

## 협력운전을 위한 운전자-차량 인터페이스 연구

양인범

순천향대학교 스마트자동차학과 교수

## A Study on Driver-vehicle Interface for Cooperative Driving

In-Beom Yang

Professor, Department of Smart Automobile, Soonchunhyang University

요 약 완전자율주행(Auto Driving, AD) 실현을 위한 다양한 기술적, 사회적 접근이 진행되고 있으며, 동시에 통신 네트워크와 확장된 첨단운전자지원시스템을 포함하는 협력주행(Cooperative Driving, CD)에 대한 개발이 진행되고 있다. CD에서는 운전자와 시스템의 역할 분담과 주행 안정성 확보가 중요하기 때문에 운전자와 차량 간 효율적인 인터페이스 방안이 요구된다. 본 연구는 CD에서의 운전자와 시스템의 역할과 기능을 고려하여 운전자, 시스템 및 불확실성을 내재한 주행 환경을 포함하는 연구모형을 제안한다. 또한 주행 환경에 대한 분석과 연구모형을 이용하여 CD에서의 다양한 주행 상황에 대응해야 하는 운전자와 차량 간의 효율적인 인터페이스 방안을 제시하였다. 본 연구를 통해서 제안된 연구모형과 인터페이스 방안은 CD 시스템 설계, 운전석 모듈 개발 및 인터페이스 디바이스 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 첨단운전자지원시스템, 협력주행, 자율주행, 운전자-차량 협력 모델, 운전자-차량 인터페이스

Abstract Various technical and societal approaches are being made to realize the auto driving (AD) and cooperative driving (CD) including communication network and extended advanced driver support system is under development. In CD, it is important to share the roles of the driver and the system and to secure the stability of the driving, so a efficient interface scheme between the driver and the vehicle is required. This study proposes a research model including driver, system and driving environment considering the role and function of driver and system in CD. An efficient interface between the driver and the vehicle to cope with various driving situations on the CD using the analysis of the driving environment and the research model is also proposed. Through this study, it is expected that the proposed research model and interface scheme could contribute to CD system design, cockpit module development and interface device development.

Key Words : ADAS, Cooperative driving, Autonomous driving, Driver-vehicle cooperation model, Driver-vehicle interface

\*This work was supported by the Soonchunhyang University Research Fund (No. 20180346)

\*Corresponding Author : In-Beom Yang (ibyang@sch.ac.kr)

Received March 15, 2019

Revised April 23, 2019

Accepted May 20, 2019

Published May 28, 2019

## 1. 서론

자율주행, 커넥티드서비스 그리고 스마트모빌리티가 모두 연결되는 시점에서 전통적인 자동차의 기능과 형태에 변화와 혁신이 있을 것으로 예상된다. 많은 부분에서 변화와 혁신이 예상되지만, 특히 운전자 인터페이스와 실내공간은 혁신적이고 새로운 디자인이 필수적으로 요구될 것이다. 자율주행기술은 운전자의 개입을 최소화 할 것이며, 커넥티드 서비스와 스마트모빌리티는 다양한 정보, 콘텐츠 및 서비스 제공을 위하여 새로운 인터페이스 방안을 요구할 것이기 때문이다.

그러나 이러한 혁신과 변화는 자율주행과 관련한 기술적 장벽, 사회적 수용성, 통신 기반 및 표준 정비 등 많은 요소들이 성공적으로 해결 방안을 찾아야만 가능할 것으로 예상된다. 따라서 자율주행기술을 핵심으로 하는 자동차의 근본적인 혁신과 변화에는 상당한 시간이 소요될 것으로 예상되고, 부분자율주행기능을 포함하는 확장된 첨단운전자지원 시스템(Advanced Driver Assistance System, ADAS)가 상당기간 의미 있는 발전과 진화를 지속할 것으로 예측된다.

