비자가 제기할 수 있는 모든 의문점에 답을 줄 수 없다. 또한 인간 운전자가 제시하는 위험 요소와 자율주행 시스템에서 발생할 수 있는 위험 요소는 상이할 수 있다. 예를 들어, 장거리 운전에서 인간 운전자는 졸음을 겪을 수 있으나 소프트웨어는 그렇지 않다. 반대로 소프트웨어에는 코드 결함이나 하드웨어 손상 등의 취약성이 문제가 된다. 이러한 문제로 인해 자율주행 기술이 제공할 수 있는 다양한 기회에도 불구하고 여전히 사람들은 자율주행 자동차를 완전히 신뢰하지 못하고, 타는 것을 주저하며, 편안한 기분을 느끼지 못한다[3].

현재 자율주행 자동차 기술은 계속 진화하고 있으며, 상용화를 앞두고 해결해야 할 문제 중 하나는 소비자 관점에서 충분히 신뢰를 얻고 있지 못하다는 것이다. 또한 기계적 연동 및 검증된 기술이 제한적인 탓에 이를 통해 소비자 신뢰 문제를 완화하기도 어려운 상황이다[4]. 자율주행 자동차의 장점은 부주의한 운전자로 인해 발생할 수 있는 사고를 줄이기 위한 것이지만, 운전이 충분히 주의를 기울이는 운전자의 경우 예기치 않은 상황에서 자율주행에 비해 더 안전하게 운전할 수 있는 능력을 발휘할 수 있다고 믿거나, 운전의 통제권을 위임하는 데 심리적 불안감을 느끼게 되어 자율주행 자동차를 완전히 신뢰하는 데 주저하게 된다. 따라서 운전 조정의 통제권 위임 또는 자동화에 대한 심리적 신뢰감을 향상시키는 것은 기술적 완성도를 높이는 것만큼 중요하다고 볼 수 있다.

이러한 이유로 사용자 관점에서 자율주행 자동차 기술에 대한 사용자의 신뢰도를 높이기 위한 노력들이 시도되고 있다. 특히 전문가 위주로 이루어졌던 기존 검사방식과 구별하여, 비전문인 사용자 조사를 통해 현실적인 인터랙션에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히 개인화 서비스를 통해 사용자의 기대를 충족시키는 방안이 연구되고 있는데, 최근 Honda는 운전자의 감정과 행동을 감지, 분석하고 인공지능을 통해 자율주행 자동차의 운전 방식을 개인에 맞게 조절하는 기술을 개발하여 추후 적

용할 예정임을 밝혔다[5]. 이러한 시도들은 인간행동에 따라 자율주행 자동차가 운전 방식을 조절해서 사용자가 안정감을 느끼고, 나아가 신뢰 수준을 높일 수 있다는 관점에 기인한다.

최근에는 운전자별 운전방식을 파악하는 개인화된 자율주행 시스템의 개발 필요성을 제시하고, 실제 주행 및 시뮬레이션을 통해 그 효과를 검증하고자 하는 연구가 다수 수행되었다[6]. 차량 제어 및 안정화, 운전자 보조 시스템의 도입과 함께 인간의 운전 행동을 이해하고 인간 운전자를 모방한 모델의 필요성이 제기되었고, 다수 연구가 이루어졌다[7]. 이러한 연구의 필요성이 제기된 이유는 자동차 수동운전 시 운전자의 습관 또는 성향에 따라 운전 방식이 달라지기 때문이다. 현재 대부분의 자동차 운전은 운전자의 수동제어에 치중되어있으나, 앞으로는 개선된 자율주행기술의 적용과 함께 운전자의 제어권이 자율주행시스템 쪽으로 많은 부분 옮겨갈 것으로 예상된다. 이때 운전자가 선호하는 운전방식을 고려하지 않은 채 기능에만 의존한 지능형 자동차는 운전자가 더 불편하게 느낄 수 있다. 따라서 운전자의 운전방식을 고려한 지능형 자동차의 개발이 필요하다[8]. 관련 연구들은 사용자가 선호하는 편안한 사용경험을 위해 자동차가 운전자의 운전방식 및 운전 중 행동에 대해 인지하고 학습해야 한다는 것을 가정하고 있다. 하지만 자율주행 시스템의 개인화 기술의 정교함과 별개로 해당 기술에 대한 사용자의 인지와 기술 수용의도와와의 관계는 아직 명확하게 밝혀지지 않고 있다.

이 연구의 핵심 연구 문제는 자율주행 자동차 운전방식의 인지된 개인화가 사용자 신뢰도와 사용성 인식에 영향을 미칠 것인가이다. 즉, 자율주행 자동차의 운전방식에 따른 개인화 개념을 참고하여 자율주행 자동차의 운전방식 인지된 개인화가 사용자의 신뢰도와 이용 의도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 이 연구에서는 자율주행 맥락을 운전자의 개입이 필요 없는 완전 자율주행 수준으로 가정하여 몰입형 VR영상으로 시뮬레이션 환경을 만들고, 자율주행 자동차 시뮬레이션 VR 영상에 운전방식 개인화 메시지를 적용한 경우와 그렇지 않은 경우를 대조하여 그 효과 차이를 비교 측정하였다.

