

문자 메시지 전송 및 내비게이션 명칭 검색이 운전 중 피부전도수준과 속도편차에 미치는 영향

양재웅* · 이수정* · 김지혜* · 최미현* · 최진승*
김한수* · 지두환** · 탁계래* · 정순철* · 민병찬**[†]

*건국대학교 의료생명대학 의학공학부, 의공학 실용기술 연구소
**한밭대학교 산업경영공학과

Effects of Sending Text Message and Searching Navigation on Skin Conductance Level and Deviation of Vehicle Speed during Driving

Jae-Woong Yang* · Su-Jeong Lee* · Ji-Hye Kim* · Mi-Hyun Choi* · Jin-Seung Choi*
Han-Su Kim* · Doo-Hwan Ji** · Gye-Rae Tack* · Soon-Cheol Chung* · Byung-Chan Min**[†]

*Dept. of Biomedical Engineering, Research Institute of Biomedical Engineering,
College of Biomedical and Health Science, Konkuk University
**Dept. of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University

The purpose of this study was to investigate the effects of the secondary tasks such as sending text message (STM) and searching navigation (SN) on skin conductance level (SCL) and deviation of vehicle speed during driving. The participants included 30 healthy adults; 14 males aged 25.2 ± 0.9 with 1.9 ± 1.8 years of driving experiences and 16 females aged 22.6 ± 1.9 with 1.2 ± 0.8 years of driving experiences. All subjects were instructed to keep a constant speed (80km/h or 100km/h). SCL and deviation of vehicle speed were measured during driving only and driving with secondary tasks. SCL and deviation of vehicle speed were more increased during the driving with secondary tasks than driving only. Secondary tasks increased an activation of sympathetic nerve system and decreased driving performance. However, there were no significant differences in the SCL and deviation of vehicle speed according to gender and speed.

Keywords : Sending Text Message, Searching Navigation, Skin Conductance Level, Deviation of Vehicle Speed

1. 서 론

최근 정보통신기술의 발달로 휴대 전화, 내비게이션 등과 같은 다양한 전자기기의 보급이 늘어나고 있다. 많은 운전자들이 운전 중 휴대 전화나 내비게이션을 사

용함에 따라 운전자는 운전에 관한 정보와 함께 추가적으로 처리해야 할 정보들이 늘어나고 있다. 이와같이 처리해야 될 정보량의 증가는 운전자의 작업 부하량을 증가시키며, 운전 수행 능력의 저하를 초래할 수 있다 [3, 4]. 즉, 운전 중 휴대 전화 및 내비게이션의 사용은

논문접수일 : 2010년 09월 19일 계재확정일 : 2010년 12월 07일

[†] 교신저자 bcmin@hanbat.ac.kr

* 이 논문은 2010년도 해외자매대학 및 우수대학 교수교류지원사업비로 한밭대학교의 지원을 받아 연구되었음(HNUF-2010-01-2010-0378).

운전자에게 작업부하를 증가시키며, 운전자의 주의를 분산시킬 수 있고, 운전 수행 능력의 저하를 야기 시킬 수 있으므로 안전운전에 영향을 끼칠 수 있다[7].

최근 이원섭 등[3]은 운전 중 운전자에게 제공되는 부가 정보가 다양해질 경우, 운전자는 정보처리를 위해 인지적 노력을 증가시키게 되고, 이로 인해 집중력이 분산되어 작업부하가 증가하게 된다고 보고하였다. Antilla et al.[4]은 차량시뮬레이터를 이용한 운전 중 주의력 분산과제 수행 시 과제 난이도가 증가할수록 운전 수행 수준이 더 감소하는 것으로 보고하였다. 또한, Ikehara et al.[8]은 과제의 난이도가 증가할수록 교감신경계의 활성화가 증가한다고 보고하였다. 운전 중 휴대 전화 사용과 TV시청이 운전 수행 능력에 미치는 영향에 관한 연구도 수행되었다[1, 2, 6, 7]. Collet et al.[5]의 연구에서는 운전 중 라디오 청취, 동승객과의 대화 및 휴대 전화 통화가 교감신경계의 활성화를 증가시킨다고 보고하였다. 또한, Hancock et al.[7]은 운전 중 휴대 전화의 다이얼을 누르는 과제 수행 시 돌발 상황에 대한 남녀반응의 차이를 살펴 본 결과, 남자에 비해 여자의 반응 시간이 더 느리게 나타났다고 보고하였다.

