

## 주행 중 네비게이션 조작 상황에서 주행 속도와 네비게이션 위치에 따른 운전행동 및 안구운동 특성

홍승희\* · 강진규\*\* · 김보성\*\*\* · 민철기\*\* · 정순철\*\*\*\*† · Shun'ich Doi\* · 민병찬\*\*†

\*일본 Kagawa대학 지능기계시스템공학과

\*\*한밭대학교 산업경영공학과

\*\*\*공주대학교 그린홈에너지기술연구소

\*\*\*\*건국대학교 의료생명대학 의학공학부

## The Characteristics of Driving Behavior and Eye-Movement According to Driving Speed and Navigation-Position while Operation of the Navigation in Driving

Seung-Hee Hong\* · Jin-Kyu Kang\*\* · Boseong Kim\*\*\* · Cheol-Kee Min\*\*

Soon-Cheol Chung\*\*\*\*† · Shun'ich Doi\* · Byung-Chan Min\*\*†

\*Dept. of Intelligent Mechanical Systems Engineering in Kagawa University, Japan

\*\*Dept. of Industrial and Management Engineering in Hanbat National University

\*\*\*Green Home Energy Technology Research Center in Kongju National University

\*\*\*\*Department of Biomedical Engineering, College of Biomedical and Health Science in Konkuk University

The purpose of this study was to examine drivers' driving behaviors and eye-movements according to driving speed and navigation-position while operation of the navigation in driving. For this purpose, two driving conditions (low-speed and high-speed) and two navigation-positions (top and bottom location of the center console) were set. Drivers' driving behaviors (speed, speed variation, coefficient of variation, and the number of collisions) and eye-movements (overall eye pattern, the average scanning time of navigation, and the number of gaze-out on the road for more 2 seconds) were measured. As a result, when the navigation was located at the bottom of the console, difficulties of lateral control was appeared in low-speed driving condition, and the that of longitudinal control was appeared in high-speed driving condition. In addition, above situation made the drivers' scanning times of navigation long, increased the number of gaze-out on the road for more 2 seconds, and made overall eye pattern monotonous. These results could be interpreted that the manipulation of the navigation at the bottom of console cause reduced attention capacity due to the cognitive load.

**Keywords** : Navigation-Position, Driving Speed, Driving Behavior, Eye-Movement, Driving Simulator

논문접수일 : 2011년 08월 18일    논문수정일 : 2011년 10월 06일    게재확정일 : 2011년 11월 07일

† 교신저자 bcmin@hanbat.ac.kr

‡ 교신저자 scchung@kku.ac.kr

\* 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2009-0084784).

## 1. 서론

자동차 보급률이 증가하고 기술이 발전함에 따라 안전 운전을 위한 보조장치 개발도 활발히 진행되고 있다. 자동차 내부의 운전지원 시스템(in-vehicle information systems)으로 항로안내 시스템(navigation), 충돌 경고 시스템(collision warning system), 보행자 경고 시스템(infrared pedestrian warning system) 등이 운전자에게 다양한 정보를 제공하고 위험상황에 대처할 수 있도록 돕는다[9]. 그러나 다양한 기능의 디스플레이는 오히려 운전자의 주의분산을 일으켜 주변 도로상황을 시각적으로 판단하는데 더 많은 시간이 소요되거나, 차량 내부의 정보지원 장치에 집중하도록 함으로써 한쪽 차선에 치우치거나 차선을 벗어나도록 운전하는 경향이 있다[17]. Fairclough and Maternaghan[11]은 네비게이션 안내에 따라 주행하도록 한 실험에서 목적지 안내에 따라 주행하도록 한 경우에는 운전자가 도로를 주시하는 비율이 76%로 그렇지 않은 경우에 92%인 점을 고려할 때 유의하게 낮아짐을 보고하였다[11]. 또한 네비게이션 안내에 따라 목적지까지 도달하도록 한 후, 운전자들의 주시행동을 분석한 연구에서도 50% 이상 도로에서 시선이 벗어나는 행동을 운전자들이 보인 것으로 나타났다[10].

