

A Study on the Menu Type of Instrument Cluster IVIS

Hye Sun Kim¹, Kwang Tae Jung², Dhong Ha Lee³

¹U2 System, Anyang, 431-804

²Department of Industrial Design Engineering, Korea Tech, Cheonan, 330-708

³Department of Industrial Engineering, The University of Suwon, Suwon, 445-743

ABSTRACT

Objective: This research was carried out to study the menu type design of instrument cluster IVIS(In Vehicle Information System) for efficient navigation under deconcentrated situations. **Background:** A driver controls the IVIS menu using the rest of cognitive resources while driving a car. Although a driver controls the IVIS using extra cognition resources, his or her distraction can still cause some safety problems while driving. Menu type design of instrument cluster is absolutely important for safe and efficient navigation. **Method:** Four menu types including paging, flow, icon, and list type were identified through reviewing the existing IVIS of vehicle and the menu structure of cellular phone. Four menu types were evaluated through experiment. The experiment consisted of primary and secondary task, which the primary task was to simulate a driving and the secondary task was to control an IVIS menu prototype. Task performances, menu type preferences, and eye-movement patterns were measured in this experiment. **Results:** The result shows that icon type was the best design in aspect of task performance and preference. A clue for next menu item provided a positive effect for efficient menu navigation. It was identified that most of subjects gazed the middle-top area of IVIS screen from eye-movement pattern. **Conclusion:** A basic design of Instrument Cluster IVIS was proposed considering the result of this study in the final. **Application:** The results of this study can be effectively used in the design of Instrument Cluster IVIS.

Keywords: IVIS, Instrument Cluster, Menu type, Secondary task methodology, Task performance, Eye tracking

1. Introduction

현재 운전자의 안전과 편의에 관련된 각종 신기술이 개발되어 적용되고 있지만, 자동차 내에서 운전자가 조작할 수 있는 물리적 공간은 한정되어 있기 때문에 많은 기능 스위치를 배치하는 문제가 중요한 이슈가 되고 있다.

이러한 문제의 한 가지 해결 방안으로 자동차 업계에서는 휴대폰, 내비게이션, 멀티미디어 기기 등 다양한 기기들을 하나의 시스템으로 통합하여 효과적으로 조작하고 표시할 수 있는 차량 내 정보시스템(In Vehicle Information

System; 이하 IVIS)을 적용하고 있다.

IVIS는 차 안에서 디스플레이를 통해 각종 멀티미디어 기기는 물론 스티어링휠, 도어, 윈도우, 미러 등 각종 장치를 제어하고 각각의 동작 상태도 확인할 수 있는 시스템으로, 자동차 내의 각종 스위치 개수를 줄여줄 수 있고, 운전자 편의를 높여줄 뿐만 아니라 자동차 내의 배선의 개수를 줄여 자동차 제조 과정에도 큰 도움을 줄 수 있다.

하지만, 운전 중 IVIS의 사용은 운전행위에 간섭을 줄 수 있다는 문제점을 포함하고 있다. 특히, IVIS에 포함되는 기능의 종류와 수가 무분별하게 증가하는 것은 사용자의 부가적인 정보 처리를 요구하여 운전자의 주의분산과 사고의 발

Corresponding Author: Kwang Tae Jung, Department of Industrial Design Engineering, Korea Tech, Cheonan, 330-708.

Phone: +82-41-560-1197, E-mail: ktjung@koreatech.ac.kr

Copyright©2013 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

©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. <http://www.esk.or.kr>

생 가능성을 높이게 되는 위험을 안고 있다.

이와 관련된 이전의 연구들을 보면, McKnight & Adams (1970)는 시각 디스플레이에 의한 정보는 운전자들의 운전 행위의 수행에 간섭을 줄 수 있다고 한 반면, Hughes, et al. (1986)은 일반적으로 시각적 주의의 30~50%를 운전수행과 관련 없는 것(예를 들어 도로 상의 경치나 광고판 등)에 할당하기 때문에, 운전 중 내비게이션과 같은 시각적 장치의 사용이 항상 안전수행에 영향을 미치지 않는다고 주장하였다. Zwhalen, et al.(1998)은 운전자의 시선이 도로에서 2초 이상 벗어날 경우, 교통사고의 위험이 유의미하게 증가하였음을 발견하였고, 도로로부터 주의가 벗어난 상황은 위험을 야기하는 중요한 요인들 중 하나라고 말하였다.

Wierwille, et al.(1988)은 운전자가 운전하면서 수행하게 되는 여러 가지 부가적인 과제(예를 들면, 좌/우회전 신호 확인, 속도계와 연료 확인, 라디오 조정 등)를 수행하는데 평균 0.30~1.14초가 걸리며 평균 응시 회수는 0.63~6.91회라고 보고하고 있다. 각 디스플레이에서 요구되는 인지적 주의분산 정도에 따라 운전수행 정도가 다름을 보여주는데, 특히 이러한 주의분산은 정보의 제시 방법, 제공 양상(시각, 청각), 연령, 그리고 제공된 정보의 복잡성에 따라 그 정도가 다르게 나타난다고 하였다.

이상의 연구들로부터, 주행 상황에서 운전자에게 시각 정보를 인지하도록 하는 것은 매우 제한된 상황에서의 정보 처리를 요구하는 것으로, 운전행위의 안전에 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있다. 특히 차량 내에 적용되는 시각 표시 장치는 보통 작은 화면을 가지고 있고, 조작 방식이 제한적이라는 한계를 갖고 있기 때문에 어떻게 하면 안전한 운전행위에 영향을 주지 않으면서 효율적으로 정보를 습득할 수 있도록 할 것인가에 대한 다양한 연구가 필요함을 알 수 있다.