이와 같은 선행 연구로부터 운전자가 처리해야 할 정보가 늘어나게 되면 작업 부하량이 증가하게 되고, 이것은 교감신경계 활성화의 증가로 나타난다는 사실을 알 수 있다[5, 8]. 또한, 운전자의 정보 처리량의 증가는 운전 수행 능력의 저하를 초래한다는 사실을 알 수 있다. 그러나 선행 연구는 주로 주의력 분산과제, TV시청, 휴대 전화를 이용한 통화, 라디오 청취, 동승객과의 대화와 같은 작업 부하가 운전 수행 능력에 미치는 영향에 대해 관찰하였다[1, 2, 6, 7].

본 연구에서는 실제 운전 중 일어날 수 있는 휴대 전화 문자메세지 작성이나 내비게이션 명령 검색 등의 동시과제 수행이 운전 수행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기자 한다. 또한, 동시과제 수행이 교감신경계 활성화에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보기자 한다.

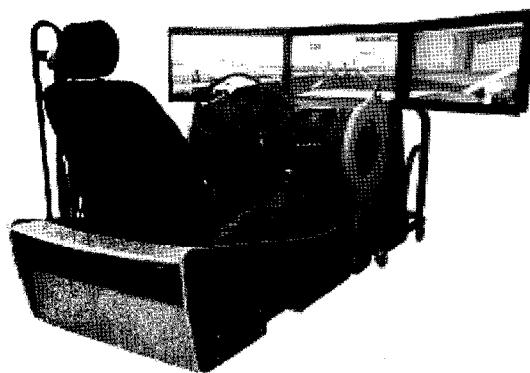
2. 실험 방법

2.1 실험 대상

운전 경력이 1.9 ± 1.8 년인 건강한 성인 남자 14명(평균 25.2 ± 0.9 세)과 운전 경력이 1.2 ± 0.8 년인 성인 여자 16명(평균 22.6 ± 1.9 세)을 피험자로 선정하였다. 실험 전 각 피험자는 생리 변화에 영향을 줄 수 있는 카페인, 흡연 및 음주를 금지하였다. 또한, 실험 전 실험 내용을 충분히 숙지할 수 있도록 피험자에게 설명하였다.

2.2 화상 자동차 시뮬레이터

본 실험에 이용된 화상 자동차 시뮬레이터(GDS-300S, Gridspace Co.)는 실험실에 설치되어 있는 모의용 기기로 3대의 32인치 LCD 모니터를 통해 운전 시 필요한 정면과 좌/우 환경 정보들을 제공하도록 구성되었다<그림 1>. 차량 모델은 H사의 C모델로서 운전장치(핸들, 가속페달, 브레이크 페달, 파킹브레이크, 방향지시등 레버, 비상등, 와이퍼 레버, 전조등 레버, 기어 레버, 안전벨트 등)와 표시장치(방향지시등, 속도계, RPM 미터, 온도계이지, 연료량 게이지, 각종 경고 등)는 실제 차량과 동일하였다. 핸들 장치는 motor driven power steering(MDPS)의 모터제어 방식을 이용하였다.