이와 같이 자율주행의 현실화에 따른 자동차의 변화와 혁신에 대한 다양한 시각과 전망이 있음에도 불구하고, ADAS와 부분자율주행기능을 포함한 스마트카의 상용화는 점진적으로 진행되고 있다. ADAS에서 부분자율주행으로의 기능 확장을 통하여 제한적으로 운전자를 대신하여 상황인지, 판단과 동적제어를 수행함으로써 운전자의 운전부하감과 자동차의 주행안전성을 높이는 방향으로 상용화가 진행되고 있다. 이러한 흐름은 완전자율주행으로 발전하는 중간 단계에서 스마트카의 상품성과 고부가가치화를 위한 전략으로 자리 잡고 있다. 또한 스마트시티의 핵심 요소 중 하나인 스마트모빌리티에 대한 사회적 요구와 기술적 가능성을 함께 고려하여 본다면, 중장기적으로 산업적인 성장가능성도 높을 것으로 예상된다.

본 논문은 ADAS와 부분자율주행기능을 포함한 협력주행에 요구되는 운전자-차량 인터페이스에 대한 기초 연구를 수행하고 핵심 기능에 대한 방안을 제시한다. 이를 위하여 2장에서는 기술동향, 산업표준 및 관련제도에 대한 조사와 분석을 통하여 수동운전과 완전자율주행 사이의 중간 단계에 대한 개념적 분류를 정립하였다. 3장에서는 운전자와 시스템의 역할과 기능을 고려하여 운전자, 차량 및 불확실성을 내재한 주행환경을 포함하는 연구모형을 제안하였다. 4장에서는 불확실성이 내재된 다양한 주행 시나리오에 대

한 분석과 확장된 연구모형 연구를 통하여 불확실성과, 비정상상태 및 복잡성에 대응해야하는 운전자와 차량 간의 인터페이스(Driver-Vehicle Interface, DVI) 방안을 제시하고 5장 결론에서 이를 정리하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 협력주행 정의

자율주행기술과 관련하여 다양한 전문가집단, 산업계 및 국가기관 등은 체계적인 협의체 활동을 통하여 중장기적인 로드맵과 기술표준을 제시하고 있다. 자율주행과 관련한 산업기술표준은 SAE(Society of Automotive Engineers)에서 제시하는 SAE J3016과 국제표준기관인 ISO TC204 WG14에서 제시하는 시스템별 표준안이 대표적인 것들이다.

SAE 표준은 자율주행자동차의 자동화 수준에 따라 0에서 5까지의 6개의 레벨로 구분하고 있다. 협의체 및 기관에 따라 이 구분은 다소 다르게 제시되기도 하지만 큰 방향에서는 같은 내용을 보이고 있다. ADAS를 포함하는 자율주행(Auto Driving, AD) 레벨 구분은 Table 1과 같다.

Table 1. Level of Vehicle Automation

ADAS	AD Level	Definition
passive	Level 0	No Automation
active	Level 1	Driver Assistance
active	Level 2	Partial Automation
active	Level 3	Conditional Automation
active	Level 4	High Automation
active	Level 5	Full Automation

미국 NHTSA (National Highway Traffic Safety Admission)는 자율주행과 관련한 기술규격 및 지침서[1]를 지속적으로 갱신하여 제시하고 있으며 독일, 일본 및 한국도 자율주행과 관련된 가이드 및 법제도 등을 지속적으로 보완함으로써 관련 산업의 발전을 지원하고 있다. 이러한 지침 및 표준은 자율주행과 관련한 기술적 맥락을 이해하고 분석함에 있어서 좋은 기준이 된다.

자동화 수준에 따른 이러한 구분은 기술의 적용과 그에 대한 단계적이고 체계적인 발전 방향을 잘 보여주지만 자율주행이 의미하는 일반적인 개념과 인터페이스 디자인 관점

에서 볼 때, 다소 분명하지 못한 점이 존재한다. 0레벨 수동 운전(Manual Driving, MD)은 기능적 개념과 구분이 명확하지 않지만, 1레벨에서 4레벨까지는 기술의 발전과 사회적 수용성 등에 따라 지속적으로 변경될 가능성이 있다. 또한 SAE 표준에서 정의하는 5레벨이 운전자의 개입이 없는 완전 자율주행을 의미한다면, 4레벨은 여전히 운전자의 개입이 필요한 자율주행을 의미하기 때문에 이러한 구분은 운전자와 자동차시스템 간의 상호작용이라는 관점에서 본다면 명확하지 못한 점이 존재한다.