특히 최근에는 센터페시아 중상단에 위치한 디스플레이를 활용하여 정보를 표시하는 IVIS 방식과 병행하여 전방 시야에서의 분산도가 적은 Instrument Cluster에 정보를 제시하고, 기본 주행 작업이 이루어지는 스티어링휠 상에 컨트롤러를 제공하는 방식을 도입하는 자동차가 늘어나고 있다. Instrument Cluster를 이용한 차량 및 운행 정보의 제공은 시야의 분산을 줄여줄 수 있다는 장점이 있는 반면, 공간의 협소성 때문에 센터페시아를 활용하는 경우보다 활용할 수 있는 디스플레이의 크기가 작다는 문제점을 갖고 있다. 따라서 Instrument Cluster를 통하여 제공되는 정보의 종류와 가능한 기능의 범위가 기존의 IVIS 형태보다 제한적일 수밖에 없다는 한계점을 갖고 있기 때문에, 무엇보다 운전자의 주의분산을 줄이면서 필요한 정보를 효과적으로 습득할 수 있도록 정보를 설계하고 제공하는 것이 중요할 것이다.

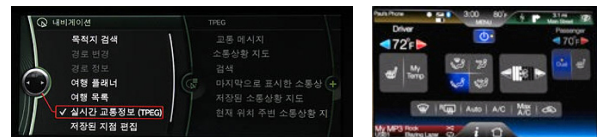
이러한 필요성에 의하여, 본 연구에서는 Instrument

Cluster IVIS를 위한 효과적인 정보제공 방식을 제안하고 실험적으로 검증함으로써, 향후 그에 대한 메뉴 인터페이스 디자인의 가이드를 제공함을 목적으로 수행되었다.

2. IVIS

2.1 IVIS type

현재 대부분의 자동차에 적용되어 있는 IVIS 유형은 센터페시아 중상단에 디스플레이가 위치하고, 플로어콘솔 혹은 센터페시아에 통합 컨트롤러가 위치하는 방식이다. 센터페시아 중상단에 위치하는 디스플레이는 대부분 7인치에서 최대 8.8인치의 크기를 가지며, 가로가 긴 직사각형의 형태이다. 이 형태의 IVIS는 대부분 플로어콘솔 또는 센터페시아의 조그다이얼 형태의 다기능 컨트롤러나 터치 방식으로 조작되고 있으며, 조작 방식에 따라 메뉴 형태가 디자인되어 있는 특징이 있다. 예를 들어, Figure 1에서처럼, 조그다이얼로 조작되는 IVIS 메뉴는 조작도구에 적절한 리스트 방식을 대부분 적용하고 있으며, 곡선을 따라 배열하여 사용자의 어포던스(Affordance)를 유도하고 있다. 터치 방식의 경우에는 메뉴가 그리드(grid) 형식으로 배열되거나, 버튼 형태로 디자인되어 직접 조작할 수 있도록 하고 있다.



(a) menu with jog dial

(b) menu with touch panel

Figure 1. IVIS menu types with control device

플로어콘솔과 센터페시아는 운전석과 동승석 사이에 위치하는 공간으로 운전자 및 동승자가 상태를 확인 및 조작할 수 있다. 이곳에 위치한 IVIS에서는 내비게이션, A/V 시스템, 전화 및 통신(문자 메시지), 공조시스템, 차량 설정 등 운전자의 편의와 엔터테인먼트와 관련된 다양한 메뉴가 제공되고 있다. 또한 비교적 충분한 크기의 디스플레이로 다양한 GUI가 적용되고 있다. 그러나 본 위치는 운전자의 전방 시야에서 떨어져 운전 중 많은 작업부하를 야기할 수 있는 위치이기도 하다. 따라서 교통 상황에 여유가 있을 경우에만 사용할 것을 권장하며, 운전 중 극심한 작업부하를 야기하는 몇몇 기능에 대해서는 조작이 제한되도록 기능을 제공하고 있다.

두 번째 유형은 Instrument Cluster에 정보를 표시하고, 스티어링휠 전면에 위치한 컨트롤러로 조작하는 유형이다. 개발 초기 단계인 이 IVIS는 자동차의 주행거리 및 평균 속도 등 차량 상태를 나타내주는 트립 컴퓨터에 몇 가지 기능이 추가된 형태로 적용되고 있는 경우가 많아 현재는 첫 번째 유형에 비해 조작할 수 있는 기능의 범위가 제한적이다. 이 형태의 IVIS는 차량의 상태 정보에 대한 기능을 주로 제공하며, 위치의 특성상 운전 작업에 필요한 기능 중심으로 제공되고 있다.



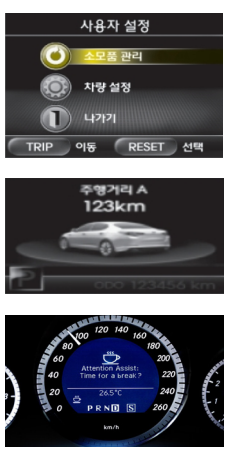
Instrument Cluster와 스티어링휠은 공간이 협소하고, 차량 내에서 운전자와 가장 가까운 곳으로 안정적인 요인을 크게 고려해야 한다. 따라서 센터페시아를 이용한 IVIS에 비

해 더 작은 디스플레이를 가지며, 조작 버튼에 대한 제약도 큰 편으로, 화면 디자인 및 조작 방식이 비교적 단순한 특징을 가지고 있다.

센터페시아에 제공되는 유형과 Instrument Cluster에 제공되는 유형을 정리하면 Table 1과 같다.

향후 IVIS를 통한 기능의 통합은 점차 확대될 것으로 예상된다. 특히 차량 내에 적용될 각종 신기술들이 물리적 공간의 제약을 극복하는 한 방법으로써 시스템 안으로 통합된다면 차량 내 산재된 버튼의 개수를 줄여 운전자의 부하를 줄이고, 쾌적한 차내 환경을 조성할 수 있을 것이다. 그러나 IVIS에 통합할 때에는 각 기능 및 정보의 특성을 파악하여 제공할 필요가 있다. 예를 들어, 주행 중에 조작할 가능성이 큰 신기술 기능이 제공되어야 한다면, 운전자의 전방 시야의 분산도가 낮고, 스티어링휠에서 손을 떼지 않고 조작할 수 있는 Instrument Cluster를 이용한 IVIS에 통합되는 것이 유리할 것으로 판단된다.

