

Experimental design for take-over scenarios in automated driving considering situation awareness

Myoungouk Park¹, Jinwoo Park¹, Joonwoo Son^{1*}

¹DGIST (Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology), HumanLAB, Daegu 711

ABSTRACT

Objective: This paper aims to suggest an experimental design framework for investigating human factors in transition of highly automated driving. **Background:** Take-over control from the automated driving system to the driver will remain a key element of automated driving until fully automated driving replace manual operation. **Method:** Systematic review of previous studies was performed based on the transition initiator, control after transition, and situation awareness. The inclusion criteria for the review were transitions which involved SAE level 3 automated driving and the research topics on driver behavior and/or performance during a transition. **Results:** We retrieved previous studies, categorized their experimental designs, and interpreted the empirical studies on transitions using the proposed framework.

Keywords: Automated Driving, Human Factors, Transitions, Situation awareness

1. Introduction

대부분의 교통사고 원인이 사람의 실수와 연관된 것이므로 (Sabey & Taylor, 1980; Dingus et al. 2006), 자율주행 차량은 교통사고를 줄이고 교통 안전을 향상 시킬 수 있는 가능성이 보이고 있다 (Kuehn et al. 2009). 그러나 완전 자율주행 차량의 운행이 일상화 되기 전까지는 운전자와 자율주행 차량 간의 상호작용이 필요한 형태의 자율주행 차량이 우선적으로 상용화 될 것이다 (Son & Park, 2017).

자동차공학회(Society of Automotive Engineers), 미국 고속도로교통안전국(the United States National Highway Traffic Safety Administration), 독일 연방교통연구소(the German Federal Highway Research Institute) 등의 주요 자동차 관련 기관에서는 자율주행 시스템을 6단계 (Level 0: 수동운전, Level 5: 완전자율주행)로 구분하여 정의하였으나 (SAE, 2016; NHTSA, 2016; BASt, 2012), 레벨 2와 레벨 3를 구분하는 주요 요소가 운전자의 모니터링 여부로 정의되어 있어 논란의 대상이 되고 있다. 즉, 운전자에게 요구되는 행동 (주변 및 시스템 모니터링)과 실제 행동의 차이를 고려하지 않고 이들을 혼합하여 사용하였기 때문에 자율주행자동차 수준별 정의에는 여전히 한계가 있다 (Son & Park, 2017).

특히, 레벨 2와 레벨 3 자율주행에서 급작스럽게 수동 운전으로 전환해야 하는 상황이 발생할 경우 사고 위험이 증

가할 수 있으며, 일반적으로 사람들은 장시간동안 모니터링을 수행하는 데 익숙하지 않기 때문에 더 위험할 수 있는 것으로 알려져 있다.

따라서, 부분 자율주행이 이루어 지는 동안 운전자 행동을 이해할 필요가 있으며, 본 연구는 상황인지를 고려한 운전자와 자율주행 차량 간의 제어권 전환 실험 시나리오 설계를 위한 주요 프레임워크를 제안하고자 한다.

2. Method

본 연구에서는 상황 인지를 고려한 제어권 전환 분석 프레임워크(Son & Park, 2017)을 사용하여 선행 연구를 분석하였다. 최근 2013년부터 2017년 사이에 출간된 논문 15편을 중심으로 조사하였으며, 자율 주행 상태가 SAE 레벨 3에서 레벨 0 (수동운전)으로 변경되는 제어권 전환 실험 시나리오를 중심으로 분류하였다. 즉, 아래의 기준에 따라 분석대상 선행 연구를 선정하였다.

- 1) SAE 레벨 3에서의 제어권 전환 연구
- 2) 제어권 전환시 운전수행도 및 행동분석을 중점적으로 수행한 연구
- 3) 운전 시뮬레이터에서 수행된 제어권 전환 실험 연구

3. Results

본 논문에서 분석한 문헌 연구의 결과, SAE 레벨 3 자율주행에서의 제어권 전환에 대한 실험적 연구의 상당 부분이 운전자의 행동, 상황 인지 및 제어권 전환 이후 운전수행도에 중점을 두고 있음을 알 수 있었다. 해당 실험의 분류 항목의 결과는 표 1과 같다.

