

이중과업에 따른 고령운전자의 인지능력에 관한 연구 Study of Cognitive Resource of Elderly Driver with Secondary Task

*김만호¹, #손준우², 이용태³

*M. H. Kim¹, #J. W. Son(json@dgist.ac.kr)², Y. T. Lee³

¹⁻³ 대구경북과학기술연구원 미래산업융합기술연구부 Human-centered Intelligent Vehicle(HcIV)

Key words : Elderly Driver, Cognitive Resource, Secondary Task, Distraction, Driving Workload

1. 서론

최근 들어, 자동차는 기계, 전자, 통신과 제어공학의 발전으로 인하여 안전성과 편의성이 획기적으로 향상되고, 안전하고 쾌적한 주행 환경은 교통사고로 인한 사회적인 손실을 최소화시키고 있다. 특히, 자동차 산업은 단순한 운송 수단에서 운송, 정보, 업무 및 휴식 공간으로 발전할 수 있는 지능형 자동차(intelligent vehicle) 개발에 대한 관심을 가지고 있다. 지능형 자동차는 운전자의 안전한 운전을 위한 정보를 제공하는 ADAS(Adaptive Driver Assistance System)와 운전자에게 차량 및 편의 정보를 제공하는 IVIS(In-Vehicle Information System) 기술을 중심으로 활발하게 개발되고 있다. 특히, ADAS는 전방의 충돌을 방지하는 ACC(Adaptive Cruise Control) 기술과 차선을 유지하는 LDWS(Lane Departure Warning System)를 중심으로 통합된 충돌 방지 시스템으로, IVIS 시스템은 차량의 정보를 통합하여 제공하는 DIS(Driver Information System)으로 발전하고 있다.

하지만, 지능형 자동차의 첨단 기술의 구현과 함께 운전자와의 적절한 상호관계를 위한 HMI(Human Machine Interface) 기술이 필요하다. 왜냐하면, 첨단 기술이 구현된 지능형 자동차는 점점 복잡해져 조작하기 어렵게 되지만 상대적으로 조작하는 연령은 고령화되기 때문이다. 또한, 자동차 사고를 유발하는 가장 큰 요인인 운전 부주의(distraction)가 운전 중 차량 내 정보 기기 조작에서 발생될 수 있기 때문이다. 특히, 운전자가 운전할 수 있는 능력과 운전에서 요구되는 능력의 차이인 운전부하(driving workload)를 고려한 지능형 자동차를 개발해야 운전자가 편안하고 안전하게 운전을 할 수 있다[1].

2002년부터 3년간 수행된 HASTE(Human Machine interaction and the Safety of Traffic in Europe) 연구는 운전자의 운전 특성을 분석하는 방법론과 평가 방법론을 개발하여 제안하였다. 또한, HASTE 연구를 계속하여 AIDE(Adaptive Integrated Driver-vehicle Interface) 연구는 ADAS와 IVIS를 대상으로 운전 부하와 운전 부주의를 줄이기 위한 방법을 개발하고 있다. SAVE-IT(Safety Vehicle Using Adaptive Interface Technology) 연구는 교통사고의 주된 원인이 되는 시각적 부주의(visual distraction)를 줄이는 방법을 개발하고 있다. 또한, PReVENT 연구는 AIDE에서 연구된 운전 특성과 SAVE-IT에서 수행된 시각적인 부주의 연구를 이용하여 active safety 시스템을 개발하고 있다. 특히, 운전자의 운전 특성을 분석하기 위한 다양한 형태의 연구와 운전자의 기기 조작에 따른 인지 능력 및 인지부하에 대한 연구가 적극적으로 진행되고 있다. 하지만, 국내는 기초적인 운전 특성에 대한 연구가 제한적으로 진행되고 운전자의 인지 능력에 대한 연구가 적극적으로 진행되지 않고 있다[2].