II. 관련 문헌

2-1. 자율주행 자동차 수용의 영향 요인

자율주행은 수동 운전에 비해 낮은 사고율을 보일 뿐 아니라 승객의 비주행 작업의 편리함도 향상시킬 것으로 보인다. 하지만, 자동차의 예상치 못한 사고는 생명의 위협까지 줄 수 있다는 점에서 자동화 시스템의 안전성 및 일관성은 소비자에게 우선적인 고려 사항이다[9]. 하지만, 완전자율주행 자동차가 아직 상용화되지 않은 만큼 그 성능의 안정성과 일관성을 소비자가 확인하기가 어려우며, 특정 부품이나 센서의 고장 하나가 심각한 사고를 유발할 수 있기 때문에 자율주행에는 높은 성능 완성도가 요구된다[10]. 높은 성능의 중요성은 실제 주행 실험을 진

행한 다수 연구에 의해 지지된다[11], [12]. 또한, 자동차 해킹, 원격 조종, 바이러스 등이 심각한 문제를 발생시킬 것으로 예상돼 자율주행 자동차 수용의 결정요인으로서 보안성 역시 강조된다[13].

자율주행 자동차는 사람의 수동조작 없이도 작동하는 시스템으로 일종의 자동화 시스템으로 볼 수 있다. 따라서 일반적인 자동화 시스템에 대한 신뢰 개념이 자율주행 자동차 신뢰 요인 검증에도 적용된다. 선행연구에서는 자율주행에 대한 불신감을 줄일 수 있는 방안으로 다양한 주행상황에 대한 대처 시나리오를 제시함으로써 운전자의 심리적 불안감을 줄이고, 정서적 유대감을 느낄 수 있는 에이전트를 활용해 신뢰도를 높일 것을 제안하였다. 반면, 자율주행기능에 대한 과도한 신뢰가 운전자의 반응을 늦게 하고[14], 시스템의 불확실성이 운전자의 제어권 전환 수행 능력을 향상시킬 수 있다는 주장도 혼재한다[15]. 또한 비행기의 자동조종장치가 훈련된 전문 조종사에 의해 작동되는 것과 달리, 자율주행 자동차는 다양한 성격과 주행 습관을 가진 일반인에 의해 작동되므로 개별 운전자의 성향도 주요한 요인으로 파악되고 있다[16].

2-2. 자율주행 자동차 운전방식의 개인화

1) 자동차 운전방식

운전자의 운전방식에 대한 정의와 분류는 관련 연구마다 상이하지만, 그 중 French 등의 연구[17]에서의 정의가 주로 인용되며, 운전방식을 ‘특정 개인의 습관적인 운전 방법’이라고 설명한다. 이는 주행속력, 운전 간격, 선행 차의 추월, 교통 위반 경향 등을 포함한다[18]. 개인마다 다른 운전방식을 갖는 것은 운전자의 운전 기량, 좋거나 나쁜 운전 방식에 대한 관점이 다르고, 운전에 대한 태도가 다르기 때문이다. 유사한 관점에서 위험을 감수하는 정도와 운전에 대한 자신감도 운전방식을 결정하는 주된 요소이다[19].

운전자의 운전방식을 측정하기 위한 방법은 객관적, 주관적 측정의 두 가지 방법으로 나뉜다. 우선 객관적인 운전 데이터 측정을 통한 운전방식 평가는 평균속력, 가속도, 급가속(jerk), 선행차량과의 거리 등 주행과 관련된 객관적 수치를 통해 이루어진다. 운전자의 평소 운전방식에 대한 주관적 생각을 묻는 설문문을 통한 데이터 수집 및 분석 방법에는 DSQ(driving Style questionnaire)[20], DBQ(driving behavior questionnaire)[21], (DBI)driving behavior inventory[22], MDSI(multidimensional driving style inventory[23] 등이 있다. 대부분의 설문 문항들은 운전태도 및 습관과 관련된 항목으로 이루어져있으며 주로 방어성 운전방식과 공격성 운전방식을 대비하여 설명하였다. 위 설문지 중 MDSI는 가장 많이 인용되고 연구에 활용되었다. MDSI는 운전방식을 부주의한 운전, 불안해하는 운전, 화를 내거나 적대적인 운전, 참을성 있고 주의하는 운전으로 분류하고 각 유형에 해당하는 설문 항목을 통해 운전자별 운전방식을 측정한다.

운전자는 각자의 운전방식에 따라 직접 운전한 차량의 움직임에 익숙하기 때문에, 자율주행 자동차의 편안함에 대한 평가는 자율주행 자동차의 운전방식과 사용자의 운전방식 간의 비교에 근거할 것이라고 생각하는 것은 타당하다. 즉, 수동으로 운전되는 차량 탑승객의 편안함 정도가 주로 운전자의 운전방식에 따라 결정되는 점으로 볼 때, 자율주행 자동차의 탑승객이 느끼는 편안함의 결정 요인도 이와 비슷할 것으로 추정할 수 있다[24], [25]. 이런 관점에서 자율주행 자동차 운전방식의 필수 구성 요소에 대한 연구가 중요하다.

2) 개인화 서비스와 자율주행 자동차 운전 개인화

개인화 서비스의 수용과 관련하여 개인화에 대한 사용자의 지각이 미치는 영향을 이해하는 것은 중요하다. 사용자가 인지하는 심리적 요인에 대한 이해가 동반되지 않으면, 개인화 수준의 향상이 사용자의 개인화 서비스 수용으로 연결되지 못할 수도 있다. 그러므로 시스템 성능과 별도로 시스템의 작동방식에 대한 사용자의 이해를 높이고 협동 관계를 형성하기 위한 설명을 제공하는 것이 필요하다. 설명은 피드포워드(feedforward explanation)와 피드백(feedback explanation)으로 구분된다. 피드포워드는 사용자가 특정 동작을 취하기 전에 시스템이 미리 정보를 제공하는 것을 뜻하며, 사전에 사용자의 이해를 높이는 것을 목적으로 한다. 반면 피드백은 시스템이 제시한 결과의 도출 근거를 이해시키기 위해 제시되는 설명을 의미한다[26].