Table 1. Center Fascia IVIS and Instrument Cluster IVIS

	Center Fascia IVIS	Instrument Cluster IVIS
위치	<ul style="list-style-type: none"> 표시 장치: 센터페시아 중상단 조종 장치: 플로어콘솔 또는 센터페시아 	 <ul style="list-style-type: none"> 표시장치: Instrument Cluster 조작장치: 스티어링휠
조종 장치	조그다이얼, 터치스크린, 조이스틱, 터치패드 등	2~5방향 푸쉬 버튼 등
제공 기능	내비게이션, A/V 시스템, 전화 및 통신, 공조시스템, 차량 설정 등	트립컴퓨터, 차량 설정, 소모품 관리, 경고, TBT 내비게이션 등
화면 디자인		
특성	<ul style="list-style-type: none"> 운전자/동승자 이용 가능 편의 및 엔터테인먼트 기능 중심 정보량 많음 다소 복잡한 GUI 	<ul style="list-style-type: none"> 운전자만 이용 가능 차량상태 정보 중심 정보량 적음 단순한 GUI

2.2 IVIS in Instrument Cluster

현재 Instrument Cluster를 이용한 IVIS는 개발과 적용이 시작되는 단계로, 특히 국내의 경우 LCD 패널이 장착되어 다양한 표현이 이미 가능하나, 실제로는 그 기능 제공 범위가 매우 제한적이다. 현재는 차량의 주행 정보 등을 표시하는 트립 컴퓨터의 기능을 중심으로 몇 가지 차량 설정 메뉴를 제공하고 있다.

Instrument Cluster IVIS의 가장 발전된 형태는 미국 Ford사의 'Smart Gauge' (Figure 2)로 아날로그 속도계 양쪽에 풀 컬러 LCD 스크린을 장착해 연료 및 배터리 잔량 정보, 평균연비, 순간연비, 냉각수온도 등의 다양한 정보를 이미지로 전달해주고 있다.



Figure 2. Ford's Smart Gauge

이 외에 여러 자동차 업체에서 Instrument Cluster를 이용한 IVIS를 시도하고 있으나, 디스플레이의 크기나 형태, 컨트롤러의 방식, 화면 인터페이스 등이 자동차 업체마다 표준화되지 않고, 각기 다른 형태를 보이고 있다. 그에 대한 상세한 내용을 보면 다음과 같다.

2.2.1 Display

Instrument Cluster IVIS의 디스플레이의 위치와 형태, 크기는 차량마다 차이가 있으나, 대부분 계기판 중앙에 위치하며, 사각형의 디스플레이를 갖는다. 현재 일반적으로 제공되고 있는 Instrument Cluster의 디스플레이 형태는 아래 Figure 3과 같다.

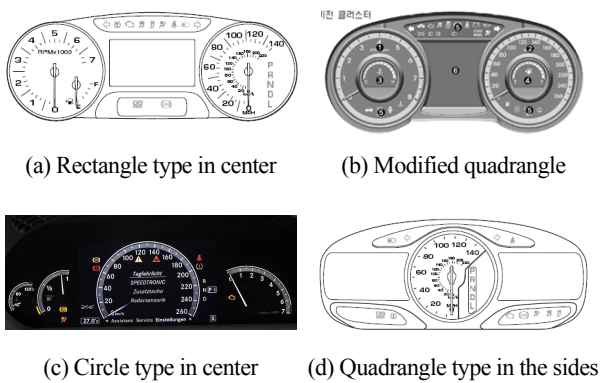


Figure 3. IVIS display type in Instrument Cluster

계기판 중앙에 디스플레이가 있는 형태는 연료 및 냉각수 상태와 같은 정보가 IVIS에 통합되지 않고 따로 제공되고 있고, 계기판 양 옆에 디스플레이가 있는 형태는 이러한 상태 정보가 IVIS에 대부분 통합되어 나타난다. 각종 경고등은 독립된 공간을 가지고 있어 운전자에게 즉시 알려질 수 있도록 하고 있다.

2.2.2 Controller

스티어링휠 전면에 장착된 컨트롤러는 기본적으로 운전작업이 이루어지는 스티어링휠에서 손을 떼지 않고 조작할 수 있는 형태로 제공된다. 이전 형태가 'Trip-Display' 혹은 'Trip-Reset' 형태의 모드 전환 방식의 버튼이었다면, 조작해야 할 메뉴가 많아지면서 2~4 방향의 선택 버튼이 추가된 형태의 버튼이 스티어링휠에 장착되고 있다(Figure 4).

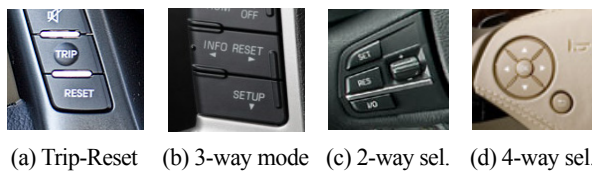


Figure 4. IVIS controller type in steering wheel

2.2.3 Menu structure

메뉴의 구조는 디스플레이와 컨트롤러의 영향을 많이 받는다. 현재의 제한된 디스플레이와 컨트롤러는 다양한 메뉴 구조를 갖기에는 한계가 있다.

현재 주로 사용되고 있는 Instrument Cluster IVIS 메뉴 구조의 대표적인 형태는 Figure 5의 (a)와 같은 화면전환 방식이다. 같은 깊이 수준의 메뉴들이 버튼을 누를 때마다 한 화면에 한 메뉴씩 전환되는 방식으로, 다음 및 이전 메뉴에 대한 정보가 없다. 또 다른 방식은 Figure 5의 (b)와 같은 리스트 메뉴 구조 방식인데, 주로 화면전환 방식의 세부 설정 메뉴에서 사용된다. 그 외 일부 메뉴에 대해 아이콘이 제공되는 방식이 있지만, 일반적으로 사용되는 방식은 화면전환 방식과 리스트 방식이라고 할 수 있다.



