

## 주행 중 운전자의 HUD 인지성과 활용성 평가

Evaluation for the cognition and usability of HUD while driving

윤보람\* · 박다은\* · 김보경\* · 조주영\* · 박영경\*\*†

BoRam Yun\* · DaEun Park\* · BoKyung Kim\* · JuYung Cho\* · YungKyung Park\*\*†

\*이화여자대학교 조형예술대학 디자인학부 색채디자인전공

\*Department of Design, Ewha Womans University

\*\*이화여자대학교 색채디자인전공 교수

\*\*Professor, School of Design, Ewha Womans University

### Abstract

As the main cause of car accidents is driver distraction, HUD utilization is important to boost drivers' front-observing. Recently, As HUD includes a variety of contents products have appeared on market, the possibility increases cognitive load while driving. The purpose of this study is that currently being used HUD contents how much affect drivers while driving. To investigate about it, the experiment is examined cognitive aspect with utilization aspect of different gender and illuminance environment. The study provides, in accordance with the internal and external illuminance, the visibility make a difference. The gap between the internal and external illuminance is higher, the visibility is better. Also, this study confirms that HUD's awareness of contents depends on driving information. Drivers concentrate more on higher related driving contents than lower ones.

**Key words:** HUD contents, information cognition, driving, main view of the driver

### 요약

자동차사고의 주요 원인으로 운전자의 주의분산이 지목됨에 따라 운전자의 전방주시율을 높여주는 HUD(Head Up Display)에 대한 중요성이 높아지고 있다. 최근에는 다양한 콘텐츠가 포함된 HUD 제품들이 등장하면서 주행 중 인지부하가 증가할 가능성이 높아졌다. 이에 본 논문은 현재 자동차에 사용되고 있는 HUD에 제시된 콘텐츠가 운전자에게 미치는 영향에 대해 알아보기 위하여 조도환경과 성별의 차이를 두어 인지적 측면과 활용적 측면에 대한 실험을 진행하였다. 실험 결과, HUD가 제공하는 콘텐츠는 외부 조도와 차량 내의 내부 조도의 차이가 클수록 시인성이 높아 인지부하가 줄어들었다. 또한 HUD 콘텐츠의 경우 주행과 직접적인 관련이 높을수록 인지율이 높았으며, 운전과 관련성이 낮은 콘텐츠의 경우 운전자의 집중을 저해하는 것을 확인하였다.

**주제어:** HUD 콘텐츠, 정보 인지, 주행, 운전자의 주시야

\* 이 연구는 2013학년도 이화여자대학교 Global Top5 교내연구비 지원에 의한 연구임.

† 교신저자 : 박영경 (이화여자대학교 조형예술대학 디자인학부 색채디자인전공)

E-mail: yungkyung.park@ewha.ac.kr

TEL: 02-3277-2512

FAX: 02-3277-3730

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

Ki(2011)의 연구에 따르면 자동차사고의 주요 원인으로 운전 중 운전자의 주의 분산이 지목되었다. 또한 Korea Ministry of Government Legislation(2014)에 의하면 주행 중 DMB, 스마트폰, 전자기기 등으로 영상을 시청하다가 적발될 경우 벌금과 벌점을 함께 부과 받게 된다는 도로교통법 개정안이 발표되었다고 한다.

최근에는 운전자의 시선이 차량의 전방을 향하지 않아 발생하는 사고를 줄이기 위해 운전자가 전방주시를 유지하며 계기판과 내비게이션 등의 시각 정보를 알 수 있는 차량용 HUD(Head-Up-Display)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, HUD는 HDD(head down display: 자동차 컨트롤 패널의 중앙부분에 위치한 주행보조 시스템 총칭)에 비하여 돌발상황에 대한 반응 속도가 빠르고 속도 조절이 안정적인 것으로 나타났다(Liu and Wen, 2004). 또한 HUD 사용 시 제한속도 사인과 도로상황에 대한 인지가 더 높았으며 결과적으로 교통법규 사인에 더 잘 따르는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과에 따라 HUD가 기존의 HDD에 비하여 안전주행에 더 도움이 되는 것으로 볼 수 있다.

차량용 HUD의 중요성이 커지고 수요가 늘어남에 따라 다양한 기능이 추가된 HUD 제품이 등장하고 있다. 이에 따라 HUD 또한 운전자의 주의를 분산시키는 시각적 자극 정도가 높아지게 되었다. Bang and Cho(2013)는 HUD의 사용이 다른 디스플레이를 사용할 때에 비해 주행에 집중할 시간을 증가시켜 주지만 많은 양의 작업이 동시에 일어날 경우 인지부하(cognitive load)를 일으킬 수 있으며 이는 돌발사고의 위험을 증가시킨다고 하였다. 또한 차량 주행 중 디스플레이상에 필요한 정보 이외에 많은 정보를 표시할 경우 운전자의 차량 정보 인지력을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 시야를 산만하게 하여 안전사고에 큰 영향을 끼치게 된다는 결과가 나타났다(Park et al., 2012).

선행연구들을 통해 운전 중 제공되는 시각정보는 운전자의 시각적 분산을 초래하지 않는 적절한 수준으로 제공되어야 한다. 본 연구는 기존의 연구에서 더

나아가 현재 자동차에 사용되고 있는 HUD에 나타난 정보요소가 운전자에게 미치는 영향을 인지적 측면과 활용적 측면으로 나누어 알아보고자 한다. 이를 통해서 운전자가 주행 시 인지하고 활용할 수 있는 HUD 콘텐츠 요소와 범위를 파악하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1. HUD의 정보콘텐츠 특성

HUD(Head-Up-Display)란 비행기나 자동차와 같은 탈 것을 조종하거나 운전하는 사람이 머리를 움직이지 않고도 계기판 등의 시각적 정보를 확인할 수 있게 표현한 기술을 말한다(Kim et al., 2008). 이는 자동차산업에도 활발히 적용되고 있으며 HUD를 통해 제시되는 콘텐츠 요소에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다. 앞선 연구에 따르면 차량용 디스플레이의 정보 콘텐츠 중에서 속도나 목적지와 같은 콘텐츠의 필요도는 높은 반면 일정이나 날짜와 같은 생활정보의 필요도는 낮았다고 한다(Park et al., 2012). 또한, HUD 콘텐츠 중에서 야간이나 안개가 짙을 때 적외선을 이용하여 물체를 가시화하는 서비스의 필요성이 가장 높았다고 한다(Kim et al., 2008). 자가용뿐만 아니라 버스와 같은 대중교통에도 HUD를 적용하는 것이 가능하다. 대중교통에서 가장 선호되는 콘텐츠는 배차 간격 정보이며, 다음으로 정류장 정보, 문 개폐 정보, 요금/속도 정보, 계기판/도로 정보 순으로 나타났다고 한다(Park et al., 2013).

