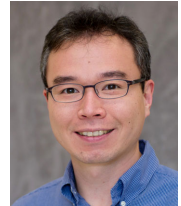


복잡한 운전환경에서 운전자의 시각에 영향을 주는 요소에 관한 연구



서 원 호 | 한양대학교 교통·물류공학과 조교수

1. 서론

도로에서 운전자는 주로 시각정보에 의존하여 자동차를 운전하게 된다. 운전자의 시각환경은 증가하는 도로주변의 시설물, 교통표지, 주변광고물 등으로 인해 복잡해지고 있다. 여러 연구에 따르면 이러한 복잡한 시각환경은 운전자의 운전행태 및 능력에 상당한 영향을 미친다고 알려져 있으며, 여러 연구진들이 운전자 시지각에 대한 이해를 통해 도로환경 설계를 개선하려는 노력을 하고 있다. 위와 같은 배경으로, 미국 Department of Transportation (DOT) Research and Innovative Technology Administration(RITA)의 지원을 받는 University Transportation Center(UTC) 중의 하나인 National Center for Transportation Systems Productivity and Management(NCTSPM)에서는 도로환경에서 복잡한 시각환경에 대한 운전자의 인지반응에 대한 연구를 수행하고 있다. 필자는 “Factors Influencing Visual Search in Complex Driving Environments” 이라는 제목으로 NCTSPM의 핵심기관인 Georgia Institute of Technology에서 수행하고 있는 운전자 인지반응 연

구를 소개하고자 한다.

2. 연구개요

“Factors Influencing Visual Search in Complex Driving Environments” 연구는 크게 세 가지의 실험으로 구성되어 있다. 첫 번째 실험은 운전자가 여러 단계의 시각환경 복잡성을 어떻게 인지하는지를 조사하는 실험이다. 두 번째 실험은 시물레이션으로 도로환경을 구현한 동영상상 바탕으로 운전자의 주의를 분산시키는 요인을 통계적으로 분석하는 실험이다. 세 번째 실험에서는 두 번째 실험에서 파악된 운전자의 주의를 분산시키는 요인들을 바탕으로 도로의 교통제어시설과 그 밖의 운전자 주의를 분산시키는 요인들이 운전행태에 미치는 영향을 분석하는 실험이다. 일련의 실험결과를 바탕으로 시각적 주의가 필요한 중요 도로구간에서 경로결정의 복잡성을 최소화하고 운전자가 주의를 잃지 않도록 교통제어시설 배치에 대한 검토를 제시하는 것이 이 연구의 목표이다.

3. 주요 관련 연구

기존연구들에 따르면 운전자의 시지각 인지반응 및 운전행태에는 연관관계가 있다고 알려졌다. Perez와 Bertola의 연구에 따르면, 운전자의 동공 움직임은 도로환경의 복잡성에 많은 영향을 받는다. Johnston과 Cole의 연구에 따르면, 반응시간의 지연은 일반적으로 복잡한 시각환경에서 자주 발생한다. Kaber 등은 주변환경을 인식하고 이에 따라 행동하는 능력은 운전이 위험한 환경에서 현저히 저하된다고 하면서, 연령과 도로의 복잡성과 운전자의 상황판단능력(driver situation awareness)을 분석하였다. Edquist의 연구에 따르면, 광고판과 주차된 차량은 운전자 시각의 혼란에 큰 영향을 미치고, 도로 상에 있는 물체보다 전체적인 도로환경(예를 들어, 도시지역의 도로환경 혹은 농촌지역의 도로환경)이 운전자의 시각혼란에 더 큰 영향을 미친다.