각 레벨에서 운전자와 차량시스템간의 기능과 책임역할을 구분하는 Table 2를 살펴보면 이는 더 분명해진다. 주행 환경(Driving Environment, DE)을 인지하는 책임역할은 3레벨부터 시스템이 담당한다. 종횡방향 혼합제어를 포함하는 Dynamic Driving은 4레벨부터 시스템이 역할을 한다. 4레벨 자율주행은 일부 주행상황에서는 자율주행이 불가능하다는 점에서 5레벨과 구분된다.

Table 2. Role and Responsibility for Driving Task

AD Level	Acc./Decel. & Steering	Monitoring of DE	Dynamic Driving
Level 0	Human	Human	Human
Level 1	Human/System	Human	Human
Level 2	System	Human	Human
Level 3	System	System	Human
Level 4	System	System	System
Level 5	System	System	System

따라서 운전자와 자동차시스템 간의 상호작용에서는 기술의 발전과 적용에 따른 체계적인 구분보다는 운전자와 시스템의 기능과 역할에 따라 구분하는 것이 명료하다. 5레벨이 의미하는 상징적인 완전자율주행과 구분하여 1레벨에서 3레벨까지를 운전자와 시스템이 상호 협력적으로 주행에 관여하는 협력운전(Cooperative Driving, CD)으로 구분하는 것이 인터페이스 관점에서는 명확한 의미를 갖는다.

## 2.2 관련 연구동향

인지, 판단 및 제어 등 CD 핵심기술들의 발전과 점진적인 상용화가 진행되면서 운전자와 자동차시스템 간의 인터페이스에 대한 연구가 다양하게 추진되고 있다. 이러한 연구는 인터페이스와 실내공간을 AD의 기능에 맞추어 근보

적으로 새롭게 설계하는 방향과 기존의 인터페이스 플랫폼과 실내공간에 기능을 부가하는 방향으로 크게 구분할 수 있다.

AD에서의 제어권 전환 전략을 포함한 Human Machine Interface (HMI) 연구는 다양한 디자인 방법론을 이용하여 원칙과 전략을 도출하고 이를 검증하는 내용이 주를 이루고 있다. S. Debernard 외[2, 3] 연구에서는 인지적 업무분석 프레임워크와 인간-기계 협력 개념을 활용하여 자율주행자동차의 휴먼-머신 인터페이스 디자인에 있어서 필수적인 원칙들을 제안하고, 차량 시스템과 운전자 간의 제어권 전환 또는 협력적 주행을 위하여 운전자에게 어떤 정보를 언제, 어떻게 제공해야 하는지에 대한 방법론을 제시하였다. 제시된 방법론은 시뮬레이터를 이용하여 고속도로 상의 특정 주행 시나리오를 이용하여 검증하였다. Susana Costa 외[4]는 문헌정보, 산업표준 및 신기술 동향을 분석하여 제어권 전환 시의 경고의 중요성을 분석하고, 운전자와 시스템의 특성을 반영하여 운전자-차량 간 소통 전략으로써 협력적 접근 모델을 제시하였다.

CD에서의 상호 협력을 위한 능동적 인터페이스 또는 협력적 인터페이스 전략과 방안을 제시하고 시뮬레이터를 이용하여 검증하거나 햅틱 장치를 포함한 시제품을 제작하여 이를 검증하는 연구도 수행되었다[5-7].

이러한 구체적인 방안에 대한 연구 외에 근본적인 질문과 답을 찾는 연구도 진행되고 있다. 기술 중심의 디자인보다는 기능 중심의 디자인을 통하여 운전자와 차량 간의 효율적인 연결을 고찰하는 연구가 진행되었다[8]. 또한 MD, CD 및 AD에 따라 운전자에서 승객으로 변화하는 운전자의 역할에 따른 정보의 변화에 대한 연구도 수행되었다[9]. 또한 운전자의 역할 변화에 따른 효율적인 정보 전달 방안 및 방법에 대한 연구도 진행되었다[10].