개인화 시스템이 제공하는 개인화 수준과 개인화에 대한 설명은 사용자의 개인화 이해와 인지된 개인화를 유발한다. 인지된 개인화는 사용자 니즈를 이해하고 충족시키는 정도에 대한 사용자의 지각을 의미한다. 인지된 개인화 수준이 높은 사용자는 개인화 시스템의 결과물이 자신의 니즈와 선호도를 잘 반영하였다고 평가하게 된다[27]. 또한, 비용 대비 효과를 제시하는 방법을 통한 시스템 작동방식에 대한 설명은 개인화 서비스가 쉽게 수용되도록 유도할 수 있다[28].

자율주행 운전 개인화에 대한 일반적인 가정은 운전자들이 자신의 운전방식과 유사한 방식의 자율주행 시스템은 선호하고 편안하게 느낄 것이라는 것이다. 하지만 이러한 가정을 뒷받침하는 실증적 근거는 거의 없다[29]. 자율주행 운전방식에 대한 선호도에 대한 논의는 얼마 되지 않았다. 관련 연구에 의하면 선호하는 자율주행 운전방식은 운전자의 실제 운전방식 또는 인지된 운전방식과 반드시 일치하지 않았고 운전경험, 연령 등 다양한 요인에 영향을 받는 것으로 나타났다[30], [31], [32]. 위와 같은 결과는 최적의 자율주행 자동차 운전방식을 결정하는 것이 더욱 복잡한 문제임을 보여준다. 그러므로 보통 운전자들은 그들이 선호하는 자율주행 자동차 운전방식을 바로 설정하기 보다는, 시스템 상호작용을 통해 수정해나가면서 가장 편하다고 인식되는 운전방식을 찾아나가는 추가적인 과정이 필요하다.

III. 연구 설계 및 측정

3-1. 참가자

운전 면허가 있으며 VR기기 사용에 문제가 없는 34명(남성 19명, 여성 15명)이 실험 연구에 참여하였다. 실험 참가자의 평균 연령은 25.1세(SD=2.85)였다.

3-2. 실험 처치물과 세팅

실험은 실험실에서 운전시뮬레이터로 진행하였다. 모의 주행은 Unity 3D의 5.3.3 엔진을 사용해 제작한 3차선 고속도로를 따라 주행하는 상황으로 설정하였다. 경로 상의 다른 차량들의 속력은 60~80km/h로 설정하였으며 실험참여자 차량의 최대 속력은 100km/h로 설정하고, 주행 중 속력을 줄이거나 차선을 변경하여 추월하도록 유도하였다. 그림 1과 같이 프로그램 내 도로 및 자연 등 배경적 요소와 주행 시뮬레이션 영상은 Unity 3D의 에셋 스토어(asset store)에서 제공하는 리소스를 활용하였다.

모의주행 프로그램은 별도의 조작 장비를 통해 수동조작이 가능한 버전과 수동조작 없이 자율주행 영상이 재생되도록 한 버전으로 구성하였다. 자율주행 프로그램은 자율주행 실행과 참가자의 수동 운전방식에 맞춘 개인화 메시지를 차량 내 헤드업 디스플레이로 함께 제시하는 경우와 별도의 메시지 없이 단순히 자율주행이 실행되는 경우로 나누어 제작하였다. 개인화 메시지는 표 1과 같이 자율주행 실행 시 ‘사용자 운전 데이터를 분석합니다.’, ‘기존 운전자의 평균 속력 데이터를 반영하여 평균 100km/h로 주행합니다.’, ‘해당 속력에서 평균 차량 간 거리는 80m입니다. 앞차와의 거리를 조정합니다.’, ‘차선을 변경하여 추월합니다.’와 같은 메시지가 피드포워드 방식으로 제시되도록 하였다.

실험 세팅은 그림 2와 같이 실험 참가자와 실험자가 서로 볼 수 없게 칸막이로 분리하여 착석하였고, 수동 주행 구간은 실험 참가자가 직접 조작하고, 자율 주행 구간은 실험자가 Wizard of Oz 방식으로 조정하는 것으로 설계하였다. 실제 운전 상황과 유사한 입체적인 시각적 자극을 인지할 수 있는 몰입형 자율주행 체험을 위해 모의주행 프로그램의 영상은 VR장비를 통해 제시하였다. 참가자는 Oculus Rift DK2를 착용하고 시뮬레이터에서 주행 실험을 수행하였고, 수동운전 조작용 컨트롤러로 Logitech G27의 스티어링휠과 페달을 사용하였다.