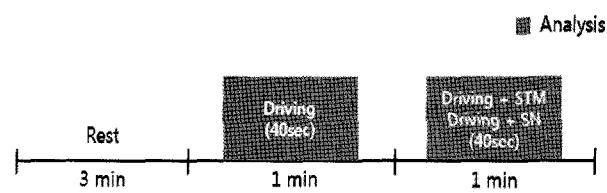


<그림 1> 화상 자동차 시뮬레이터

2.3 실험 절차

피험자를 화상 자동차 시뮬레이터 운전석에 앉힌 뒤, 피부전도수준(Skin Conductance Level : SCL) 측정을 위해 전극을 부착하였다.

<그림 2>와 같이 실험은 3분 간의 Rest 구간, 1분 간의 Driving(운전) 구간, 그리고 1분 간의 Driving(운전)+Secondary task(동시과제) 구간으로 구성되었다. 이때 2분 간의 Driving 구간 및 Driving+Secondary task 구간 동안 피험자는 80km/h 또는 100km/h로 주행하는 선행차량과 일정거리(약 30m)를 유지하면서, 80km/h 또는 100km/h의 속도로 주행하도록 하였다.



<그림 2> 실험 절차

동시과제는 Sending Text Message(STM) 또는 Searching Navigation(SN)으로 구성되었다. STM 과제는 본인이 현재 사용하고 있는 휴대 전화를 이용하여 문자 메시지를 전송하는 과제로서, 실제 차량 운전 시 전송 가능한 간결한 문장으로 구성하였다(ex. 경부고속도로에서 차량이 정체중입니다). 휴대 전화 사용 경력은 남자는 평균 7.9 ± 6.8 개월이었고, 여자는 평균 12.8 ± 7.7 개월 이었다. SN 과제는 본 연구팀에서 제공한 내비게이션(STN-7600D, NOVA electronic Co.)을 이용하여, 건물의 명칭을 검색하는 과제였다(ex. 한밭대학교 대전캠퍼스). 본 연구팀에서 제공한 내비게이션은 현재 피험자가 사용하고 있지 않는 모델일 수 있기 때문에 실험에 앞서 충분한 연습을 통해 기기에 익숙해지도록 하였다.

동시과제 수행 시 휴대 전화는 운전자의 가장 편한 위치에 두고 실험을 수행하도록 하였고, 내비게이션은 부착형으로 피험자의 오른쪽 상단에 부착하여 고정된 위치에서 실험을 수행하도록 하였다. 특히, 피험자에게 지정된 속도에 유의하여 운전을 수행하도록 지시하였다.

2.4 데이터 측정 및 분석

Biopac System의 MP100과 Acqknowledge 3.9.1(Biopac System Inc. USA)을 이용하여 500Hz의 sampling rate로 SCL 신호를 측정하였다. 원손 검지와 중지에 전극을 부착하였다.

Driving 및 Driving+Secondary task 구간에서 주행의 처음과 끝의 10초를 제외한 40초의 데이터를 분석 구간으로 지정하여<그림 1>, 각 task 별로(Driving, Driving+STM, Driving+SN) SCL 평균값을 계산하였다. Driving 구간 40초의 SCL 평균값을 기준으로 Driving+Secondary task 구간 40초의 SCL 데이터를 정규화 하였다.

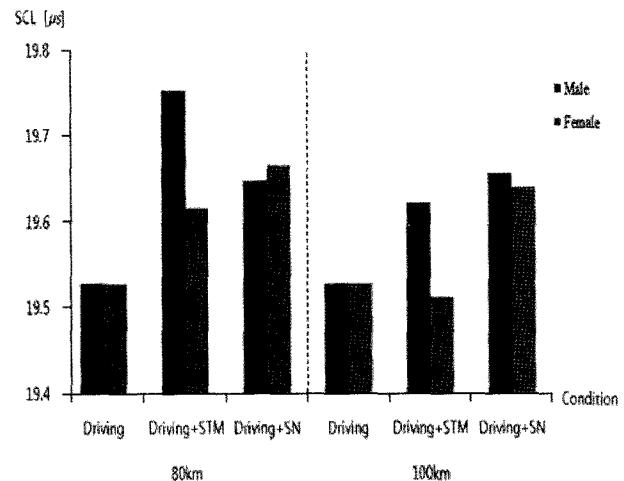
피험자가 지정된 속도(80km/h 또는 100km/h)를 유지하면서 운전을 수행하였는지 알아보기 위해 속도편차를 계산하였다. 속도편차는 지정된 속도와 피험자의 주행속도 차이의 백분위((지정속도-주행속도)/지정속도×100)로 계산하였다.

