

지원정보 속성과 시각적 디스플레이 공간에 따른 상호작용 특성

유정균 · 이주환*

서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 융합미디어전공

Interaction Characteristics between the Attributes of Assistance Information and Visual Display Locations

Jeong-Gyun Ryu · Ju-Hwan Lee*

Department of Convergence Media, Seoul Media Institute of Technology, Seoul 07590, Korea

[요 약]

본 연구는 시선처리의 우선순위에 기초하여 시각적 정보제시 인터페이스의 위치를 구분하고, 해당 위치별로 분류된 내비게이션의 다양한 지원정보 제시를 위한 방법과 기준을 제시하고자 하였다. 연구 1에서 전방 영역은 대부분의 운전자 지원정보가 높게 평가되었고, 클러스터 영역은 현재주행속도정보가, 그리고 센터페시아 영역은 목적지 도착시간, 남은 거리를 알려주는 경로계획 정보가 높은 적합성과 선호도를 보였다. 연구 2에서는 정보조합의 적합성을 기준으로 구성된 운전자 지원정보와 정보제시 위치 조합 세트(상/중/하 구분)를 참가자들에게 운전시물레이션과 연동하여 경험하게하고, 이에 대한 적합성 및 선호도를 평가하였다. 그 결과는 중 세트에서 높은 적합성과 선호도를 나타냈고, 하 세트는 낮은 적합성과 선호도 나타났다. 운전자들은 내비게이션의 운전자 지원정보 중 자주 확인하는 운전자 지원정보나 유사한 정보는 동일한 위치 혹은 운전자의 시야가 상하로 움직이는 전방과 클러스터 영역에 위치할 때 운전 시 편리성과 지원정보의 적합성이 높은 것으로 분석되었다.

[Abstract]

The purpose of this study is to classify the location of visual information presentation interface based on priority of driver's gaze processing during driving and to find out what principles and criteria should be used to present various support information of navigation classified by location. In Study 1, participants were asked to evaluate the fitness and preference of driver assistance information according to the display location during the simulation operation. In Study 2, participants were asked to experience the three combination sets of driver assistance information and presentation location based on the fitness of information combination. The results showed the highest fitness and preference in middle set, and low set showed the lowest fitness and preference. The driver can use the driver's assistance information (current driving speed / map / speed limit information) or similar information (current driving speed / speed limit information) conveniently and suitably for driving if it is located in the front or cluster area.

색인어 : 네비게이션, 차내정보시스템, 시각인터페이스, 헤드업디스플레이, 클러스터

Key word : Navigation, In-Vehicle Information System, Visual Interface, Heads-Up Display, Instrument Cluster Interface

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.6.1163>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 25 May 2019; Revised 20 June 2019

Accepted 25 June 2019

*Corresponding Author; Ju-Hwan Lee

Tel: +82-2-6393-3240

E-mail: jhlee@smit.ac.kr

1. 서론

1-1 연구 배경

현대사회에서 일상적인 과업인 운전(driving)은 지속적인 시각적 정보처리 부담(visual workload)을 요구하는 하위 과제들로 가득하기 때문에 본질적으로 복잡하고 어려운 활동이다. 예를 들면, 운전자는 차선, 도로상태, 주변차량 등 차량 밖을 지속적으로 내다보며 주의 깊게 살펴야 하는 차량 외부 정보들과 차량상태, 경로나 경로안내정보 등 차량 내부에서 실시간으로 변화하는 차량상태에 따라 지원되는 안전운행 정보들을 신속한 시선이동을 통해 처리하며, 동시에 안전하고 빠르게 목적지로 이동하고자 한다. 이처럼 수많은 시각적 정보들을 처리하는 동안 운전자는 시선을 어디에 두고 정보를 어떻게 처리할 것인지에 대해 빠르고 정확한 의사결정이 요구된다. 그러나 앞서 살펴본 바와 같이, 운전자는 운전 중에 처리할 시각적 정보처리의 부담이 기본적으로 크고, 최근 발전하는 차량 내 내비게이션(Navigation)이나 인포테인먼트(Infotainment) 정보들까지 처리해야 하는 과도한(overloaded) 시각적 부담의 환경에 처해 있다. 이러한 상황은 사소한 주의 소홀로 인해 발생할 수 있는 차량사고의 위험으로 직결되는 안전상 중대한 문제이기도 하다. 최근 이러한 문제를 해결할 수 있도록 운전자의 시선을 차량 외부인 도로 위에 두고도 차량속도나 안전정보를 확인하는 헤드업 디스플레이(HUD; Head Up Display) 방식의 정보제시기술이 많은 차량에 적용되고 있다. 이러한 기술적 발전에도 불구하고, 여전히 차량 내부에서 제시되는 다양한 정보들이 어떠한 기준으로 어느 공간, 즉 운전자의 시선 위치에 배치되어야 하는지에 대한 구체적인 원칙과 검증은 부족하다. 이런 이유로 본 연구는 운전 중 운전자의 시선처리의 우선순위에 기초하여 시각적 정보제시의 인터페이스 위치를 구분하고, 해당 위치별로 배치가 적절한 차량운행 관련정보들, 특히 내비게이션을 통해 제시되는 다양한 정보들을 분류해보고자 하였다.