그림 1. 모의주행 상황 화면 예시
Fig. 1. Driving simulation example

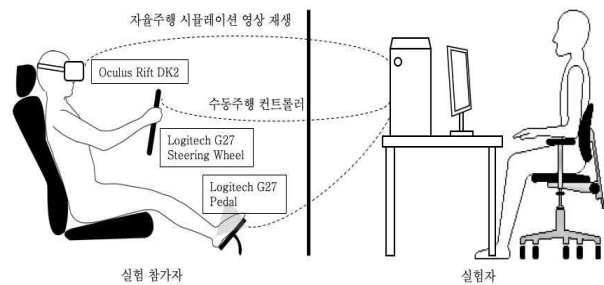


그림 2. 실험 환경 개요도
Fig. 2. Experimental setting

표 1. 운전방식 개인화 메시지 시나리오
Table 1. Personalized driving style messages

Personalized messages
"Start driving."
"Analyze user driving data."
"Change the lane to pass the front car." (Changing lane)
"The vehicle ahead is far away. It runs at an average of 100 km/h, reflecting the average speed of driving data. "(Acceleration)
" The average vehicle distance at this speed is 80 meters. Adjusts the distance from the vehicle ahead. " (Deceleration)
"Change the lane to pass the front car." (Changeing lane)
" In order to adjust the spacing distance of 60m and the vehicle in front will travel with 60km/h speed. " (Deceleration)
"Change the lane to pass the front car." (Change lane)
"The vehicle ahead is far away. We run at an average of 120 km/h." (Acceleration)
" The average vehicle distance at that speed is 100 meters. I am adjusting the distance from the car ahead. " (Deceleration)
"Change the lane to pass the front car." (Changing lane)
"Running at an average speed of 100 km/h" (acceleration)
"End driving."

3-3. 실험 진행 및 절차

실험은 약 30분간 진행되었다. 실험 전 실험참가자는 인구통계학적 사항과 MDSI에 응답하도록 하였다. 이후 실험자는 연구의 개요 및 진행 순서에 대해 간략히 설명한 후 운전 시뮬레이터 및 VR기기 사용의 과거 경험 여부를 확인하고 주의 사항을 안내하였다. 본 시행에 앞서 참가자는 VR기기를 착용한 수동운전을 연습을 통해 충분히 적응할 수 있도록 하였고, 본 시행에서 연습 상황과 마찬가지로 운전하도록 하였다. 수동 운전 과업 시행은 프로그램의 종료 메시지가 나올 때까지 진행되었다. 수동운전 과업 완료 후 자율 주행 과업 단계로 진행하였고, 두 가지 버전의 자율주행 영상 중 하나를 무선 할당하여 자율주행 체험을 하도록 하였다. 이 중 운전방식 개인화 설명이 주어지는 경우, 실험자는 참가자에게 수동운전 과업에서의 운전 데이터와 MDSI 설문 내용이 반영된, 개인화된 자율주행 시뮬레이션이라고 설명하였다. 참가자는 처치 조건에 따른 자율주행 체험 종료 후 신뢰도와 사용성 설문에 응답하도록 하였다.

3-4. 측정

1) 신뢰도, 사용성

실험의 독립변인은 개인화 인지 여부이며, 이 연구에서는 운전방식에 대한 개인화 설명이 제공되는 경우와 제공되지 않는 경우로 조작하였다. 실험 처치 조건에 자율주행 기능에 대한 사용자 신뢰도와 사용성 인식에 차이가 있는지 확인하였다. 사용자 신뢰도 측정은 선행 연구[33], [34]를 바탕으로 신뢰도 연관 항목인 안전감, 신뢰도, 이용의도 측정 항목을 도출하여 리커트형 7점 척도로 측정하였으며, 사용성 차원은 Lund의 설문 척도[35]를 바탕으로 이 연구의 맥락에 맞게 유용성과 전반적 만족도 측정 항목을 도출한 후 리커트형 7점 척도로 측정하였다.(표 2 참조)

표 2. 측정 변인 및 설문 항목

Table 2. Dependent variable, questionnaire items

Item	Component	Questionnaire
1	Safety	The system increases road safety.
2		The system prevents traffic violations.
3		The system contributes to reduce crash risk.
4		The system supports the driver to detect hazards in time.
5	Trust in automation	The system is dependable.
6		The system is reliable.
7		I am wary of the system. (-)
8		I am suspicious of the system's intent action, or outputs. (-)
9	Intention to use	I would like to have this system in my car.
10		I will not use the system in any case. (-)
11		I will purchase the system together with my next car
12	Usefulness	I will consider the use of the system.
13		The system is useful.
14	Satisfaction	The system meets my needs.
15		I am satisfied with the system.
16		The system works the way I want it to work.

2) 운전방식

운전성향에 따른 운전자의 자율주행 운전방식 선호도를 확인하기 위해 MDSI 운전방식 설문을 참조하여 문항을 작성하고 설문 조사를 실시하였다(표 3 참조). 운전방식 설문은 리커트형 7점 척도로 측정하였고, 각 항목은 운전방식의 분류에 따라 ‘성난 운전방식(Angry driving)’, ‘위험 운전방식(Risky driving)’, ‘긴장하는 운전방식(Anxious driving)’, ‘주의하는 운전방식(Careful driving)’으로 나뉜다. 성난 운전방식과 위험 운전방식은 운전자의 공격성을 나타내며, 반대로 긴장하는 운전방식과 주의하는 운전방식은 운전자의 조심성을 나타낸다.

