

고령운전자 운전정보전달을 위한 차량용 햅틱시트 연구

Study on Vehicle Haptic-Seat for the Driving Information Transfer to Driver for the Elderly

오승용, 김경태, 유창호, 권대규*
S. Y. Oh, K. T. Kim, C. H. Yu, T. K. Kwon

요 약

본 연구에서는 기존의 시/청각 방식의 운전정보 전달체계의 한계를 극복하고 더불어 교통약자들의 운전 수행에 도움이 되는 자동차용 햅틱 시트 기술을 개발하고자 하였다. 이를 위해 동전형 모터 30개를 사용한 진동자극용 시트커버형 시제품과 모터드라이버모듈을 제작하였고 65세 이상의 고령 피험자들을 대상으로 실시한 가상운전상황에서의 시트진동자극에 대한 실험에서는 피험자들의 전체 진동인지 점수 평균은 3.5/4 점으로 87.5%의 인지율을 보여주었다. 또한 모든 피험자가 4번의 과속경고신호를 모두 인지하는 결과를 보여주었다. Trail Making Test 점수에 따른 그룹별 진동인지점수에 대한 통계분석 결과 유의한 차이가 발견되지 않았고 시각기능과 인지기능이 저하된 고령자라도 진동을 인지하는 촉각기능은 동등한 능력을 보여주는 결과를 얻었으며 이 결과는 고령운전자에 대한 차량 내에서의 시트를 통한 진동자극의 운전정보 유용성을 보여주는 것으로 사료된다.

ABSTRACT

In this study, the effect of the automotive haptic-seat technology which can transmit the driving information by the vibro-stimulus from the seat was investigated to overcome previous system's limitation relied on the visual and audial method and to help handicap driving. A prototype haptic seat cover with 30 coin-type motors and driver module were developed for this sake. In an experiment of seat vibration stimulation being performed under virtual driving situation by targeting the elderly aged over 65 years old, average score of test subjects for total vibration recognition was 3.5/4 points and recognition rate of 87.5% was represented. In addition, a result that all the test subjects totally recognized overspeed warning signal of 4 times was represented. As a result of statistical analysis for vibration recognition score by each group depending on TMT score, a significant difference was not found and a result that tactile function of which vibration is recognized even by the aged whose visual, perceptual function is declined showed an equal ability was obtained. In this study it was shown that the seat vibration stimulus could be used to transfer the old drivers' information while driving.

Keyword : Old-driver, Driving, Information, Vehicle Seat, Vibration stimulus, Haptics.

접 수 일 : 2014.07.25

심사완료일 : 2014.08.18

게재확정일 : 2014.08.26

오승용 : 전북대학교 헬스케어공학과 석사과정
nn8054@naver.com (주저자)

김경태 : 전북대학교 헬스케어공학과 석사과정
koyletter@hanmail.net (공동저자)

유창호 : 전북대학교 바이오메디컬공학부 연구교수

combo418@nate.com (공동저자)

* 권대규 : 전북대학교 바이오메디컬공학부 교수

kwon10@jbnu.ac.kr (교신저자)

※ 본 논문은 한국산업단지공단에서 지원하는 산업통산자원부의 산업집적지 경쟁력 강화사업(과제번호1415130494) 및 전북테크노파크에서 지원하는 우수기술이전 상용화 지원사업(과제번호103947)으로 수행된 것입니다.

1. 서론

우리나라가 고령화 사회에 진입(2000년: 7.2%)한 이후 사회 각 분야에서 고령자에 대한 관심이 증가하고 있으며 2013년 총인구에서 65세 이상 고령자가 차지하는 비율은 12.2%로 1970년 3.1%에서 지속적으로 증가하여 2030년 24.3%, 2050년 37.4% 수준에 이를 것으로 전망된다. 특히, 85세이상 초고령인구 비율은 2013년 0.9%에서 2030년 2.5%, 2050년 7.7%로 크게 증가할 것으로 전망된다[1]. 이에 운전면허를 보유한 고령인구도 급증하고 있는 것으로 나타났으며 '최근 5년간 65세 이상 고령자 운전면허 보유 현황'[2]에 따르면 2008년 107만명에서 2009년 118만명, 2010년 129명, 2011년 145명, 2012년 165만명으로 5년 사이 58만명이 늘어났다. 그러나 급격한 고령화 추세에도 불구하고 국내의 교통관련된 연구와 고령운전자에 대한 교육 및 사고예방 프로그램은 매우 미흡한 실정이다.

사람의 신체는 고령화가 진행되면서 운동 능력과 정보습득 능력, 인지 능력 및 상황 판단 능력이 저하된다. 신체 능력의 감소는 나아가 운전자에게 심리적 위축감으로 발전되기 때문에 모든 능력의 원활한 기능이 필요한 운전에서 큰 문제가 아닐 수 없다. 또한 자동차의 운전은 지각, 의사결정, 운동기능 등 다양한 능력을 필요로 하는 복잡한 행동의 연속으로 지속적인 고도의 의식집중이나 외부 자극에 대한 긴장감이 유발되므로 운전자는 운전 시 정신적, 신체적인 피로를 느끼게 된다. 또한, 자동차가 지능화됨에 따라서 운전자가 차량 안에서 제공할 수 있는 정보나 서비스의 종류는 점점 더 늘어나고 있으며 차량 내 정보 복잡성의 증가는 운전자를 혼란하게 하여 운전안전성에 큰 영향을 끼치고 있다[3].