1-2 운전자 자원정보 특성과 인터페이스 정보제시 위치의 관계

안전 운전을 위해서는 실시간으로 변화하는 환경과 유입된 정보에 대한 빠르고 정확한 의사결정이 중요하다. 즉 이러한 과정을 상황인식(situation awareness)으로 볼 수 있는데, 상황인식은 운전자가 시공간에서 환경요소를 지각하고 지각된 정보를 통해 상황을 이해하여 미래 상태를 예상하는 과정이 포함된다[1]. 주행 상황에 따라 상황인식의 단계들은 다르겠지만 모두 주행 상황에 유기적으로 사용된다. 예를 들어 운전자가 시내 주행에서 70Km로 주행하다가 내비게이션이 제공하는 “전방 500m 앞 60Km 과속 단속중”이라는 정보를 얻었다고 생각해보자. 운전자는 1차적으로 내비게이션에서 제공하는 정보를 지각하고 현재 주행 환경 파악한 이후 현재 상황에 대한 이해를 통해 안전하게 서서히 속도를 줄이게 될 것이다. 이렇게 상황에 따라 상황인식의 흐름은 다양하게 이뤄지므로 각 운전 업무에

작용하는 사용자의 인지적 특성을 파악해야 할 것이다. 운전자는 인지적 통제 행위(cognitive control behavior)를 통해 주행 업무를 하게 된다. 이전 연구에서는 인지적 통제 행위로 자동적(혹은 기술적) 처리(automatic or skill-based process), 규칙적(혹은 직관적) 처리(intuitive or rule-based process), 분석적(혹은 지식적) 처리(analytical or knowledge-based process)로 구분하고 있다[2]. 자동적 처리는 즉각적으로 상황을 판단 후 자동차를 조작하는 경우를 말하는데 주로 긴급성을 띤 동작에 자동적으로 반응한다. 두 번째로 규칙적 처리는 즉각적이지는 않지만 약간의 사고처리가 필요한 항시성, 적시성을 띤 동작에 주로 반응할 것이다. 끝으로 분석적 처리는 운전자가 예측하기 어렵거나 처음으로 접하는 정보를 처리할 때 반응한다. 이때 내비게이션은 분석적 처리과정을 상당부분 보조하여 운전자의 인지과정을 줄여주고 안전하고 효율적으로 운전할 수 있게 돕는다[3].

특히 내비게이션은 운전 중 운전자의 인지과정을 상당부분 보조하여 줄여주고 있다. 하지만 역설적으로 이 과정에서 정보의 과잉공급이나 부적절한 위치의 정보제공으로 인해 부정적인 효과가 발생하며, 이로 인해 안전까지 위협하는 상황으로 이어지기도 한다. 따라서 주행 중 운전자의 주의 분산을 일으키는 요인들이 무엇인지 파악할 필요성이 있다. 우선 운전자가 동시에 다수의 과제를 수행하며 수행하는 것을 중다과제(multi-tasking)라고 한다. 이때 운전자들이 차량을 조작하며 시선을 위치하는 두 가지 추적과제(tracking tasks)를 살펴볼 수 있다[4]. 두 가지 추적과제는 횡적제어 과제와 종적제어 과제가 있는데, 차선을 유지를 위한 횡적제어 과제는 현재 운전자의 전방에 제시되는 도로환경 및 자신의 차량 진행 방향에 대한 정보가 포함된 제어 과제로 볼 수 있다. 종적제어 과제는 주행 속도 유지 과제로 운전자가 빠른 속도로 주행하며 속도위반을 걸리지 않는 것과 같은 내적 목표와 차량의 움직임, 위험요소 또는 교통 신호와 같은 것에 영향을 받는다. 따라서 운전자들에게는 추적 과제에 필요한 시각 정보들이 두 개의 차원에서 제공된다고 할 수 있다. 내비게이션 이용 시 수행하는 이중과제 중 최우선순위는 전방 시야를 통해 전반적인 차선을 유지 및 주행환경을 파악하는 횡적 과제를 운전의 1차 과제라 할 수 있고 그 외에 1차 과제를 수행을 위한 일련의 인지 및 제어과정 혹은 부수적인 과정을 통칭하여 종적제어 과제를 2차 과제라 할 수 있다. 따라서 자동차 내비게이션의 경우 2차 과제로 볼 수 있다. 이렇게 운전자들은 운전이라는 과업을 수행하면서 필요한 시각인 정보들을 다양한 위치에서 얻고 있으므로 시각적 정보를 어떻게 적절하고 직관적인 위치에 제공할지 고려해야 한다.

운전중 시각적 정보처리 요구와 관련하여 Robert Muir의 통계에 의하면 실제로 우리는 약 83%의 정보를 시각을 통해 파악한다[5]. 또한 Pauzie의 연구에서 운전 중 인지부하를 일으키는 요인 중 상당부분은 시각적인 요소와 밀접한 연관이 있다고 한다[6]. 그러나 운전중 시각적 정보가 많은 인지부하를 일으킨다고 하지만 시각정보의 중요성은 다른 감각과의 실험에서 다양한 이점이 나타난다. 운전 수행은 시각 정보가 제시되었을 때가 더 우수하였고 정보 제시의 빈도의 영향을 받지 않았다. 상세하

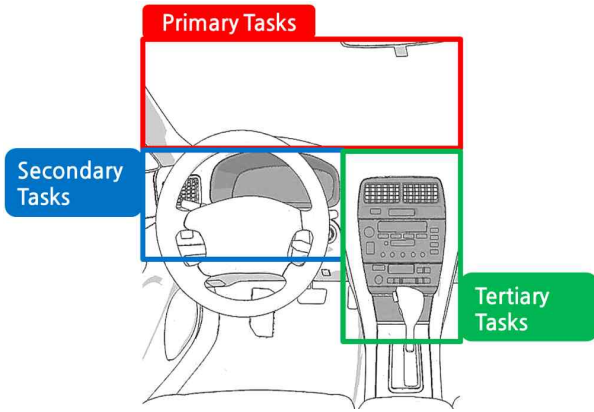


그림 1. 전형적인 차량 내부의 시각적 정보제시 영역 구분:
 ①1차과제 전방 영역, ②2차과제 클러스터 영역,
 ③3차과제 센터페시아 영역

Fig. 1. Typical in-vehicle areas of visual information:
 ①Primary (front), ②Secondary (cluster), ③Tertiary tasks (center fascia)