표 3. 운전방식 측정 변인 및 설문 항목

Table 3. Driving style measurements, questionnaire items

Item	Component	Questionnaire	
1	Aggression	Enjoy the excitement of dangerous driving	
2		Risky driving	Like to take risks while driving
3			Like the thrill of flirting with death or disaster
4	Angry driving	Honk my horn at others	
5		Swear at other drivers	
6	Carefulness	Tend to drive cautiously	
7		Careful driving	Base my behavior on the motto "better safe than sorry"
8			On a clear freeway, I usually drive at or a little below the speed limit
9		Anxious driving	Feel nervous while driving
10			It worries me when driving in bad weather
11	While driving, I try to relax myself		
12		Feel comfortable while driving (-)	
13		Have relaxed mind while driving (-)	

IV. 결과 분석

4-1. 신뢰도, 사용성

1) 측정 변인의 신뢰성 검증

종속 변인 측정에 사용된 설문 항목들의 내적 일관성 검정을 위해 신뢰도 측정을 하였다. 분석결과 모든 종속변수의 성분 신뢰도(Chronbach's alpha)값이 0.7 이상으로 나타나 측정 변인의 신뢰성이 검증되었다.

2) 측정 변인의 검증 결과

처치 조건별로 평균값을 도출한 결과, 안점감, 자동화 신뢰도, 이용 의도 모두에서 개인화 인지 처치 집단의 평균값이 개인화 비인지 처치 집단에 비해 더 높았다. 유용성과 만족도 측정에서도 개인화 인지 처치 집단의 평균값이 모두 높았다. 자율주행 기능의 사용자의 인지된 개인화에 따라 사용자 신뢰도와 사용성 인식에 통계적 차이가 있는지 확인하기 위해 측정 변인 별로 독립표본 T 검증을 실시하였다. 분석결과는 표 4와 같다.

표 4. 측정 변인 T 검정 결과

Table 4. Dependent variable T- test result

Component	Personalization	Personalization	t	p
	Non-perceived	Perceived		
Safety	m = 4.33 (SD = 0.99)	m = 4.67 (SD = 0.85)	1.51	0.134
Trust in automation	m = 4.28 (SD = 0.83)	m = 5.00 (SD = 0.76)	3.65	0.001 **
Intention to use	m = 4.43 (SD = 0.93)	m = 5.08 (SD = 0.75)	3.20	0.002 **
Usefulness	m = 4.47 (SD = 0.97)	m = 4.85 (SD = 0.72)	1.79	0.079
Satisfaction	m = 3.87 (SD = 0.83)	m = 4.69 (SD = 0.84)	4.06	0.000 **

(*p<.05, **p<.01)

분석 결과 신뢰도 요인 중 자동화 신뢰도 차원에서 자율주행 운전방식의 개인화 인지가 이루어졌을 때(m = 5.00, SD = 0.76) 그렇지 않은 경우(m = 4.28, SD = 0.83)보다 유의한 수준으로 평균 점수가 높은 것으로 확인되었고, 이용의도 차원에서 개인화 인지가 이루어졌을 때(m = 5.08, SD = 0.75) 그렇지 않은 경우(m = 4.43, SD = 0.93)보다 유의한 수준으로 평균 점수가 높았으며, 만족도 차원에서도 개인화 인지가 이루어졌을 때(m = 4.69, SD = 0.84) 그렇지 않은 경우(m = 3.87, SD = 0.83)보다 유의하게 더 높은 점수를 나타냈다.

4-2. 운전방식과 신뢰도, 사용성의 상관 관계

운전자의 기존 운전 방식이 자율주행 체험을 통한 신뢰도와 사용성 인식과 관련이 있는지를 확인하기 위해 상관 관계 분석

을 추가적으로 시행하였다. 운전방식 측정을 위한 설문 항목들의 신뢰도 측정 결과 성분 신뢰도(Chronbach's alpha)값이 0.7 이상으로 나타나 측정 변인의 신뢰성이 검증되었다.

설문 분석 결과 참가자의 운전방식 경향은 그림 3과 같이 나타났다며, 평균적으로 조심성 운전방식 점수(m = 4.53, SD = 0.71)가 공격성 운전방식 점수(m = 1.89, SD = 0.63)에 비해 높은 것으로 나타났다.

표 5. 운전방식과 신뢰도, 사용성 사이의 상관계수

Table 5. Correlation coefficient between driving style and user trust, usability

	Safety	Trust in automation	Intention to use	Usefulness	Satisfaction
Risky driving	0.24**	-0.22**	-0.09	0.10	-0.20**
Angry driving	-0.07	-0.40**	-0.33**	-0.32**	-0.33**
Careful driving	-0.01	0.02	0.36**	0.26**	0.04
Anxious driving	0.09	-0.02	0.32**	0.16	0.12

상관 분석 결과 성난 운전방식, 위험 운전방식의 경우 신뢰도, 사용성 인식과 안전감을 제외한 대부분의 변인과 부적 상관 관계가 나타났으며, 긴장하는 운전방식, 주의하는 운전방식 등 조심성 운전방식은 이용의도 및 유용성에서 정적 상관관계가 일부 나타났다(표 5 참조).