이처럼 HUD에 제시된 정보 콘텐츠는 환경에 따라 다를 수 있기 때문에 사용자 입장에서 필요도가 높고 적절한 콘텐츠를 선별하는 것이 매우 중요하다.

### 2.2. 네비게이션 정보콘텐츠 인지

네비게이션에서 주행 정보를 표시할 때 중요도에 따라 구조나 시각적 속성을 다르게 하는 것은 운전자가 쉽게 인지하도록 위함이다. 주행 중 여러 정보 콘텐츠를 인지하는 것은 운전자의 안전과도 연관된다. Kim(2008)에 의하면 현재 네비게이션들은 비슷한 색상으로 되어있어 운전자의 시각을 분산시킬 수 있다

고 한다. 또한, 운전자의 시선을 측정하여 네비게이션 사용에 따른 운전부하를 평가한 결과 네비게이션의 영향으로 주행 중 운전자의 주위가 분산되어 운전부하가 높아짐을 밝혀냈다(Koo et al., 2009). 이와 유사하게 Bang and Cho(2013)는 HUD의 주행정보의 콘텐츠를 인지하는데 정보 단계가 올라갈수록 시선의 이동빈도가 높고 주시하는 시간도 증가하였다고 한다.

성별에 따른 정보 인지와 선호 콘텐츠의 경우 남녀가 다른 양상으로 나타난다. Kim and Seo (2004)의 연구에 따르면 여성의 시야는 남성보다 넓은 주변시야를 가지며 남성의 시야는 터널시야의 특성을 지닌다. 따라서 여성은 네비게이션 메뉴의 계층구조에서 그 폭과 깊이에 따라 넓은 영역을 개괄적으로 살피는데 효율적인 넓고 얇은(broad & shallow)디자인을 선호하며 남성은 좁은 영역을 자세히 살피는데 효율적인 좁고 깊은(narrow & deep) 구조의 네비게이션 디자인을 선호하는 경향을 보였다. 또한, 남성과 여성 모두 채도나 색채보다는 형태요소에서 더 높은 정보획득을 보였으나, 여성은 남성보다 정보획득에 소요되는 시간이 길었다고 한다(Choi and Lee, 2012).

### 3. 실험 계획 및 방법

#### 3.1. 연구의 내용 및 방법

본 연구는 HUD에 제시된 정보 콘텐츠요소와 범위가 운전자의 정보 인지 및 활용률에 미치는 영향을 파악하는데 목적이 있다. 이를 위해서 피험자가 주행을 할 수 있는 실험 환경을 구축하고 지정된 경로와 운전 시나리오에 맞추어 HUD 화면을 구성하였다. 실험은 주간과 야간으로 나누어 진행하며 HUD화면에 제시된 정보에 따라 주행한 후 설문지를 작성하도록 하였다. 1회 운전 시간은 약 15분정도 소요되었으며 총 실험 시간은 약 40분 정도 소요되었다.

#### 3.2. 실험 환경

##### 3.2.1. 실험 대상

본 연구에서 차량주행 능력이 있고 6개월 이상 10년 미만의 운전 경력이 있는 20~30대 남자 10명, 여

자 10명 총 20명이 실험에 참여하였다.

##### 3.2.2. 실험 환경

자동차 앞좌석 모형을 만들고 ‘City car driving’ 프로그램을 활용하여 실제와 유사한 주행상황을 재현하였다(그림 1). 자동차 앞좌석 모형에는 PNS사의 자동차 시트와 Logitech의 G27 Racing wheel을 사용하였고, 자동차 앞 유리를 고정하였다. 자동차 모형 전면에 46인치 TV 모니터를 배치하여 주행경로를 제시하였다. HUD 정보는 HDMI 프로젝터 PICO-S1B로 자동차 앞 유리에 투사하였다.

Yun et al.(2011)은 주행 중 운전석 윈드실드에 나타나는 조도 변화를 측정하여 맑은 날 운전석으로 유입되는 전방 직사광선이 2400Lux 이상으로 나타나는 것을 확인하였다. 따라서 본 실험에서는 주간실험 환경에서 한낮의 태양광 조도환경을 재현하기 위해 5개의 LED 조명을 점등하여 5296lux로 조도를 조절하였으며 야간 실험 환경에서는 모든 조명을 다 끄고 자동차 모형 위에 암막 커튼을 설치하여 조도를 5.33lux로 조절하였다.



Figure 1. Experiment environment

#### 3.3. 실험 자극

##### 3.3.1. HUD 화면 정보콘텐츠 요소 도출

본 실험에서 HUD 화면에 제시할 정보콘텐츠 요소의 도출을 위해 2014년 2월 기준으로 시장에 출시된

20개의 HUD에 나타난 콘텐츠를 조사하였다. 사례조사의 결과는 표 1, 표 2와 같다.

사례조사를 통해 도출된 HUD의 정보 콘텐츠 요소는 속도정보(Running Speed 이하 R.S), 내비게이션(Navigation 이하 NAVI)정보, 도로교통정보(Road traffic 이하 R.T), 차량정보(Vehicle information 이하 V.I), 시간정보(Time 이하 T.M), SNS&통신(SNS 이하 SNS), 외부정보(Outside information 이하 O.I)이다(표 2). 내비게이션(NAVI)의 경우 조사 대상 HUD 전체에서 방향 전환과 목적지 정보가 주요 세부 콘텐츠로 나타났지만 차량 내장형 HUD에서는 차선 정보를 추가로 제공하였다. 이러한 점을 반영하여 본 연구에서는 내비게이션 정보 콘텐츠를 목적지 표시와 방향 전환을 지시하는 방향전환(Turn by Turn 이하 T.B.T)과 차선 전환을 지시하는 차선변경(Lane change 이하 L.C)으로 구분하여 제시하였다.

