

전기차 화재 대응을 위한 주행 시뮬레이터 기반 안전 대피 인터페이스 연구

이 호 준¹⁾ · 홍 사 라²⁾ · 양 지 현^{*3)}

국민대학교 자동차산업대학원 자동차공학과¹⁾ · 국민대학교 자동차모빌리티대학원²⁾ · 국민대학교 자동차공학과³⁾

A Simulator Study on the Safe Evacuation Interface for Electric Vehicle Fire Incidents

Hojun Lee¹⁾ · Sara Hong²⁾ · Ji Hyun Yang^{*3)}

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

²⁾Graduate School of Automobile and Mobility, Kookmin University, Seoul 02707, Korea

³⁾Department of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 02707, Korea

(Received 2 April 2024 / Revised 12 August 2024 / Accepted 14 August 2024)

Abstract : Electric vehicle (EV) fires are rising with the growth of EVs. As manual driving decreases due to automated driving system technological advancement, responding to EV fires could even become more challenging, which may affect passenger safety. This study explored a safety evacuation interface that provides visual, auditory, and haptic warnings during such emergencies to facilitate vehicle control and evacuation. To evaluate the effectiveness of the investigated safety evacuation interface, a human-in-the-loop experiment was conducted using a driving simulator with 33 participants, where data on driving behavior and survey responses were collected. The results indicate that the safe evacuation interface leads to a lower steering reversal rate and a higher sense of stability, situational awareness, and reduced stress compared to the condition without the safety evacuation interface. This research highlights the potential of escape assistance systems in enhancing rapid evacuation during EV fires, providing a comprehensive basis for further research.

Key words : Driver-vehicle interaction(운전자-차량 상호작용), Driving simulator(주행 시뮬레이터), Electric car fire(전기차 화재), Safe evacuation interface(안전 대피 인터페이스), Warning(알림)

1. 서론

최근 수년간 전기차 보급이 급속도로 확대되면서 전기차 화재가 3년 만에 3배 수준으로 확대되었으며, 2020년 이후 지난달까지 전기차 화재는 누적 94건 발생한 것으로 집계됐다.¹⁾ 전기차 배터리의 열폭주는 화재가 발생하기 전 특정 배터리의 열화로 시작하여 배터리 내부의 리튬과 유기용매 반응으로 인해 가연성 탄화수소 가스(오프가스)를 배출하고 열폭주가 진행된다. 이는 전기차 화재 발생 전 전조 현상으로 나타난다.²⁾ 현재까지 전기차 화재 대응에 대한 연구는 화재 진압 방법이나 전기차 배터리 화재 위험 분석에 중점을 두고 있지만, 전기차 화재 발생 전 운전자의 안전을 지키기 위한 경고 시스템이나 탈출 보조 시스템에 관한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 안전 대피 인터페이스의 사용 여부에

따른 운전자의 차량 제어와 운전자 반응을 측정하고, 대피 시간 및 조향 데이터를 분석하여 대피 방안을 제시한다. 화재 발생 전 운전자의 대피 능력을 향상시킬 수 있는 시스템을 도입함으로써 전기차 화재 시 빠른 대피를 지원하는 탈출 보조 시스템에 대한 기초 연구로 전기차 화재 대피 연구를 위한 기반을 확립하고자 한다.

2. 선행연구

Kim과 Yang³⁾은 시각, 청각, 촉각 단일 모달리티 알림과 시각, 청각, 촉각을 조합한 멀티모달리티 알림에 대한 연구를 진행하였으며, 연구 결과 청각 및 촉각 모달리티를 포함한 알림이 제어권 전환에서 효과적인 결과를 제시했다.

이지원 등⁴⁾의 연구는 NHTSA 가이드라인을 참고하여

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

¹⁾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.