CD 및 AD의 새로운 인터페이스 연구는 운전자의 역할에 따른 효율적이고 안전한 운전자와 시스템 간의 협력 원칙과 모델을 제안하기 위한 다양한 방법론과 시뮬레이터 등을 이용하여 이를 검증하는 방법론이 주류를 이루고 있다.

## 3. 모델링

ADAS 및 부분자율주행기능을 포함하는 스마트카는 주행환경에 대한 정보 수집과 분석, 주행 전략에 대한 판단 그리고 차량제어라는 순차적인 기술적 체계를 통하여 구현된다. 따라서 스마트카 인터페이스 디자인을 위한 모델에는 운전자, 자동차시스템 및 주행환경이 모두 포함되어야 한

다. 또한 주행환경은 정상적인 교통정보뿐만 아니라 도로상의 불확실성과 비정상상황 그리고 알고리즘으로 예측 또는 분석하기 어려운 복잡성을 모두 포함해야한다. 이러한 것들을 모두 고려하여 운전자를 중심으로 MD에서의 차량 및 주행환경을 포함한 일반적인 모델을 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다.

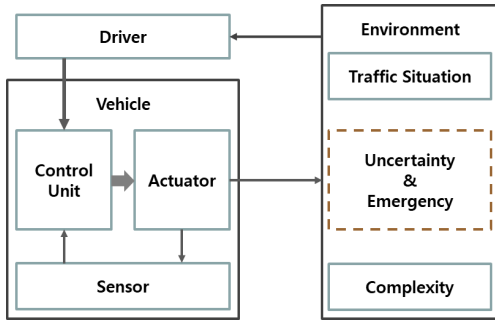


Fig. 1. Manual Driving Research Model Including D.E.

이 모델에 포함되어 있는 외부환경의 불확실성, 비정상 상황 및 복잡성은 표면적인 현상인지를 통해서 구분하기 어렵지만 기저 원인이 다르기 때문에 별도로 구분하는 것이 타당하다. 교통정체 현상을 예로 들자면, 고속도로 상의 교통 정체는 일반적인 차량 증가, 교통사고, 악천후, 운전미숙자 및 저속차량 등 다양한 원인이 혼합되어 같은 현상으로 나타나는 것으로 볼 수 있다. MD에서는 이러한 기저 원인에 대한 인지보다는 주행 상황에 나타나는 현상을 포함하여도 충분하지만, 부분자율주행기능이 포함된 CD에서는 원인과 현상을 같이 파악해야만 적절한 판단과 제어가 이루어지기 때문에 모델에 포함되는 것이 타당하다.

외부환경의 불확실성, 비정상상황 및 복잡성을 인지하기 위한 학습알고리즘에는 기술적 한계가 존재한다. 갑작스러운 차선 변경과 같은 일반적인 주행환경에서의 인적요인에 의한 것과 교통사고, 낙하물과 같은 의도되지 않은 요인으로 구분할 수는 있지만, 시스템이 이를 명확히 구분하는 것에는 기술적 제한 요소들이 존재한다. 또한 다양한 기저 원인의 결합에 의한 복잡성 역시 명확한 구분이 어렵지만, 이 모델에서는 별도로 구분하였다.

제안된 연구모델은 운전자 중심의 주행 환경을 표현하기에는 직관적이고 유용하지만 이를 이용하여 CD에서의 다양한 상황을 분석하기에는 한계가 있다. 운전자와 시스템 간의 적절한 상호작용에 대한 고려가 모델에 반영되지 않았기 때문이다. 따라서 CD에 포함된 요소기술과 다양한 주행

시나리오를 분석하여 적절한 모델을 수정 제시하고 이를 기반으로 인터페이스 방안을 도출할 필요가 있다.

