Title

Ergonomic design of the gauge cluster display for commercial trucks

ABSTRACT

Objective : The purpose of this study is to determine the priority of information presentation and the effective menu type to be placed in the center of a gauge cluster display for commercial trucks and to present a set of ergonomic designs for the gauge cluster display.

Background : An effective ergonomics design is specifically needed for the development of the gauge cluster display for the commercial truck because the information to be delivered to truck drivers is much heavier and more diverse when compared to the information to passenger car drivers.

Method : First, all the information that must be shown on the commercial truck display was collected. Then, the severity, the frequency of use, and the display design parameters were evaluated for those information by commercial truck drivers. Next, an analysis on the information attributes and the heuristic evaluation utilizing the display design principles were carried out. According to the results, a design alternative of the main screen to be displayed was constructed by priority. A comparative analysis between the alternative and existing main screens was also conducted to see the efficacy of the designs. Lastly, we conducted an experiment for the selection of menu type. The experiment was conducted using the driving simulator with an eye-tracking device. The independent variables were four types of the menu reflecting the commercial truck characteristics such as grid type, icon type, list type, and flow type. We measured the preference, the total execution time, the total duration of the fixation on the gauge cluster area, and the total number of the fixation on the gauge cluster area as dependent variables.

Results : Four types of driver convenience information and six types of driver assistance information were selected as the information to be placed primarily on the main screen of the gauge cluster. The Grid type was the most effective among the menu types.

Conclusion : In this study, the information that appears on the main screen of the display, the division of the display and the design of the menu type for commercial truck drivers were suggested.

Application : This study is expected to be utilized as guidelines on the ergonomic design of a gauge cluster display for the commercial truck.

Keywords : Commercial truck, Gauge cluster display, Human Machine Interface, Menu type

1. Introduction

자동차 내의 디스플레이들은 운전자에게 주행 및 차량상태 등과 관련된 다양한 정보를 효과적으로 전달하기 위해 필요하며, 이러한 디스플레이들은 차량 HMI(Human Machine Interface)의 핵심적 요소라 할 수 있다(Frost & Sullivan, 2006). 자동차 내의 디스플레이들은 게이지클러스터, 센터페시아 상의 Multi-Function 디스플레이, 전면 유리에 제공되는 Head-Up 디스플레이 등 다양한 위치에서 정보를 제공하고 있다. 그 중에서도 운전을 하면서 가장 많은 정보를 받아들이는 주요 제공원은 게이지클러스터이다(Nam et al., 2007).

이러한 자동차 클러스터에 대한 인간공학적 연구는 게이지 클러스터의 모양, 게이지의 수, 게이지의 색상 등에 대한 감성공학적 연구가 많이 수행되어 왔으며(Tanoue et al., 1997; Jung et al., 2010), 최근에는 차량 내 정보들이 증가하면서 더 많은 정보를 표시하기 위하여 게이지클러스터 내에 액정 디스플레이를 사용한 가변 디스플레이가 도입되고 있으며 이에 대한 연구가 수행되고 있다. 게이지클러스터 내의 디스플레이에 대한 연구는 디스플레이 관련 메뉴 설계(Hong et al., 2010) 및 디스플레이의 시각적 복잡도(Yoon et al., 2015)에 대한 연구 등 다양한 관점에서 진행되어 왔으나 이들은 대부분 승용차의 게이지클러스터를 대상으로 연구가 진행되어 왔다.

그러나 최근에는 승용차 보다 더 많은 정보가 필요한 상용 트럭에서도 게이지클러스터의 디스플레이에 대한 중요성이 증대되고 있으며 경쟁 또한 심화되고 있다. 기존의 승용차 디스플레이에 대한 연구는 정보의 특성이 다른 상용 트럭에 반영하기에는 부족한 점이 있다. Figure 1 는 상용 트럭 게이지클러스터에 표시되는 정보들을 보여주고 있다. 디스플레이의 첫 화면에 표시되는 정보들은 정보의 종류, 배치 등에 있어서 공통된 기준이 없고 인간공학적 설계가 미흡한 수준으로, 상용 트럭에서 운전자 중심의 인간공학적 게이지클러스터 디스플레이 설계가 필요한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 상용 트럭의 게이지클러스터 내의 가변 디스플레이의 인간공학적 설계를 위해 디스플레이 첫 화면에 우선적으로 배치되어야 할 정보들을 파악하고 운전자 중심의 디스플레이 주요 설계변수를 파악하여 인간공학적인 게이지클러스터 디스플레이의 설계 안을 제시하고자 하였다.