지금까지 개발된 안전운전 지원 서비스나 운행 정보 제공 서비스를 살펴보면 운전자의 기본적인 운전능력, 운전 특성 등과 상관없이 일방적으로 정보를 제공해 주고 있다. 이러한 서비스는 운전자의 특성이나 상황을 고려하지 않기 때문에 경우에 따라서 운전자의 운전 주의를 분산시키거나 교통사고를 야기하기도 한다[4]. 기존의 운전정보체계가 아닌 새로운 전달체계를 이용하여 운전정보를 전달하고자 하는 많은 연구가 있었으며 Damiani, S.등은 청각이나 촉각 등의 전달체계를 이용하여 운전부하를 감소함으로써 운전 시의 안전도를 증가시켜 줄 수 있음을 증명하였고[5] Monica N. Lees등은 노화에 의해 유효시각영역이 감소한 고령운전자를 대상

으로 여러 조합의 복합자극 신호를 제시하였을 경우 촉각과 청각의 조합에 가장 빠른 반응을 보인 결과를 제시하였다[6]. 또한 Jaemin, Chun등은 차량 스티어링휠과 시트벨트를 이용한 촉각자극의 정보 전달 유용성을 증명하였고[7], Camilla Grane등은 차량 내 회전형스위치를 이용한 햅틱방식의 정보 전달 효용성에 대해 증명하였다[8]. Moon, D. H.은 영화관에서 의자를 통한 진동자극 전달방식에 대해 연구하였으며[9] Yong Gu Ji등은 차량시트에서의 햅틱자극에 대해 연구하였다[10]. 또한 Ying Zheng의 연구[11]에 의하면 의자에서의 진동을 통해 제시되는 자극이 시각으로 제시되는 자극과 유사한 결과를 보였으며 특히 시각자극 제시가 어려운 상황에서는 진동자극이 매우 효과적임을 제안하였고 Jeroen H. Hogema등은 그들의 연구에서 시트에서의 진동자극을 통해 방향성을 전달할 수 있음을 실제 차량에서의 실험을 통해 입증하였다[12].

차량용 시트는 인간과 차를 결합하는 부위로서 자동차 부분 중 인간과 가장 생리적으로 밀접한 관계[13]를 가지며 운전자 및 승객의 안전성과 승차감에 직접적인 영향을 주는 매우 중요한 부품이다.

본 연구에서는 차량에서의 시트를 통해 운전자에게 진동자극을 통한 적절한 운전정보를 제공함으로써 사고를 미연에 방지할 수 있는 역할을 수행하기 위한 차량용 햅틱시트 (haptic-seat)를 개발하고자 한다. 이를 위해 고령자층을 대상으로 가상운전상태에서의 시트 진동인지율을 측정 및 분석하여 그 유효성을 평가하고자 하였다.

2. 실험방법 및 절차

2.1 피험자

본 연구에서는 촉각에 이상이 없고 인지기능 실험을 위한 한글 읽기가 가능한 65세 이상의 남녀 고령자 11명 (남: 5명, 여 6명, 평균연령: 68.6±3.0세, 키: 160.1±6.9 cm, 체중: 63.0±8.3 kg)을 대상으로 실험을 진행하였다. 모든 피험자는 실험에 앞서 관련된 내용을 충분히 숙지하고 고령자의 신체 상황을 감안하여 피험자에게 이상이 있을 시 즉시 비상정지가 가능하고 피험자의 안전이 충분히 보장되는 실험환경에서 실험을 진행하였다. 피험자 특이 사항으로 대부분의 피험자들이 고령에 의한 당뇨병을 보유하고 있고 혈압약을 주기적으로 복용 중이라고 답했으며 여성 피험자 1명은 파킨슨병 초기단계라고 답하였다.

2.2 시스템 구성

본 연구에서는 6자유도 모션베이스 (Simuline, Co., Korea) 상에 구축된 가상의 운전장치(전북대학교)와 그림 1에서 보는 바와 같이 주행영상을 제공하기 위한 50인치 PDP 모니터를 사용하고 진동자극 제공을 위한 햅틱시트(haptic seat)는 6행 5열, 총 30개소의 진동요소를 내부 구조물에 설치하여 제작하였으며 진동요소간의 간격은 가로/세로 각 50mm 이다. 진동요소로는 스마트기기에 많이 사용되어지는 회전형 진동모터 MB-1203V[14]를 사용하였으며 진동모터의 프레임 장착을 위해 별도의 모터용 하우징을 제작하고 이를 프레임에 장착한 후 그림 2과 같이 시트커버(seat cover)에 내장하여 제작하였다. 그림 3과 같은 진동모터 작동용 드라이버 모듈을 별도 제작하였으며 PC를 사용하여 이를 제어하였고 제어용 소프트웨어는 LabVIEW 2009 (NI, Co., USA)을 사용하여 제작하였다.