CD를 대상으로 하는 연구모델은 다음과 같은 것들이 고려되어야 한다. 먼저 운전자는 전체 시스템에 포함되어야 한다. 어떤 경우에도 운전자가 out-of-the-loop 되지 않아야 한다. 따라서 운전자를 전체 시스템 내부로 포함하여 운전자와 시스템 간의 상호 관계를 보이는 것이 타당하다. 다음으로, 시스템의 인지, 판단과 그에 따른 차량이 동적 거동에 대한 정보가 운전자와 연계되어야 한다. 운전자가 자동차시스템에 포함되면서 동시에 운전자에게는 감독자의 역할이 주어지기 때문에 차량의 의도와 거동에 대한 정보와 연결되어야 한다. 마지막으로 이 모든 것을 총괄하는 새로운 인터페이스가 고려되어야 한다. 새로운 인터페이스는 운전자와 시스템의 상태를 모두 모니터링하면서 동시에 적절한 판단이 가능한 지능적인 기능을 포함해야한다. Fig. 2는 이러한 모든 요소를 반영한 개선된 연구모델을 보여준다.

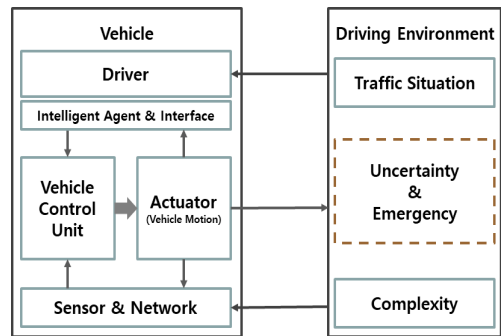


Fig. 2. Cooperative Driving Model Including D.E.

#### 4. 분석 및 DVI 방안

##### 4.1 주행 시나리오 분석

CD에서의 주행 시나리오는 종방향, 횡방향 및 종횡방향 혼합과 도로 상의 불확실성과 복잡성을 추가한 것으로 구분할 수 있다. 분석을 위한 운전자 형태분석 및 주행 시나리오는 미국 NHTSA의 시험분석 보고서[11, 12] 및 캘리포니아 DMV의 자율주행해제 원인분석 보고서를 참조하여 선정하였다. 시스템 자체의 문제 또는 한계로 나타나는 시나리오는 제외하고 불확실성을 내재하는 주행 시나리오 중심으로 선별하였다. 전방 정체상황을 가정한 주행 시나리오 외에 갑작스러운 끼어들기, 특정 차선의 도로공사, 선회구간 또는 도로주변 환경에 의하여 가려진 정체상황을 대표적인 시나리오로 선정하고 분석하였다. 선정된 시나리오 중에서

CD 주행환경이 내재한 불확실성을 보여주는 대표적인 주행 상황은 Fig. 3과 같다.

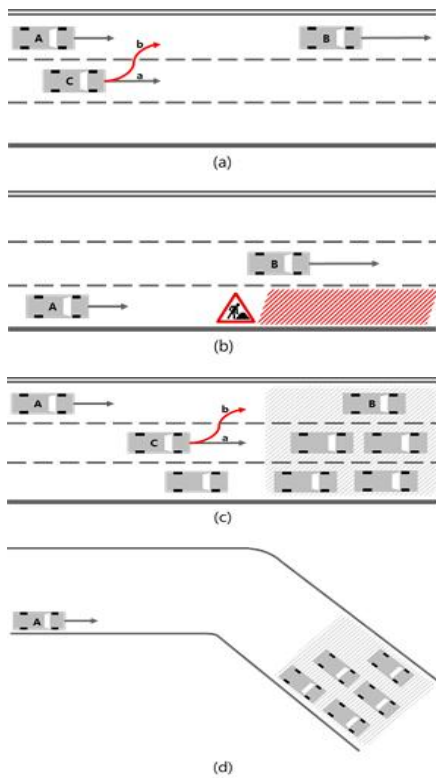


Fig. 3. Example of Driving Scenario  
 (a) Abrupt Cut in (b) Road Construction  
 (c) Traffic Jam (d) Invisible Traffic Jam