Figure 1. Current gauge cluster displays of commercial trucks

2. Method

본 연구는 다음과 같이 진행되었다. 우선 기존 상용 트럭의 게이지클러스터 디스플레이에 표시되고 있는 정보들을 수집하고, 트럭 운전자들을 대상으로 설문을 통해 정보의 사용빈도, 중요도, 디스플레이 중요 설계 변수들을 선정하였다. 정보들의 속성분석과 인간공학 가이드라인 분석을 통해 게이지클러스터 디스플레이의 첫 화면에 우선적으로 제시되어야 할 정보들을 선정하였다. 선정된 정보들의 대안과 기존 상용 트럭 정보들과의 비교를 통해 선호도가 가장 높은 대안을 선정하였으며, 마지막으로 실험을 통해 디스플레이의 중요 변수로 선정된 디스플레이 분할과 메뉴 타입에 대해 인간공학적 설계 안을 제시하였다.

2.1 Information presented on the gauge cluster display of commercial trucks

국내외 상용 트럭들에 대한 조사와 게이지클러스터 디스플레이 관련 동영상 및 사진 조사를 통해 사용 트럭 게이지클러스터 디스플레이에 표시되는 정보들을 수집하였으며, 트럭 운전자 5명을 대상으로 검증하여 게이지클러스터 디스플레이에 나타나는 정보들이 Table 1과 같이 조사되었다. 검증에 참여한 트럭 운전자들은 운전경력이 평균 12년(SD = 3.2) 이상이었다. 본 연구에서는 현재 상용 트럭의 게이지 클러스터 영역에 공통적으로 표시되고 있는 엔진회전계, 속도계, 연료계, 냉각수 수온계와 LDWS(차선 이탈 감지 시스템), TBT(Turn by Turn)과 같이 특정 차량에 옵션으로 제공하는 기능들은 제외하였다.

Table 1. Information of commercial truck

Information	Function

Average fuel consumption	Indication of the fuel consumption as the amount of the consumption up to now for a distance
Instantaneous fuel consumption	Indication of the average of the fuel efficiency driving over a certain speed after start-up
Average velocity	Indication of the average speed of the current point in time
Driving time	Indication of the driving time of the current time
Fuel level (Travel distance)	Indication of the remaining amount of fuel and the travel distance
Total mileage	Indication of the total driving distance to date
Transmission	Indication of the transmission when the gear lever is changed
Outside temperature	Indication of the temperature outside of the Commercial truck
Clock	Indication of the current time
Total idle time	Indication of the total idle time of the Commercial truck
Urea gauge	Indication of the urea gauge
Oil pressure gauge	Indication of the engine oil pressure gauge
Brake pressure gauge	Indication of the air pressure gauge in the brake system
Voltage gauge	Indication of the voltage gauge in the electrical charging circuit system
Tire pressure gauge	Indication of the tire pressure and temperature
ECAS axle load	Indication of the total weight for all wheels connected to a given axle
Front/Rear brake wear condition	Indication of the front and rear brake wear condition
Fault Diagnosis - Engine	Indication of the fault diagnosis for the engine
Fault Diagnosis - AMT/ATM	Indication of the fault diagnosis for the

	AMT/ATM
Fault Diagnosis – EBS	Indication of the fault diagnosis for the EBS
Fault Diagnosis - CMK/IMMO	Indication of the fault diagnosis for the CMK/IMMO
Fault Diagnosis - E-APU	Indication of the fault diagnosis for the E-APU
Fault Diagnosis – CM	Indication of the fault diagnosis for the CM
Fault Diagnosis – Smart Junction Box	Indication of the fault diagnosis for the smart junction box
Fault Diagnosis – CLUSTER	Indication of the fault diagnosis for the CLUSTER
Fault Diagnosis – RETARDER	Indication of the fault diagnosis for the RETARDER

2.2 Truck driver survey

2.2.1 Evaluation for the frequency and the importance of the information

트럭 운전자들을 대상으로 설문조사를 통하여 Table 1에 제시된 정보들에 대한 사용빈도와 중요도를 평가하였다. 설문에 참여한 트럭 운전자들은 총 20명이며 평균 나이는 43.7(SD = 6.1)세, 평균 운전 경력은 15(SD = 7.4)년 이었다. 사용빈도와 중요도는 9점 척도 리커트 스케일로 평가하였다. 평가된 사용빈도와 중요도에 대한 ANOVA 결과 유의수준 0.05에서 각각 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(각각 $p<0.000$, $p<0.000$). 정보 사용빈도에 대한 S-N-K(Student Newman Keuls) 사후분석 결과, 7점 이상과 5~7점, 5점 이하의 세 그룹으로 나뉘었으며 각각을 '상', '중', '하'로 분류하였다. 정보의 중요도에 대한 S-N-K 사후 분석 결과 역시 7점 이상과 5~7점, 5점 이하의 세 그룹으로 나뉘어 각각을 '상', '중', '하'로 분류하였다.
Figure 2와 같이 사용빈도에서는 차량의 축/하중, 주행가능거리, 평균연비, 변속기 단수표시, 순간연비인 총 5개의 정보가 수준 상, 차량 상태 관련 게이지 정보 4개가 수준 중, 나머지 9개 정보가 수준 하로 분류되었다.