Table 1. HUD research list

Inner mounted	Outer mounted	Application
BMW528i SE	PICO HUD	KimGisa HUD OllehNavi HUD HUDway Hidrive Running speed HUD T-map HUD
BMW528iF10	GARMIN HUD	
BMW X5	TOVI HUD	
BENZ C	Smart HUD	
PEAGEOT3008	SID	
AUDI A7	Defi VSD-X	
K9		
Lexus RX350		

Table 2. Information elements in HUD

Contents	Contents details
R.S	Running speed, Average speed, Maximum speed
NAVI	Rest of distance, Turn by turn, Moving distance, Lane change, Destination information
R.T	Traffic rules, Speed bump, Speed limit, Traffic congestion
V.I	Mission, Refueling, Doors open and shut RPM, Vehicle control system Water & Oil temperature
T.M	Present time
SNS	Video call function, Phone call, SNS, GPS, E-mail, Music number
O.I	Gas station, Outside information

### 3.3.2. HUD 주요정보와 부가정보

기존 HUD 기기에 나타난 정보 요소의 출현 빈도수를 분석하였다(그림 2). 수집한 HUD 제품에서 공통적으로 제공하는 정보는 속도정보(R.S), 방향전환(T.B.T), 도로교통정보(R.T)로 나타났다. 따라서 속도정보(R.T), 방향전환(T.B.T), 도로교통정보(R.T)를 HUD의 가장 기본적인 정보로 활용하였다. 기본정보 요소들 다음으로 출현 빈도가 높았던 정보 요소는 차량정보(V.I), 시간정보(T.M)였으며 가장 출현빈도가 낮았던 정보요소는 SNS&통신(SNS)과 외부정보(O.I)로 나타났다. 이를 토대로 기본정보만으로 이루어진 HUD 화면과 기본정보와 부가정보가 혼합된 HUD 화면을 제작하였다.

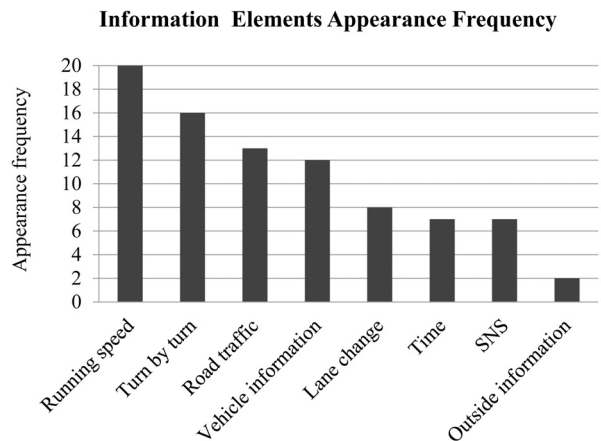


Figure 2. Information elements appearance frequency

### 3.3.3. HUD 화면 정보요소 배치

20개의 기존 HUD를 분석하여 각 콘텐츠들의 화면상 위치 빈도수를 구하였다. 기존 HUD에서 나타나는 2행 3열 배치방식과 3행 2열 배치방식을 혼합하여 3행 3열 배치방식을 고안하였으며 이에 따라 그림 3과 같이 각 정보 요소의 위치 빈도수를 체크하였다.

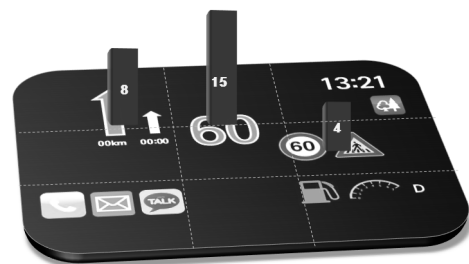


Figure 3. The frequency of basic information position

기본정보콘텐츠는 각 콘텐츠의 위치 빈도수가 가장 높게 나타난 위치에 고정하였다. 부가정보콘텐츠는 각 콘텐츠의 위치 빈도수와 함께 정보위계를 고려하여 배치하였다(그림 4). HUD화면 콘텐츠 구성은 실험을 위해 선정된 주행경로에 맞추어 제시하였다. 실험 주행경로는 ‘City car driving’ 프로그램의 주행경로 중 주간주행과 야간주행의 총 두 가지 주행경로를 선정하여 주행경로에 상응하는 방향전환(T.B.T)과 도로교통정보(R.T)를 제시하였고 주행속도(R.S), 시간정보(T.M), SNS&통신(SNS), 외부정보(O.I), 차량정보(V.I)는 임의로 제시하였다.



Figure 4. HUD form for an experiment

### 3.3.4 실험용 HUD 투영 위치

Yun et al.(2011)는 Eye mark 기록계를 활용하여 주행 중 운전자의 시선이 자동차의 윈드실드 정면에 집중되는 것을 확인하였다. 이러한 선행 연구 결과를 바탕으로 본 연구의 실험에서 HUD 디스플레이 이미지는 운전자의 주 시선 바로 아래에 위치하도록 하였다. 특히 주행에 필요한 주요 정보는 윈드실드에 투영된 HUD 디스플레이 이미지 상에서 상단에 위치하도록 구성하였다.

### 3.3.5 실험용 HUD정보 색채와 휘도 값

Choi et al.(2013)은 HUD 주행정보콘텐츠의 색채 중 주간과 야간 모두 시인성이 좋은 색상은 Red, Yellow, Green이며, 글자에 백색 외곽선을 첨가하여 배경과 글자의 휘도대비를 높였을 때 더욱 시인성이 높아진다고 하였다. 이 점에 착안하여 본 연구에서는 주·야간 모두 시인성이 높은 Green 색상에 백색 외곽선을 첨가하여 중요 콘텐츠에 적용하였다. 실험에서 HUD 정보 요소에 사용된 색채는 휘도계 KONICA MINOLTA

CS-100A를 사용하여 측정하였으며 CIE Lu'v' 값으로 명기하였다(표 3).

Table 3. Luminance and color value of information

Day time				Night time			
5296(Lux)				5.33(Lux)			
	Lv	u'	v'		Lv	u'	v'
R	36.90	0.21	0.48	R	14.87	0.27	0.60
O	39.00	0.21	0.47	O	17.57	0.25	0.56
Y	52.80	0.19	0.42	Y	34.93	0.19	0.44
G	46.47	0.17	0.39	G	26.93	0.16	0.36
B	42.10	0.18	0.40	B	19.17	0.17	0.38
PB	36.87	0.18	0.42	PB	14.47	0.18	0.41
BR	39.77	0.19	0.43	BR	17.77	0.20	0.45
GR	48.57	0.18	0.41	GR	27.40	0.18	0.42
W	55.27	0.18	0.41	W	34.70	0.19	0.42
BK	33.57	0.19	0.42	BK	11.30	0.19	0.43

## 4. 주행 중 HUD 콘텐츠의 인지 및 활용 평가

### 4.1. 조작적 정의 및 분석

본 연구에서는 가상 운전환경에서 주행 중 HUD를 사용하면서 운전자가 인지하는 것과 활용하는 정보콘텐츠에 대하여 평가하고자 한다. 내비게이션 정보를 제공하는 HUD 콘텐츠(턴바이턴(T.B.T), 차선변경(L.C), 도로교통 정보(R.T), 주행속도(R.S), 차량정보(V.I), 외부정보(O.I), SNS&통신(SNS), 시간(T.M))을 인지와 활용의 평가 요인으로 선정하였다. 분석 방법으로는 조도 환경에 따른 운전자의 인지적 측면과 성별에 따른 활용 콘텐츠를 다중응답의 교차분석을 통해 알아보았다. 콘텐츠와 조도, 성별과의 상호 관계성이 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 이원분석을 실시하였다.