한편 Rockwell[16]은 운전자가 주행 중에 거울을 보거나 계기판을 보는 등 도로에서 시선이 벗어나는 행동을 약 1.5초 내로 제한하려고 하는 경향을 가지고 있다고 주장하였다[16]. 또한 Klausner et al.[15]은 주행 중 복잡한 부가적 행동을 운전자로 하여금 수행하도록 하는 것은 충돌 또는 충돌 근접(near-crash)에 이를 확률을 3배 증가시키고, 2초 이상 도로에서 시선이 벗어나는 행동 역시 사고 확률을 증가시킨다고 보고하였다[15]. 이는 운전자가 전방을 주시함에 있어서 도로에서 시선이 벗어나는 시간이 길어지면 위험에 처할 수 있음을 인식하여 스스로 통제하고자 하지만, 부가적인 과제로 인한 인지적 부하는 이러한 통제 효율성을 저하시킬 가능성이 있음을 시사한다.

이로 인해 Japanese Automobile Manufacturers Association[12]은 운전자가 안전하면서 편안하게 운전 지원 시스템의 정보를 받아들일 수 있는 디스플레이의 위치는 전방을 충분히 주시할 수 있는 위치에 놓여야 한다는 가이드라인을 제시하였다[12]. 또한 Alliance of Automobile Manufacturers[12] 역시 이러한 디스플레이는 운전자의 옆 중앙 콘솔 방향으로 계기판 상단 부착되어야 한다는 가이드라인을 제시하였다[8]. 이 가이드라인을 종합해보면, 모든 운전자의 시각도에서 약 30° 이하

에 안전운전 지원시스템의 디스플레이를 두는 것을 권장하고 있다. 그러나 국내의 경우 이러한 안전운전 지원시스템 디스플레이의 설치에 대한 가이드라인이 부족하며, 단지 운전자들의 선호도에 근거하여 이러한 디스플레이가 설치되고 있다.

이에 본 연구는 한국인이 주로 네비게이션을 부착하는 대표적인 위치 두 곳을 선정하여 주행 중 네비게이션 조작 시 운전자들의 운전행동과 안구운동 반응을 살펴보고자 하였다. 이를 통해 어느 위치에 네비게이션을 설치했을 때, 운전자가 보다 안전하게 운전하면서 이 시스템을 활용할 수 있는지를 알아보고자 하며, 이에 근거하여 적절한 안전운전 지원시스템 디스플레이 설치에 대한 가이드라인을 제시하는 데 활용하고자 하였다. 이에 본 연구에서는 주행속도 조건으로 저속주행과 고속주행 조건을 설정하고, 네비게이션 위치로 콘솔상단과 하단을 설정하여 운전 시뮬레이터 상에서 운전자들의 운전행동과 안구운동 반응을 정량적으로 살펴보았다.

## 2. 연구방법

### 2.1 실험참가자

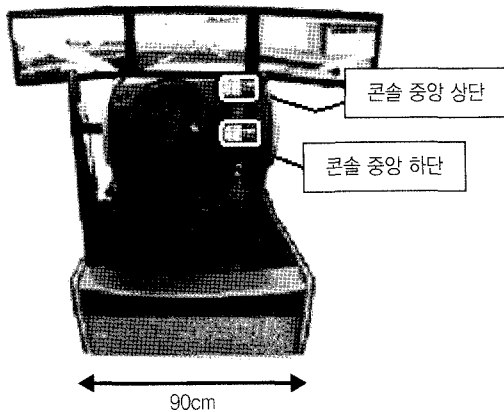
대전시에 거주하며, 운전 경력이 1년 이상인 대학생 26명이 실험에 참가하였다. 이 중 13명(남학생 7명, 여학생 6명)은 시속 30km/h로 주행하는 저속 주행에 참가하였으며, 나머지 13명(남학생 13명)은 시속 80km/h와 120km/h로 주행하는 고속 주행에 참가하였다. 저속 주행에 참여한 실험 참가자의 평균 연령은 남성의 경우 26.00(±1.20)세였으며, 여성의 경우 23.71(±1.60)세였다. 이들의 평균 신장은 각각 175.52(±2.49)cm, 161.60(±4.69)cm였다. 반면 고속 주행에 참여한 실험 참가자의 평균 연령은 23.14(±2.67)세였으며, 이들의 평균 신장은 176.86(±4.41)cm였다. 실험 참가자 모두는 교정시력이 1.0 이상이었으며, 정신이상이나 그와 관련된 병력이 없는 대상자들이었다.