게 살펴보면 청각정보보다 시각정보로 제시한 경우 운전속도 변산성, 차선유지 변산성, 핸들 입력 변산성, 도로와 차량의 진로(heading) 각도 등의 운전수행이 더 우수하다는 결과를 얻었다[7]. 따라서 운전업무가 주로 손과 발을 사용하는 것을 고려할 때, 우수한 수행 유도가 가능한 시각 자극의 가치를 간과할 수 없다[8]. 마지막으로 내비게이션의 시각정보가 가질 수 있는 이점으로 상징 등을 통해 간단한 시각적인 형태로 정보를 제시하면 투자되는 인지적 노력이 감소될 수 있다고 말했다[9].

1-3 연구 문제

차량용 내비게이션이 시각적 정보를 제시하는 위치는 보편적으로 센터페시아 중심으로 사용되고 있다. 하지만 최근 차량의 기술적 발전이 빨라지면서 차량 내부 전장화가 가속화되어 가는 가운데 고급 차량 모델에만 적용되던 기술인 HUD, 가변형 클러스터 등이 점차 저가 차량 모델에도 적용되어가고 있다. 따라서 앞으로는 대부분의 자동차가 복합적인 시각적 정보제시 인터페이스 위치를 제공 할 것이라고 예상 할 수 있다. 현재 시각적인 정보제시의 주요 인터페이스 위치는 크게 세 부분으로 ①차량 외부 도로를 향한 전방(front) 영역, ②속도나 연료 등 중요정보를 표시하는 클러스터(cluster) 영역, ③운행정보나 차량 내 각종 정보시스템 정보가 배치된 센터페시아(center fascia) 영역으로 구분할 수 있다[10]. 운전 중 처리할 정보의 중요도에 따라 시선이 머무는 시간이 달라지는데, 처리해야 할 정보가 어느 영역에 배치되어 있는지는 운전자의 시선이 이동해야 하는 부담으로 연결되기 때문에 운전 관련 정보의 속성과 그 배치 영역의 상관관계는 매우 중요한 정보 디자인 이슈라고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 미래에도 운전자가 운전하는 상황이 필수적이라 판단하고 차량 내에서 제공하는 다양한 내비게이션 정보를 어떤 위치에 제공해야 효율적이고 안전하게 주행 할 수 있

을지 알아보고자 한다.

II. 연구 1: 제시위치별 지원정보 특성 평가

연구 1에서는 참가자들에게 운전 시뮬레이션을 통해 차량 운행 상황에 대해 환기시킨 다음, 정보제시 인터페이스 위치에 맞게 구성된 운전자 지원정보 시스템 이미지를 확인하여 제시 위치별 운전지원정보의 선호도와 적합성을 알아보고자 하였다.

2-1 참가자

연구 1의 참가자는 운전면허가 있고 최소 1년 이상의 운전경험(1~5년 : 6명, 6~10년 : 6명, 11년 이상 : 8명)이 있는 총 20명(남성 15명, 여성 5명, 22-62세, 평균연령 37.2세)이 참가하였다. 또한 참가자들은 전원 맵핑형 내비게이션에 대한 경험이 있었으며, 50%가 휴대폰 내비게이션 사용경험이 있었다.

2-2 실험설계 및 절차

실험은 실제와 같은 운전 몰입감을 연출하기 위해 운전 전방의 시각적 환경은 24인치의 LED디스플레이 3개를 사용하여 조성하였다. 다음으로 HUD는 실제 차량에 사용하는 스마트폰 거치형 HUD 제품을 활용하여 스마트폰 화면을 반사시켰고, 클러스터는 갤럭시 노트5를 계기판 위치에 배치, 그리고 센터페시아 영역은 iPad2를 운전영역 오른쪽에 배치하여 구성하였다. 끝으로 주행경험을 제공하기 위해 Logitech사의 레이싱 휠을 세팅하여 참가자가 차량 운행을 조작할 수 있도록 하였다. 실험 진행은 앞서 구성된 운전 환경에서 자동차 시뮬레이션인 유료 트럭시뮬레이션2를 이용하여 승용차를 약 10분가량 자유롭게 운전하도록 하였다.

실험의 시작은 앞서 살펴본 차량 내 시각적 정보제시 인터페이스의 위치 요인(①전방 영역: primary, ② 클러스터 영역:



그림 2. 연구 1의 평가실험 환경

Fig. 2. Evaluation experimental setting of Study 1



그림 3. 시각적 정보제시 인터페이스 위치와 지원정보의 조합으로 이뤄진 운전자 지원정보 시스템 이미지 (위에서부터 아래로; ①HUD, ②클러스터, ③센터페시아)

Fig. 3. Images of driver assistance information systems composed by the combinations of display interface locations and information features (Downwards; ①HUD, ②Cluster, ③Center fascia)

secondary, ③센터페시아 영역: tertiary task)과 내비게이션 시스템의 운전자 지원정보 구분 요인(①제한속도 정보, ②도로 정보, ③지도 정보, ④현재주행속도 정보, ⑤경로안내 정보, ⑥경로계획 정보)에 따라 제작된 각 인터페이스 위치에 어울리는 운전자 지원정보 사례를 확인하고 운전을 시작한다. 이후 운전이 적응되는 5분 시점에서 참가자들에게 제작된 사례들을 확인하고 현재 내비게이션 시스템과의 비교를 요구하였다. 10분 뒤 운전 종료 후 인터페이스 위치별로 내비게이션 시스템의 운전자 지원정보들에 대한 선호도와 적합성을 5점 척도로 평가 받아 그 결과를 비교 분석하였다.