(a) Screen switch type(Benz S-class)



(b) List menu type(KIA K5)

Figure 5. Cases of Instrument Cluster IVIS

Instrument Cluster IVIS의 메뉴 구조를 분석한 결과, 차량마다 차이는 존재하지만, 일반적으로 메뉴의 깊이는 2~3 수준, 한 수준에서의 메뉴 항목의 개수는 7~10개를 갖고 있는 것으로 나타났다.

3. Instrument Cluster IVIS Menu Type Design

Instrument Cluster IVIS를 위한 적합한 메뉴 방식을 제안하기 위하여 기존의 Instrument Cluster를 이용한 IVIS의 메뉴 방식 외에 스마트폰의 메뉴 방식을 조사 및 분석하였다. 스마트폰의 메뉴 방식을 조사 분석한 이유는 작은 화면과

제한된 조작 방식을 갖고 있다는 점에서 Instrument Cluster IVIS와 유사성을 갖고 있으며, 아직까지 많은 연구가 진행되었고, 또한 보편화된 시장과 이미 많은 사용자들이 존재하고 있기 때문이다.

현재 Instrument Cluster를 이용한 IVIS의 일반적인 메뉴 방식은 앞에서 살펴본 바와 같이 화면전환 방식과 리스트 방식이다.

모바일폰의 메뉴 방식은 크게 열거형(list) 메뉴와 격자형(grid) 메뉴 유형이 있다. 열거형 메뉴는 일련의 메뉴 항목들이 한 방향으로 나열되어 구성된 형태로써, 가로 혹은 세로로 배열된 메뉴 항목들이 처음부터 끝에 있는 것까지 순차적으로 접근·사용된다. 격자형 메뉴는 터치 방식의 모바일폰에서 많이 나타나는 형태로, 가로 세로의 이차원 배열 안에 위치한 메뉴 항목들이 빠르고 방대하게 접근·사용될 수 있다.

격자형 메뉴 사례를 살펴보면, 디스플레이의 크기 및 형태에 따라 아이콘의 배열 및 양의 차이를 보이나 형태상으로 큰 차이점은 없었다. 열거형 메뉴의 경우는 정보의 유형, 디스플레이의 형태에 따라 다양한 형태가 나타나고 있었다. 각 메뉴 유형의 예시는 다음 Figure 6과 같다.



Figure 6. Menu type of mobile phone

Oh, Young-Jae, et al.(2007)은 모바일폰의 메뉴스타일 68가지를 수집하고 이중 유효한 샘플 63가지를 분류하여, 커서의 방향성, 메뉴 아이콘 또는 메뉴 리스트의 가시화 방법 등의 기준으로 Figure 7과 같이 8가지로 메뉴 탐색 방식을 분류하였다.

본 연구에서는 기존 IVIS의 메뉴 방식과 모바일폰의 메뉴 방식을 분석하고 Instrument Cluster IVIS의 작은 화면과 스티어링휠에 장착된 버튼을 고려하여, 조작이 용이한 메뉴 형태를 Figure 8과 같이 도출하였다. 또한 본 연구에서는 집중할 수 없는 상황에서의 효율적인 메뉴 탐색을 위한 방법으로 단서 제공 요인에 대한 영향을 살펴보기 위해 단서 제공 요인이 변인으로 작용할 수 있도록 레이아웃 안을 선정하였다.

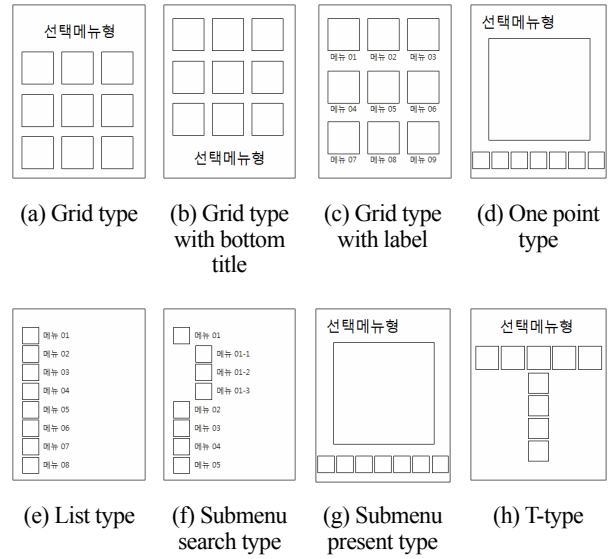


Figure 7. Menu type with navigation

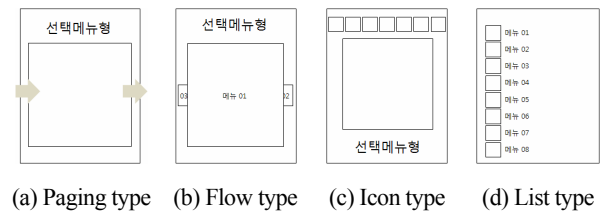


Figure 8. Instrument Cluster IVIS menu design

Figure 8은 도출된 네 가지의 레이아웃 방안으로, 전체 화면이 전환되는 방식인 페이징 방식, 앞뒤 메뉴의 단서가 제공되는 플로우 방식, 화면 상단에 배열된 아이콘으로 현재 메뉴의 위치 단서를 제공하는 아이콘 방식, 제공 메뉴가 상하 방향으로 나열된 리스트 방식이 선정되었다. 모바일폰의 대표적인 메뉴 구조인 격자형은 IVIS의 컨트롤러로 조작이 용이하지 않으므로 제외하였다.