Fig. 3의 (c)와 같이 전방 정체가 시작되는 주행상황은 불확실성이 증가하는 대표적인 사례를 잘 보여준다. 그림에서 A 차량의 레이더와 카메라 등의 센서는 B 차량을 목표로 능동적인 거리 제어를 수행하지만, C 차량의 b로의 끼어들기는 예상할 수 없기 때문에 C 차량에서 차량 간 통신을 통하여 b 궤적으로의 진입을 실시간으로 통보받지 못한다면, C 차량의 갑작스러운 차선 변경으로 인한 사고 확률은 매우 높아지게 된다. MD에서는 운전자의 경험과 직관이 작용하여 이러한 상황에 적절히 대응하지만, 시스템이 제어하는 CD에서는 센서 정보만으로는 불확실성을 예측하기 어렵기 때문이다. 따라서 A 차량의 시스템은 전방 차량들의 전반적인 속도 저하에 따른 지체 또는 정체를 인지한 후에 운전자에게 이를 통보하고 운전자에게 대비할 수 있도록 해

야 한다.

주행 시나리오 분석과 인터페이스 방안 도출에 있어서 가장 중요한 가정은 시스템이 주행상황에 내재되어 있는 불확실성과 복잡성을 완전하게 인지 또는 판단하지 못한다는 것이다. 따라서 운전자와 시스템이 각각의 역할을 이해하고 적절히 협력해야하는 인터페이스 방안이 요구된다.

#### 4.2 DVI 방안

운전자와 차량 간의 인터페이스 방안을 도출함에 있어서 몇 가지 추가적인 가정을 하였다. 우선, 시스템 오류 및 날씨변화와 같은 상황은 분석대상에서 배제하였다. 또한 센서 네트워크를 통한 인지도도 낮은 확률의 오류와 상황적 한계가 존재한다고 가정하였다. 동시에 무선통신에 의한 중장거리 교통상황에 대한 정보수집과 판단에도 현실적인 한계가 존재한다고 가정하였다.

이러한 가정 하에서 주행환경을 포함하는 연구모델과 다양한 주행 시나리오 분석을 통하여 불확실성과 복잡성을 반영한 인터페이스 방안에 대하여 탐색하였다. 불확실성과 복잡성의 결과로 나타나는 인지 불가한 상황이 존재하는 것에 대한 고려와 운전자의 역할 변화에 따른 시스템과의 상호작용에 필수적인 요소를 고려하며 인터페이스 방안을 도출하였다. 운전자와 시스템간의 역할에 따른 DVI 방안을 Table 3에 정리하였다.

가장 먼저 고려되어야 하는 점은 운전자의 역할에 관계없이 상시적으로 요구되는 필수적인 기능이다. 시스템은 카메라 등의 센서와 차량 조작 정보를 이용하여 운전자의 상태 정보를 파악해야 한다. 운전자의 신체적 또는 정신적 상태에 따른 운전집중 여부와 장시간 운전으로 인한 피로도 증가 등에 대하여 지속적인 모니터링이 요구된다. 시스템은 운전자가 언제든지 적절한 개입을 할 수 있는 상태인지를 인지해야만 한다. 만일 운전자의 부주의, 감독기능저하 및 무관심이 오래 지속될 경우 적절한 경고를 제공함으로써 차량 주행상태를 모니터링 하도록 해야 한다. CD에서는 운전자가 어떤 경우에서도 차량 주행과 관련된 모든 체계에서 out-of-the-loop가 되지 않도록 시스템이 인지하고 있어야 함을 의미한다. 동시에 운전자 상태 정보는 주행지원을 위한 적절한 정보를 제공이나 비상제동에 대한 판단 근거로 이용 가능하다. 또한 ADAS 정보 및 경고를 포함하는 차량 주행 정보는 항상 제공되어야 하며, 시스템의 정상여부와 특정 기능의 동작여부 정보도 반드시 제공되어야 한다.