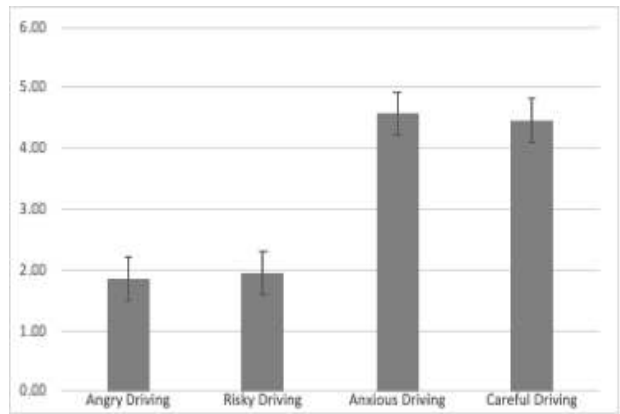


그림 3. 참가자 운전 방식 분석 결과
Fig. 3. Driving style of participants

V. 결 론

5-1. 결과 해석 및 논의

연구 결과, 운전방식 인지된 개인화가 사용자 신뢰도 차원과 유용성 차원에서 일부 유의미한 효과가 나타났다. 세부적으로는 자동화 신뢰도와 이용의도, 만족도 측면에서 긍정적인 효과를 확인할 수 있었다. 이 결과로 볼 때 사용자는 자율주행 기술의 개인화에 대한 설명이 주어질 때 더 자율주행 기능에 대해 신뢰하고 전반적으로 만족하며, 자신의 차량에도 이 시스템을 사용하고자 하는 의도를 갖게 된다고 볼 수 있다. 반면 안전감과 유용성 측면에서는 인지된 개인화의 효과가 나타나지 않았는데, 이는 주행방식의 개인화가 사고 위험을 줄이거나 도로 안전에 기여하는 것과는 무관하다고 판단하였으며, 자율주행 운전방식 개인화가 당장 필요한 수준의 기능이라고 판단하지 않았기 때문으로 보인다.

일반적인 운전방식 연구 분야의 경향은 운전 숙력, 차량 간 거리, 가속력 등 주행 데이터를 통한 운전 공격성 추정 및 성별, 연령 등 인구통계학적 정보와 운전방식간의 상관관계에 주목하였다. 그러나 운전자의 운전방식 인식과 자율주행 자동차 운전방식에 대한 선호도 간의 관계에는 크게 주목하지 않았다. 운전자는 실제 운전방식과 상관없이 방어적 운전방식의 자율주행 자동차를 선호하며, 이를 자신의 운전방식과 가깝다고 여긴다고 한다[37]. 이에 근거하여 운전자의 운전방식과 자율주행 자동차에 대한 신뢰도, 사용성 인식 간 상관관계 분석을 실시한 결과 전반적으로 운전방식과 신뢰도, 사용성 간의 상관관계가 높지 않은 것으로 나타났으며, 이는 실제 운전방식과 선호하는 자율주행 운전방식이 일치하지 않았던 선행연구의 결과와 상통한다. 다만 조심성 운전방식과 이용의도, 유용성의 일부 상관관계가 나타난 것은 운전으로 인한 긴장과 관련된 조심성 운전에서, 자율주행기능이 이러한 긴장을 다소 해소하는 것에서 유용성을 인식하기 때문으로 판단된다. 실험 후 인터뷰 결과에 의하면 운전방식 개인화가 이루어졌을 경우를 대체로 주의하는 방식으로 여겼으나 선호도와 직접적인 관련은 없었다.

5-2. 기여점

이 연구는 최근 자율주행 자동차에 대한 신뢰를 향상시키기 위한 방법으로서 운전자 운전 방식을 반영한 자율주행 구현에 대한 연구가 다수 이루어지고 있는 상황에서, 이러한 특징이 사용자의 자율주행 자동차에 대한 신뢰와 유용성 인식 차원에서 어떤 영향이 있는지를 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 기존의 연구들이 운전자 운전 방식의 자율주행의 기술적 구현 및 선호하는 운전 방식 탐색 차원에 집중한 반면, 이 연구는 운전방식에 의한 인지된 개인화 효과를 검증함으로써 자율주행 기술의 수용 측면에서 개인화 서비스의 당위성을 설명하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 효과 검증 과정에서 가상현실 시뮬레이션을 활용하여 몰입형 환경을 조성하여 실증하였다는 점도 의

미 있는 실험 설계 방식이라고 볼 수 있다.

향후 자율주행 자동차의 상용화를 앞두고 있는 시점에서 자율주행의 기술적 가치 뿐 아니라 운전자-자동차 인터랙션 관점에서 안전성, 편리성, 개인화와 같은 사용자 경험 가치를 지속적으로 향상시키는 것이 중요한 만큼 자율주행 개인화의 경험에 주목하여 보았다는 점에 이 연구의 실무적 의의가 있다. 이 연구는 자율주행 시스템의 운전방식에 의한 인지된 개인화가 사용자의 기술수용에 미치는 영향을 분석하였다는 점에서 학술적 의의가 있으며, 실용적 차원에서는 새로운 자율주행 자동차를 기획함에 있어 개별 사용자에 대한 운전방식 데이터를 활용한 개인화된 서비스의 제공이 중요하다는 점을 설명한다는 점에서 시사점이 있다.

5-3. 연구의 한계 및 후속 연구 제안

이 연구의 실험 참가자는 대부분 3년 미만의 운전경험을 가진 비교적 젊은 층의 운전자였으며 평소 운전경험이 많지 않았다. 선행 연구[36]에 따르면 운전경험에 따라 선호하는 운전방식에 차이가 있을 수 있으므로, 향후 연구에서는 운전경험이 많은 고령층의 운전자를 조사 대상에 포함하여 연구할 필요가 있다. 운전자의 운전방식에 대한 MDSI 주관적 설문 결과 보고된 운전 방식은 조심성 운전방식으로 나타났으며 그 원인에 사회적 바람직성 편향에 의해 안전 운전을 지향하는 방향으로 응답하였을 가능성이 있으며, 운전자의 운전경험이 적기 때문일 수 있으므로 운전 행동에 대한 객관적 지표의 수립이 필요해 보인다.