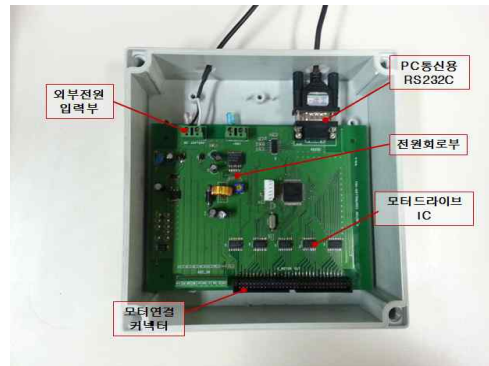


그림 3. 진동모터 드라이버 모듈

시트진동부위의 전압별 진동강도를 측정하기 위하여 진동계측기(vibration meter - Type-3116 ACO Co., Ltd. Japan)를 사용하였으며 진동모터의 동작전압에 따른 시트표면에서의 진동강도를 나타내는 가속도는 표 1과 같다.

표 1. M13위치 시트표면에서의 진동강도

모터작동 전압 [Vdc]	5	3.5	2.5	1.5
가속도 [m/s ² RMS]	1.4	0.8	0.3	0.1



그림 4. 6자유도 모션베이스 상에 구축된 가상운전장치

2.3 실험방법

피험자들은 실험에 앞서 시,청각 기반의 인지기능테스트인 선추적검사 (TMT : Trail Making Test Part-A&B)를 실시하여 이때 소요되는 시간을 측정하여 점수화 하였다. TMT시험에 사용된 장비는 그림 4에 보여지는 터치기반의 Android OS를 탑재한 9.7" 크기의 Smart-Pad와 Google-play[15]에 등록된 "Trail Making Test App"[16]을 App의 원 개발자인 Simone Sacchi의 허락을 얻어 국내 고령자에 맞게 한글화하여 사용하였다.

피험자들은 본 실험에 앞서 피험자 정보 작성 및 TMT 시험을 수행하였다. 이후 정지된 상태의 운전시뮬레이터에 착석하여 안전벨트를 착용한 후 모션베이스를 차량주행 시 엔진진동수준 주파수인 2Hz[17]로 상하방향으로 가진시키며 전면의 PDP에는 고속도로 주행 영상을 제공하여 가상운전환경을 구현하였다. 경고신호 별 제공되는 진동자극에 대해 피험자가 인지할 경우, 스티어링 휠에 구비된 인지스위치를 누르게 하였다. 진동모터의 축각자극과 진동음의 혼란을 피하기 위하여 별도의 이어폰을 통해 주행음향을 제공함으로써 진동음을 차단하였으

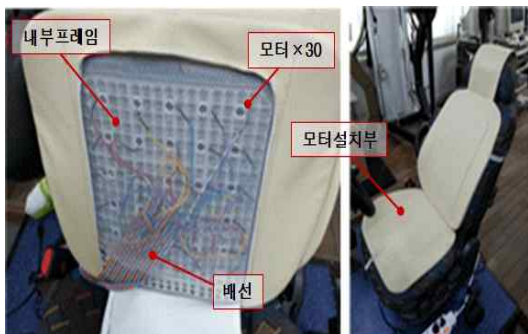


그림 2. 30개의 진동모터가 장착된 차량용 햅틱시트

며 진동모터의 동작전압은 5[Vdc]를 인가하였다.



그림 4. Smart-Pad 상의 한글화 한 TMT App

실험은 신호의 숙지를 위한 훈련모드, 주행상황에서의 경고신호를 제공하는 주행실험모드, 후방주차상황에서의 후방주차실험모드 등 3개의 모드로 진행되었다. 각 모드의 세부내용은 다음과 같다.

훈련모드로는 주행모드와 후방주차 모드의 모든 경고진동자극이 순차적으로 4회씩 제공되며 진동자극의 종류를 숙지하고 익숙해지는 과정으로 실험모드 전 실시하였다. 주행실험모드는 차량 주행 중 제공되는 모드로 좌회전, 우회전, 좌/우 후방사각지대 경고, 과속 및 추돌경고 등 5가지 경고로 구성하였으며 모든 경고를 불규칙한 순서로 4회씩 제공하여 이때 피험자가 인식하는 경고에 해당되는 인지스위치를 누르게 하고 이를 기록하였다 .

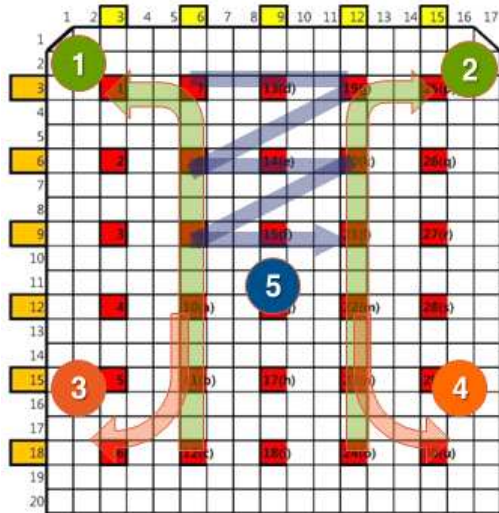


그림 5. 주행실험모드 모터진동 순서

표 2. 주행실험모드 모터진동 순서

순	경고	진동순서 (모터번호)	비고
1	좌회전	12-11-10-9-8-7-1-1	모터별 순차점멸
2	우회전	24-23-22-21-20-19-25-25	“
3	좌후방 사각	10-11-6-6-6	“
4	우후방 사각	22-23-30-30-30	“
5	과속 및 추돌경고	7-13-19-8-14-20-9-15-21	모터별 순차연속

*. 150ms On, 150ms Off, 각 경고 사이 6초간 휴지기 부여.