### 2.2 실험 도구

#### 2.2.1 운전 시뮬레이터

운전 시뮬레이터는 Gridspace Co.(Korea)에서 제작한 GDS-300S로 3대의 32인치 LCD모니터를 통해 전방과 후방, 좌/우의 운전 시뮬레이션 환경을 제시하도록 구성되었다. 시뮬레이터의 차량 모델은 현대 자동차의 ‘클

릭'으로 운전장치(예 : 핸들, 가속페달, 브레이크 페달 등)와 표시장치(예 : 방향지시등, 속도계, RPM 미터 등)는 실제차량과 동일하였다(<그림 1> 참조). 또한 이 운전 시뮬레이터의 중앙콘솔 상단(운전자 시야각 13±3°)과 하단(운전자 시야각 34±2°)에 부착된 네비게이션은 TBK Co.(Korea)의 ROX-710M 제품이였다.



<그림 1> 운전 시뮬레이터

2.2.2 안구운동 측정장치

안구운동 측정장치(eye-marker)는 NAC Image Technology Inc.(Japan)에서 제작한 EMR-8B로 동공의 움직임을 탐지한다(<그림 2> 참조). 이를 통해 시선이 고정된 지점(fixation), 시선이 머무른 시간(fixation duration), 각 지점에 시선이 놓인 횟수(frequency of fixation), 동공의 크기(size of pupil) 및 도약 현상(saccade) 등을 초당 30회씩 측정할 수 있다.



<그림 2> EMR-8B 착용모습

2.3 실험 절차

실험참가자는 운전 시뮬레이터 실험 전에 간단한 설문지(예 : 연령, 신장, 운전경력 등)를 작성하고, 안구운동 측정장치를 착용하였다. 안구운동 측정장치의 칼리브레이션을 실시한 후 약 5분간의 연습운전을 통해 실

험 참가자가 운전 시뮬레이터에 적응하도록 하였다[1~7, 13]. 실험 조건 중 저속주행 조건은 30km/h의 속도로 주행하는 조건으로 목적지를 검색하는 상황 13회, 돌발 상황(선행차량의 급정거) 2회가 포함되어 있으며, 이는 네비게이션 위치별로 동일하게 포함되었다. 또한 고속주행 조건은 80km/h와 120km/h의 속도로 주행하는 조건으로 실험 참가자별로 주행속도 제시 순서는 무선화하였으며, 저속주행 조건과 동일하게 목적지 검색 상황 13회와 돌발 상황 2회가 포함되었다.

모든 주행 조건에서 실험 참가자는 주행 시작 시 전방에 나타나는 SUV 차량을 약 30m 간격을 유지하면서 따라가도록 지시를 받았으며, 이 때 주행 속도는 정해진 속도를 유지하도록 하였다. 또한 목적지 검색 상황은 약 1분 정도의 안정적인 주행이 이루어진 이후에 지시창을 통해 실험 참가자에게 제시하였고, 검색어로는 '충남대학교', '한밭대학교' 등의 대학명칭이 사용되었다.

2.4 종속측정치

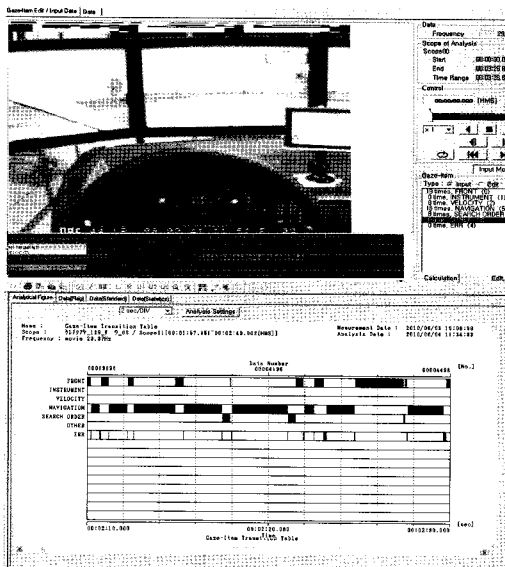
2.4.1 운전행동 측정치

실험 참가자에게 네비게이션 검색 지시 후, 이를 완료하는 약 1분 동안의 주행 속도, 속도 편차 및 차선이격거리의 분산계수(coefficient of variation; 이하 CV)가 운전행동 종속측정치로 사용되었다. 또한 돌발상황에서 선행차량과의 충돌횟수가 추가적인 운전행동 종속측정치로 사용되었다. 속도 편차는 운전자의 주행에 대한 종적통제 지표이며, 차선이격거리의 CV는 횡적통제 지표이다. CV는 다음의 수식에 의해서 계산되었다.