따라서 본 논문은 교통사고 위험이 큰 고령운전자를 대상으로 인지 능력의 변화를 평가하기 위한 예비 실험 결과를 소개한다. 특히, 예비 실험에서 결과를 비교하기 위하여 연령별 운전자를 대상으로 실험을 수행하였다. 또한, 운전자의 인지 능력의 변화를 N-back 이중과업으로 발생시켜 인지 능력의 변화를 평가하였다.

2. 실험 방법

연령별 운전자의 운전부하를 분석하기 위한 실험 절차는 그림 1과 같이 설계하였다. 그림에서, 실험 절차는 시뮬레이터를 운전하는 실험을 중심으로 실험 전 단계와 실험 후 단계로 구성하였다. 실험 전 단계는 서명 및 설명(consent and overview), 피험자 자

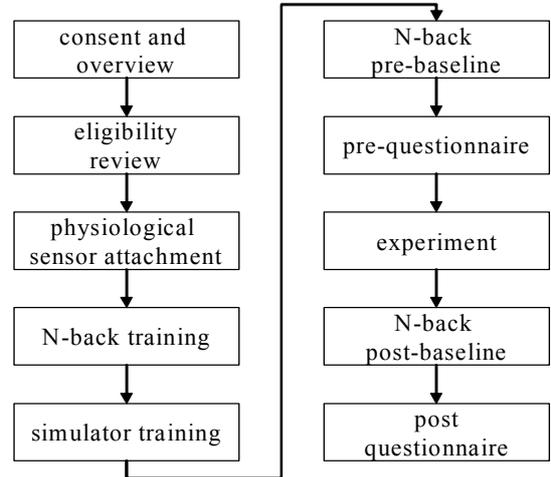


Fig. 1 Structure of experiment protocol

검토(subject eligibility review), 바이오센서 부착(physiological sensor attached), N-back 훈련(N-back training), 시뮬레이터 훈련(simulator training), N-back 사전 기준(N-back pre-baseline)과 사전 설문(pre questionnaire)으로 구성하였다. 실험(experiment)은 도시 구간과 고속 도로 구간을 나누어 각각 N-back 이중과업을 수행하도록 구성하였다. 여기서, 도시 구간과 고속 도로 구간의 시작은 랜덤하게 설정하였다. 실험 후 단계는 N-back 사후 기준(N-back post-baseline)과 사후 설문(post-questionnaire)으로 구성하였다.

이중과업에 따른 고령운전자의 인지능력의 변화 실험은 본 연구소에 구축되어 시뮬레이터를 이용하였다. 그림 2는 실험에 사용한 시뮬레이터를 나타내고 있다. 그림에서, 시뮬레이터의 하드웨어 장치를 구성하는 차량은 mercedes-benz사의 smart 차량을 선정하였다. Benz사의 Smart는 전장이 2.560m, 전폭이 1.515m, 전고가 1,550mm이며 중량이 750kg으로 시뮬레이터제작에서 발생하는 공간적인 문제를 해결할 수 있는 장점을 가지고 있다. 시뮬레이터의 소프트웨어는 STIsim을 적용하였다. STIsim 소프트웨어는 제어 컨트롤 시스템과 모터 제어장치로 시뮬레이터의 조향 및 속도제어 등을 할 수 있는 PC 기반 쌍방향 통신이 가능한 장점을 가지고 있다. 특히, 시스템의 안전성이 뛰어나고 사용자의 요구에 맞게 다양한 태스크를 설계하여 상황 판단 및 의사 결정과 같은 인지능력 평가에 널리 활용되고 있다.



Fig. 2 Driving simulator of DGIST

이중과업에 따른 고령운전자의 인지능력 변화를 분석하기 위하여, 30명의 피험자가 실험에 참여하였다. 여기서, 피험자는 20대 10명, 40대 10명과 60대 10명으로 구성하였다. 또한, 성별 인지능력의 변화를 비교하기 위하여 성비는 반반으로 구성하였다. 차량 시뮬레이터 운전 경험이 없고, 최소 3년 이상의 운전 경력을 소유한 피험자를 모집하였다. 또한, 시뮬레이터 운전을 포함하여 약 3시간 전후의 실험을 수행할 수 있는 건강한 피험자를 모집하였다.