Task, 성별 및 속도에 따라 피부전도수준(SCL)과 속도 편차가 통계적으로 어떠한 차이가 있는지를 알아보기 위하여 반복측정변량분석(SPSS ver. 18.0)을 수행하였다.

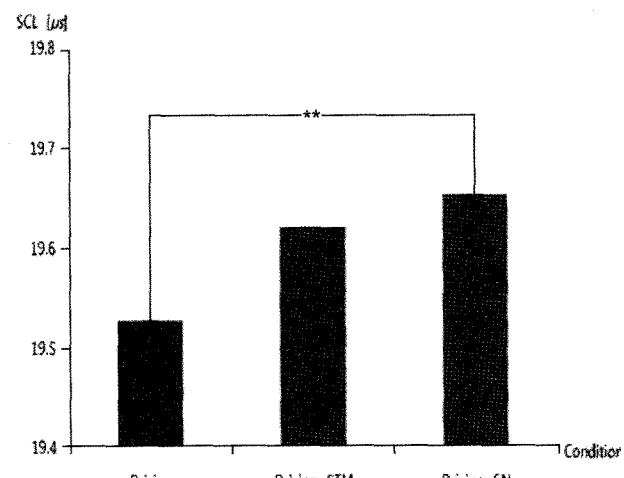
3. 결 과

Task 별로 성별 및 속도에 따른 피부전도수준의 반복측정변량분석 결과, <그림 3(a)>와 같이 task에 따라 피부전도수준은 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 즉, 운

전 중 동시과제의 수행으로 인해 교감신경계의 활성화가 증가되는 경향이 나타났다. <그림 3(b)>와 같이 task에 대한 Bonferroni 사후 검증 결과, Driving과 Driving+SN간 피부전도수준에 유의한 차이가 나타났다($p < .01$). 그러나 성별 및 속도에 따라 피부전도수준은 유의한 차이가 나타나지 않았다.