4. 연구방법

앞에서 기술한 것과 같이 크게 세 가지의 실험으로 구성되어 있다. 먼저, 운전자가 실제 도로환경에서 인지하는 도로의 복잡성과 시뮬레이터 환경에서 느끼는 도로의 복잡성을 검증하는 실험을 하고, 이 결과를 통해 시뮬레이터 실험 시나리오를 설계한다. 시뮬레이터 환경에서 피실험자를 대상으로 한 실험을 통해 운전자의 시지각 행태를 조사하고, 교통제어시설과 그 밖의 운전자 주의를 분산시키는 요인들이 운전행태에 미치는 영향을 분석하는 실험이다. 이 연구에서는 미국 University of Iowa-The National Advanced Driving Simulator (NADS) MiniSim을 이용하여 연구를 수행하고 있다. 이 시뮬레이터에서는 일반적인 다른 시뮬레이터와 마찬가지로 각종 도로환경 시나리오를 설계하고, 반복적으로 재생산하는 기능을 갖추고 있다. 시뮬레이터에 대한 사항은 <http://www.nads->

sc.uiowa.edu/sim_minisim.php에 소개되어 있다.

4.1 도로영상 이미지와 시뮬레이터 영상 이미지의 복잡성 비교·분석

첫 번째 실험은 도로영상 이미지에서 운전자가 느끼는 시각환경의 복잡도를 여러 단계로 구분하고 이를 시뮬레이터 영상 이미지의 복잡성과 비교·분석하는 실험이다. 이를 통해 시뮬레이터 환경의 영상이 실제 도로상황의 시각복잡성을 반영하는지 유효성을 확인하는 실험으로서, 피실험자를 대상으로 시각의 복잡도 1단계부터 5단계 사이로 구분한 영상 이미지 100개 (75개는 실제 도로영상 이미지, 25개는 시뮬레이터 영상 이미지)를 무작위로 각 영상 당 2.25초 동안 보여주고, 운전자의 인지반응시간을 측정한다. 도로영상 이미지는 영상의 특징이나 이미지 안에 나타난 사물 특성에 따라 복잡성을 기준으로 구분되며, 실험결과로 피실험자의 성별 및 연령에 따라 구분하여 통계적으로 분석한다. 최종적으로 시뮬레이터에서 구현되는 영상



그림 1. 실제 도로영상의 예



그림 2. 시뮬레이터 영상의 예시

이 실제 도로상황의 시각복잡성을 잘 반영하는지에 대한 유효성을 검증하기 위한 실험으로, 피실험 대상자가 실제 도로영상과 시지각 복잡도 측면에서 유사한 시뮬레이터 영상을 구현하기 위한 자료로 활용된다.

4.2 시뮬레이터 동영상을 통한 운전자가 인지하는 시지각 복잡성 실험

두 번째 실험의 목적은 1) 시각환경의 복잡성에 영향을 미치는 인자를 추출하고, 2) 시각환경의 복잡성을 예측하는 모형을 구축하며, 3) 시뮬레이터 실험에 필요한 시나리오를 개발하는데 있다. 도시부/지방부, 보행자 유무, 주간/야간, 도로지장물 유무, 도로안전시설 등의 다섯 가지 조합에 따라 총 32가지 시나리오를 각 시나리오 당 15초간의 동영상을 제작하여 시각환경의 복잡성을 피실험자를 통해 조사한다. 피실험자 대상 실험 결과를 통해 시각환경의 복잡성에 영향을 주는 요소를 확인한다.