$$CV = \frac{STD}{Mean} \quad (1)$$

2.4.2 안구운동 측정치

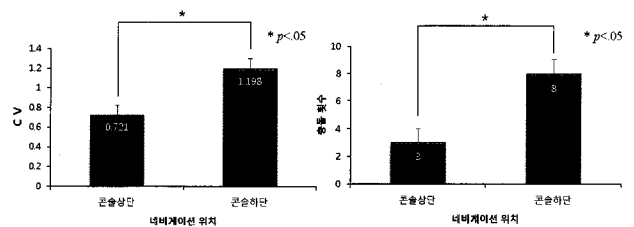
안구운동의 종속측정치로는 전반적인 주시 패턴, 네비게이션 평균 주시시간, 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횟수를 측정하였다. 이 측정치들은 eyemark locus analysis를 활용하여 분석하였으며, 이 때 두상이 고정되지 않은 실험조건을 고려하여 gaze-region transition diagram 틀을 활용하였다(<그림 3> 참조). 종속측정치들 중 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횟수의 측정은 이 시간동안 도로에서 시선이 벗어날 경우 사고를 일으킬 가능성이 높다는 Klauer[15]의 연구에 기반을 두었다[15].



〈그림 3〉 Gaze-region Transition Diagram 분석

〈표 1〉 저속주행 조건에서의 운전행동의 기술통계치

종속 측정치	네비게이션 위치	
	콘솔 상단	콘솔 하단
주행 속도	28.879km/h	26.556km/h
속도 편차	2.105	2.063
차선이격거리의 CV	0.721	1.198
충돌 횟수	3회	8회



〈그림 4〉 네비게이션 위치에 따른 차선이격거리의 CV 및 충돌 횟수

### 3. 결 과

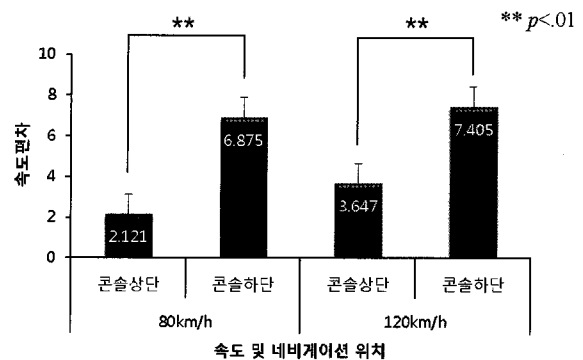
#### 3.1 운전행동

먼저 저속주행 조건에서의 네비게이션 위치에 따른 운전행동을 살펴보았다(〈표 1〉 참조). 그 결과, 주행속도와 속도편차에서는 네비게이션 위치에 따라서 그 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 반면 차선이격거리의 CV는 네비게이션 위치에 따라 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p < .05$ )(〈그림 4〉 참조). 즉 네비게이션이 중앙콘솔 상단에 위치했을 때보다 하단에 위치했을 때 운전자들이 주행 중 차량의 좌우 움직임이 보다 크다는 것을 의미한다. 또한 앞서 주행하는 차량과의 충돌 횟수는 네비게이션 위치에 따라 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

다음으로 고속주행 조건에서의 네비게이션 위치에 따른 운전행동을 살펴보았다(〈표 2〉 참조). 그 결과, 80km/h와 120km/h로 주행한 모든 조건에서 네비게이션 위치에 따른 주행속도의 차이는 유의하지 않은 반면, 속도편차의 차이는 유의한 것으로 나타났다( $p < .01$ )(〈그림 5〉). 즉 콘솔상단보다 콘솔하단에 네비게이션이 위치해 있을 때에 속도의 변화 폭이 큰 것으로 나타났다. 한편 저속주행 조건에서는 네비게이션 위치에 따라 유의한 차이를 보였던 차선이격거리의 CV가 고속주행 조건에서는 모두 유의하지 않은 것으로 나타났다. 또한 앞서 주행하는 차량과의 충돌 횟수는 80km/h와 120km/h 모두에서 네비게이션 위치에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다.