4. Evaluation of Menu Type Design

4.1 Prototype of Instrument Cluster IVIS menu type

Instrument Cluster IVIS 메뉴의 4가지 디자인 방식에 대하여 운전 중 운전자의 정보습득 효율성을 평가하기 위한 프로토타입을 제작하였다(Table 2).

여기에서 화면전환 방식과 리스트 방식은 이미 기존의

Table 2. Instrument Cluster IVIS menu prototype

유형	특징	메뉴 화면
페이징 방식	<ul style="list-style-type: none"> 한 화면에 한 개의 메뉴만 보이며, 다른 메뉴 선택 시 전체 화면이 전환되는 방식 앞뒤 메뉴의 단서 없음 좌우 조작 	
플로우 방식	<ul style="list-style-type: none"> 메뉴가 양 옆으로 흐르듯이 보여지는 방식 앞뒤 메뉴에 대한 단서를 각각 1개씩 보여줌 좌우조작 	
아이콘 방식	<ul style="list-style-type: none"> 화면 상단의 아이콘을 선택하면 메뉴 화면이 중앙에 보여지는 방식 앞뒤 메뉴에 대한 단서를 각각 2개씩 보여줌 좌우조작 	
리스트 방식	<ul style="list-style-type: none"> 한 화면에 5개의 메뉴가 동일한 크기로 보여지고, 아래로 스크롤하여 선택하는 방식 앞 메뉴에 대한 단서를 4개 보여줌 상하조작 	

IVIS에 보편적으로 적용되어 있는 메뉴 구조로, 특히 대부분의 차량이 메인 메뉴 단계에서 화면전환 방식을 적용하고 있다. 플로우 방식과 아이콘 방식은 앞뒤 메뉴의 단서 정보를 제공해주는 메뉴 방식으로, IVIS 메뉴의 새로운 방식으로 제안되었다.

각각의 프로토타입의 메뉴는 8개 그룹으로 분류할 수 있는 64개의 동일한 메뉴를 가졌고, 각 프로토타입마다 그룹의 순서는 다르게 제시되도록 하였다. 이는 실험 평가 과정에서의 반복에 따른 학습효과를 줄이기 위해서였다.

Cluster 내의 IVIS 화면의 위치와 형태는 현재 차량 조사 결과 가장 보편적인 위치와 형태였던 Instrument Cluster 중앙과 사각 디스플레이 형태로 나타내었다. 이렇게 디자인된 네 가지의 IVIS 프로토타입 안을 Adobe Flash CS3로 제작하였고, 이를 실험에 활용하였다.

IVIS의 메뉴는 실험 결과를 좀 더 명확하게 하고, 앞으로 IVIS에 더 많은 기능들이 적용될 것이라는 예상 아래 64개의 메뉴를 선정하였다. 64개의 메뉴는 8개씩 같은 그룹으로 묶을 수 있도록 하였다. 이는 효율적인 메뉴 탐색에 유목화(categorization)의 영향을 살펴보기 위한 것이었고, 또한 피실험자가 다음 또는 이전 메뉴를 예상하면서 메뉴의 위치를 파악할 수 있도록 하기 위한 것이었다.

실제 IVIS에 적용되는 기능들은 영어 약자나 전문 용어가

많아 처음 사용하는 사람은 이해하기가 쉽지 않기 때문에, 본 실험에서는 피실험자들이 쉽게 알 수 있고, 이미지를 떠올릴 수 있는 단어들로 구성하였다. 메뉴의 구성은 다음 Table 3과 같다.

Table 3. Menu Categorization

그룹	메뉴
국가	독일, 스페인, 싱가포르, 영국, 인도, 일본, 폴란드, 프랑스
세계문화유산	만리장성, 스펡크스, 에펠탑, 자유의 여신상, 첨성대, 콜로세움, 타지마할, 피사의 사탑
동물	개, 고슴도치, 고양이, 닭, 부엉이, 얼룩말, 원숭이, 펭귄
식물	국화, 당근, 딸기, 복숭아, 사과, 장미, 클로버, 튜립
악기	기타, 드럼, 마라카스, 바이올린, 탬버린, 트라이앵글, 트럼펫, 피아노
올림픽종목	농구, 사이클, 수영, 야구, 양궁, 역도, 태권도, 펜싱
요리	냉면, 떡볶이, 비빔밥, 스테이크, 스파게티, 오프라이스, 초밥, 카레
인물	닐 암스트롱, 마릴린 먼로, 마하트마 간디, 아돌프 히틀러, 알버트 아인슈타인, 존 레논, 지그문트 프로이트, 프랭클린 루스벨트

4.2 Experiment

본 연구에서는 메뉴 방식의 효율성을 평가하기 위한 척도로 메뉴 조작에 관한 운전자의 수행도와 선호도, 그리고 메뉴 조작 과정에서의 운전자의 시선 패턴을 활용하였다.

운전 작업 중의 Instrument Cluster IVIS를 활용한 메뉴 조작의 현실성을 높이기 위하여, 주과제(primary task)로 주행 시뮬레이션 조작과 부과제(secondary tasks)로 IVIS 메뉴 조작을 동시에 수행하도록 하였다. 피실험자에게는 주과제에 더 큰 비중의 주의를 주도록 지시하여, 실제 주행 상황에서 운전 작업에 더 초점을 맞추며 메뉴를 조작하는 상황을 가정하였다.

4.2.1 Experiment method

주과제를 수행하기 위한 주행 시뮬레이션은 프로젝터로, 부과제를 수행하기 위한 메뉴 프로토타입 안은 19인치 모니터로 각각 제공되었다. 메뉴 프로토타입 안은 실제 자동차의 Instrument Cluster 크기에 가까운 크기(285mm(가로) × 110mm(세로))로 보이도록 하였으며, 주행 시뮬레이션과 메뉴 프로토타입을 조작하기 위한 컨트롤러를 제공하였다. 실험 환경은 Figure 9와 같다.