### 4.2. 실험 분석

#### 4.2.1. 주·야간 조도 환경에 따른 주행 중 운전자의 HUD 콘텐츠 인지

본 실험에서는 조도환경이 다른 주간과 야간환경에

서 주행 중 운전자에게 동일한 HUD 콘텐츠를 제시하여 콘텐츠와 조도환경간의 상호관계성을 확인하였다(표 4). 그 결과, 각각의 조도환경에 따른 차이가 유의미하게 나왔다( $F(3.89)=15.44, P<.05$ ). 또한 콘텐츠에 따른 인지도 역시 차이가 있으며( $F(1.97)=36.61, P<.05$ ), 조도와 HUD 콘텐츠간의 상호관계성이 유의미한 것으로 나타났다( $F(1.97)=3.1, P<.05$ ).

Table 4. Two way - ANOVA (\* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ )

Factor	SS	df	MS	F	Sig. P
Level (day&night)	2.03	1	2.03	15.44	0.00**
Level (contents)	38.41	8	4.80	36.61	0.00**
Interaction effect	3.25	8	0.41	3.10	0.00**

주간과 야간 조도환경에서 인지되는 HUD 콘텐츠를 빈도 분석한 결과는 그림 5와 같이 주행 중 운전자가 인지하는 콘텐츠는 야간 조도환경이 더 많음을 알 수 있었다. 또한, 차선 변경(L.C)과 차량 정보(V.I)에 대해서는 동일 정보임에도 불구하고 조도환경에 따른 운전자의 인지여부가 큰 차이를 보였다. 이는 콘텐츠를 구성하는 색상 및 디자인과 HUD 콘텐츠 레이아웃 위치에 따른 영향이 있을 것으로 사료된다.

주간 조도 환경에서 그림 5a와 같이 턴바이턴(T.B.T) 콘텐츠의 경우 실험에 참가한 운전자 전원이 인식하였으며 주행속도(R.S)는 전체 빈도수의 95% 이상의 인지율을 보였다. 그러나 외부정보(O.I), 시간(T.M), SNS, 차선변경(L.C), 차량정보(V.I)는 빈도 분석 결과 10% 미만의 인지율을 나타냈다. 이는 외부 빛의 영향을 많이 받는 환경적 특성으로 인하여 디스플레이 표면에 많은 빛이 유입되어 채도가 떨어지는 글래어현상으로 운전자가 인지할 수 있는 HUD 콘텐츠 화면이 어렵게 보여 운전자의 시인성을 떨어트렸을 것으로 사료된다.

그러나 주간환경과는 다르게 야간환경에서는 그림 5b와 같이 제공된 정보 안에서 운전자가 주행하며 콘텐츠를 인지하는 범위를 주간과 비교하여 보면 차선 변경(L.C), 차량정보(V.I), 도로교통정보(R.T) 콘텐츠의 경우 주간 인지율이 10% 이하로 나타났지만, 야간조

도의 경우 10% 이상의 인지율을 나타냈다. 이를 통하여 동일 콘텐츠에 대하여 야간조도환경에서 높게 인지하고 있음을 알 수 있었다.

그림 4의 HUD 콘텐츠 실험 자극과 실험결과를 비교해보면 주간조도 환경에서는 턴바이턴(T.B.T)과 주행속도(R.S)만을 인지하는 것과 다르게 야간 조도 환경에서는 운전자가 인지하는 콘텐츠의 범위가 넓게 나타나고 있는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 운전자의 시인성에 긍정적인 영향을 주는 조도 환경은 자동차 내부의 조도가 바깥의 조도에 비해 높다는 Choi(2006)의 연구와 유사한 결과를 얻었다. 이를 통해 운전자가 HUD에서 제시하는 콘텐츠를 인지함에 있어서 차량의 외부와 내부의 조도 차이에 의존적임을 확인하였다.

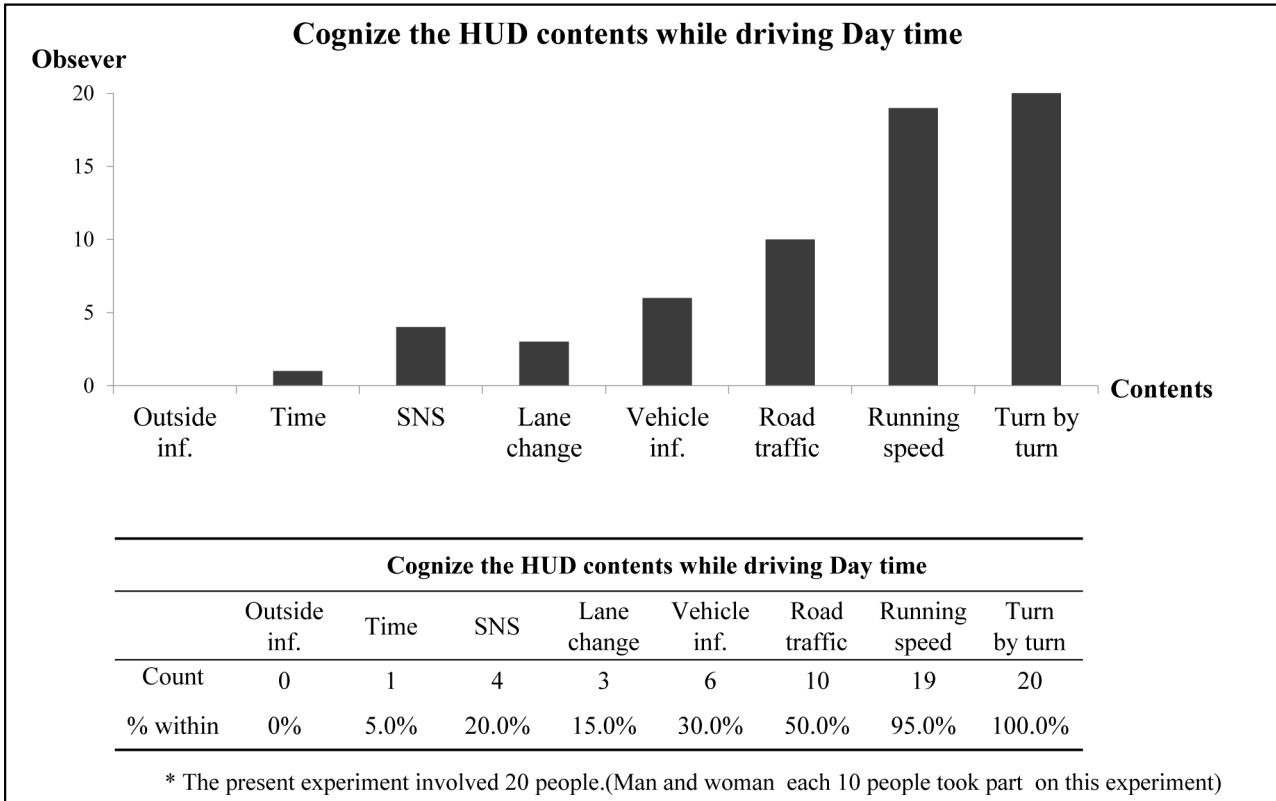
HUD 콘텐츠의 정보콘텐츠 요소의 인지평가 결과 주행과 직접적인 관련이 적은 외부정보(O.I), 시간(T.M), SNS콘텐츠의 인지율은 낮게 나타났으며 주행 중 화면에 외부정보(O.I)와 SNS&통신(SNS)이 나타났을 때 운전자가 차선을 이탈하거나 턴바이턴(T.B.T)에 대한 HUD 지시를 따르지 못하는 것을 실험을 통해 확인하였다.