(a) Task 별 성별과 속도에 따른 피부전도수준

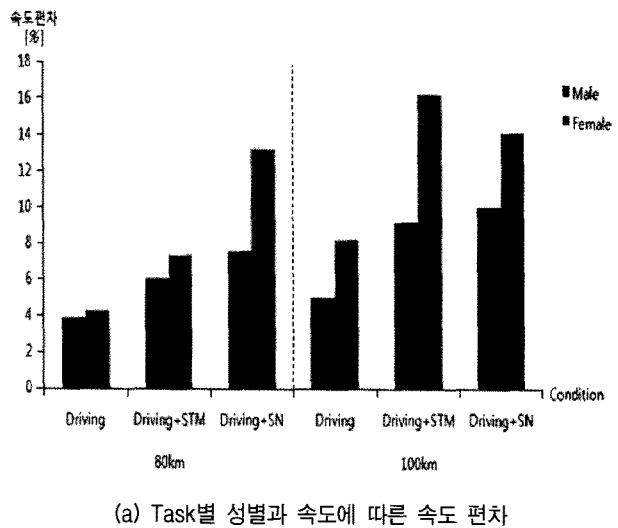


(b) Task 별 피부전도수준

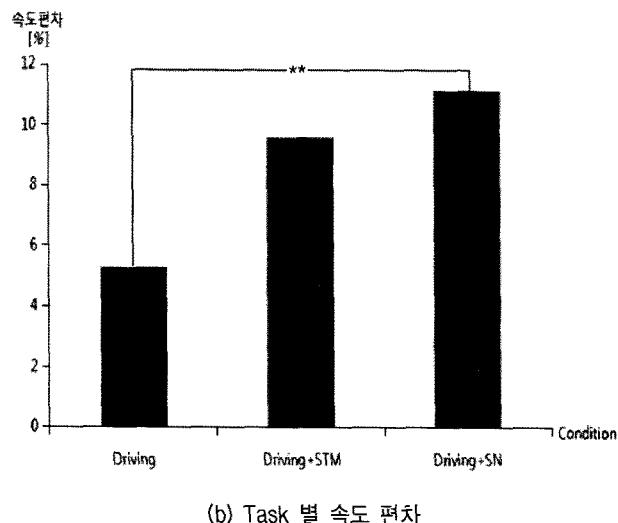
<그림 3> 피부전도수준 분석 결과

모든 운전자는 Driving에 비해 Driving+Secondary task 구간에서 지정된 속도보다 느린 속도로 주행하였다. task 별로 성별 및 속도에 따른 속도편차의 반복측정변량분석 결과, <그림 4(a)>와 같이 task 별로 속도편차에 유의한 차이가 나타났다($p < .01$). 즉, 운전 중 동시과제의 수행으로 인해 지정된 속도를 유지하기가 어려웠다. <그림 4(a)>와 같이 task에 대한 Bonferroni 사후 검증 결과, Driving과

Driving+SN 간 속도편차에 유의한 차이가 나타났다($p < .01$). 이것은 운전 중 내비게이션 조작이 임의의 운전 과제 수행 능력(본 연구에서는 일정 속도 유지)을 저하시킬 수 있다는 것을 의미한다. 그러나 성별 및 속도에 따라 속도편차는 유의한 차이가 나타나지 않았다.



(a) Task별 성별과 속도에 따른 속도 편차



(b) Task 별 속도 편차

<그림 4> 속도 편차 분석 결과

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 화상 자동차 시뮬레이터를 이용하여 운전 중 문자메세지 작성과 내비게이션 명칭 검색의 동시과제 수행에 따른 작업부하가 운전자의 피부전도 반응 및 운전 수행 능력에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 살펴보고자 하였다.

본 연구 결과 Driving에 비해 Driving+STM과 Driving+SN

구간의 SCL이 증가하여 교감신경계의 활성화가 증가하는 경향이 나타났다. 이것은 선행 연구 결과와 유사한 것으로 STM 및 SN의 주의력 분산과제가 작업 부하량을 증가시켰다는 것을 의미한다[5]. 또한, 문자 메시지 전송(STM)에 비해 내비게이션 명칭 검색(SN) 시 피부전도수준이 더 크게 증가하는 경향이 나타났다. 이는 운전자가 편한 위치에서 제어할 수 있는 문자 메시지 전송에 비해, 고정된 위치에 있어서 운전자가 편하게 조작할 수 없는 내비게이션 명칭 검색의 경우 작업 부하량이 더 커졌기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 문자 메시지 전송(STM)과제의 경우 현재 사용하고 있는 휴대전화를 사용하였기 때문에 내비게이션 명칭 검색(SN)에 비해 상대적으로 부하가 적었던 것으로 나타났다. 성별에 따라 피부전도수준은 차이가 나타나지 않았다. 이것은 운전과 동시과제 수행에 따른 작업 부하량이 남녀 사이에 큰 차이가 없다는 것을 의미한다. 그러나, Driving+STM 과제에서 남녀간의 차이가 큰 경향이 있는 것처럼 나타났는데, 이는 현재 사용하고 있는 휴대전화의 사용 경력이 남자에 비해 여자가 더 길어서, 즉 여자가 본인의 휴대전화에 더 익숙해져 있기 때문인 것으로 추측된다. 이에 대한 보완 연구가 필요할 것이다. 또한, 속도에 따라서도 피부전도수준은 차이가 나타나지 않았다. 시뮬레이터에서 느끼는 속도가 실제 차량으로부터 느끼는 속도와 차이가 있기 때문에, 그리고 피험자가 두 속도간에 현실감 있는 차이를 못 느꼈기 때문에 이러한 결과가 나타났을 수도 있을 것이다.