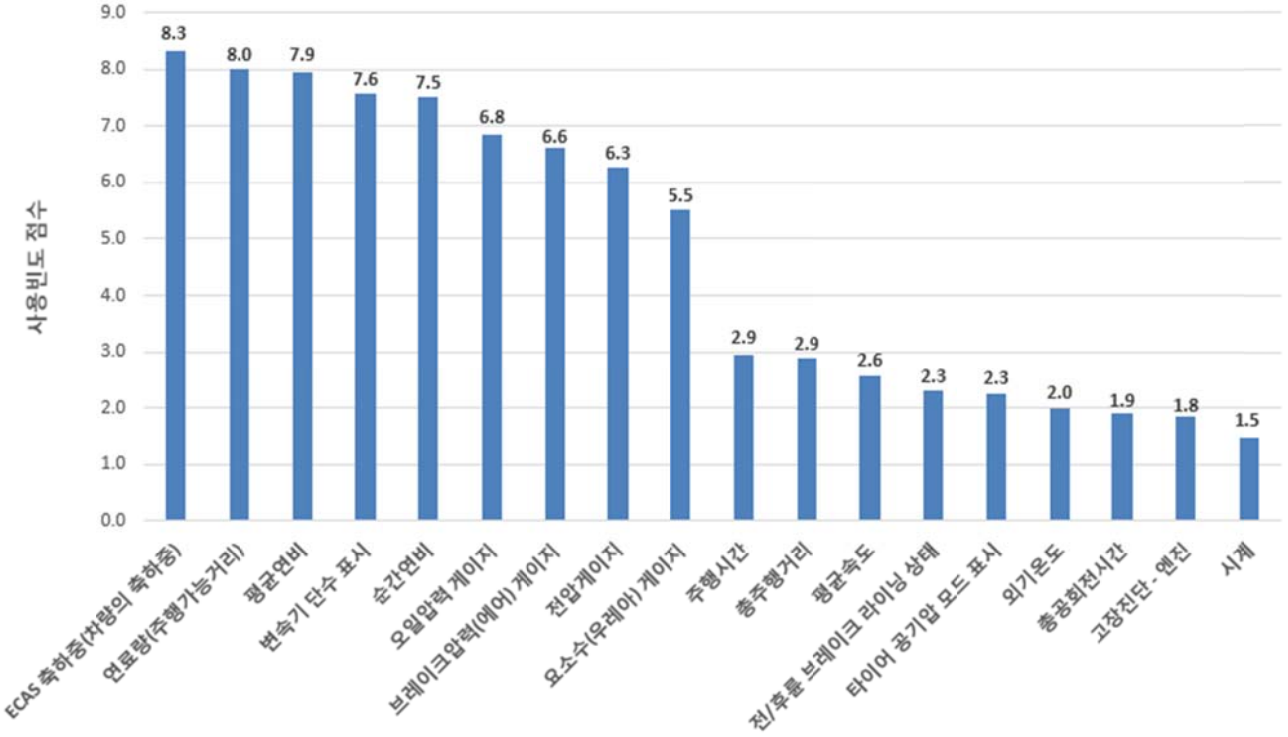

Figure 2. Frequency of use

Figure 3과 같이 중요도에서는 11개의 정보가 수준 상, 총 주행거리 1개의 정보가 수준 중, 나머지 6개의 정보가 수준 하로 분류되었다.