이를 통하여 시각적으로 많은 정보를 제공하는 것은 운전자의 집중을 떨어뜨리며 교통사고의 원인이 될 수 있다고 사료된다. 기존의 연구에서도 실제 도로 주행 상황에서 운전자에게 시각적 정보를 제시하였을 때 운전자의 시각 행동에 방해가 된다고 밝히고 있다(Recarte & Nunes, 2003). 이는 운전자에게 부가적인 많은 정보를 제공하기 보다는 주행에 도움이 되는 정보의 콘텐츠만을 제공하는 것이 운전자의 안전을 위하여 고안된 HUD 목적과 부합된다고 사료된다.

#### 4.2.2 HUD 화면상 콘텐츠 위치에 따른 인지 분석

정보를 제공하는 콘텐츠의 유용성과 활용성 평가에 나타난 실험 결과를 토대로 HUD 화면의 콘텐츠 위치에 따른 인지정도를 분석하였다. 낮 실험의 인지정도는 빛에 의한 간섭을 받았기 때문에 HUD에 나타난 모든 콘텐츠의 인지가 야간 실험의 데이터보다 낮게 나타났다. 따라서 HUD 화면에 나타난 정보를 인지하는데 있어서 시각적 방해요소가 없는 야간 실험의 데이터를 토대로 정보 콘텐츠의 인지정도를 분석하였다.

(a) Cognize the HUD contents while driving Day time



(b) Cognize the HUD contents while driving Night time

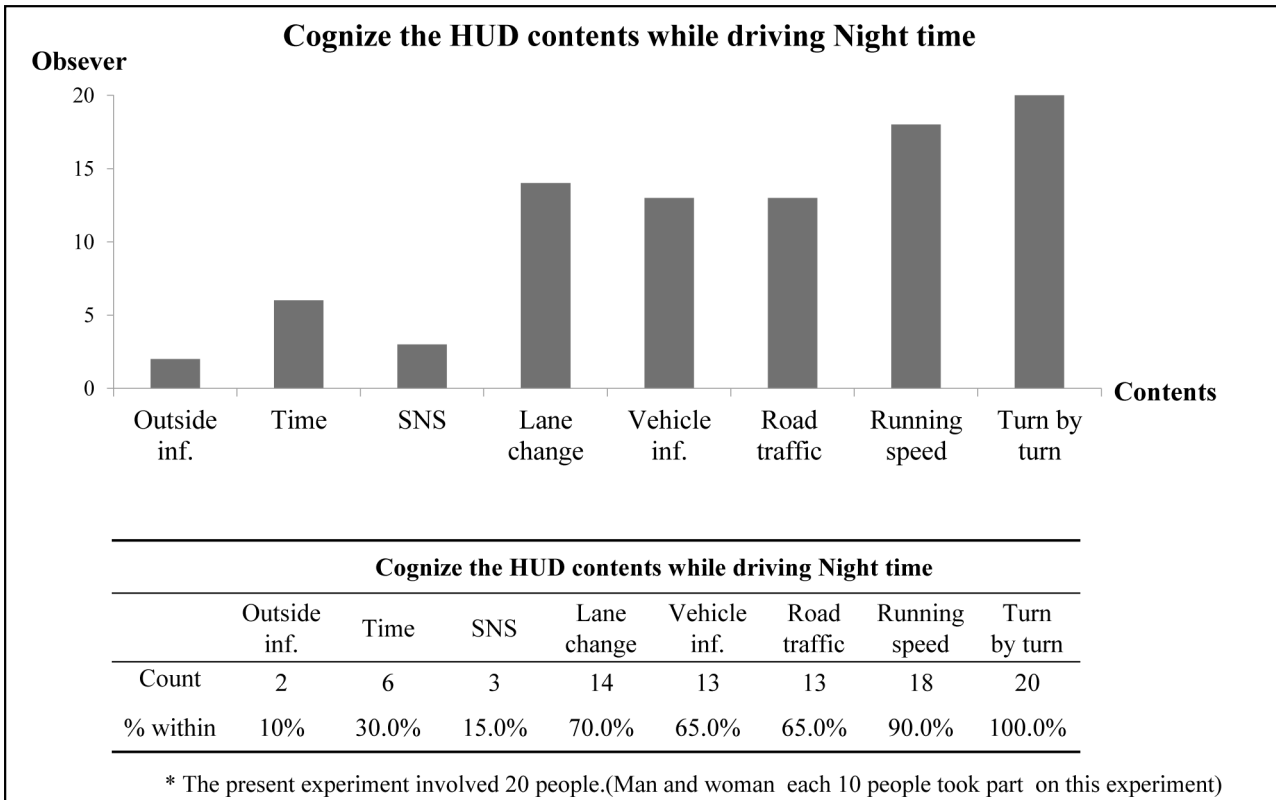


Figure 5. Experiment result of Cognition on the HUD contents while driving

먼저 콘텐츠의 유용성 평가에 있어서 주행에 필요한 주요정보에 포함된 방향전환(T.B.T)은 모든 피험자가 유용하다고 하였으며, 현재속도(R.S)는 75%, 도로교통정보(R.T)는 60%, 차량정보(V.U)는 65%가 유용하다고 응답하였다. 반면 주행에 직접적인 연관성이 없는 부가정보인 SNS&통신(SNS)은 피험자의 5%, 시간정보(T.M)는 35%, 외부정보(O.I)는 5%가 유용하다고 응답하였다(그림6).