Figure 9. Experimental setup

실험자는 실험을 시작하기 전 피실험자에게 연구의 목적과 실험 방법을 알려주고, 주행 시뮬레이션을 익숙해질 때까지 연습하도록 하였다. 실험에 대한 충분한 이해와 연습 후에 피실험자에게 시선 추적 장비를 장착시킨 후, 안구운동을 정확히 감지하기 위한 캘리브레이션 작업을 하여 실험을 준비하였다. 시각 패턴 검출을 위한 장비 착용은 패턴이 충분히 검출되었다고 생각되었을 때까지만 수행하였다.

실험이 시작하면 실험자는 피실험자에게 주행 시뮬레이션을 주시하면서 모든 횡단보도와 신호등에서 멈추었다가 다시 출발하도록 지시하였다. 동시에 부과제로 각 메뉴 프로토타입 안의 특정 메뉴를 구두로 알려주어 찾도록 하고, 그 수행시간을 측정하였다. 메뉴의 순서는 각 프로토타입마다 달랐지만, 실험자가 지시하는 특정 메뉴는 처음 메뉴로부터 60번째에 해당하는 메뉴 항목을 선택하게 함으로써 수행완료시간 결과에 영향을 주지 않도록 하였다. 메뉴 프로토타입의 제시 순서는 학습효과에 대한 오차를 줄이기 위해 피실험자마다 무작위로 제시하였으며, 메뉴 프로토타입 당 두 번씩 수행하도록 하였다. 측정이 끝난 후에는 각 메뉴 방식에 대해 5점 척도로 선호도를 측정하였다.

피실험자는 총 35명(남 20, 여 15)이 참가하였고, 평균연령은 26.5세였다. 운전경력은 평균 1.84년이었으나, 운전경력이 없는 참가자도 포함하였다.

4.2.2 Results

가) 시각적 탐색 패턴

시선 추적 장비를 이용한 각 메뉴 유형별 시선 분석 결과, 화면을 구성하는 요소에 대한 피실험자의 조작 시 시각 탐색 패턴을 살펴볼 수 있었다. 시뮬레이션과 Cluster Gauge 내의 IVIS 인터페이스 각 요소별 응시 비율을 살펴보면 다음 Figure 10과 같았다.

분석된 응시 비율은 각 프로토타입에 대하여 태스크를 수행하는 동안 측정된 영역별 응시시간을 각 프로토타입의 응시시간으로 나눈 값이다(Kang, et al., 2010). 응시 비율은 각각의 프로토타입 화면 내에서의 시선의 움직임 패턴을 알



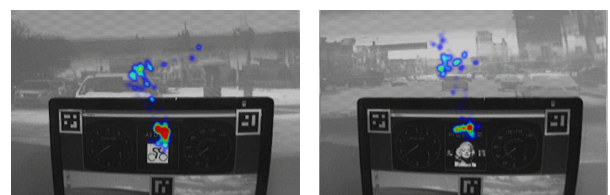
(a) Paging type (b) Flow type (c) Icon type (d) List type

Figure 10. Fixation ratio for field of view

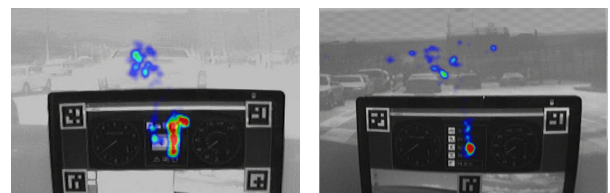
아보기 위한 것으로, 각 프로토타입의 우열을 가리기 위한 척도로는 적당하지 않았다.

영역별 응시 비율을 살펴보면, 화면 중상단에 위치한 영역의 응시 비율이 높고, 화면 하단은 응시 비율이 낮았다. 아이콘 방식을 제외한 모든 메뉴 방식에서 텍스트 요소에 대한 응시 비율이 높게 나타났고, 아이콘 방식은 이미지의 응시 비율이 높게 나타났다. 이를 통해 피실험자는 타겟을 찾을 때 텍스트를 통해 파악하려는 경향이 있음을 알 수 있었고, 아이콘 방식은 화면 하단에 위치한 텍스트의 응시 비율이 높지 않은 것으로 보아 요소의 위치도 탐색에 영향을 미칠 수 있었다. 이는 리스트 방식에서 선택된 메뉴가 화면 하단에 위치하는데 응시 비율은 화면 중상단의 이전 메뉴 영역이 훨씬 높은 비율을 보이고 있는 결과를 통해서도 유추해 볼 수 있다.

각 메뉴 구조별 피실험자의 시각 패턴을 Heat Map으로 표시하였을 때, 피실험자마다 약간의 차이는 있었으나 전반적으로 Figure 11과 같은 패턴이 검출되었다.



(a) Paging type (b) Flow type



(c) Icon type (d) List type

Figure 11. Heat map for field of view(Subject A)

Heat Map을 통해서 피실험자가 메뉴를 탐색할 때 텍스트를 주시하는 것을 명확히 확인할 수 있었다. 페이지 방식과 플로우 방식의 경우 텍스트를 보고 메뉴를 탐색하는 경향이 크게 나타났다. 플로우 방식의 경우 화면의 중간 양 옆에 앞뒤 메뉴에 대한 단서가 나왔지만, 그 곳에 시선이 머문 경우는 거의 없었다. 특히 앞 메뉴 단서에는 시선이 거의 머물지 않았다.

아이콘 방식은 시선이 텍스트와 이미지에 고루 머무르는 것처럼 보였다. 이는 화면 하단에 위치한 텍스트의 위치의 영향도 있을 것이라고 본다. 또한 아이콘 방식의 경우 뒤 메뉴 단서를 주시하면서 탐색하는 패턴을 보였다.

리스트 방식은 타겟이 되는 메뉴는 화면 하단 마지막 줄에 위치하지만, 모든 피실험자들이 화면 중간을 주시하면서 탐색하는 경향을 보였으며, 타겟 메뉴를 지나친 후 다시 컨트롤을 조작하여 되돌아가는 탐색 패턴을 보였다.