〈표 2〉 고속주행 조건에서의 운전행동의 기술통계치

종속 측정치	80km/h		120km/h	
	네비게이션 위치		네비게이션 위치	
	콘솔 상단	콘솔 하단	콘솔 상단	콘솔 하단
주행 속도	86.774km/h	78.463km/h	117.845km/h	106.542km/h
속도 편차	2.121	6.875	3.647	7.405
차선이격거리의 CV	1.166	1.215	1.201	1.246
충돌 횟수	8회	9회	9회	8회

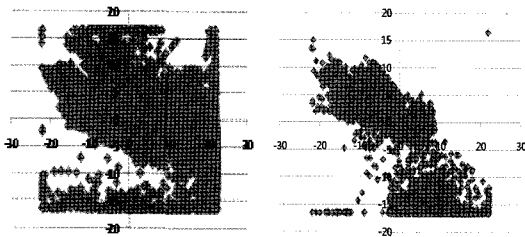


〈그림 5〉 네비게이션 위치에 따른 차선이격거리의 CV 및 충돌 횟수

#### 3.2 인구운동

먼저 저속주행 조건에서의 네비게이션 위치에 따른 인구운동을 살펴보았다. 그 결과, 전반적인 주시패턴은

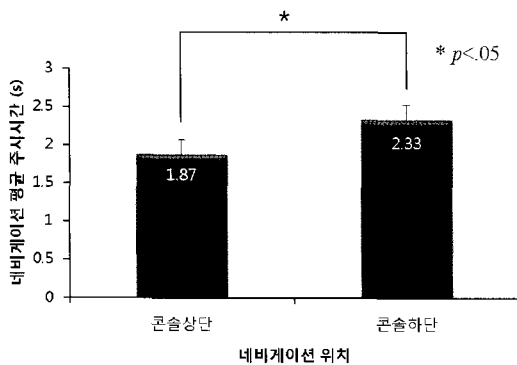
네비게이션의 위치에 따라 차이를 보이는 것으로 나타났다. 즉 <그림 6>과 같이 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우에는 전방 및 주변 정보를 획득하기 위해서 운전자의 시선이 고루 분포된 것을 알 수 있다. 그러나 네비게이션이 콘솔하단에 위치한 경우에는 좌표의 중심을 기준으로 오른쪽 하단에 위치한 네비게이션과 전방 정보만을 번갈아 주시하며, 그 외 주변 정보에는 시선이 거의 분포되지 않는 단조로운 패턴을 보이는 것으로 나타났다.



<그림 6> 네비게이션 위치에 따른 전반적 주시패턴

또한 네비게이션 평균 주시시간은 네비게이션 위치에 따라 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p < .05$ ) (<그림 7> 참조). 즉 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우에는 1.87초였으며, 콘솔하단에 위치한 경우에는 2.33초인 것으로 나타났다. 반면, 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횟수는 네비게이션 위치에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우에는 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횟수가 4.2회였으며, 콘솔하단에 위치한 경우에는 5.3회로 네비게이션이 콘솔하단에 위치했을 때 도로에서 일정한 시간 동안 시선이 자주 벗어나는 것을 확인할 수 있었다.

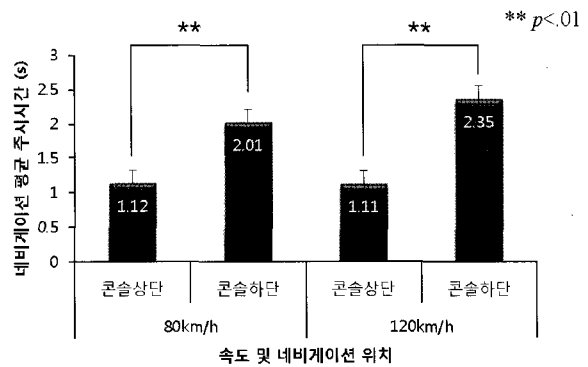
다음으로 고속주행 조건에서의 네비게이션 위치에 따른 안구운동을 살펴보았다. 그 결과, 전반적인 주시 패턴은 속도 및 네비게이션 위치와 관계없이 주로 전방과 네비게이션을 주시하는 단조로운 패턴을 보이는