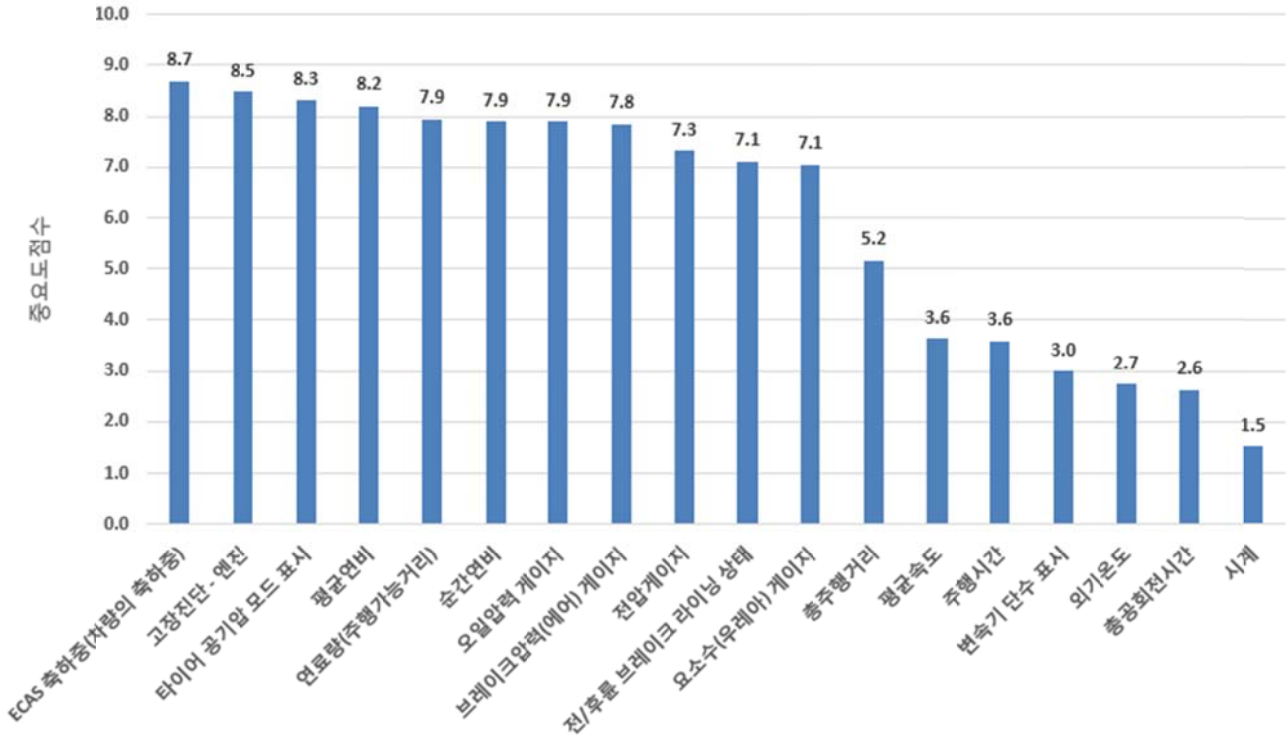

Figure 3. Importance

2.2.2 Variables selection related to the display design

문헌연구 및 FGI(Focus Group Interview)를 통하여 게이지클러스터 디스플레이의 인간공학적 설계 시 관련된 변수들을 Table 2와 같이 선정하였다.

Table 2. Design variables related to the gauge cluster display

	Design Variables	Definition
Display-related design Variables	Color	Truer colors for the display
	Size	Font size for the display
	Font	Font for the display
	Ways of Information presenting	Level of expression according to the information
	Menu level	Level of menu according to the information
	Menu type	Level of menu type according to the information of the next depth
	Division	Visually presented divided area by lines
	Display location	Location of the display

Table 2의 선정된 설계 변수들에 대해 중요도 평가 설문을 실시하였다. 설문에 참여한 운전자들은 총 19명으로 평균 나이는 45.7(SD = 8.1)세, 평균 운전 경력은 17(SD = 10.0)년 이었다. 평가는 국내외 상용 트럭 9대 차종의 게이지클러스터 사진 및 동영상을 보고 설계변수들의 중요도를 9점 척도로 평가하였다. 분석 결과 중요도가 가장 높은 그룹으로 분류된 분할(7점)과 메뉴 타입(7점)을 본 연구의 대상으로 선정하였다.

2.3 Information attribute analysis

상용 트럭 게이지클러스터 디스플레이에 표시되는 정보들 중 첫 화면에 우선적으로 배치되어야 할 정보들을 선정하기 위해 각 정보들의 속성을 Table 3과 같이 정성적, 정량적, Dynamic, Static, 정보의 변화량(시간)을 사용하였으며 앞서 2.2.1절에서 운전자 설문을 통해 도출된 사용빈도, 중요도를 포함하여 Table 4와 같이 분석하였다.