그림 3. 피실험자 조사를 위해 시뮬레이터로 구현한 영상의 예시



그림 4. 피실험자 조사를 위해 시뮬레이터로 구현한 영상의 예시

4.3 시뮬레이터를 통한 운전자의 시지각 행태 및 운전행태 분석

세 번째 실험의 목적은 1) 운전 시 주의를 분산시키는 시각적 복잡성이 운전행태에 미치는 영향을 파악하고, 2) 운전자 눈동자의 움직임에 기록하는 장비를 통해, 운전자 눈동자의 초점위치를 파악하고, 3) 운전자의 시지각 인식행태의 특징을 연구하는 것이다. 첫 번째 실험과 두 번째 실험에서 파악된 영향요인을 기반으로 실험 시나리오를 개발하고, 운전 시 주의를 분산시키는 시각적 복잡성이 운전행태에 미치는 영향을 파악하기 위해 돌발상황을 시나리오에 추가한다. 또한, 시뮬레이터 운전과 관련한 인자들뿐 아니라, 운전자의 눈동자 움직임에 관련된 지표들을 측정하게 된다. 이렇게 피실험자를 대상으로 획득한 자료를 바탕으로 운전자의 주의를 분산시키는 요소, 교통제어 관련 인자, 돌발상황에 대한 대응 등에 대한 분석을 하고, 그림 5와 같이 피실험자의 눈동자 초점위치를 시뮬레이터 영상과 비교·분석한다. 최종적으로, 도로의 교통제어 시설과 그 밖의 운전자 주의를 분산시키는 요인들이 운전행태에 미치는 영향을 분석하고, 이를 바탕으로 시각적 주의가 필요한 중요 도로구간에서 경로결정의 복잡성을 최소화하고 운전자가 주의를 잃지 않도록 교통제어시설 배치에 대한 검토를 제시한다.

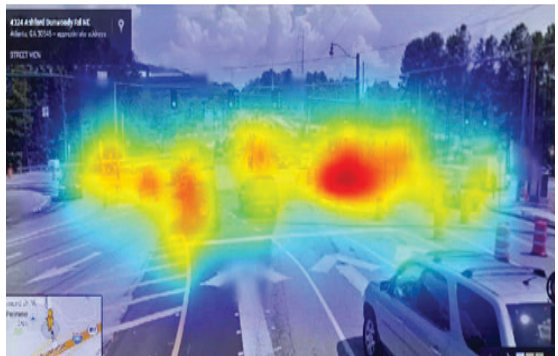


그림 5. 시뮬레이터 영상에 투영된 피실험자의 눈동자 초점 위치 예시

5. 맺음말

필자가 소개한 “Factors Influencing Visual Search in Complex Driving Environments” 연구는 현재 진행 중인 연구로서 아직 구체적인 결과물이 산출되지 않은 상황이다. 특히, 미국의 경우 사람을 대상으로 하는 실험의 경우에 IRB (Institutional Review Board) 등의 조항들이 엄격하게 적용되어 피실험자 대상의 운전자 실험이 용이하지 않는 면이 존재한다. 여기서 소개된 연구는 우선, 시뮬레이터의 영상 이미지가 현실 실제 도로상황의 영상 이미지를 반영하는지에 대한 유효성을 검토하는 실험을 먼저 실시하고, 이 결과를 바탕으로 시뮬레이터 실험 시나리오를 설계한 특징이 있다. 시뮬레이터에서 구현되는 환경과 실제 도로환경과는 차이가 있겠지만, 이 차이를 최소화하기 위한 노력의 일환으로, 시뮬레이터 영상과 실제 도로영상을 무작위로 보여주고 피실험자가 느끼는 도로환경의 복잡성을 비교 분석하는 데 시사점이 있다고 하겠다.

참고 문헌

1. Perez, W., Bertola, M. (2011) The Effect of Visual Clutter on Driver Eye Glance Behavior, Proceedings of the 6th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design, Resort at Squaw Creek, Olympic Valley - Lake Tahoe, California, USA, June 27-30, 2011.
2. Johnston, A., Cole, B. (1976) Investigations of distraction by irrelevant information. Australian Road Research 6, 3-22.
3. Kaber, D., Zhang, Y., Jin, S., Mosaly, P., Garner, M. (2012) Effects of hazard exposure and roadway complexity on young and older driver situation awareness and performance. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 15, 600-611.
4. Edquist, J. (2008) The Effects of Visual Clutter on Driving Performance, Accident Research Centre.
5. The National Advanced Driving Simulator http://www.nads-sc.uiowa.edu/sim_minisim.php

회비 납입 안내

회원 여러분께서 납부하시는 회비는 학회 운영의 소중한 재원으로 쓰이고 있습니다. 회원 제위께서는 체납된 회비를 납부하시어 원활한 학회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

- 회비납부는 한국씨티은행 : 102-53510-243
(예금주(사)/한국도로학회)
- 지로번호 : 6970529

〈학회사무국〉