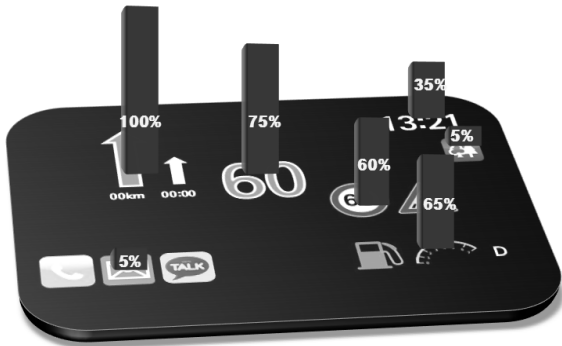


Figure 6. The result of utility - HUD contents

정보를 제공하는 콘텐츠의 활용성 평가는 피험자가 주행 중 활용한 HUD 콘텐츠에 대한 것으로, 방향전환(T.B.T)은 피험자 전체가 활용을 했다고 응답하였다. 또한 속도정보(R.S)는 90%, 도로교통정보(R.T)와 차량정보(V.I)는 65%가 활용한 것으로 나타났다. 이와는 반대로 부가정보인 SNS&통신(SNS) 콘텐츠는 피험자의 15%, 시간(T.M)는 30%, 외부정보(O.I)는 10%가 활용하였다고 응답하였다(그림7).

도표를 보면 유용성 평가와 활용성 평가의 결과가 유사한 것으로 나타난다. 주행 중 유용하다고 답한 콘텐츠에 대한 활용성이 높게 나타났으며 유용성이 낮게 나타난 콘텐츠는 활용성 또한 낮게 나타났다. 1행 1열에 위치한 방향전환(T.B.T)과 3행 3열에 위치한 차량정보(V.I)의 경우 유용성 평가와 활용성 평가 모두 높게 나타났으나, 1행 3열에 위치한 외부정보(O.I)와 3행 1열에 위치한 SNS&통신(SNS)의 경우 유용성 평가와 활용성 평가 모두 매우 낮게 나타났다.

이를 통해 정보 콘텐츠 요소의 인지와 활용이 HUD 화면상 콘텐츠의 위치에 영향을 받기보다는 콘텐츠 요소의 유용성 차원에 영향을 받고 있다는 것을 알 수 있다.

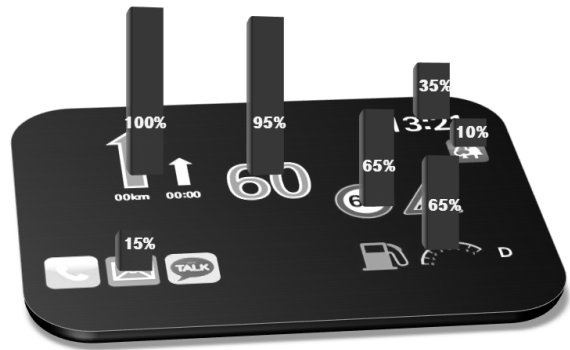


Figure 7. The result of utilization - HUD contents

#### 4.2.3. 주행 중 남·여 운전자의 HUD 콘텐츠 활용

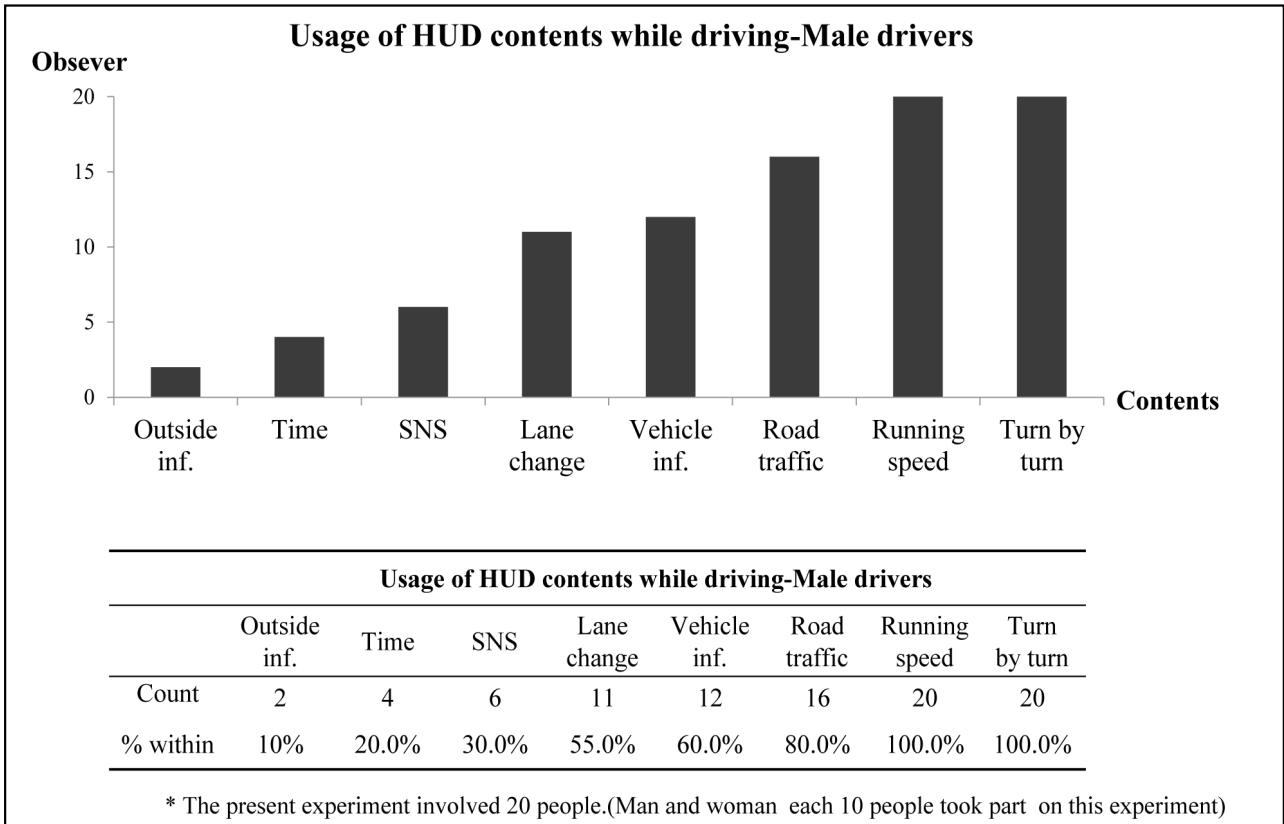
본 연구에서는 주행 중 운전자가 활용하는 HUD 콘텐츠와 성별 요소 각각에 따른 차이가 있음( $F(3.88)=20.60, P<.05$ ), ( $F(2.13)=22.91, P<.05$ )을 확인하였다(표 5). 그러나 성별에 따른 활용 콘텐츠의 상호관계성은 유의하지 않았다( $F(2.13)=1.10, P>.05$ ). 성별로 활용하는 콘텐츠의 빈도 차이는 존재한 것으로 나타났다(그림 8).