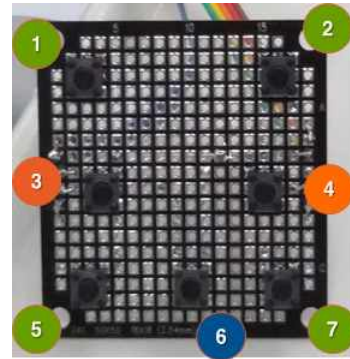


그림 6. 경고자극 인지스위치

표 3. 경고종류 별 인지스위치 번호

순	경고종류	비고
1	좌회전	
2	우회전	
3	N/A	
4	N/A	
5	좌후방 사각 (좌후방)	팔호는 후방주차 실험모드 시
6	과속 및 추돌경고 (중앙후방)	“
7	우후방 사각 (우후방)	“

후방주차 실험모드는 후방주차 시 제공되는 모드로 좌 후방, 중앙 후방, 우 후방 등 3가지 자극으로 구성되며 모든 경고를 불규칙한 순서로 4회씩 제공하여 이때 피험자가 인식하는 경고에 해당되는 인지스위치를 누르게 하고 이를 기록하였다 .

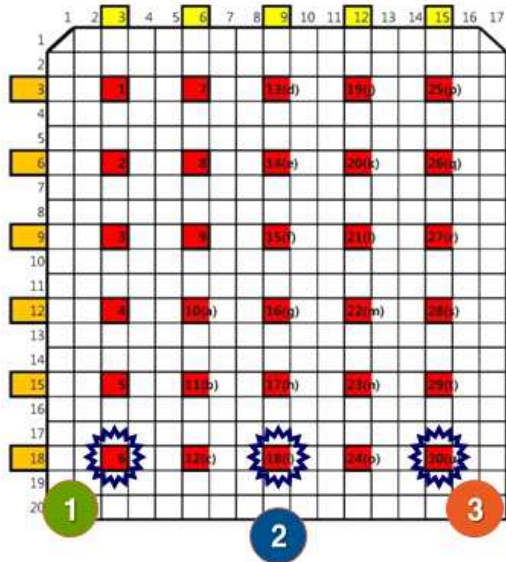


그림 7. 후방주차 실험모드 모터진동 순서

표 4. 후방주차실험모드 모터진동 순서

순	경고	진동순서 (모터번호)	비고
1	좌 후방	6-6~6-6~	모터별 순차점멸
2	중앙 후방	18-18~18-18~	“
3	우 후방	30-30~30-30~	“

*. 150ms On (~ 부분은 450ms), 150ms Off, 각 경고 사이 6초간 휴지기 제공.

3개의 모드는 2분의 실험 설명시간을 포함하여 순차적으로 제공되었으며 훈련모드에 대해 피험자가 숙지하지 못했다고 판단한 경우 훈련모드를 다시 제공하였다. 경고종류에 대해 피험자의 혼동을 방지하기 위해 각 경고자극 간에는 6초 지연의 휴지기를 두고 진동자극을 제공하였다. 실험방법 및 순서는 그림 8에 도식화 하였다. 시트 진동자극에 대한 인지율은 피험자가 시트에서의 경고자극을 인지하지 못한 경우 0, 경고자극을 인지하여 해당되는 인지스위치를 누르는 경우 1로 표현하였다. 이때 인지한 결과를 별도의 PC에 설치된 제어 프로그램을 사용하여 이 데이터들을 수집하여 기록하였다. 각 경고신호별 점수는 인지한 경우를 합산하여 통계처리하였다.

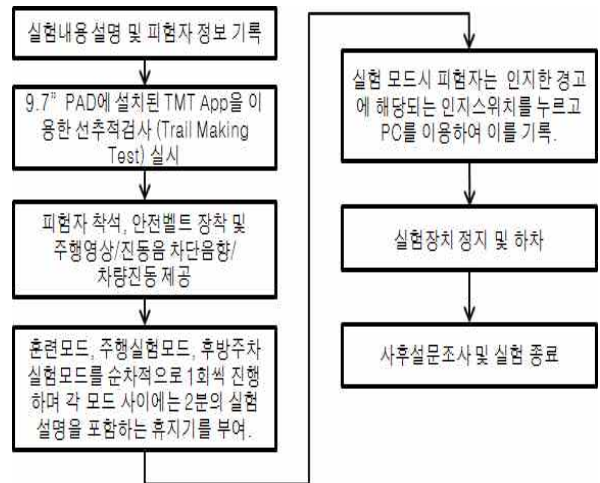


그림 8. 고령자 진동인지 실험순서

3 실험결과 및 고찰

3.1 TMT 실험결과

피험자 11명의 TMT Part-A 와 Part-B의 점수는 그림 9와 같다.