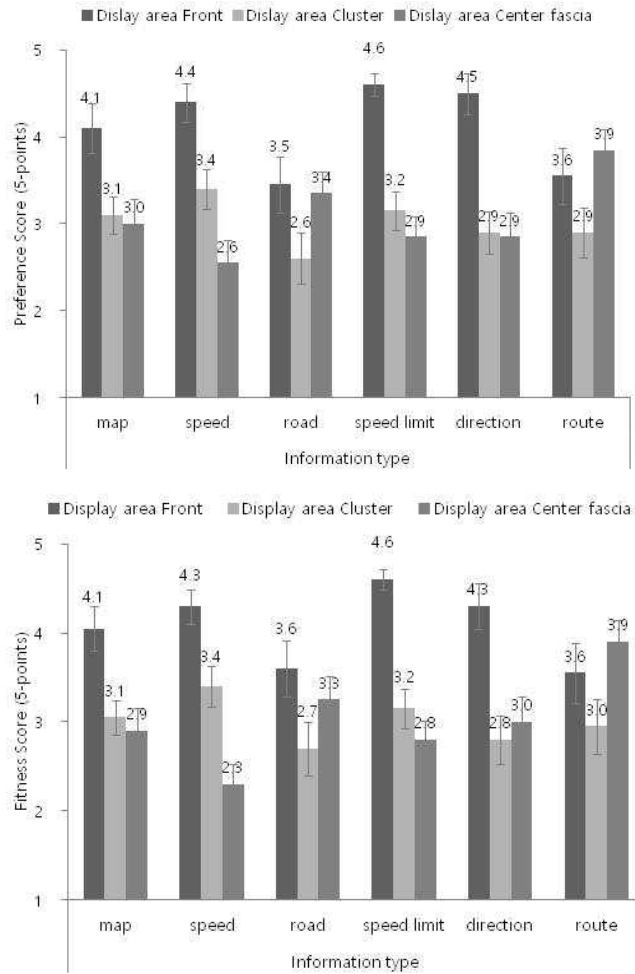


그림 4. 정보제시 영역과 운전자 지원정보의 유형에 따른 선호도(위) 및 적합성(아래) 분석 결과 그래프

Fig. 4. Results of preference (above) and fitness (below) scores according to the interaction between display area and information types

2-3 결과 및 분석

평가 결과에 따르면, 정보제시영역 주효과와 정보유형과 제시영역 간의 상호작용효과가 선호도, 적합성 두 가지에서 유의미한 차이가 나타났다(그림 4 참조, 선호도 분석: 정보제시영역 주효과, $F(2,12)=7.165, p=.009$; 정보유형과 제시영역의 상호작용 효과, $F(10,60)=2.194, p=.030$; 적합성 분석: 정보제시영역 주효과, $F(2,12)=7.796, p=.007$; 정보유형과 정보제시영역의 상호작용 효과, $F(10,60)=2.343, p=.021$).

우선 지도정보, 현재주행속도정보, 도로정보, 제한속도정보, 경로안내정보, 경로계획정보 등에 대해서 전방 영역(primary)의 적합성과 선호도가 높게 나타났다. 지도/현재주행속도/제한속도/경로안내 정보는 실시간으로 빠르게 얻어야 하는 운전 중 핵심정보들로 높은 빈도로 확인하는 정보이기 때문에 운전자

의 기본적이고 안정된 시선 영역을 요구하는 것으로 판단된다. 하지만 도로/경로계획정보는 3.5점으로 다소 낮은 평가점수를 받았는데, 도로정보는 조작단계의 긴급성을 띄는 정보이지만 제한속도 정보에 비해 상대적으로 운전자에게 중요하지 않고 자주 확인하는 정보가 아닌 것으로 해석된다. 또한 경로계획정보는 전략적 단계로 항시성을 띄지만 초기 목적지 설정이후 주행 중 자주 확인하는 정보가 아닌 부가적 활용정보로 인해 낮은 것으로 해석된다.

다음으로 클러스터 영역(secondary)에서 현재주행속도는 비교적 높은 적합성과 선호도를 보였는데, 이는 기존 클러스터 영역 디스플레이 위치에 대한 익숙함의 영향으로 보인다. 또한 정보들이 클러스터 영역의 배치에 전반적으로 낮은 평가를 나타낸 것은 주행 중 고개를 숙여서 아래로 시선을 이동시켜야 하는 시각적 주의분산의 위험성 때문으로 해석된다.

끝으로 센터페시아 영역(tertiary)에서는 경로계획정보인 목적지 도착시간정보, 남은 거리 등의 부가적인 지원정보가 높은 배치 적합성과 선호도를 나타냈는데, 이는 운행의 필수적인 지원정보라기 보다 부가적 활용정보로서의 사용빈도 등이 고려된 배치라고 볼 수 있다. 또한 전방이나 클러스터에 배치되기에 공간적으로 유용하지 못하다고 판단한 것으로 보인다.