<그림 7> 네비게이션 위치에 따른 평균주시시간

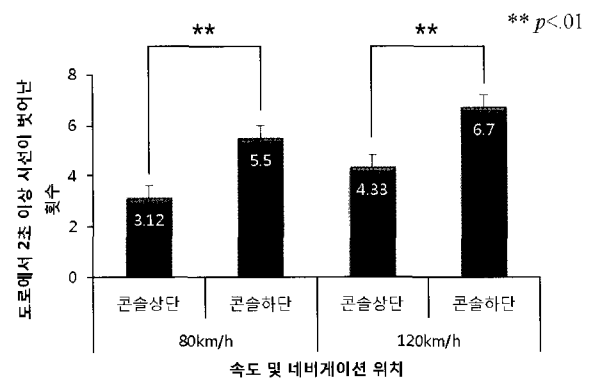
것으로 나타났다.

한편 네비게이션 평균 주시시간은 80km/h와 120km/h 모두에서 네비게이션 위치에 따른 차이가 유의한 것으로 나타났다( $p < .01$ )(<그림 8> 참조). 80km/h 조건에서 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우 네비게이션 평균 주시시간이 1.12초였으며, 콘솔하단에 위치한 경우에는 2.01초인 것으로 나타났다. 또한 120km/h 조건에서 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우 네비게이션 평균 주시시간이 1.11초였으며, 콘솔하단에 위치한 경우에는 2.35초인 것으로 나타났다.



<그림 8> 속도 및 네비게이션 위치에 따른 평균 주시시간

또한 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횟수도 80 km/h와 120km/h 모두에서 네비게이션 위치에 따른 차이가 유의한 것으로 나타났다( $p < .01$ )(<그림 9> 참조). 80km/h 조건에서 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횟수가 3.12회인 반면, 콘솔하단에 위치한 경우에는 5.5회인 것으로 나타났다. 그리고 120km/h 조건에서 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횟수가 4.33인 반면, 콘솔하단에 위치한 경우에는 6.7회인 것으로 나타났다.



<그림 9> 속도 및 네비게이션 위치에 따른 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횟수

## 4. 결 론

본 연구에서는 콘솔상단과 하단에 네비게이션을 위치시킨 후 운전 시뮬레이터를 이용하여 주행 중 네비게이션 조작상황에서 운전자의 운전행동 및 안구운동 특성을 살펴보았다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 운전자가 주행(1차 과제)하면서 2차 과제로 네비게이션을 조작하도록 했을 때, 저속주행 조건에서는 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우보다 하단에 위치한 경우에 차선이격거리의 CV가 큰 것으로 나타났다. 이는 콘솔하단에 위치한 네비게이션을 주행 중에 조작하는 것은 운전자로 하여금 차량의 횡적통제의 어려움을 야기시킬 수 있음을 시사하는 것이다. 한편 고속주행 조건에서는 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우보다 하단에 위치한 경우에 속도편차가 큰 것으로 나타났다. 이는 콘솔하단에 위치한 네비게이션을 주행 중에 조작하는 것은 운전자로 하여금 차량의 종적통제의 어려움을 야기시킬 수 있음을 시사하는 것이다.

그러나 네비게이션 위치가 저속주행 조건에서는 횡적통제에, 고속주행 조건에서는 종적통제에 각각 영향을 준 결과는 주행속도에 따른 운전과제의 특징에서 그 원인을 찾을 수 있다. 다시 말하면 저속주행 조건에서는 낮은 속도로 주행하기 때문에 이 속도를 유지하는 데 큰 어려움이 없다. 이로 인해 부가적인 과제를 제시하더라도 종적통제에서 네비게이션 위치 간 차이가 유의하지 않은 것으로 해석할 수 있다. 반면, 고속주행 조건에서는 오히려 좌우 형태의 작은 움직임에도 운전자가 민감하게 반응하기 때문에 주행 중 횡적통제에서 네비게이션 위치 간 차이가 유의하지 않을 것으로 해석할 수 있다.