진동인지율의 유의성 분석을 위해 TMT Part-A 와 Part-B 점수의 평균점수를 기준으로 순위를 정하였으며 파킨슨병 초기증세를 가진 여성고령자 1명은 순위에서 제외하였다. 순위 1~5위까지를 그룹 1(TMT우수), 순위 5~10위까지를 그룹2(TMT저조)로 정하였다.

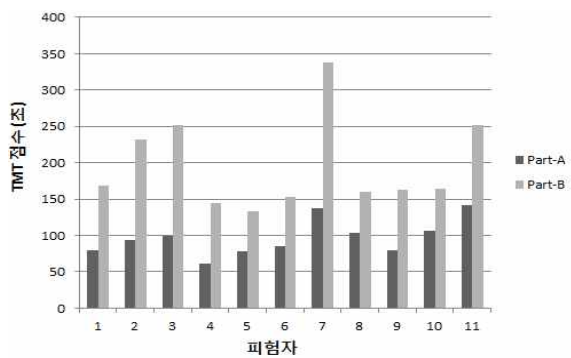


그림 9. 고령 피험자 TMT 점수

3.2 고령자 시트진동 인지실험 결과

각 경고신호별 진동인지점수는 그림 10~12에 정리 하였으며 주행모드와 후방주차모드별 평균을 별도로 명기하였다.

표 5. 고령피험자 변수별 비모수 상관계수

			나이	몸무게	PartA	PartB	PartAB	그룹	후방 증양	전체 평균	주행 평균	후방 평균
Spearman의 rho	나이	상관계수	1.000	.732*	.084	-.301	-.024	.276	-.112	-.609	-.788*	-.083
		유의확률 (양측)	.	.039	.843	.468	.955	.508	.791	.109	.020	.844
	몸무게	상관계수	.732*	1.000	.060	-.349	-.120	.055	.231	-.509	-.650	.000
		유의확률 (양측)	.039	.	.887	.396	.776	.897	.582	.197	.081	1.000
	Part A	상관계수	.084	.060	1.000	.810*	.905**	.873**	-.443	.110	.284	-.426
		유의확률 (양측)	.843	.887	.	.015	.002	.005	.271	.795	.495	.292
	Part B	상관계수	-.301	-.349	.810*	1.000	.952**	.764*	-.574	.196	.605	-.495
		유의확률 (양측)	.468	.396	.015	.	.000	.027	.137	.641	.112	.212
	Part AB	상관계수	-.024	-.120	.905**	.952**	1.000	.873**	-.574	.049	.383	-.495
		유의확률 (양측)	.955	.776	.002	.000	.	.005	.137	.908	.349	.212
	그룹	상관계수	.276	.055	.873**	.764*	.873**	1.000	-.777*	-.225	.057	-.630
		유의확률 (양측)	.508	.897	.005	.027	.005	.	.023	.592	.894	.094
후방 증양	상관계수	-.112	.231	-.443	-.574	-.574	-.777*	1.000	.471	.034	.843**	
	유의확률 (양측)	.791	.582	.271	.137	.137	.023	.	.239	.937	.009	
전체 평균	상관계수	-.609	-.509	.110	.196	.049	-.225	.471	1.000	.803*	.595	
	유의확률 (양측)	.109	.197	.795	.641	.908	.592	.239	.	.017	.119	
주행 평균	상관계수	-.788*	-.650	.284	.605	.383	.057	.034	.803*	1.000	.093	
	유의확률 (양측)	.020	.081	.495	.112	.349	.894	.937	.017	.	.827	
후방 평균	상관계수	-.083	.000	-.426	-.495	-.495	-.630	.843**	.595	.093	1.000	
	유의확률 (양측)	.844	1.000	.292	.212	.212	.094	.009	.119	.827	.	

*. 상관 유의수준이 0.05입니다(양측).

