

〈응용 논문〉

청각 및 촉각 모달리티를 적용한 부분자율주행차량의
제어권 전환 알림방법 연구

홍사라¹⁾ · 김재원¹⁾ · 백수진¹⁾ · 양지현^{*2)}

국민대학교 자동차공학전문대학원¹⁾ · 국민대학교 자동차공학과²⁾

Simulator Study on Take-over Request in Partially Automated Vehicle
Using Auditory and Haptic Modality

Sara Hong¹⁾ · Jae Won Kim¹⁾ · Su Jin Baek¹⁾ · Ji Hyun Yang^{*2)}

¹⁾Graduate School of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 02707, Korea

²⁾Department of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 02707 Korea

(Received 5 February 2020 / Revised 16 April 2020 / Accepted 16 April 2020)

Abstract : Based on the recent progress on research and development on automated vehicles, mass production of partially autonomous driving vehicles is expected to be available in the 2020s. According to the SAE standard level 3, a takeover situation may occur where the vehicle driving party changes if autonomous driving is released for unavoidable reasons resulting from vehicle or system limitations. In the case of level 3 vehicles, drivers are not obliged to monitor the situation ahead, but they will be held responsible for any accident. Therefore, it is necessary to investigate how drivers can take over vehicle control swiftly and safely in an unexpected situation. This study compared the auditory alarm(e.g., earcons, spearcons, word-based speech, and sentence-based speech) and the haptic alarm(varied in vibration intensity and period), respectively. The selected dependent variables are user behaviors, biomarkers, and vehicle indices. A total of 26 subjects participated in the human-in-the-loop experiment in a vehicle simulation environment. Based on the analysis results, earcon was found to be the most efficient takeover alarm among the auditory alarms, while high intensity(2 g) combined with long-term alarm(3 s on, 0.2 s off) was found to be the most efficient takeover alarm for the haptic alarm.

Key words : Take over(제어권 전환), Take over request(제어권 전환 알림), Automated vehicle(자율주행자동차), Driver-Vehicle Interaction(운전자-차량 상호작용), Auditory alarm(청각 알림), Haptic alarm(촉각 알림)

1. 서 론

미국 도로교통안전국(NHTSA)는 2016년 자율주행자동차 산업의 발전과 안전을 위한 자율주행자동차 가이드 라인을 발표하였다.¹⁾ 국토교통부는 2019년 자율주행차량의 상용화를 위해 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률을 제정하였으며, 2020년 시행을 앞두고 있다.²⁾ 이처럼 국내외에서 자율주행차량을 상용화하기 위한 기술 개발과 더불어 법제화가 진행되고 있다. 자율주행 법제화 등을 위해서는 자율주행 기술 및 레벨에 대한 이해가 선행되어야 한다. 본 연구에서 다루는 자율주행 레벨 3 수준의 자율주행 시스템은 차량의 종, 횡 방향

움직임을 제어한다.³⁾ 운전자는 외부 주행 상황을 모니터링할 의무는 없다. 하지만, 차량 및 자율주행시스템이 해제되는 상황이 발생하면 운전자는 시스템으로부터 차량 제어 권한을 받아 직접 운전을 수행해야 하는 의무가 있다.⁴⁾ 따라서 운전자는 제어권 전환을 요청하는 알림에 안전하고 신속하게 대응할 수 있어야 하며, 자율주행 시스템은 운전자가 제어권 전환 알림(Take-Over Request, TOR)을 듣고 상황을 인지할 수 있도록 효과적인 알림을 제공해야 한다.

Petermeijer 등⁵⁾은 제어권 전환 실험에서, 청각, 촉각 모달리티와 그 조합을 활용한 알림을 사용하였으며 그 결과로 제어권 전환 알림으로 멀티모달 알림을 사용하는

*Corresponding author, E-mail: yangjh@kookmin.ac.kr

^{*}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.