나) 메뉴 프로토타입별 수행도 및 선호도 평가

실험을 통해 측정된 메뉴 탐색 완료시간과 선호도에 대하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 메뉴 탐색 완료시간과 선호도 모두 유의수준 0.05에서 유의한 것으로 나타났다 (Table 4).

Table 4. Analysis of variance for task completion time and preference

		SS	df	MS	F	Sig.
Comp. time	Between G.	1496.258	3	498.753	3.502	.016
	Within G.	34753.290	244	142.432		
	Total	36249.548	247			
Pref.	Between G.	98.851	3	32.950	40.788	.000
	Within G.	197.113	244	.808		
	Total	295.964	247			

또한 사후검정으로 Duncan 분석을 수행한 결과 Paging type과 Flow type이 동일 집단으로 그룹핑되었고($p=0.049$), Icon type, List type, 그리고 Flow type이 동일 집단으로 그룹핑되었다($p=0.048$). Duncan 분석의 결과는 작업수행시간이 긴 그룹에는 Paging과 Flow type이, 작업수행시간이 짧은 그룹에는 Icon, List, Flow type이 속하는 것을 의미한다. Flow type은 두 개의 그룹에 모두 포함될 수 있음을 보여준다. 수행도 측면에서 측정된 메뉴 탐색 완료시간의 평균을 보면, Icon type (24.0) < List type (24.9) < Flow type (27.5) < Paging type (30.3)의 순서로 나타났다 (Figure 12).

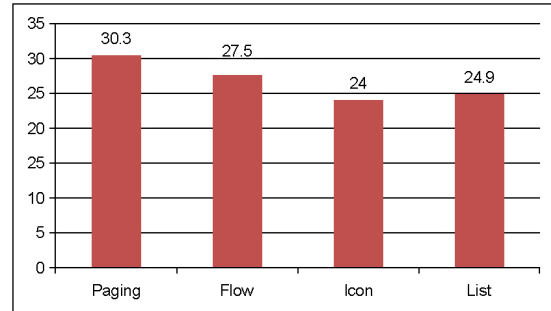


Figure 12. Mean task completion time

실험 후, 피실험자가 각 메뉴 방식의 선호도를 5점 척도로 평가한 결과를 보면, Duncan 분석 결과 Icon과 List type이 한 집단, Paging type이 한 집단, Flow type이 한 집단으로 각각 그룹핑되었다. 선호도 평점을 기준으로 하면, Icon type (3.9) > List type (3.7) > Flow type (3.2) > Paging type (2.3)의 순서로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 아이콘 방식이 수행도와 선호도 측면에서 가장 좋은 방식인 것을 알 수 있다. 반면에 현재 대부분의 자동차에 적용되고 있는 화면전환 방식은 수행도가 낮게 측정됐고, 선호도는 특히 낮은 것으로 나타났다.

4.3 Design application

앞서 수행된 실험 결과를 바탕으로 Instrument Cluster IVIS의 메뉴 인터페이스 디자인을 위한 아이콘 방식의 적용 방안을 제시하였다.

Instrument Cluster IVIS 화면 상단에는 앞뒤 메뉴 단서가 2개씩 있는 아이콘을 배치하였고, 그 아래에는 텍스트, 아이콘 또는 조절 GUI를 배치하였다. 실험에 사용된 아이콘 방식 프로토타입의 경우, 텍스트가 화면 하단에 위치하였으나, 디자인 적용 안에서는 텍스트를 화면 중앙으로 배치하였다. 왜냐하면 시선 패턴 검출 결과로부터 사용자가 텍스트를 이용하여 탐색하는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 실험

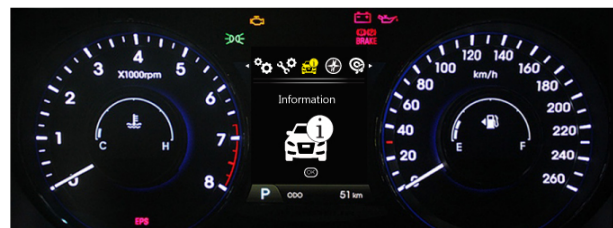


Figure 13. Basic Design of Instrument Cluster IVIS using icon type

프로토타입에서 텍스트가 화면 하단에 있었던 타입의 경우 텍스트가 탐색에 잘 이용되지 않았기 때문이다. 이와 같은 방안에 의하여 디자인된 Instrument Cluster IVIS는 다음 Figure 13과 같다.

5. Conclusion

차량 내 정보시스템(IVIS)의 도입은 차량 내 각종 안전 및 편의 기능을 통합하여 운전자에게 편리함과 만족감을 준다. 특히 Instrument Cluster를 이용한 IVIS는 운전 중 운전자의 전방 시야 분산을 최소화하고, 스티어링휠에서 손을 놓지 않은 채로 조작할 수 있어 주행 중 조작이 필요한 기능을 통합하는데 효과적일 것이다. 그러나 주행 중에 또 다른 시각적인 정보 처리를 요구하는 메뉴를 조작하는 행위는 안전에 위협을 줄 수 있다.

따라서 본 연구에서는 집중할 수 없는 상황을 가정하여 가장 효율적으로 정보를 탐색할 수 있는 메뉴 방식을 찾기 위한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 기존의 Instrument Cluster에서 제공되는 메뉴 방식과 휴대폰을 검토하여 제안된 네 가지 메뉴 방식의 효율성을 비교 평가하였다.

이 과정에서 시선 추적 장비를 활용하여 주행 중 메뉴 탐색 과정에서의 사용자의 시각 패턴을 분석하였고, 메뉴 탐색에서의 수행도와 선호도 평가를 통하여 가장 효율적인 메뉴 방식을 도출하였다.