둘째, 저속주행 중 네비게이션 조작 상황에서 네비게이션이 콘솔상단에 위치한 경우에는 전방과 네비게이션 및 주변 상황을 비교적 고르게 살피는 주시패턴이 나타나는 반면, 네비게이션이 콘솔하단에 위치하는 경우에는 전방과 네비게이션만 주시하는 비교적 단조로운 주시패턴을 보이는 것으로 나타났다. 또한 이러한 단조로운 주시패턴은 고속주행 시에 네비게이션 위치와 관계없이 나타났다. 이와 더불어 저속주행과 고속주행 모두에서 콘솔상단에 비해 콘솔하단에 위치한 네비게이션을 조작하는 상황에서 운전자들의 시선이 네비게이션을 더 오래 주시함은 물론 도로에서 2초 이상 시선이 벗어나는 정도가 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 인지적 부하로 인한 주의 폭 감소로 해석될 수 있다[1]. 즉 콘솔하단에 위치한 네비게이션을 조작하기 위해서는 전방에 대한 주시가 소홀해질 가능성이 높다. 이는 상대적으로 콘솔상단에 위치한 네비게이션을 조

작하는 상황에서는 네비게이션을 주시하면서도 주변시를 통해 전방에 대한 주시가 가능한 것으로 운전자들이 지각하기 때문에 오히려 네비게이션 조작으로 인한 인지적 부하 수준이 낮을 가능성이 크다고 할 수 있다.

이는 네비게이션 평균 주시시간과 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횡수의 결과를 통해서도 동일한 맥락으로 해석될 수 있다. 즉 네비게이션이\* 콘솔상단에 위치한 경우보다 하단에 위치한 경우에 저속과 고속주행 모든 조건에서 네비게이션의 평균 주시시간이 길다는 것은 네비게이션 조작의 어려움을 시사하는 것이다. 이러한 어려움은 결국 인지적 부하로 인한 안구운동의 특성을 반영한 것이다[14]. 또한 네비게이션을 주시하는 시간이 증가함은 결국 전방 도로에서 일정시간 동안 시선이 벗어나는 횡수가 증가할 수 밖에 없다. 따라서 콘솔하단에 네비게이션이 위치한 경우에 도로에서 2초 이상 시선이 벗어난 횡수가 많은 것을 확인할 수 있다.

이상의 논의를 종합해보면, 네비게이션의 위치에 따라 주행 시 2차 과제로 이를 조작하는 것은 운전행동뿐만 아니라 안구운동에 있어서 다른 결과를 초래할 수 있음을 시사하고 있다. 사람의 시각범위에서 중심와 영역(시각도 2°)을 포함하여 준주변시각(시각도 60°) 내의 정보를 운전자들이 고개를 돌리지 않은 상태에서 활용할 수 있음을 고려해 볼 때, 본 실험에서 콘솔하단에 위치한 네비게이션은 준주변시각에서 약 5° 정도 벗어난 위치에 속해 있기 때문에 이로 인한 운전행동 및 안구운동 반응의 결과라고 해석할 수 있다. 이는 안전한 운전을 위해서 운전자의 편의를 제공하는 시각적 디스플레이의 적절한 위치에 대한 가이드라인을 지지하는 결과라 할 수 있으며, 국내에서도 이러한 가이드라인 결정이 이루어져야 할 필요성을 제공하는 데 본 연구의 결과가 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

이상의 연구 결과에도 불구하고, 본 연구에서는 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫째는 저속 주행 조건과 고속 주행 조건에 해당되는 실험 참가자의 구성이 서로 다르다는 제한점이 존재한다는 것이다. 이로 인해, 성별에 따른 영향 및 주행속도 조건 간 실험 참가자들의 비동질성 및 개인차에 따른 영향을 체계적으로 통제하지 못한 채 결론에 도달하였다. 따라서 추후 연구를 통해 이 부분들이 수정 및 보완되어야 할 것으로 판단된다. 둘째는 본 연구의 결과만으로는 운전자의 운전행동 및 안구운동 특성에 근거한 적절한 네비게이션의 위치를 완벽하게 제시할 수는 없다는 것이다. 그 이유는 단지 콘솔상단과 하단의 두 위치에 네비게이션이 위치했을 때의 운전자의 운전행동과 안구운동의 특성만을 살펴왔기 때문이다. 그러나 네비게이션 배치