본 연구 결과 Driving에 비해 Driving+STM과 Driving+SN 구간에서 속도편차가 증가하는 경향이 나타났다.

이것은 선행 연구 결과와 유사한 것으로, 주의력 분산과제가 운전 수행 능력을 감소시킨다는 것을 의미한다[7]. 또한 문자 메시지 전송에 비해 내비게이션 명칭 검색 시 속도편차가 더 크게 나타났다. 이 결과를 피부전도수준 결과와 종합하면 문자 메시지 전송에 비해 내비게이션 명칭 검색의 작업 부하량이 더 크고, 이로 인해 지정된 속도를 유지하는 것이 더 어렵다는 것을 의미한다. 남자에 비해 여자의 속도편차가 더 크게 나타나는 경향이었지만 통계적으로 유의하지 않았다. 동일한 작업 부하가 남자에 비해 여자의 운전 수행 능력에 더 큰 영향을 주었다는 선행 연구 결과[7]와 비교하여, 향후 엄격한 실험통제를 통해 성별에 따른 차이에 대한 구체적인 연구가 수행되어져야 할 것이다. 속도에 따라 속도편차가 유의한 차이가 나타나지 않은 것은 피부전도수준결과에서 설명한 이유와 같은 이유 때문에 발생한 것으로 생각된다.

결론적으로 문자 메시지 작성과 내비게이션 명칭 검색의 동시과제 수행으로 작업 부하량이 증가하였고, 이

로 인해 SCL 및 속도편차도 증가하였다. 또한 문자 메시지 작성에 비해 내비게이션 명칭 검색의 작업 부하량이 더 커서 내비게이션 조작이 안전 운전 수행에 더 큰 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다.

그러나, 내비게이션과 휴대 전화의 사용은 사용자의 자세, 이동거리, LCD 화면과의 물리적 거리 등에 영향을 받을 것이다. 이에 대한 추가 연구도 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 신용균; “운전 중 휴대전화 사용이 운전행동에 미치는 영향”, 도로교통안전관리공단, 2000.
- [2] 신용균, 류준범; “운전 중 텔레매틱스 장치 사용이 운전 행동에 미치는 영향”, 대한교통학회지, 26(6) : 39-47, 2008.
- [3] 이원섭, 박장운, 김수진, 윤성혜, Xiaopeng Yang, 이용태, 손준우, 김만호, 유희찬; “운전 생체 신호 및 운전 수행 도 분석 system 개발”, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(1) : 47-53, 2010.
- [4] Anttila V. and Luoma J.; “Surrogate in-vehicle information systems and driver behaviour in an urban environment : A field study on the effects of visual and cognitive load,” *Transportation Research, Part F(8)* : 121-133, 2005.
- [5] Collet C., Clarion A., Morel M., Chapon A., and Petit C.; “Physiological and behavioural changes associated to the management of secondary tasks while driving,” *Applied Ergonomics*, 40(6) : 1041-1046, 2009.
- [6] Haigney D. E., Taylor R. G. and Westerman S. J.; “Concurrent mobile(cellular) phone use and driving performance : Task demand characteristics and compensatory processes,” *Transportation Research, Part F(3)* : 113-121, 2000.
- [7] Hancock P. A., Lesch M. and Simmons L.; “The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver,” *Accident Analysis and Prevention*, 35(4) : 501-514, 2003.
- [8] Ikebara C. S. and Crosby M. E.; “Assessing Cognitive Load with Physiological Sensors,” *System Sciences* : 2268-8, 2005.