본 연구 1은 시각적 이미지를 통해 구성된 자동차 내비게이션 시스템의 다양한 운전자 지원정보들이 그 속성과 사용특성에 따라 운전자의 시각적 정보처리의 우선순위에 맞게 공간적 배치가 이뤄져야 하는 것을 상호작용 효과를 통해 알 수 있었다. 그 결과는 전방 영역(primary)에 운전자 지원정보가 배치되는 것을 선호하게 나타냈는데, 이는 참가자의 경험에 기초한 예측을 통해 평가된 결과로서 실제 운전중에는 다소 상이한 결과가 나타날 수도 있을 것이다. 또한 각 지원정보가 가지는 정보의 특성과 사용맥락이 충분히 고려되지 않은 점 등을 고려해서 연구 2에서는 각 정보제시 위치에 맞게 구성된 운전자 지원정보 조합(combination)을 반영한 시스템을 구축하여 실제와 유사한 운전 시뮬레이션 주행환경에서 제시위치와 지원정보의 적합한 조합의 효과를 평가해보고자 한다.

III. 연구 2: 지원정보 및 제시위치 조합에 대한 운전중 평가

연구 2는 연구 1을 통해 확인된 제시위치와 지원정보의 상호작용 특성이 결합된 조건들을 선호도 및 적합성에 근거한 상/중/하 조합으로 구성하여 각 조합 조건이 운전 시뮬레이션과 연동되는 시스템에서 어떤 수행을 나타내는지 평가하였다.

3-1 참가자

연구 2의 참가자는 운전면허가 있고 최소 1년 이상의 운전경험(1~3년 : 3명, 4~6년 : 2명, 7~9년 : 4명, 10년 이상 : 8명)이 있



그림 5. 연구 2의 평가실험 환경

Fig. 5. Evaluation experimental setting of Study 2

는 총 17명(남성 13명, 여성 4명, 25-62세, 평균연령 35세)이 참가하였다. 또한 참가자들은 전원 매립형 내비게이션, 휴대폰 내비게이션 사용경험이 있었다.

3-2 실험설계 및 절차

실험은 실제와 유사한 운전 몰입감을 연출하기 위해 차량운전 전방의 시각적 환경은 49인치의 삼심 QLED HDR 게이밍 디스플레이(32:9비율)를 사용하여 조성하였다. 다음으로 HUD는 실제 차량에 사용하는 스마트폰 거치형 HUD 제품을 활용하여 갤럭시 노트5 화면을 반사하였고, 클러스터는 LG G3를 클러스터 위치에 배치, 그리고 센터페시아 영역은 iPad2를 운전영역 오른쪽에 배치하여 구성하였다. 끝으로 주행경험을 제공하기 위해 Logitech사의 레이싱 휠(g29)을 세팅하여 참가자가 주행 조작할 수 있도록 구성하였다. 실험 진행은 앞서 구성된 운전 환경에서 자동차 시뮬레이션인 유로트럭 시뮬레이션2를 통해 트럭을 주행하여 수화물을 목적지까지 안전하고 빠르게 배달하는 과제를 주었으며 시뮬레이션과 실시간으로 반응하는 총 세 가지의 내비게이션 조합 세트(combination set)을 세 가지 코스로 경험하도록 요구하였다. 내비게이션 조합 세트의 연동은 'Ets2Telemetry'라는 프로그램을 활용하였고 연동되는 화면구성은 'ets2-mobile-route-advisor'라는 스킨(skin)을 기반으로 만들어졌다.

사용한 내비게이션 조합 세트의 구성은 3가지(상/중/하)로 앞서 진행한 선행연구를 통해 나타난 선호도 및 적합성을 바탕으로 구성하였다. 첫 번째 상(上) 세트는 전방에 현재주행속도 정보, 제한속도 정보로 자주 확인하고 유사한 정보 속성을 배치하고, 클러스터는 처음 주행하는 목적지인 경우 자주 확인하는 지도 정보, 끝으로 센터페시아에는 자주 확인하지 않는 경로계획정보를 배치하였다. 두 번째로 중(中) 세트는 전방에 지도 정보, 현재주행속도 정보로 높은 점수를 받은 정보를 배치하고, 클러스터에는 높은 점수를 받은 제한속도 정보, 그리고 센터페

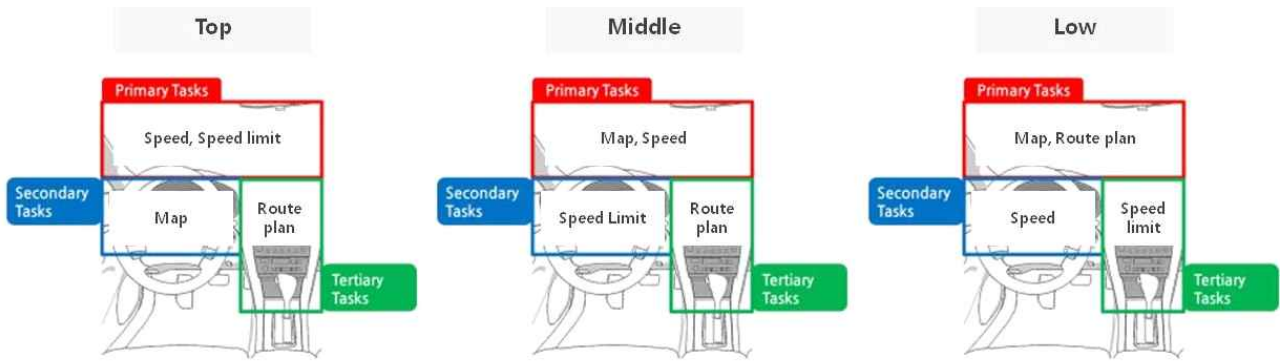


그림 6. 연구 2에 적용된 지원정보 속성과 정보제시 영역의 조합 세트 3가지(상, 중, 하 세트)
 Fig. 6. Three combination sets of assistance information and display area in Study 2 (Top, Middle, Low set)

시아에는 경로 정보를 배치하였다. 세 번째로 하(下) 세트는 전방에 지도 정보, 경로 정보로 낮은 점수를 받은 정보 속성을 배치하고, 클러스터에는 현재주행속도 정보, 그리고 센터페시아에는 제한속도 정보를 배치하여 구성하였다.