** . 상관 유의수준이 0.01입니다(양측).

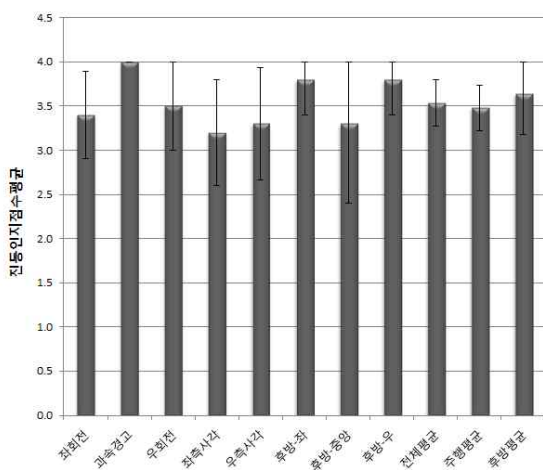


그림 10. 고령피험자 전체 진동인지 점수 평균

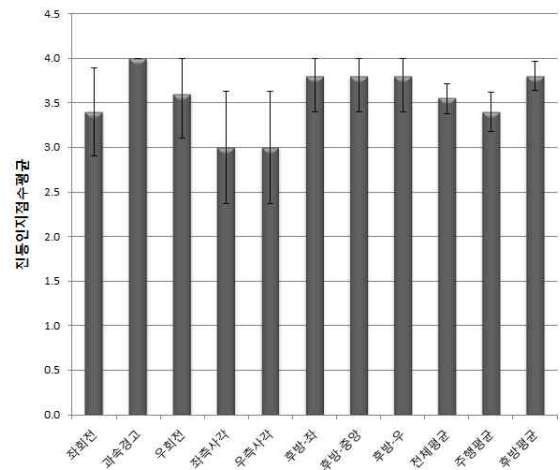


그림 11. TMT 우수그룹 진동인지 점수 평균

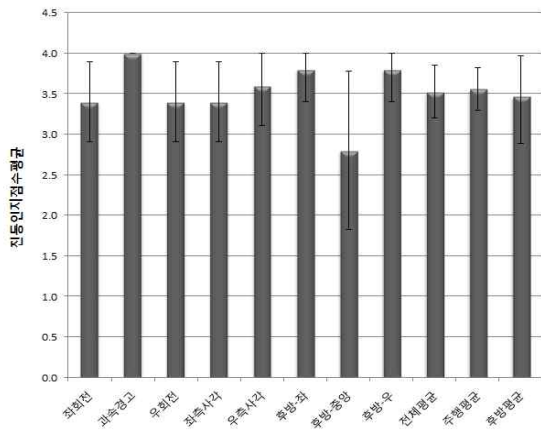


그림 12. TMT 저조그룹 진동인지 점수 평균

피험자들의 전체 진동 인지점수 평균은 3.5/4점이 고 주행모드에 비해 후방주차모드에서 약간 높은 점수를 보여주었다. 또한 모든 피험자가 과속경고를 인지하는 결과를 보여주었으며 TMT우수그룹이 저조그룹보다 후방중앙 신호를 잘 인지하는 결과를 보여주었다.

3.3 결과 통계분석

본 연구 결과의 통계처리는 PASW Statistics 18(SPSS Inc., USA) 통계프로그램을 사용하였다. 각 변수 및 TMT 점수와 경고신호별 인지율의 상관관계 분석을 위해 비모수 상관계수인 Spearman 상관계수를 구하였고, TMT 점수별 그룹간의 경고신호별 인지율 유의성분석을 위해 독립2-표본

(Mann-Whitney)검정을 실시하였으며 통계학적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다. 실험결과에 대한 통계분석을 실시하기 위해 인지평균 점수가 가장 높은 피험자와 가장 낮은 피험자 각 1명씩의 점수를 제외한 8명의 피험자 점수를 정리하여 분석을 실시하였다.

3.3.1 상관관계 분석

표 5에 각 변수와 경고신호 인지점수별 상관관계에 유의성이 나타난 항목을 정리하여 음영 처리하였다. 나이와 주행평균 간에는 음의 상관관계를 나타내고 있다. 나이가 많을수록 인지부하가 더 부가되는 주행실험에서 낮은 인지점수를 얻었다. 이는 나이가 들수록 운전수행능력이 감소한다는 기존의 고령자 대상 운전기능 연구의 결과들과 부합한다고 볼 수 있다. TMT 점수별 그룹의 매개변수는 TMT 우수: 1, TMT 저조: 2 를 대입하였으며 이에 대한 상관관계는 Part-A, Part-B, Part-AB, 그룹매개변수 간에 유의한 양의 상관관계를 보임으로서 이러한 분류는 통계적으로 합리적임을 보여주고 있다.

그룹매개변수와 후방중앙 인지점수의 음의 상관관계가 발견되었으며 이는 TMT 점수가 우수한 그룹이 후방중앙 신호를 더 잘 인지하였다는 것을 의미하고 이 차이는 인지기능이 우수한 그룹이 좌, 중앙, 우의 위치에 대한 구분을 더 잘했다는 것을 의미한다.

TMT 저조그룹의 경우 후방 주차모드 실험에서 후방중앙 진동 시 진동을 인지하였지만 좌 또는 우 후방으로 답한 경우가 많았고 이는 위치구분에 대한 결정에 인지기능이 관여한 결과라고 판단된다. 후방중앙 인지점수의 경우 후방평균 점수와 유의한

표 6. TMT 점수별 그룹집단에 따른 경고신호 진동인지율의 독립2-표본(Mann-Whitney) 검정 결과

	나이	키	몸무게	PartA	PartB	PartAB
Mann-Whitney의 U	5.500	7.500	7.500	.000	1.000	.000
Wilcoxon의 W	15.500	17.500	17.500	10.000	11.000	10.000
근사 유의확률(양측)	.465	.883	.884	.021	.043	.021
	좌회전	과속경고	우회전	좌측사각	우측사각	후방-좌
Mann-Whitney의 U	8.000	8.000	4.000	6.500	6.000	8.000
Wilcoxon의 W	18.000	18.000	14.000	16.500	16.000	18.000
근사 유의확률(양측)	1.000	1.000	.186	.617	.495	1.000
	후방-중앙	후방-우	전체평균	주행평균	후방평균	
Mann-Whitney의 U	1.500	6.000	6.000	7.500	3.000	
Wilcoxon의 W	11.500	16.000	16.000	17.500	13.000	
근사 유의확률(양측)	.040	.317	.552	.881	.096	

a. 집단변수: 그룹

양의 상관관계를 보였고 이는 후방중앙을 인지한 피험자들의 후방평균 점수가 높다는 것을 의미한다. 주행평균 점수와 전체 평균점수의 유의한 양의 상관관계가 있으며 이는 전체평균 진동인지점수에 주행모드의 인지점수가 더 큰 영향을 주었음을 의미한다고 볼 수 있다.