Table 3. Role of Driver-vehicle Interface

Role of Driver	Role of Driver-vehicle interface
Driver / Supervisor	1. Driver Monitoring - Incl. out-of-the-loop Detection 2. Providing information & warnings 3. System activation status display - Incl. function on/off status 4. System error or fault notification
Driver	1. Operation of the vehicle monitoring 2. Driving pattern learning 3. Multimodal haptic feedback - In emergency situation
Supervisor	1. Activation step notification - Incl. target recognition - Incl. intension & decision - Control on/off 2. Control strategy notification 3. Control data display - Incl. remaining distance to stop 4. Preparation for intervention 5. Request for taking control

다음으로, 운전자가 차량의 주행을 전적으로 책임지는 운전자 역할에서는 시스템은 차량의 주행과 관계된 운전자의 모든 조작을 인지하고 이 정보를 이용하여 차간거리유지를 위한 제동 패턴, 속도에 따른 조향 패턴 등 운전 패턴을 인지하고 학습할 필요가 있다. 이러한 패턴은 시스템이 차량을 제어할 때 주요 파라미터 설정에 활용할 수 있으며 이를 통하여 운전자가 느끼는 불안감과 이질감을 줄일 수 있다. 또한 운전자의 의도와 관계없이 특정 위험 요인이 감지되면 이를 실시간으로 운전자에게 제공해야 한다. 특히 운전자의 시야가 닿지 않는 사각지역에 대한 정보는 반드시 제공되어야 한다. 정보 제공 방식은 시각, 촉각 및 청각의 순서로 제공되는 것이 타당하고 일부 중요한 정보의 제공은 멀티모달 방식이 요구된다.

운전자 역할에서 긴급하고 명확한 위험상황이나 운전자의 조작 결과로 인하여 사고위험이 발생할 수 있는 상황이 예측될 경우, 시스템은 제한적인 차량 거동 제어를 운전자의 의지에 반하여 제공해야 한다. 여러 차량이 동시에 같은 차선으로 변경하여 진입하는 경우나 차간거리유지가 실패할 수밖에 없는 명확한 상황 등이 여기에 해당한다.

마지막으로, 운전자가 감독자의 역할인 경우에도 시스템이 인지하는 주행환경 정보 중에서 차량 제어와 직접적으로

관련되는 주요 정보는 운전자에게 항상 제공되어야 한다. 이를 통하여 시스템이 주행환경을 정상적으로 인지하고 있으며 차량을 정확하게 통제하고 있음을 운전자가 항상 알 수 있도록 해야 한다. 동시에 시스템의 주행전략과 상황인지 또는 판단결과가 운전자에게 전달되어야 한다.

시스템에 의하여 수행되는 또는 수행하고자 하는 주요 기능 또는 동작에 대한 구체적인 정보가 운전자에게 제공되어야 한다. 차간거리유지 기능을 예로 들자면, 전방 차량과의 거리 및 속도 변화에 따른 제동여부와 제동 시간, 거리 등의 추가 정보가 제공되어야 함을 의미한다. 또한 인지 한계 및 불확실성의 증가로 인하여 판단이 어려울 경우에는 운전자의 개입을 요구해야 한다.

## 5. 결론

확장된 ADAS를 거쳐 자율주행으로 전환되는 CD에서의 운전자와 차량 간의 인터페이스 방안에 대한 기초연구를 수행하였다. 문헌조사를 통하여 협력운전의 개념과 범위를 명확히 하고, CD 분석을 위한 연구모델을 제시하였다. 제시된 연구모델과 다양한 주행 시나리오를 분석하여 운전자와 차량 간의 인터페이스 방안을 제시하였다.

제시된 인터페이스 방안은 운전자의 역할에 따라 두 가지 경우로 구분된다. 운전자가 운전을 책임지는 상황에서는 운전자의 운전 패턴과 상태 정보를 파악하고 시스템이 이 정보를 이용하여 운전자의 인지, 판단 및 차량 제어의 모든 과정에 적절한 개입과 지원을 해야 한다. 운전자에게 제공되는 지원은 경고를 포함한 정보 제공의 형태를 갖는 것이 일반적이나 필요한 경우 제한적인 차량 제어를 통하여 적극적으로 정보를 제공하는 방안도 요구된다. 운전자가 차량 제어를 책임지는 경우에도 시스템의 적절한 지원이 반드시 필요함을 의미한다.