빈도분석 결과 턴바이턴(T.B.T), 주행속도(R.S) 콘텐츠에 대해서는 남·여 80% 이상의 운전자가 주행 중에 활용하였으며, 남·여 운전자 20% 이하만 주행 중에 시간 콘텐츠를 활용함을 확인하였다. 주행 중 시간(T.M) 정보의 활용은 성별에 상관없이 네비게이션 또는 HUD를 활용하는 운전자 개인의 성향으로 사료된다. 그러나 차선변경(L.C), 도로교통(R.T), 차량정보(V.I)에 관한 자동차와 도로상황과 같은 주행에 직접적으로 영향을 갖는 콘텐츠에 대해서는 남·여의 성별에 따라 큰 차이를 보이고 있음을 확인하였다. 이는 남성과 여성 간에 주행 중 운전 시야에도 차이가 있다고 판단된다. 남성 운전자의 경우 콘텐츠에 따라 활용 빈도에 따른 차이가 존재하였다. 그러나 주행에 직접적인 영향을 주지 않는 SNS, 외부정보(O.I), 시간(T.M) 콘텐츠는 10%, 20%, 30%의 활용 빈도율을 나타냈다. 여성 운전자들은 턴바이턴(T.B.T)과 주행속도(R.S)를 제외한 콘텐츠들에 대해 운전과 직·간접적 이용됨과 상관없이 35% 이내로 활용되고 있음을 알 수 있었다.

Kim(2013)에 의하면 공간을 주시할 때의 성별에 따라 주시하는 행태에 차이가 있으며, 남성은 주시하는 빈도와 횟수가 어느 정도 비례되었지만, 여성은 시선의 움직임이 많고 짧게 머무는 특성을 지녔다고 한다.



(a) Usage of HUD contents while driving-Male driver



(b) Usage of HUD contents while driving-Female driver

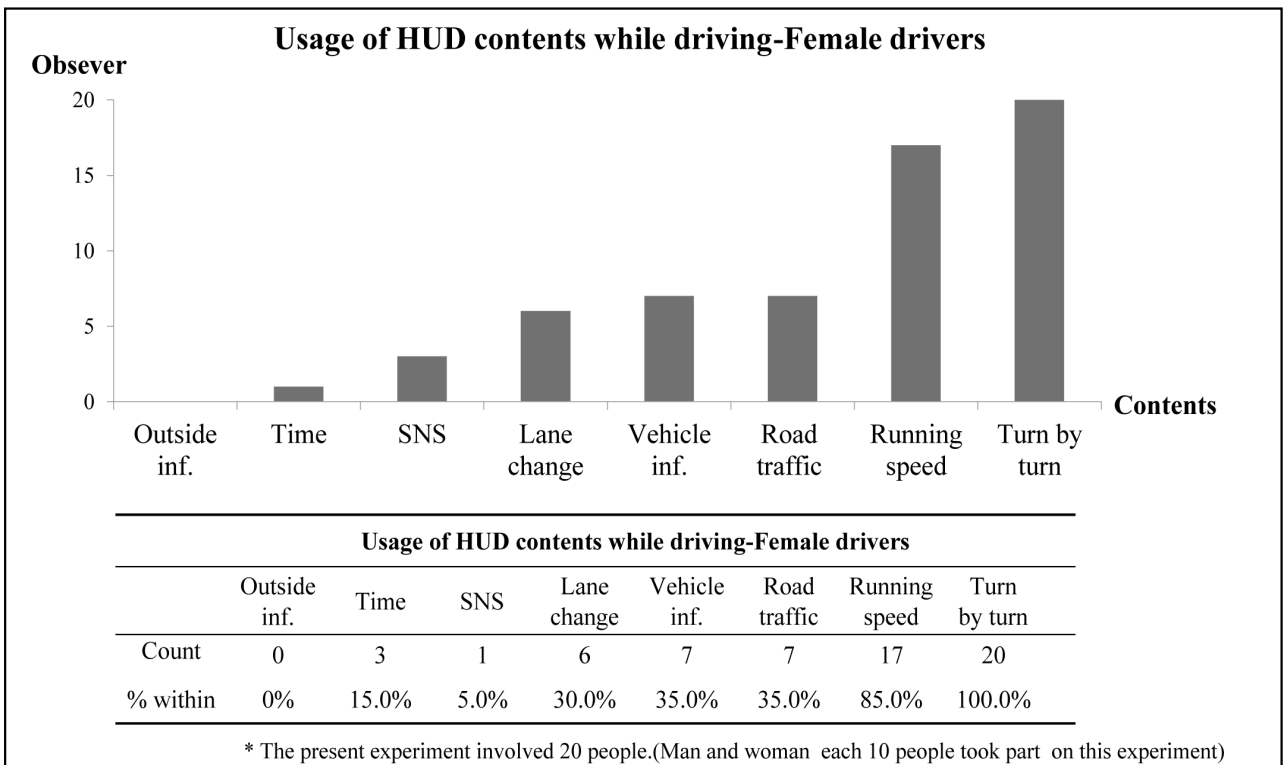


Figure 8. Experiment result of Usage of HUD contents while driving

이에 본 연구결과와 선행연구를 통하여 여성은 남성보다 불규칙한 주시 경향을 가지고 있으므로 다양한 콘텐츠에 대한 활용도가 낮은 것으로 사료된다. 또한, 여성은 남성에 비해 옆 차선이나 갓길의 상황과 같은 주변자극에 대한 인지율이 현저히 낮았으며, 시야가 좁은 운전을 하는 특징이 있음을 밝힌 연구도 있다 (Kim and Lee, 2005). 이를 통해 남성과 여성 간에 정보나 자극을 인지하고 활용함에 차이가 있음을 확인하였다.

Table 5. Two way- ANOVA (\*P<0.05,\*\*P<0.01)

Factor	SS	df	MS	F <sub>0</sub>	Sig. P
level (gender)	3.21	1	3.21	20.60	0.00**
level (contents)	21.45	6	3.56	22.91	0.00**
Interaction effect	1.04	6	0.17	1.10	0.36

### 5. 결론

본 연구에서는 현재 자동차에 사용되고 있는 Head Up Display가 주행 중 운전자에게 미치는 영향에 대해 조도환경과 성별의 차이를 두어 인지적 측면과 활용적 측면으로 나누어 분석하였다.