Table 3. Information attributes

Attribute	Definition
Qualitative	Information to read information and status changes
Quantitative	Information to read the exact value
Dynamic	Information of the status change in real-time
Static	Information in a fixed state

changing information	Immediately changing information after operation : High Changing information during running period of time : Medium Information indicating the special situation : Low
Frequency of use	Frequency level of using information while driving / not-driving
Importance	Level of importance of the information
Submitting time	Time when the information is submitted

Table 4. Analysis of information attributes

	Qualitative	Quantitative	Dynamic	Static	changing information	Frequency of use	Importance	Submitting time
Average fuel consumption		O		O	M	H	H	Driving
Instantaneous fuel consumption	O	O	O		M	H	H	Driving
Average velocity		O		O	M	L	L	Driving
Driving time		O		O	M	L	L	Driving
Fuel level (Travel distance)		O		O	M	H	H	Driving
Total mileage		O		O	M	L	M	Driving
Transmission	O			O	H	H	L	Driving
Total idle time		O		O	M	L	L	Driving
Outside temperature		O		O	M	L	L	Driving
Clock		O		O	M	L	L	Driving
Urea gauge	O	O	O		M	M	H	Driving + Specific time
Oil pressure gauge	O	O	O		M	M	H	Driving + Specific time
Brake pressure gauge	O	O	O		M	M	H	Driving + Specific time
Voltage gauge	O	O	O		M	M	H	Driving + Specific time
Tire pressure gauge	O	O	O		M	L	H	Specific time
ECAS axle load		O		O	M	H	H	Driving + Specific time
Front/Rear brake wear condition	O	O	O		M	L	H	Specific time
Fault Diagnosis - Engine	O			O	L	L	H	Specific time
Fault Diagnosis - AMT/ATM	O			O	L	L	H	Specific time
Fault Diagnosis – EBS	O			O	L	L	H	Specific time
Fault Diagnosis - CMK/IMMO	O			O	L	L	H	Specific time
Fault Diagnosis - E-APU	O			O	L	L	H	Specific time
Fault Diagnosis – CM	O			O	L	L	H	Specific time
Fault Diagnosis – Smart Junction Box	O			O	L	L	H	Specific time
Fault Diagnosis – CLUSTER	O			O	L	L	H	Specific time
Fault Diagnosis – RETARDER	O			O	L	L	H	Specific time

2.4 Information selection

트럭 게이지클러스터 디스플레이의 첫 화면에 우선적으로 배치해야 되는 정보들을 속성 분석과 인간공학적 가이드라인을 기준으로 선정하였다. 빠르게 변화하는 정보는 지속적으로 표시해야 한다는 NUREG-0700의 정보표시 원칙들 중 빠르게 변하는 정보의 가이드라인(Freezing Rapidly Changing Information)에 따라 정보의 변화량(시간) 수준이 상에 속하는 변속기 단수 정보를 선정하였다(Green et al., 1993; USNRC, 2002). 특정 상황에 제시되는 정보들은 운전자의 경험이 적어 장기기억에서 적절한 규칙을 인출하여 행동하기 때문에 정보의 의미를 즉각적으로 이해하는데 어려움을 겪게 된다(Rasmussen, 1983). 따라서 특정 상황에 제시되는 정보인 고장진단 정보, 타이어 공기압 모드 표시, 전/후륜 브레이크 라이닝 상태의 정보는 첫 화면에 우선적으로 배치해야 되는 정보에서 제외하였다. 정보의 사용빈도, 중요도가 공통으로 수준이 하인 정보들은 제외하였다. 따라서 Table 5와 같이 10개의 정보들이 첫 화면에 배치해야 되는 정보들로 선정하였다.

Table 5. Selected information for the main display

Average fuel consumption
Instantaneous fuel consumption
Fuel level (Travel distance)
Total mileage
Transmission
Urea gauge
Oil pressure gauge
Brake pressure gauge
Voltage gauge
Axle load gauge

2.5 Comparative experiment

상용 트럭 게이지클러스터 디스플레이의 첫 화면의 설계안을 선정하기 위해 앞에서 선정된 10개의 정보들을 모두 첫 화면에 제시하는 안 A와 사용빈도와 중요도가 모두 상인 정보 4개와 변속기 단수의 총 5개 정보만을 첫 화면에 제시하는 안 B를 기존 상용 트럭 첫 화면에 표시되는 정보들과의 비교 평가를 실시하여 상용차 운전자들에게 필요한 정보를 표시하는 디스플레이 대안을 선정하였다.