대부분의 실험 시나리오 설계는 자율주행 상황에서 시작하였으며, 주변 교통 상황으로 인하여 운전자가 수동 운전으로 전환하는 실험 시나리오를 채택하고 있었다. 상황 인지(Situation Awareness)에 영향을 미치는 변수로는 교통 상황의 복잡도, 자율주행시 운전자가 수행하는 부차과업의 모달리티(시각/청각), 그리고 제어권 전환 알림의 방식을 변수로 하였고, 운전자의 인적요소는 연령과 성별 정도를 고려하고 있었다. 상황인지가 중요한 변수가 고려되어야 하는 이유는 상황인지가 제어권 전환 시간과 성능에 가장 큰 요인이기 때문인 것으로 분석되었다.

4. Conclusion

본 논문에서는 자율주행 차량에서 제어권 전환 실험 시나리오 설계에서 고려하여야 하는 상황 인지 관련 변수를 중심으로 선행 연구를 분석하였다. 많은 선행 연구 실험이 수행되었음에도 불구하고, 자율주행 제어권 전환 실험에서 추가로 고려되어야 하는 상황 인지 및 운전자 변수들이 많음을 확인할 수 있었다.

Table 1. Categorization of experimental studies on transitions in Automated driving

Categorization		Items	
SAE level before transition		Level 0 / Level 1 / Level 2 / Level 3	
Initiator of the transition		Driver / Car	
Control after transition		Driver / Car	
Situation variables	Traffic complexity before transition	Roadway	Uninterrupted Flow / Interrupted Flow
		Driving Scenario	In Lane / Changing Lane
		Event	System Failure / Limitation External Object
	Distraction		Visual / Cognitive
	HMI	Informing interface	Visual / Vocal / Acoustic / Tactile
Deactivation interface		Button / Lever / Steering wheel / Pedals	
Driver variables	Age		Non-older / Older
	Gender		Male / Female
	Driving skill		Experienced / Novice

Acknowledgements

This research was supported by a grant (code 17TLRP-B131486-01) from Transportation and Logistics R&D Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

References

Dingus, T.A., Klauer, S.G. and Neale, V.L., Petersen, A., Lee, S.E., Sudweeks, J.D., et al. "The 100-car naturalistic driving study, Phase II-Results of the 100-car field experiment", Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, HS-810 593, 2006.

Gasser, T. and Westhoff, D., "BAST-study: Definitions of automation and legal issues in Germany", Irvine, CA, USA: TRB Road Vehicle Automation Workshop, 2012.

Kuehn, M., Hummel, T. and Bende, J., "Benefit estimation of Advanced Driver Assistance Systems for cars derived from real-life accidents", In Proceedings of the 21st international technical conference of the Enhanced Safety of Vehicles Conference (EVS), No. 09-0153. 2009.

NHTSA "Federal Automated Vehicles Policy: Accelerating the Next Revolution in Roadway Safety", United States National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), 2016.

Sabey, B.E. and Taylor, H., "The known risks we run: the highway", In Societal risk assessment, Springer, pp.43-70, 1980.

SAE, "Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles", Standard No. J3016, SAE International, 2016.

Son, J. and Park, M., "Situation Awareness and Transitions in Highly Automated Driving: A Framework and Mini Review", J Ergonomics, 7(5), pp.1-6, 2017.

Author listings

Myoungouk Park: violet1211@dgist.ac.kr

Highest degree: MA, Dept. of Psychology, Kyungpook Nat'l Univ.

Position title: Researcher, HumanLab, DGIST

Areas of interest: Older drivers, Cognitive workload

Jinwoo Park: jinwoo.park@dgist.ac.kr

Highest degree: MS, Dept. of Computer Eng'g, Kyungpook Nat'l Univ.

Position title: Senior Researcher, HumanLab, DGIST

Areas of interest: Autonomous vehicles

Joonwoo Son: json@dgist.ac.kr

Highest degree: Ph. D, Dept of Mechanical Eng'g, Pusan Nat'l Univ.

Position title: Principal Investigator / Adjunct Professor, DGIST

Areas of interest: Human Factors in Autonomous Vehicle, Design for Older drivers, Autonomous vehicles