실험은 시뮬레이션에 적용할 수 있도록 약 5분간 자유주행을 진행하며 간략한 실험목적과 실험진행방식을 설명하였다. 실험 시작은 주행 전에 앞서 살펴본 차량 내 시각적 정보제시 인터페이스의 위치 요인(①전방 영역: primary, ② 계기판 영역: secondary, ③센터페시아 영역: tertiary task)과 내비게이션 시스템의 운전자 지원정보 구분 요인(①지도정보, ②주행속도, ③ 제한속도, ④경로계획정보)에 따라 제작된 운전자 지원정보 조합 세트를 확인하고 시뮬레이션 운전을 시작하도록 하였다. 목적지까지의 경로안내정보는 실시간으로 구두로 제공하였고 목적지까지 안전하고 빠르게 도달하는지 도착지까지 소요된 시간, 차선이탈 횟수, 차량의 손상률, 과속벌금 횟수 등을 체크하였다. 또한 주행코스의 난이도를 상쇄하기 위해 세 가지의 주행코스는 도심주행, 고속도로 주행 및 비보호좌회전, 비보호교차로 도로가 포함되었고 주행 중 총 세 번의 차선변경을 요구하였다. 참가자들이 목적지까지 도착하면 실험은 종료되고 이용한 조합 세트를 기존 내비게이션 시스템과의 비교하여 선호도와 적합성을 5점 척도로 평가 받았으며 총 세 가지의 조합 세트를 모두 완료한 뒤 자신의 평가점수를 수정할 수 있는 기회를 제공하였다. 이러한 평가를 통해 실제와 유사한 운전 상황에서 어떤 정보속성이 어떤 인터페이스 영역에 제시되어야 효과적인 운전 과업수행에 도움이 되는지 확인하고자 하였다.

3-3 결과 및 분석

평가 결과에 대한 통계적 분석에 따르면, 운전자 지원정보와 정보제시위치의 조합에 따른 선호도 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($F(2,32)=2.412, p=.106$). 그러나 중(中) 조합에서 가장 높은 선호도를 보였고, 세부 분석의 중-하 조합($p=.052$), 중-상 조합($p=.061$) 사이에서 통계적 차이의 경향성이 일부 나타났다. 다음으로 운전자 지원정보와 정보제시위치의 조합에

따른 적합성 차이는 통계적으로 유의미하게 나타났다 ($F(2,32)=3.338, p=.048$). 세부 분석에서 선호도 점수와 마찬가지로 중(中) 조합에서 가장 높은 적합성 평가가 나타났으며, 이러한 조합간의 차이는 중-상 조합($p=.110$)보다는 중-하 조합 ($p=.017$)에서 두드러지게 나타난 결과로 해석된다. 이러한 결과는 운전자 지원정보와 정보제시위치의 하 세트와 같은 부적합한 조합이 발생시킬 수 있는 운전 과업 수행의 부정적인 측면을 충분히 예측할 수 있게 한다. 반면, 실험에서 행동적 평가 측정치인 도착지까지의 소요된 시간, 차선이탈 횟수, 차량의 손상률, 과속벌금은 유의미한 결과가 나타나지 않았는데, 이는 구성된 세 가지의 내비게이션 조합 세트가 서로 큰 차이를 주지 않았거나 수행 차이를 나타낼 만큼 실험환경이 어렵지 않았을 수 있다.

위와 같은 결과를 종합하면, 운전자 지원정보와 제시위치의 중(中) 조합에서 나타난 높은 선호도 및 적합성 평가 결과는 전방에 지도정보, 현재주행속도정보를 배치하고, 클러스터에는 제한속도정보, 그리고 센터페시아에 경로계획정보로 구성된 것이었다. 이러한 조합에서 가장 높은 점수를 받은 이유는 참가자들이 모두 새로운 도로 환경을 주행하는 상황에서 목적까지 진행하는 경로안내정보는 전적으로 구두에 의존 할 수밖에 없었다. 따라서 지도정보는 전술적 단계의 경로안내정보를 대체하는 아주 중요한 정보로 인식된 것으로 보인다. 또한 전술적 단계의 현재주행속도정보가 전방에 제시되어 실시간으로 조작적 단계의 긴급한 정보인 제한속도정보에 반응할 수 있었던 점이 높은 점수를 받은 이유로 보인다. 그리고 운전 중에 가장 중요한 정보들인 지도/현재주행속도/제한속도정보가 운전자의 시선의 상하로 배치되어 정보를 확인하기 편리했다는 평가 후 구술보고가 많았다. 끝으로 비교적 중요도가 낮은 경로계획정보는 주행 중 자주 확인하는 정보가 아니므로 센터페시아에 위치하여도 큰 불편함을 느끼는 참가자들은 많지 않았던 것으로 해석할 수 있다.