비교 평가에 사용된 4가지 대안들에 각각 포함되는 정보들은 대안 A Table 5, 대안 B Table 6, 대안 C Table 7, 대안 D Table 8과 같다. 대안 C와 대안 D는 기존에 판매되고 있는 상용트럭의 디스플레이와 같다. 4개의 대안에 대하여 상용 트럭 운전자들에 대한 조사를 통하여 게이지클러스터 첫 화면에 표시되기를 희망하는 정보들에 대한 선호도를 9점 척도로 평가하였다. 조사에 참가한 트럭 운전사는 총 20명이었으며 평균 나이는 44.2(SD = 6.9)세, 평균 운전 경력은 14.1(SD = 7.5)년 이었다. 기존 상용 트럭을 포함하여 첫 화면에 제시되는 정보들에 대한 운전자들의 선호도 조사는 다년간 트럭을 운전한 경험을 토대로 정보 우선순위에 대한 사용자의 요구가 반영되었다고 판단된다.

Table 6. Alternative B

Average fuel consumption
Instantaneous fuel consumption
Fuel level (Travel distance)
Transmission
Axle load gauge

Table 7. Company C

Average fuel consumption
Instantaneous fuel consumption
Total idle time
Fuel level (Travel distance)
Outside temperature
Clock
Transmission

Table 8. Company D

Instantaneous fuel consumption
ECO function
Cruise function
Transmission
Clock

Urea gauge
Oil pressure gauge
Brake pressure gauge

게이지클러스터 디스플레이 첫 화면에 표시되는 정보들의 선호도에 대한 ANOVA 결과는 Table 9와 같았다. 대안들에 대한 선호도는 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 정보의 S-N-K 사후분석 결과는 Figure 4와 같다. 대안A와 대안D는 다른 그룹으로 나타났으며 대안C와 대안B는 동일한 그룹으로 나타났다. 각 대안들에 대한 선호도의 평균 비교 결과 대안A가 상용차 운전자들에게 필요한 정보를 표시하는 디스플레이 대안으로 선정되었다.

Table 9. ANOVA result of preference

Source of Variation	DF	SS	MS	F	p-value
Alternative	3	270.050	90.071	104.447	0.000*
Error	76	65.500	0.862		
Total	79	335.550			

*: significant at α=0.05 level

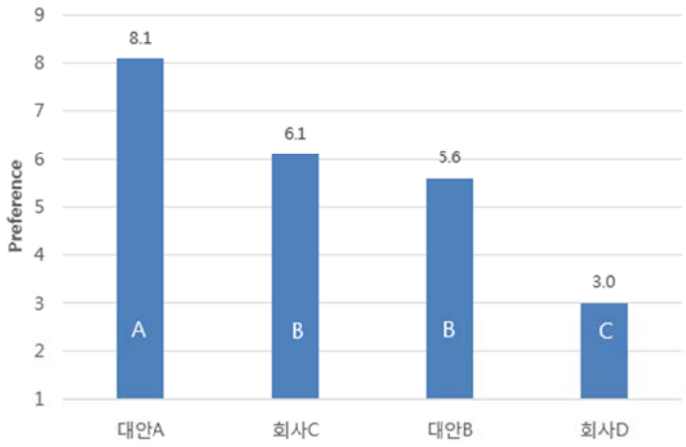

Figure 4. The results of S-N-K post hoc analysis

3. Display design

디스플레이 중요 설계 변수 선정 실험을 통해 선정된 분할과 메뉴 타입에 대한 설계안을 제시하였다. 본 연구는 게이지클러스터 내의 가변 디스플레이만을 대상으로 하므로 트럭 게이지클러스터에서 공통적으로 표시되는 엔진 회전계, 속도계, 연료계, 냉각수 수온계는 동일하게 하였으며, 디스플레이의 크기는 실제 상용 트럭에 적용되고 있는 크기인 177.8mm(가로) x 113.0mm(세로)를 기준으로 하였다. 또한 디자인적 요소들은 최대한 배제하였다.

3.1 Division

디스플레이의 분할은 첫 화면에 표시되는 정보의 영역 구분을 의미하며, 이는 기존의 모든 대형 트럭에 적요되는 것으로 분할이 있는 것을 선호하는 것으로 나타났다. 본 실험에서는 정보의 선호도 평가에서 선정된 대안 A의 정보를 디스플레이에 효과적으로 표시하기 위해 Neal et al.(1999)가 제시한 정보의 그룹핑 방법을 적용하였다. 아래의 Table 10은 정보를 그룹핑한 내용을 보여주고 있다. 그룹핑된 정보들을 디스플레이에 표현하기 위해 근접 배치하여 분할하였다. 가독성을 보장하기 위해 글자 크기 7mm, 줄 간격 5mm로 정하였다(Green et al., 1993). 정보의 정성적, 정량적, Dynamic, Static의 특성을 고려하여 디스플레이에 표현하였다. Static 하면서 정량적인 정보들은 정확한 수치를 제시하였으며 Dynamic하며 정량, 정성적 정보를 모두 표현하고 있는 정보들은 막대형 바, 정확한 수치로 운전자가 정보를 쉽게 인지할 수 있도록 Figure 5와 같이 설계하였다.