이중과업에 따른 고령운전자의 인지능력 변화를 분석하기 위하여, 주행 시나리오는 도시 구간과 고속도로 구간으로 구분하여 설계하였다. 그림 3은 도시 구간과 고속도로 구간의 시나리오를 나타내고 있다. 도시 구간은 교차로와 시내 공사 구간 및 주변의 복잡한 차량 구성을 통하여 실제와 유사하게 설계하였다. 고속도로 구간은 왕복 4차선 도로에 고속도로와 유사한 직선 구간 및 완만한 곡선 도로로 구성하여 설계하였다. 도시 구간과 고속도로 구간을 포함한 총 주행 거리는 약 80km 정도이며 총 주행 시간은 대략 1시간이 되도록 설계하였다.

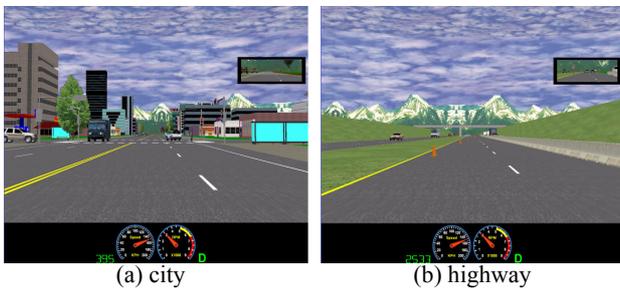


Fig. 3 Photograph of experiment scenario section

고령운전자의 인지능력 변화를 위한 이중과업(secondary task)은 N-back 태스크를 선정하였다. N-back 태스크는 주행 중 실험자가 피험자에게 숫자를 불러주고 피험자가 숫자를 기억하여 불러준 숫자 이전의 숫자를 다시 실험자에게 알려주는 태스크로써 인지능력에 대한 실험에 많이 사용되고 있다. N-back 태스크는 기억할 숫자의 순서의 따라 난이도가 조정되며, 실험자가 불러주는 숫자의 바로 이전 숫자를 피험자가 기억하는 0-back 태스크, 실험자가 불러주는 숫자의 두 번째 이전 숫자를 피험자가 기억하는 1-back 태스크와 실험자가 불러주는 숫자의 세 번째 이전의 숫자를 피험자가 기억하는 2-back 태스크로 구성하여 실험을 수행하였다. 실험을 위한 변수는 시내 도로와 고속도로로 구분되는 환경 변수, 20대, 40대와 60대로 구분되는 연령별 변수와 인지능력 변화를 위한 N-back 변수로 선정하였다.

3. 실험 결과

이중과업에 따른 고령운전자의 인지능력 변화를 분석하기 위하여, 이중과업비용(dual task cost) 지표를 선정하였다. 이중과업지표는 N-back 태스크 점수와 N-back 사전 기준의 편차를 N-back 사전 기준으로 나눈 값으로 그림 4와 같이 표현된다.

그림 5는 시내 도로에서 연령별 운전자의 인지능력의 변화를 DTC로 나타내고 있다. 그림에서, 0-back 태스크는 DTC 값의 차이가 거의 없지만, 이중 과업의 난이도가 높은 2-back 태스크는 DTC 값의 차이가 30% 이상 발생하였다. 여기서, 연령별 운전자의 인지능력의 차이가 발생할 수 있음을 확인하였다. 특히, 고령운전자의 인지능력의 변화의 폭이 크며, 교통사고를 일으키는 요인이