에 대한 가이드라인을 결정하는 데 있어 기초가 된다는 점에서 의의를 찾을 수 있으며, 보다 다양하면서도 정교한 형태의 네비게이션 배치뿐만 아니라 이외에 네비게이션이 가지고 있는 다양한 인터페이스의 특징들(예 : 정보량, 자극 제시의 modality 등)를 고려하여 운전자로 하여금 운전수행의 방해를 최소화할 수 있는 후속 연구의 진행이 필요할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] 김보성, 강진규, 민병찬, 민윤기; “운전 도로조건 복잡성에 따른 인지적 부하수준과 심박율의 변화”, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 11(1B) : 241-251, 2009.
- [2] 김보성, 민병찬, 김진호, 민윤기; “교차로 환경에서 좌회전 시 중년 운전자들의 운전수행 및 심박율 변화 특성”, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 30(1) : 213-220, 2011.
- [3] 김보성, 임동훈, 김현우, 민병찬, 민윤기; “좌/우 회전 구간에서 고령 운전자의 공간 정보처리 능력과 운전수행의 관계”, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 11(3B) : 1319-1330, 2009.
- [4] 김현우, 이영창, 김보성, 민병찬, 민윤기; “교차로 유형과 운전자 연령에 따른 운전 수행 및 생리적 각성 차이”, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 11(6B) : 3057-3069, 2009.
- [5] 민병찬, 민윤기, 김영선, 이범수, 김영수, 민수영, 김보성, 강진규; “운전 시뮬레이터를 이용한 고령자의 운전행동 특성 분석”, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 32(1) : 67-71, 2009.
- [6] 민윤기, 김현우, 임동훈, 민병찬, 김보성; “고령 운전자의 시각 정보처리 능력이 교차로 운전수행에 미치는 영향”, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 32(4) : 107-112, 2009.
- [7] 이영창, 김보성, 임동훈, 김현우, 지두환, 민병찬, 민윤기; “황색신호 딜레마 상황에서의 자율신경계 반응”, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 12(1B) : 185-194, 2010.
- [8] Alliance of Automobile Manufacturers; Driver focus-telematics working group statement of principles criteria and verification procedures on driver interactions with advanced in-vehicle information and communication systems-Version 2.0, AAM, Washington, D. C., 2002.
- [9] Bao, Y., Kiss, M., and Wittmann, M.; “Effects of age and memory grouping on simulated car driving,” *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 46<sup>th</sup> Annual Meeting*, Baltimore, Maryland, USA, 1853-1857, 2002.
- [10] Chiang, D. P., Brooks, A. M., and Weir, D. H.; “On the highway measures of driver glance behavior with an example automobile navigation system,” *Applied Ergonomics*, 35 : 215-223, 2004.
- [11] Fairclough, S. and Maternaghan, M.; “Changes in drivers’ visual behavior simple route navigation information,” *Visual Search II*, In Brogan, D., Gale, A., Carr, K. (Eds.), Taylor and Francis, London, 790-818, 1993.
- [12] Japanese Automobile Manufacturers Association; Guideline for in-vehicle display systems-Version 3.0, JAMA, Tokyo, 2004.
- [13] Kim, B., Yi, Y. C., Kim, H. W., Lim, D. H., Bak, M. S., Ji, D. H., Hong, S. H., Kang, J. K., Min, B. C., and Min, Y. K.; “The characteristics of elderly drivers’ driving behavior on intersection using graphic driving simulator,” *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4) : 611-617, 2010.
- [14] Kim, B., Kim, H. W., Lim, D. H., Min, B. C., and Min, Y. K.; “The differences of eye movement according to turn conditions in driving situation : Comparison of older and younger drivers,” *Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*, Changchun, China, 12-15, 2009.
- [15] Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D., and Ramsey, D. J.; “The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: An analysis using the 100-car naturalistic driving study data,” NHTSA Grant No. DOT HS 810 594, 2006.
- [16] Rockwell, T. H.; “Spare visual capacity in driving-revisited : New empirical results for an old idea,” *Vision in Vehicles II. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Vision in Vehicles*, Nottingham, UK, 14-17.
- [17] Tsimhoni, O. and Green, P.; “Visual demand of driving and time execution of display-intensive in-vehicle tasks,” *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 45<sup>th</sup> Annual Meeting*, Minneapolis, Minnesota, USA, 1586-1590, 2001.