시선 패턴을 분석한 결과로 부터 피실험자들은 IVIS 화면의 증상단을 응시하는 경향이 있는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과에 따라 IVIS 인터페이스를 디자인할 때에는 화면의 증상단에 사용자에게 필요한 정보를 제공하는 방향이 바람직할 것이다.

각 메뉴 구조의 수행도와 선호도 평가 결과는 앞뒤 메뉴가 2개씩 주어지며, 메뉴의 유목(category)이 보여지는 아이콘 방식이 가장 좋은 수행도와 선호도를 보였다. 또한 한 화면에 5개의 메뉴가 보여져 유목이 드러나는 리스트 방식 또한 아이콘 방식에 이어 좋은 수행도와 선호도를 나타냈다. 이러한 단서와 분류의 정보는 피실험자가 지정된 메뉴로 가기까지의 시간을 단축시키고, 지나쳤을 때 곧바로 되돌아갈 수 있게 도와주었던 것으로 보인다. 실험 결과는 메뉴 탐색 시 단서 제공의 필요성을 보여주고 있으며, 현재 메뉴의 위치를 알려주는 것만으로도 사용자에게는 효율적인 탐색의 단서가 됨을 알 수 있었다.

마지막으로 본 연구에서는 실험 연구를 통하여 가장 효율적인 메뉴 방식으로 도출된 아이콘 방식을 적용한 Instrument Cluster IVIS의 기본 디자인 안을 제시하였다.

본 연구는 현재 국내에서는 연구 및 개발이 미비한 Instrument Cluster를 이용한 IVIS를 연구대상으로 하여, 실제 인터페이스 디자인에 적용할 수 있는 메뉴 방식을 실험 연구를 통하여 제시하였다. 하지만 실제 주행 환경에서 연구된 것이 아니라는 한계점을 갖는데, 이러한 부분에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이다.

또한 화면 인터페이스는 조작도구에 따라 그 디자인이 달라질 수 있기 때문에, 실제 차량에 적용되는 컨트롤러와 연계한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

References

- Cha, Doowon and Park, Peom, Development human factors evaluation system for car navigation system, *IE-Interfaces*, 12(2), 294-304, 1999.
- Choi, Hyang, Search for the efficient hierarchical data structure in the small screen, Master's thesis of Yeonsei Univ., 2005.
- Hong, Seungpyo, Kim, Seongmin, Park, Sungjoon and Jung, Euseung, A Study on Designing of a Menu Structure for the Instrument Cluster IVIS using Taguchi Method, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 20(1), 39-46, 2010.
- Hughes, P.K. and Cole, B.L., Search and Attention Conspicuity of Road Traffic Control Devices, *Australian Road Research*, 14(1), 1-9, 1984.
- Johanson, H. and Walter, Katarina., In-Vehicle Screen Density: Driver Distraction and User Preference for Low vs. High Screen Density in Integrated Displays, master thesis in Cognitive Science, Department of Computer and Information Science, Linköpings universitet, Sweden, 2005.
- Kang, Byeongki, et al., Visual Patterns and Performance Evaluation in the Scrolling Design of a Mobile Information Device, *Journal of Korean Society of Design Science*, 23(3), 261-271, 2010.
- Kang, Seon-Mo, Paik, Seung-Youl and Park, Peom, A Study of Automotive IP Design based on the Driver's Cognitive Characteristics, *Korean Journal of The Science of Emotion & Sensibility*, 1(2), 81-91, 1998.
- McKnight, A.J. and Adams, B.B., Driver education task analysis. Volume I & II: Task descriptions. Alexandria, VA: Human Resources Research Organization, Final Report, Contract No FH 11-7336, 1970.
- Oh, Young-Jae and Lee, Hyun-Ju, A study of the effect on the usability for mobile phone main menu navigation, *Proceeding of 2007 HCI annual conference*, 1407-1412, 2007.
- Park, Jung-Chul, A User-driven Visual Occlusion Method for Measuring the Visual Demand of In-Vehicle Information Systems (IVIS), *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28(3), 49-54, 2009.
- Sumie, M., Li, C. and Green, P., Usability of Menu-based Interface for Motor Vehicle Secondary Functions, Technical Report UMTRI-97-19. University of Michigan, 1998.
- Ross, T.B., Evaluating the Human-Machine Interface to Vehicle Navigation Systems as an Example of Ubiquitous Computing, *Int. J. Human-Computer Studies*, 55, 661-674, 2001.

- Wickens, C.D. and Hollands, J.G., Engineering Psychology and Human Performance, Lighting Source Inc, 2006.
- Wierwille, W.W., Hulse, T.C., Fischer, T.C. and Dingus, T.A., Strategic use of visual resources by the driver while navigating with an in-car navigation display system, Publication P-211, Society for Automotive Engineers, Warrendale, Pa., 1988.
- Wierwille, W.W. and Tijaerina, L., An analysis of driving accident narratives as a means of determining problems caused by in-vehicle visual allocation and visual workload. In A.G. Gale et al.(Eds). Vision in Vehicles V. Amsterdam: North-Holland, 1996.
- Zwahlen, H.T. and Schnell, T., Visual detection and recognition of fluorescent color targets versus nonfluorescent color targets as a function of peripheral viewing angle and target size, Transportation Research Record, 1605, 28-40, 1998.

Kwang Tae Jung: ktjung@kut.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, KAIST
Position title: Professor, Department of Industrial Design Engineering, Korea University of Technology and Education
Areas of interest: Ergonomic Design, UX design, Sensibility

Dhong Ha Lee: dhonghal@suwon.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, KAIST
Position title: Professor, Department of Industrial Engineering, the University of Suwon
Areas of interest: Human Factors in Nuclear Power Plant, Risk Management, HCI

Date Received : 2012-11-16

Date Revised : 2013-03-11

Date Accepted : 2013-03-15

Author listings

Hye Sun Kim: voyager1984@naver.com

Highest degree: MS, Department of Industrial Design Engineering, KUT

Position title: Researcher, U2 System

Areas of interest: Industrial Design, UX design