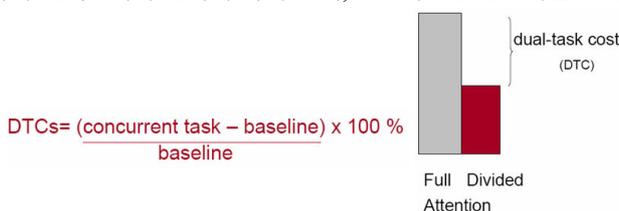


Fig. 4 Dual task cost model

될 수 있음을 확인하였다. 또한, 20대와 40대 운전자의 DTC는 거의 유사한 경향을 보이는 것을 확인하였다. 그림 6은 고속도로에서 연령별 운전자의 인지능력의 변화를 DTC로 나타내고 있다. 그림에서, 시내 도로와 비교하여 DTC가 낮음을 확인할 수 있으며, 도로의 혼잡에 따른 인지능력 사용정도의 차이에서 발생한 것으로 판단된다.

4. 결론

본 논문은 교통사고 위험이 큰 고령운전자를 대상으로 인지능력의 변화를 평가하기 위한 실험 방법과 예비 실험 결과를 소개하였다. 하지만, 예비 실험은 제안된 실험 방법의 문제를 검토하기 위한 것이기 때문에, 연령별 운전자의 인지능력 변화에 대해서는 추가적인 피험자를 대상으로 추가적인 실험이 필요할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 국토해양부 건설기술혁신사업의 연구비와 교육과학기술부의 “대구경북과학기술연구원” 기관 고유 연구 사업비로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Wang, J., Knippling, R.R., and Goodman, M.J., “The role of inattention in crashes; new statistics from the 1995 crashworthiness data system (CDS),” 40th Annual Proceedings: Association for the Advancement of Automotive Medicine, pp. 377-392, 1996.
2. Hiroshi Makishita, and Katsuya Matsunaga, “Differences of drivers’ reaction times according to age and mental workload,” Accident Analysis & Prevention, Vol. 40, No. 2, pp. 567-575, 2008.

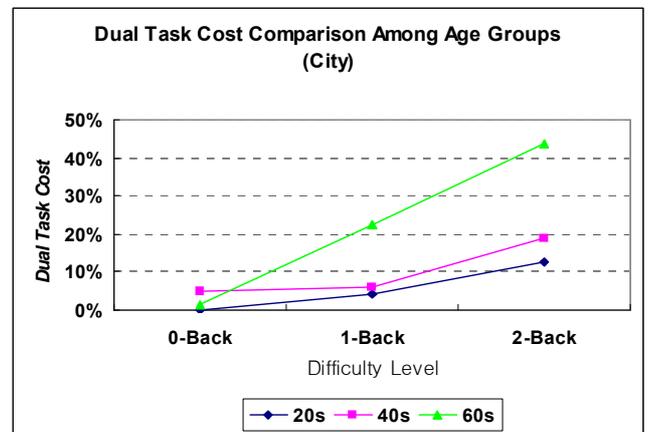


Fig. 5 Experiment result of dual task cost comparison among age groups in the city

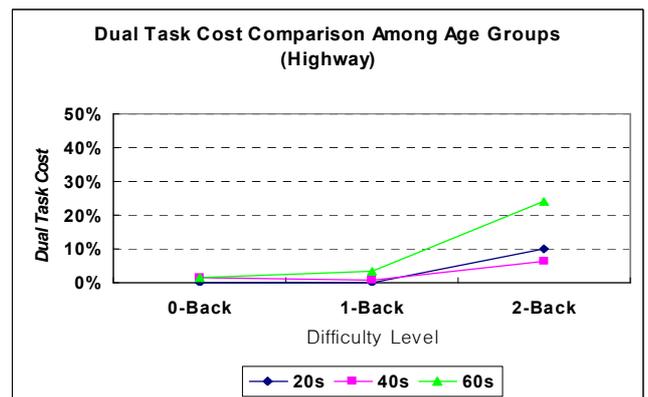


Fig. 6 Experiment result of dual task cost comparison among age groups in the highway