반면, 하(下) 조합은 전방에 지도정보, 경로계획정보를 배치하고, 클러스터에는 현재주행속도정보, 그리고 센터페시아에는 제한속도정보를 배치하여 구성하였다. 이러한 조합 세트의

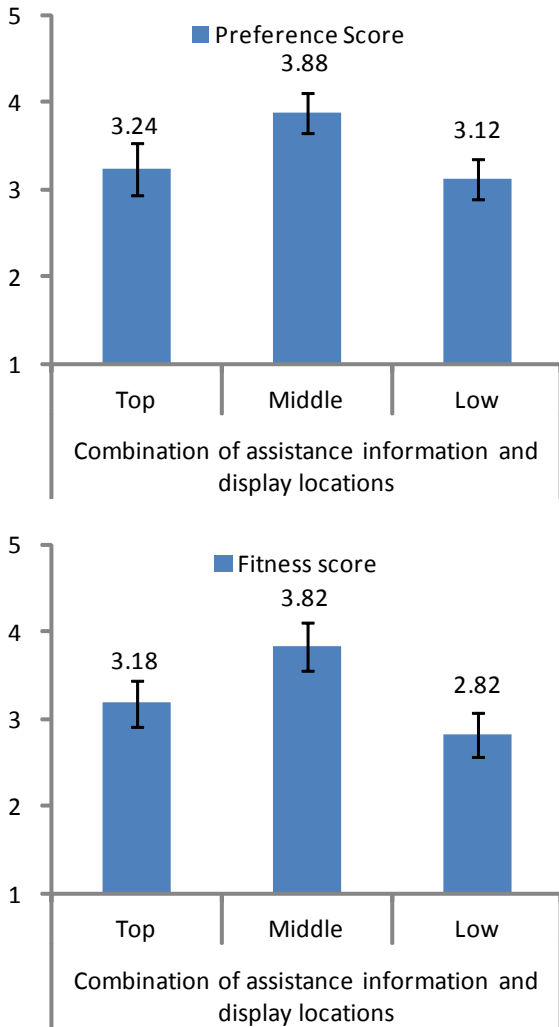


그림 7. 지원정보의 유형과 제시위치의 조합 세트 3가지(상, 중, 하)에 따른 선호도(위) 및 적합성(아래) 분석결과
Fig. 7. Results of preference (above) and fitness (below) scores according to the three combination sets of assistance information types and display locations (Top, Middle, Low set)

낮은 평가 결과는 정보적으로 연관성이 있는 전술정보인 현재 주행속도정보와 조작적 단계의 제한속도정보가 서로 다른 위치에 배치되어 빠르고 유연하게 정보를 확인하기 어려웠던 것으로 해석된다. 또한 실험 환경에서 가장 중요한 정보인 전략적 단계의 지도정보가 전방에 배치되었음에도 불구하고 중요한 정보가 세 가지의 디스플레이 위치에 분산되어 시선의 이동 동선이 커서 불편했던 것으로 해석된다.

IV. 결론

내비게이션의 운전자 지원정보는 목적지까지 이동하는 운

전과업을 효과적이고 쉽게 또한 안전하게 할 수 있도록 지원하는 중요한 정보이다. 내비게이션은 운전자들이 정보를 얻기 쉽도록 센터페시아, 대쉬보드 위, 클러스터(계기판) 등에서 사용하고 있고, 자동차 산업에서도 HUD, 가변형 클러스터, 다양한 높낮이의 매립형 내비게이션을 제공하는 등 다양한 위치에서 내비게이션 정보를 제시하고 있는 시점이다. 이렇게 다양한 위치에 정보가 배치되는 것은 운전이라는 과업 자체가 시각적으로 실시간 변하는 전방의 주행환경을 지속적으로 확인하는 가운데, 부가적으로 운전자 지원정보를 얻기 위해 내비게이션으로 시선을 빠르게 이동하여 확인해야하는 부담을 요구하기 때문이다. 최근에는 발전하고 있는 차량 인포테인먼트 정보들까지 조작해야하는 과도한 시각적 정보처리 부담(visual workload)에 놓여 있다. 이러한 시각적 정보처리의 부담은 실시간으로 변하는 주행환경의 특성에 의해 사고로 이어지는 위험을 가져올 수도 있다. 따라서 부가적인 정보 중 가장 중요한 내비게이션의 운전자 지원정보들이 정보의 중요도, 속성 등 기준에 따라 어떤 위치에 배치되어야 안전하고 효과적인지 확인하는 것은 중요한 이슈로서 본 연구에서 다루었다. 이러한 측면에서 본 연구는 내비게이션의 운전자 지원정보를 구분(지도정보, 현재주행속도정보, 도로정보, 제한속도정보, 경로안내정보, 경로계획정보)하여 운전 중 운전자의 시선처리의 우선순위에 기초하여 만들어진 시각적 정보제시의 인터페이스 위치(전방 영역: primary, 클러스터 영역: secondary, 센터페시아 영역: tertiary)의 상호작용 특성과 관계를 평가해보았다.

연구 1 결과를 요약하자면 우선 전방 영역(primary)은 모든 운전자 지원정보가 높은 선호도와 적합성을 받았다. 지도, 현재주행속도, 제한속도, 방향 정보는 주행 중 조작적, 전술적, 전략적인 핵심 정보 및 높은 빈도로 확인해야하는 정보라 시선 이동이 적은 전방 영역이 높게 나온 것으로 해석되며, 상대적으로 낮은 점수가 나온 도로정보, 경로계획정보는 부가적 활용정보로 낮은 빈도로 사용되어 그런 것으로 해석된다. 두 번째로 클러스터 영역(secondary)은 현재주행속도가 그나마 높게 나왔는데, 익숙하지만 시선을 내려야하는 불편함으로 해석된다. 끝으로 센터페시아 영역(tertiary)은 목적지 도착시간, 남은 거리를 알려주는 경로계획정보가 높은 적합성과 선호도를 보였다. 이는 부가적 활용정보로 시선처리가 멀어져도 기준에 사용법에 익숙함에 그런 것으로 해석된다.