그 결과, 조도에 따른 운전자의 인지부하는 외부 조도와 차량내의 내부조도의 차이가 클수록 시인성이 높았으며, 조도와 HUD가 제공하는 콘텐츠와의 상호관계가 있음을 확인하였다. 또한 주행과 직접적인 관련이 적은 콘텐츠에 대해서는 운전자의 인지율이 낮았을 뿐만 아니라 운전의 집중을 저해하는 것으로 나타났다.

HUD 콘텐츠의 화면상 위치와 인지율은 유용성과 활용성 평가를 통해 확인한 결과 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 콘텐츠의 인지와 활용이 HUD 화면상 위치에 영향을 받기보다는 콘텐츠의 유용성 차원에 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

성별에 따른 콘텐츠 활용에서는 남성과 여성이 사용하는 콘텐츠와의 상호관계성은 낮은 반면에 남-여

의 운전시야의 차이가 있음을 알 수 있었다.

위의 결론을 통해 HUD에 제시된 정보는 주행에 직접적으로 도움이 되는 콘텐츠를 중심으로 선정해야 하며, 주간과 야간의 시인성을 고려한다면 주행 중 운전자의 시야에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이다.

### REFERENCES

Bang, H. Y. & Cho, K. S. (2013). Cognitive Model of Visual Attention While Interacting With Transparent Head Up Display for Automobiles (차량용 투명 Head Up Display 사용 환경에서의 시각주의 사용자 모델), *In Proceedings of 2013 Conference of Korean Society for Human Computer Interaction*, 587-590.

Choi, C. B., Yoon, Y. G., Jung, M. C., Park, P. & Kim, Y. H. (2006). Decision of gage illumination for cognition improvement in the forklift dashboard (지게차 계기판의 시인성 향상을 위한 게이지 조도 결정), *In Proceedings of 2006 Spring Conference of The Ergonomics Society of Korea*, 252-257.

Choi, J. Y. & Lee, J. H. (2012). A Study on Gender Characteristics of Observation Time Found in Digital Image Evaluation (디지털이미지평가에 나타난 성별 주시시간 특성에 관한 연구), *In Proceedings of 2012 Conference of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, 85-88.

Choi, W. J., Lee, W. J., Lee, S. H. & Park, Y. K. (2013). Vehicle HUD's cognitive emotional evaluation - Focused on color visibility of driving information (차량용 HUD의 인지적 감성 평가 - 주행정보의 색채 시인성을 중심으로-), *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, 16(2), 195-206.

Ki, S. D. (2011). An Analysis on the Effects of the

- Driver Distraction on the Car Accidents (운전자의 운전 중 주의분산 행동이 자동차 사고에 미치는 영향 분석), *Journal of Insurance Studies*, 22(3), 3-32.
- Kim, B. A. & Lee, J. S. (2005). Gender Differences in Situation Awareness: Focused on Driving-Related Tasks (성차에 따른 상황인식의 차이: 운전-관련 과제를 중심으로), *The Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology*, 18(1), 163-176.
- Kim, J. E. (2008). The study on map display of car navigation for improvement of user recognition (사용자 인지향상을 위한 자동차 내비게이션의 맵 디스플레이 연구), *M. S. Dissertation, Hongik University*, Seoul, Korea.
- Kim, J. H. (2013). A Study on Observation Characteristics by Sex shown in the process of Visual Appreciation of Space (공간의 시각적 이해 과정에 나타난 성별 주시특성에 관한 연구), *Journal of the Korean Institute of Interior Design*, 22(5), 152-161.
- Kim, K. H., Cho, S. I. & Park, J. H. (2008). Application of Head-Up-Display Technology to Telematics (HUD 기술개발 동향 및 텔레매틱스 적용방안), *Electronics and Telecommunications Trends*, 23(1), 153-162.
- Kim, S. D. & Seo, J. H. (2004). Sex differences in the Cognitive behavior In Web Navigation Design (웹 네비게이션 디자인에 있어서의 성별에 따른 인지행동의 차이), *In Proceedings of 2004 Conference of Korean Society for Human Computer Interaction*, 2004(2), 1339-1345.
- Koo, T. Y., Kim, B. Y., Ji, S. H., Bae, C. H., Park, J. H. & Suh, M. W. (2009). A Study on Workload of Using Telematics while Driving (주행 중 Navigation 사용에 의한 운전부하에 관한 연구), *Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers*, 17(2), 26-33.
- Korea Ministry of Government Legislation (2014). *Road Traffic Act(law No.12343), Article 49, Clause 11.*
- Liu, Y. C. & Wen, M. H. (2004). Comparison of head-up display (HUD) vs. head-down display (HDD): Driving performance of commercial vehicle operators in Taiwan, *Int. J. Human-Comput Studies*, 61(5), 679-697.
- Park, B. J., Kang, W. E. & Kim, T. H. (2013). The Decision of Order Priority of HUD Contents for Public Transit (대중교통 HUD 콘텐츠 우선순위 결정에 관한 연구), *International journal of highway engineering*, 15(1), 135-141.
- Park, M. H., Kim, H. J. & Chong, C. Y. (2012). Deduction & Weight Analysis of Scenario-based Variable Information Elements for Front Window Display(Head-Up Display) in a Car (차량용 전면 윈도우 디스플레이를 위한 정보요소의 도출과 중요도 분석), *Journal of Digital Design*, 12(1), 459-468.
- Recarte, M. A. & Nunes, L. M. (2003). Mental workload while driving: effects on visual search, discrimination, and decision making, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9(2), 119-137.
- Yun, S. W., Yun, S. H., Ban, H. J., Yang, K. & Rhee, Y. C. (2011). A Study of Next Generation Monitor System for Vehicle Safe Drive (자동차 안전 운전을 위한 차세대 모니터 시스템에 관한 연구), *In Proceeding of 2011 Autumn Conference of Korean Institute of Intelligent Systems*, 21(1), 250-251.
- Yun S. W., Yun S. H., Son H. B., Yang K., Ban H. J., Rhee Y. C. (2011). Study on Automatic Illumination Revision of Next Generation Head-Up-Display for Green Vehicle (그린카를 위한 차세대 HUD의 자동조도 보정에 관한 연구), *In Proceedings of 2011 Spring Conference of The Korea Institute of Electronic Communication*

*Sciences*, 5(1), 348-351

원고접수: 2014.07.05

수정접수: 2014.09.16

게재확정: 2014.09.23