TMT 점수와 전체평균 점수 간에는 유의한 상관관계가 발견되지 않았으며 이는 시각기능과 인지기능에 의존하는 TMT 점수와 촉각기능에 의존하는 진동인지점수 간에 유의한 상관관계가 없다는 것을 의미하며 이를 확인하고자 TMT 점수그룹간의 진동인지 점수별 유의성분석을 위해 독립2-표본(Mann-Whitney)검정을 실시하였다.

3.3.2 경고종류별 인지율 유의성분석

표 6 에 인지기능 TMT 점수별 그룹 간에 유의한 차이가 있는 점수항목을 음영처리하여 보여주었다. TMT 점수에서의 유의한 차이는 이를 기준으로 그룹을 나누었기 때문에 타당한 결과라고 할 수 있으며 그 외의 경고신호 인지 점수별 차이는 후방중앙을 제외한 모든 경고신호에서 유의하지 않은 차이를 보였다. 이는 시각기능과 인지기능에 의존하는 TMT 점수가 우수한 그룹이 촉각기능에 의존하는 진동 자극의 인지점수 역시 우수하지는 않다는 것을 통계적으로 보여주는 결과이다. 이 결과는 시각기능과 인지기능이 저하된 고령자라도 진동을 인지하는 촉각기능은 동등한 능력을 보여준다는 것을 의미한다.

4. 결론

피험자들의 전체 진동인지 점수 평균은 3.5/4점으로 87.5%의 인지율을 보여주었으며 주행모드에 비해 후방주차모드에서 약간 높은 점수를 보여주었다. 이는 5개의 신호를 숙지하고 전후방향을 구분해야 하는 주행모드보다 3개 신호의 위치만 구분하면 되는 후방주차모드에서의 실험이 인지부하를 덜 부가하였기 때문으로 사료되며 또한 과속경고의 경우 모든 피험자가 4번의 신호를 모두 인지하는 결과를 보여주었다. 특이사항으로 파킨슨병 초기 증세를 가진 여성 피험자의 경우 진동신호는 인지하였지만 신호의 방향을 전혀 인지하지 못하는 결과를 보였으나 4번의 과속경고는 모두 인지하는 결과를 보여주었다. 이는 과속경고신호의 경우 점멸이 아닌 연속 신호로 진동강도가 다른 경고신호에 비해 강하

며 방향성을 가지지 않고 중앙 앞쪽 부분을 전체적으로 진동해 줌으로써 해당 인지스위치를 선택하기가 용이하였을 것으로 판단된다.

피험자들은 진동자극에 대해 거부감이나 불편함을 느끼지는 않았다고 답하였으며 피험자들이 어려움을 호소한 부분은 진동위치와 신호의 종류를 숙지하는데 애로사항을 얘기하였고 이는 고령자들은 비고령자에 비해 학습, 암기 등의 기능에 있어서 속도와 지속력이 약하기 때문으로 판단할 수 있다 [18]. 따라서 고령자들에게는 충분한 훈련시간을 거쳐 사용한다면 더 나은 진동인지율을 기대할 수 있을 것으로 사료된다[19].

Trail Making Test 점수에 따른 그룹별 진동인지 점수에 대한 통계분석 결과 후방중앙을 제외한 유의한 차이가 발견되지 않았고 이는 시각기능과 인지기능이 저하된 고령자라도 진동을 인지하는 촉각기능은 동등한 능력을 보여준다는 것을 의미한다. 이러한 이유는 감각, 지각 능력 중 촉각이나 미각 같은 감각수용기 근처의 자극에 반응하는 근접감각은 노화로 인한 손상이 비교적 덜하지만 시각이나 청각처럼 수용기에서 멀리 떨어진 반응에 대해 반응하는 원근감각은 가장 늦게까지 발달한 복잡한 감각으로 노화로 인해 손상될 가능성이 훨씬 크기 때문[19]이며 후방중앙의 경우 진동 인지문제라기 보다는 위치구분에 대한 결정에 인지기능이 관련한 결과라고 판단된다.

따라서 기존의 시·청각 기반의 운전정보전달 체계에 더불어 시트의 진동자극을 통한 운전정보를 부가하면 원근감각과 인지기능이 감소한 고령운전자들에게 효과적인 방법이 될 것이며 이를 통해 고령운전자의 운전수행능력 개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 비록 본 실험을 통해 시트를 통한 진동자극의 운전정보 전달통로로서의 높은 가능성을 증명하였으나 대상 피험자수가 적었고 경고신호별 진동자극에 대한 충분한 훈련을 실시하지 못하였으며 또한 기존의 시각, 청각을 이용한 운전정보 전달에 대한 대조실험이 이루어지지 못한 것은 본 연구의 한계라고 판단된다.