연구 2에서는 연구 1의 결과를 바탕으로 운전자 지원정보인 지도, 현재주행속도, 제한속도, 경로계획 정보를 정보제시의 인터페이스 위치인 전방, 클러스터, 센터페시아 영역 별로 조합한 세 가지의 내비게이션 조합 상/중/하 세트를 구성하여 평가하였다. 평가 결과에서 내비게이션 중 조합 세트(전방: 지도/현재주행속도정보, 계기판: 제한속도정보, 센터페시아: 경로계획정보)에서 높은 적합성과 선호도를 나타냈는데, 이는 새로운 도로 환경을 주행하여 의존도가 올라간 전략적 단계의 지도 정보와 제한속도 정보를 얻고 실시간으로 조작할 수 있도록 전술적 단계의 현재주행속도가 전방에 위치하여 편리함을 제공했기 때문으로 이해할 수 있다. 반면 내비게이션 하 조합 세트(전방:

지도/경로계획정보, 클러스터: 현재주행속도정보, 센터페이지: 제한속도정보)는 낮은 적합성 및 선호도를 보였다. 낮은 평가 결과는 현재주행속도정보와 제한속도정보는 연관성이 높는데, 이들 정보들을 클러스터와 센터페이지에 분리하여 제공하니 정보를 빠르고 유연하게 확인하기 어려웠던 것으로 분석된다.

이러한 연구 결과를 통해 내비게이션의 운전자 지원정보 구분과 시각적 정보제시의 인터페이스 위치 사이의 상호작용 효과가 있음을 알 수 있다. 본 연구 결과는 앞으로 기술발전과 함께 전방, 클러스터, 센터페이지 등 다양한 통합형 내비게이션이 나타날 것으로 예상되는 가운데 내비게이션의 지원정보들의 배치에 기초적인 가이드라인 자료가 될 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016S1A5A2A01025875).

참고문헌

- [1] M. R. Endsley and C. A. Bolstad, "Individual differences in pilot situation awareness," *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 4, No. 3, pp. 241-264, 1994.
- [2] Y. Zhang, Visual and Cognitive Distraction Effects on Driver Behavior and an Approach to Distraction State Classification, Doctoral dissertation, North Carolina State University, North Carolina, 2011.
- [3] S. Lee, An Inquiry into the Form of Information Provision by Car Navigation Systems Taking into account the Visual Perception of Users, Master's thesis, Ewha Womans University, 2016.
- [4] C. Park, H. Kwak, S. Kim, Y. Kim, G. Lee, J. Lee, J. Lee, K. Han, and S. Hwang, *Cognitive Engineering Psychology: Understanding Human-System Interaction*, Seoul: SigmaPress, 2007.
- [5] S. Park and H. Choi, *Visual Communication Design*, Seoul: Mijinsa, 2001.
- [6] A. Pauzie, "A method to assess the driver mental workload: The driving activity load index (DALI)," in *IET Intelligent Transport Systems*, Vol. 2, No. 4, pp. 315-322, December 2008.
- [7] J. S. Lee, "The Effects of Information Modality and Complexity of In-Vehicle Navigation System on Drivers' Information Processing and Vehicle Control," *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, Vol. 9, No. 2, pp. 43-61, 1997.
- [8] B. A. Kim and J. S. Lee, "Driving Condition and Modality Effect of In-vehicle Navigation System on Driving Performance and Mental Workload," *The Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology*, Vol. 13, No. 1, pp. 23-40, 2000.
- [9] T. A. Dingus and M. C. Hulse, Preliminary Human Factors Test and Evaluation of the TravTek and Highway Driver's Assistant Conceptual Designs (Technical Report CR-90/06). Warren, MI: General Motors Research Laboratories, 1990.
- [10] M. Tonnis, V. Broy and G. Klinker, "A Survey of Challenges Related to the Design of 3D User Interfaces for Car Drivers," *3D User Interfaces (3DUI'06)*, Alexandria, VA, USA, pp. 127-134, 2006.



유정균(Jeong-Gyun Ryu)

2014년 : 호서대학교 (정보통신공학전공)

2018년 : 서울미디어대학원대학교 (미디어콘텐츠학석사-융합미디어전공)

2014년~2016년: The Idea Group 비즈니스오퍼레이션팀 사원

2017년~현 재: HNINE UX team 사원

※관심분야 : 인간-컴퓨터 상호작용(HCI), 사용자 경험 디자인(User Experience Design), 사용자 인터페이스 디자인(User Interfaces Design) 등



이주환(Ju-Hwan Lee)

2003년 : 연세대학교 대학원 (인지공학석사)

2007년 : 연세대학교 대학원 (인지공학박사-HCI)

2000년~2007년: 연세대학교 인지과학연구소 연구원/전문연구원

2007년~2009년: 영국 옥스퍼드대학교 Crossmodal Research Lab 박사후연구원

2009년~2010년: 성균관대학교 인터랙션사이언스학과 연구교수

2010년~현 재: 서울미디어대학원대학교(SMIT) 융합미디어전공 부교수

※관심분야 : 다중감각 사용자 인터페이스(Multisensory User Interfaces), 인간-컴퓨터 상호작용(HCI), 가상 & 증강현실 인터랙션(VR & AR Interaction) 등