Table 10. Information grouping

Driver Convenience Information	Trip Computer Information	Average fuel consumption
		Instantaneous fuel consumption
		Fuel level (Travel distance)
		Total idle time
Driver Assistance Information	Operation Assistance Information	Transmission
	Gauge Information	Urea gauge
		Oil pressure gauge
		Brake pressure gauge
		Voltage gauge
	ECAS Information	Indication of the axle load

Figure 5. Display design

3.2 Menu type

3.2.1 Experimental design

디스플레이 조작을 위한 메뉴 타입의 선정을 위하여 기존 모바일 폰의 메뉴 방식(OH and Lee, 2007)과 기존 IVIS의 메뉴 방식(Kim et al., 2013) 및 기존 트럭 디스플레이에서 사용되는 메뉴 방식을 적용하여 Figure 6과 같이 4가지의 메뉴 타입을 비교실험 대상으로 선정하였다.

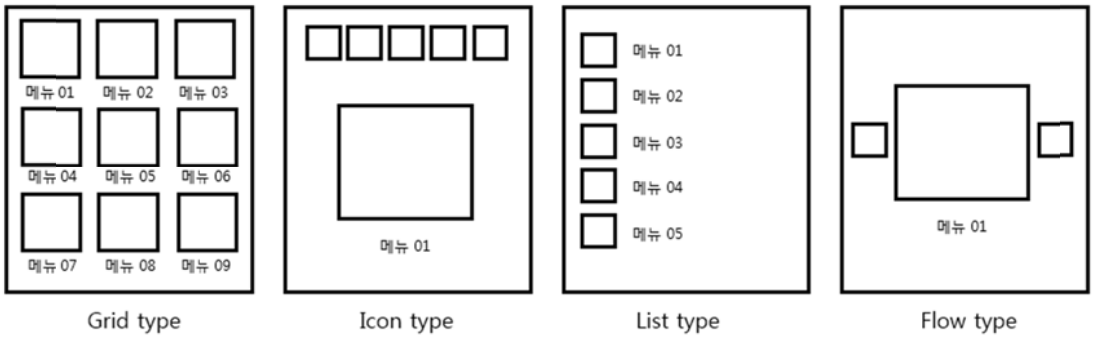

Figure 6. Menu type level

선정된 각 메뉴 타입은 전체 화면에 모든 메뉴의 단서가 제공되는 Grid type, 상단에 메뉴의 단서가 제공되는 Icon type, 하향 방식으로 제공되는 List type, 전후 메뉴의 단서가 제공되는 Flow type으로 Figure 7와 같다.

Figure 7. Menu type

선정된 대안들의 평가를 위해 주관적 선호도와 Performance time, Total duration of the fixation, Total number of the fixation을 평가하기 위한 실험을 실시하였다. 주관적 선호도는 실험 후 설문조사를 통하여 평가하였으며 Performance time, 게이지클러스터 영역의 Total duration of the fixation, Total number of the fixation은 eye 카메라를 사용하여 측정하였다. 선정된 독립변수와 종속변수는 아래의 Table 11과 같다.

Table 11. Experimental variables

Type	Variables	
Independent variable	Type of menu	Grid type
		Icon type
		List type
		Flow type
Dependent variable	Subjective measure	Preference (score)
	Objective measure	Performance time (sec)
		Total duration of the fixation (sec)
		Total number of the fixation (number)

실험 참가자는 총 15명으로 평균나이 43.5(SD = 5.3)세, 평균 운전 경력은 10.9(SD = 4.5)년이었다. 실험환경은 Figure 8과 같이 LCD 모니터를 사용하여 Adobe Flash CS6으로 메뉴화면을 제작하였다. Logitech사의 G27 컨트롤러와 메뉴 타입 전환을 조작하기 위한 컨트롤러를 사용하여 유로트럭 시뮬레이션 주행을 수행하면서 실험을 수행하였다.