사용자의 신뢰도와 유용성 인식을 알아보기 위해 이 연구에서는 주관적 보고 방법인 설문을 사용하였다. 시간에 따라 연속적으로 변하는 사용자의 과업 수행 스트레스, 쾌적성 및 정서 상태와 연관된 행동지표 평가 요인이 반영되지 못한 한계점이 있다. Scherer 등의 연구[38]에서는 리모컨으로 실시간으로 참가자의 운전 편의성을 측정하는 방법을 제안하였으며, Healey 등의 연구[39]에서는 피부전도도와 심박동수와 같은 생리학적 지표와 운전자 스트레스 수준의 상관성을 제안하였다. 향후 연구에는 상술한 관련 연구의 측정 방법을 이용하여 보다 객관적으로 사용자 만족도를 측정하는 것이 필요하다.

마지막으로, 실험에서 주어진 주행상황은 실제 차량의 운전이 아닌 가상 시뮬레이션을 통해 비교적 짧은 시간 이루어진 것으로, 실제 자율주행 자동차를 이용한 장기간의 실험에 비해 타당성이 떨어진다는 점이다. 가상모의주행 환경은 고속도로 주행 상황으로 제한되었으며, 도심 주행 등 실제 환경을 최대한 반영하지 못한 한계가 있다. 따라서 후속 연구에서는 도심 내 교통법규 준수사항, 보행자 난입 및 급정거 등 우발적 상황, 교통 정체 상황 등 실제와 유사한 주행상황을 시뮬레이션 할 필요가 있으며, 나아가 실 차량의 운전자 데이터를 반영한 자율주행 자동차를 장기간에 걸쳐 연구하는 방법을 사용할 것을 제안한다.

참고문헌

- [1] Kyriakidis, M., Happee, R., & de Winter, J. C., "Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents.", *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 32, 127-140, 2015.
- [2] National Highway Traffic Safety Administration. NHTSA, Preliminary statement of policy concerning automated vehicles. Washington, DC. 1-14, 2013.
- [3] Wagner, M., & Koopman, P. "A philosophy for developing trust in self-driving cars." In *Road Vehicle Automation 2*, 163-171, 2015.
- [4] Abraham, H., Lee, C., Brady, S., Fitzgerald, C., Mehler, B., Reimer, B., & Coughlin, J. F. "Autonomous vehicles, trust, and driving alternatives: A survey of consumer preferences." In *Transportation Research Board 96th Annual Meeting*, Washington, DC. 8-12, 2017.
- [5] Honda Xcelerator Startups Demonstrate Future Mobility Solutions at CES 2018 [Internet]. Available : <https://hondainamerica.com/news/honda-xcelerator-startup-s-demonstrate-future-mobility-solutions-ces-2018/>.
- [6] Scherer, S., Dettmann, A., Hartwich, F., Pech, T., Bullinger, A. C., & Wanielik, G. "How the driver wants to be driven-modelling driving styles in highly automated driving." In *7. Tagung Fahrerassistenzsysteme*, 2015.
- [7] Plöchl, M., & Edelmann, J. "Driver models in automobile dynamics application.", *Vehicle System Dynamics*, 45(7-8), 699-741, 2007.
- [8] Yongkwan Lee, Minho Kwon, Do-Ui Hong, Kyuhyun Sim and Sung-Ho Hwang, "Analysis of Driving Pattern and Development of Collision Avoidance in Virtual Environment," *Conference on KSAE*, , pp. 1193~1195, 2014.
- [9] Paden, B., Čáp, M., Yong, S. Z., Yershov, D., & Frazzoli, E. "A survey of motion planning and control techniques for self-driving urban vehicles.", *IEEE Transactions on intelligent vehicles*, 1(1), 33-55, 2016.
- [10] Benenson, R., Petti, S., Fraichard, T, & Parent, M. "Towards urban driverless vehicles." *International journal of vehicle autonomous systems*, 1(6), 4-23, 2008.
- [11] Godoy, J., Pérez, J., Onieva, E., Villagrà, J., Milanés, V., & Haber, R. "A driverless vehicle demonstration on motorways and in urban environments." *Transport*, 30(3), 253-263, 2015.
- [12] Waldrop, M. M., "No drivers required." *Nature*, 518(7537), 20, 2015.
- [13] Ring, T. "Connected cars—the next target for hackers." *Network Security*, 2015(11), 11-16, 2015.
- [14] Payre, W., Cestac, J., & Delhomme, P. "Fully automated driving: Impact of trust and practice on manual control recovery." *Human factors*, 58(2), 229-241, 2016.
- [15] Helldin, T., Falkman, G., Riveiro, M., & Davidsson, S. "Presenting system uncertainty in automotive UIs for supporting trust calibration in autonomous driving." In *Proceedings of the 5th international conference on automotive user interfaces and interactive vehicular applications*. 210-217. ACM, 2013.
- [16] Wintersberger, P., Frison, A. K., Riener, A., & Boyle, L. N. "Towards a Personalized Trust Model for Highly Automated Driving." *Mensch und Computer 2016—Workshopband*, 2016.
- [17] French, D. J., West, R. J., Elander, J., & Wilding, J. M. "Decision-making style, driving style, and self-reported involvement in road traffic accidents." *Ergonomics*, 36(6), 627-644, 1993.
- [18] Huysduynen, H. H., Terken, J., Martens, J. B., & Eggen, B. "Measuring driving styles: a validation of the multidimensional driving style inventory." In *Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. 257-264. ACM, 2015.
- [19] De Groot, S., Ricote, F. C., & De Winter, J. C. F. "The effect of tire grip on learning driving skill and driving style: A driving simulator study." *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 15(4), 413-426, 2012.
- [20] Ishibashi, M., Okuwa, M., Doi, S. I., & Akamatsu, M. "Indices for characterizing driving style and their relevance to car following behavior." In *SICE, 2007 Annual Conference*. 1132-1137, 2007.
- [21] Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. "Errors and violations on the roads: a real distinction?" *Ergonomics*, 33(10-11), 1315-1332, 1990.
- [22] Gulian, E., Matthews, G., Glendon, A. I., Davies, D. R., & Debney, L. M. "Dimensions of driver stress." *Ergonomics*, 32(6), 585-602, 1989.
- [23] Taubman-Ben-Ari, O., Mikulincer, M., & Gillath, O. "The multidimensional driving style inventory—scale construct and validation." *Accident Analysis & Prevention*, 36(3), 323-332, 2004.
- [24] Elbanhawi, M., Simic, M., & Jazar, R. "In the passenger seat: investigating ride comfort measures in autonomous cars." *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 7(3), 4-17, 2015.
- [25] Verberne, F. M., Ham, J., & Midden, C. J. "Trusting a