향후 더 많은 피험자를 대상으로 하는 실험과 인체의 촉각 분포와의 연관성을 통한 진동자극 위치와 강도, 면적 등의 개선 및 시·청각 전달방법과의 대조실험을 통해 복잡한 운전상황에서도 정확한 운전정보 전달이 가능하여 고령운전자 운전능력 개선에 매우 유용한 차량용 햅틱시트의 개발이 가능할 것으로 예상된다. 이를 통해 인지기능 및 운전기능이 저하된 고령운전자의 운전수행능력 개선에 도움이 되고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] 통계청, “고령자 통계”, 2013.
- [2] 경찰청, “최근 5년간 65세 이상 고령자 운전면허 보유 현황”, 2013.
- [3] Bengtsson, P., Grane, C., & Isaksson, J., “HapticKraphic interface for in-vehicle comfort functions - a simulator study and an experimental study,” 2nd IEEE international workshop on haptic, audio and visual environments and their applications - HAVE 2003, pp. 25-29, 2003.
- [4] Yoon, D. S, Hwang, Y. S, Kim, H. S, “Evaluation of self-reported driving workload assessment,” HCI 2010, pp. 296-300, 2010.
- [5] Damiani, S., Deregibus, E., & Andreone, L., “Driver - vehicle interfaces and interaction: Where are they going?,” European Transportation Research Review, vol. 1, pp. 87 - 96, 2009.
- [6] Monica N. Lees, Joshua Cosman, John D. Lee, Shaun P. Vecera, Jeffrey D. Dawson, Matthew Rizzo, “Cross-modal warnings for orienting attention in older drivers with and without attention impairments,” Applied Ergonomics, vol. 43, pp. 768-776, 2012.
- [7] Jaemin Chun, Sung H. Han, Gunhyuk Park, Jongman Seo, In lee, Seungmoon Choi., “Evaluation of vibrotactile feedback for forward collision warning on the steering wheel and seatbelt,” International Journal of Industrial Ergonomics, vol. 42, pp. 443-448, 2012.
- [8] Camilla Grane, Peter Bengtsson, “Driving performance during visual and haptic menu selection with in-vehicle rotary device,” Transportation Research Part F 18, vol. 18, pp. 123-135, 2013.
- [9] Moon, D. H., “Development of vibroacoustic stimulation seat for a movie theater chair,” Journal of the Korean Society for Power System Engineering, vol. 17, no. 1, pp. 42-49, 2013.
- [10] YongGu Ji, Kwangil Lee, Wonil Hwang, “Haptic Perceptions in the Vehicle Seat,” Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, vol. 21, pp. 305 - 325, 2011.
- [11] Ying Zheng, John B. Morrell, “Comparison of visual and vibrotactile feedback methods for seated posture guidance”, IEEE Transactions on Haptics, vol. 6, no. 1, pp. 13-23, 2013.
- [12] Jeroen H. Hogema, Sjoerd C. De Vries, Jan B.F. Van Erp, and Raymond J. Kiefer, “A tactile seat for direction coding in car Driving: field evaluation“, IEEE Transactions on Haptics, vol. 2, no. 4, pp. 181-188, 2009.
- [13] J. M. Lee, Y. H. Yum, M. H. Sung, S. H. Shin, “A study on the safety and human engineering for the design quality - improvement of vehicle seats,” KSAE, vol. 8, No. 3, pp. 55-67, 1986.
- [14] 모터뱅크, MB-1203V, “<http://storefarm.naver.com/motorbank/products/187854677>”.
- [15] Google-Play, “<https://play.google.com/store>”.
- [16] Simone Sacchi, “Trail Making Test”, Google-Play, “ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.zsimo.trailmakingtest&hl=en>”, 2013.
- [17] Jaeyoung Kang, Keysun Kim, Seokmin Choi, Taejin Choi, “Vibration analysis of vehicle seat depending on driving condition,” Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers, vol. 18, no. 3, pp. 110-115, 2010.
- [18] 지우석, “고령자 운전특성에 관한 연구”, 경기개발연구원, 2003.
- [19] 김정자 외, 노인복지공학, 21세기사, 2011.

오 승 용



1997년 2월 전북대학교 정
밀기계공학과 졸업
(학사)
2012년 9월 - 현재 전북대
학교 헬스케어공학
과 석사과정

관심분야 : 재활복지공학, 고령운전자 협응,
HMI

권 대 규



1993년 2월 전북대학교 기
계공학과 졸업 (학
사)
1995년 2월 전북대학교 기
계공학과 졸업 (석
사)
1999년 2월 일본 동북대학
교 기계전자공학과
졸업 (박사)
2004년 3월 - 현재 전북대
학교 바이오메디컬
공학부 교수

관심분야 : 바이오메카트로닉스, 재활공학,
생체역학, 웰니스, 스포츠과학

김 경 태



2012년 8월 전북대학교 바
이오메디컬공학부
졸업 (학사)
2012년 9월 - 현재 전북대
학교 헬스케어공학
과석사과정

관심분야 : 감성공학, 헬스케어기기 및
웰니스기기

유 창 호



2005년 2월 전북대학교 기
계공학과 졸업 (학
사)
2007년 2월 전북대학교 헬
스케어공학과 졸업
(석사)
2012년 3월 일본 동북대학
교 의공학과 졸업
(박사)
2012년 4월 - 현재 전북대
학교 바이오메디컬
공학부 연구교수

관심분야 : 재활공학, 혈류역학, 생체역학,
헬스케어기기