시스템이 차량의 주행을 제어하는 모드에서도 운전자와 시스템이 인터페이스를 통하여 상호 협력하는 기본 방향은 동일하다. 다만, 시스템은 불확실성과 복잡성에 대한 인지 및 예측 능력이 인간보다 부족하기 때문에 특정 상황에서는 운전자의 즉각적인 개입을 요청하는 방안이 요구된다.

제시된 인터페이스 방안은 효율적인 DVI 설계에 반영되어 CD에서의 주행 안정성 확보에 기여할 수 있을 것이다. 또한 다양한 스마트카의 인터페이스 디자인을 포함한 새로운 실내 공간의 연구와 제품개발에 폭넓게 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

다음 단계 연구는 시뮬레이션 환경 구축과 동적모델 개

발을 통하여 각 시나리오를 구현함으로써 인터페이스 설계에 필요한 구체적인 데이터를 추출하는 것이다. 이 데이터를 기반으로 CD에 적용할 수 있는 실제 인터페이스 디자인을 설계하고 그 효용성을 검증하는 연구로 연결된다. 이를 위해서 다양한 운전자를 포함하는 시뮬레이터를 활용하여 개발된 디바이스에 대한 정량적 평가와 정성적인 평가가 이루어져야 한다.

REFERENCES

[1] NHTSA. (2018). *Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicles 3.0*.

[2] S. Debernard, C. Chauvin, R. Pokam & S. Langlois. (2016). Designing Human-Machine Interface for Autonomous Vehicles. *IFAC-PapersOnLine*, 49(19), 609-614.

[3] C. Guo. et. al. (2017). Cooperation Between Driver and Automated Driving System: Implementation and Evaluation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*.

[4] S. Costa, P. Simões, N. Costa & Pedro Arezes. (2017). A Cooperative Human-Machine Interaction Warning Strategy for the Semi-Autonomous Driving Context. *Future Technologies Conference (FTC)*.

[5] F. Frank. et. al. (2008). Cooperative Control and Active Interfaces for Vehicle Assistance and Automation. *FISITA 2008*, F2008-02-045.

[6] M. Walch, T. Sieber, P. Hock, M. Baumann & M. Weber. (2016). Towards Cooperative Driving: Involving the Driver in an Autonomous Vehicle's Decision Making. *Proceedings of the 8th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, (pp. 261-268).

[7] D. Sadigh, K. Driggs-Campbell, R. Bajcsy, S. S. Sastry & S. Seshia. (2014). User Interface Design and Verification for Semi-Autonomous Driving. *Proceedings of the 3rd international conference on High confidence networked systems*, (pp 63-64).

[8] E. Hollnagel. (2006). A Function-centred Approach to Joint Driver-vehicle System Design. *Cognition, Technology & Work*, 8(3), 169-173.

[9] M Beggato. et. al. (2015). What would drivers like to know during automated driving? Information needs at different levels of automation. *7th conference on driver assistance, Munich*.

[10] A. P.van den Beukel, M. C.van der Voort & A. O.Eger. (2016). Supporting the changing driver's task:

Exploration of interface designs for supervision and intervention in automated driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 43, 279-301.

[11] NHTSA. (2015). *Human Factors Evaluation of Level 2 and Level 3 Automated Driving Concepts*.

[12] NHTSA. (2018). *A Framework for Automated Driving System Testable Cases and Scenarios*.

양 인 범 (Yang, In Beom)

[정회원]



- 2013년 8월 : 고려대학교 제어계측공학과 (공학박사)
- 1998년 3월 ~ 2016년 8월 : 자동차부품 연구원
- 2016년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 스마트자동차학과 교수

- 관심분야 : ADAS, Interface, Mechatronics System
- E-Mail : ibyang@sch.ac.kr