- virtual driver that looks, acts, and thinks like you.” *Human factors*, 57(5), 895-909, 2015.
- [26] Wensveen, S. A., Djajadiningrat, J. P., &Overbeeke, C. J. “Interaction frogger: a design framework to couple action and function through feedback and feedforward.” In *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 177-184). ACM, 2004.
- [27] Komiak, S. Y., & Benbasat, I. “The effects of personalization and familiarity on trust and adoption of recommendation agents.” *MIS quarterly*, 941-960, 2006.
- [28] Youngsok Bang, Dong-Joo Lee-Yoon Soo Bae. “The Role of Perceived Personalization and Understanding in the Adoption of Personalization Services.” *KASBA*, 40(2), 355-382, 2011.
- [29] Hasenjäger, M., &Wersing, H. “Personalization in advanced driver assistance systems and autonomous vehicles: A review. In *Intelligent Transportation Systems (ITSC)*”, 2017 IEEE 20th International Conference on. 1-7, 2017.
- [30] Scherer, S., Dettmann, A., Hartwich, F., Pech, T., Bullinger, A. C., &Wanielik, G. “How the driver wants to be driven-modelling driving styles in highly automated driving.” In *7. Tagung Fahrerassistenzsysteme*, 2015.
- [31] Yusof, N. M., Karjanto, J., Terken, J., Delbressine, F., Hassan, M. Z., & Rauterberg, M. “The exploration of autonomous vehicle driving styles: preferred longitudinal, lateral, and vertical accelerations.” In *Proceedings of the 8th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications..* 245-252. ACM, 2016.
- [32] Basu, C., Yang, Q., Hungerman, D., Singhal, M., &Dragan, A. D. “Do you want your autonomous car to drive like you?”. In *Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. 417-425. ACM, 2017.
- [33] Gold, C., Körber, M., Hohenberger, C., Lechner, D., &Bengler, K. “Trust in automation—Before and after the experience of take-over scenarios in a highly automated vehicle.” *Procedia Manufacturing*, 3,3025-3032. , 2015.
- [34] Jian, J. Y., Bisantz, A. M., &Drury, C. G. “Foundations for an empirically determined scale of trust in automated systems.” *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 4(1), 53-71, 2000.
- [35] Lund, A. M. “Measuring usability with the use questionnaire12”. *Usability interface*, 8(2), 3-6, 2001.
- [36] Hartwich, F., Beggiano, M., Dettmann, A., &Krems, J. F. “Drive me comfortable: Customized automated driving styles for younger and older drivers.” *VDI Wissensforum GmbH (Ed.), Der Fahrer im 21. Jahrhundert*, 271-283, 2015.
- [37] Basu, C., Yang, Q., Hungerman, D., Sinahal, M., &Dragan, A. D. Do you want your autonomous car to drive like you?. In *2017 12th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 417-425). IEEE, 2017.
- [38] Scherer, S., Dettmann, A., Hartwich, F., Pech, T., Bullinger, A. C., &Wanielik, G. “How the driver wants to be driven-modelling driving styles in highly automated driving.” In *7. Tagung Fahrerassistenzsysteme*, 2015.
- [39] Healey, J., & Picard, R. W. Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, 6(2), 156-166, 2005.



김택수(Taek-Soo Kim)

2015년 : 연세대학교 건축학과 (건축학사)

2016년~2017년: 효성

2017년~현 재: 연세대학교 정보대학원 UX트랙 석사과정

※ 관심분야 : User Experience, Autonomous Vehicle, AI, Human-Computer Interaction



최준호(Junho Choi)

1995년 : 연세대학교 신문방송학과 (학사, 석사)

1997년 : 일리노이 주립대학 (시카고) 커뮤니케이션과 (석사)

2002년 : 뉴욕주립대학 (버팔로) 커뮤니케이션학과 (박사)

2002년~2006년: Rensselaer Polytechnic Institute. Department of Language, Literature, &Communication 조교수

2006년~2009년: 광운대학교 미디어영상학부 디지털미디어트랙 부교수.

2016년 ~ 2017년 : University of Michigan. 방문교수

2009년~현 재: 연세대학교 정보대학원 UX트랙 부교수

※ 관심분야 : User Experience, Autonomous Vehicle, AI, Human-Computer Interaction