Figure 8. Experimental environment

Eye 카메라는 Ergoneers Gmbh사의 Dikablis eye tracker, 시선을 분석하기 위해 Marker Detector 2.1, D-Lab 2.1 소프트웨어를 사용하였다. 실험자의 운전 자세와 eye tracking 착용에 따른 불편도를 최소화 위해 충분한 착석 시간 및 착용 시간을 제공하였으며, 실험 진행에 앞서 eye tracking의 예비 테스트를 통하여 Calibration을 수행하였다.
실험의 학습효과를 줄이기 위해 충분한 유로트럭 시뮬레이션 조작 연습시간을 제공하였으며 Within Subject Design으로 실험 순서를 Random하게 구성하여 실험하였다. 주행 시뮬레이션 조작을 하면서 고장 신호를 확인 후 고장 진단을 확인하는 태스크를 수행하도록 하였다. 주행 도중 게이지클러스터에 고장 신호가 나타나 피실험자는 고장 신호를 확인하면서 실험 측정이 시작되며 메뉴를 조작하여 고장진단 정보를 확인하는 마지막 태스크로 실험을 측정하였다.

3.2.2 Result

수행시간에 대한 ANOVA 결과는 Table 12와 같다. 유의수준 0.05에서 메뉴타입 간에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 12. ANOVA results of Performance time (unit : sec)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	p-value
Menu type	3	181.199	60.400	1.567	0.208
Error	56	2158.777	38.550		
Total	59	2339.975			

*: significant at α=0.05 level

Total duration of the fixation의 평균시간은 Figure 9와 같이 Grid, List, Flow, Icon type의 순서로 나타났다. Total duration of the fixation에 대한 ANOVA 결과는 Table 13과 같이 유의수준 0.05에

서 통계적으로 유의하였으며, S-N-K 사후분석 결과는 Grid와 List, Flow, Icon type이 다른 그룹으로 분류되었다.

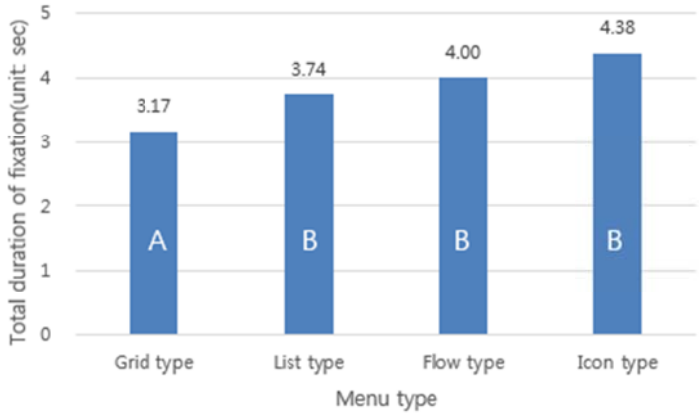

Figure 9. Post hoc analysis results of total duration of the fixation

Table 13. ANOVA results of total duration of the fixation (unit: sec)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	p-value
Menu type	3	11.581	3.860	5.137	0.003*
Error	56	42.080	0.751		
Total	59	53.661			

*: significant at α=0.05 level

Total number of fixation의 결과는 Figure 10과 같이 Grid, List, Flow, Icon type의 순서로 나타났다. Total number of fixation의 ANOVA 결과는 Table 14와 같이 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의하였다. S-N-K 사후분석 결과는 Grid와 List, Flow, Icon type이 다른 그룹으로 분류되었다.

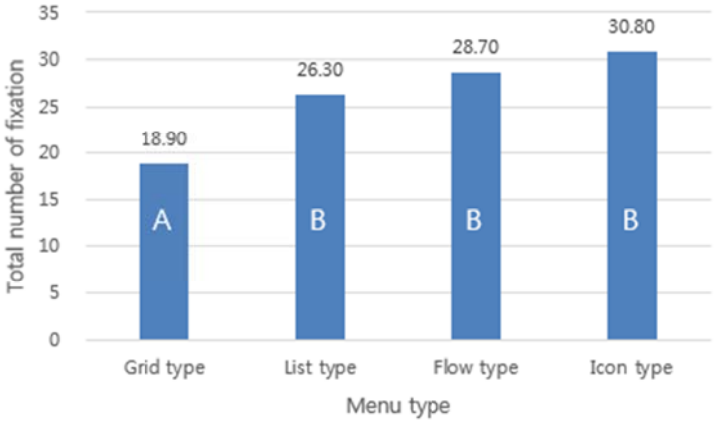

Figure 10. Post hoc analysis results of total number of the fixation

Table 14. ANOVA results of total number of the fixation (unit: number)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	p-value
Menu type	3	1200.983	400.328	9.613	0.000*
Error	56	2332.000	41.643		
Total	59	3532.983			

*: significant at α=0.05 level

Preference의 결과는 Figure 11과 같이 Grid, List, Icon, Flow type의 순서로 나타났다. ANOVA 분석 결과는 Table 15와 같이 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의하였다. S-N-K 사후분석 결과는 Grid A그룹, List B그룹, Icon, Flow가 동일 C그룹으로 분류되었다.

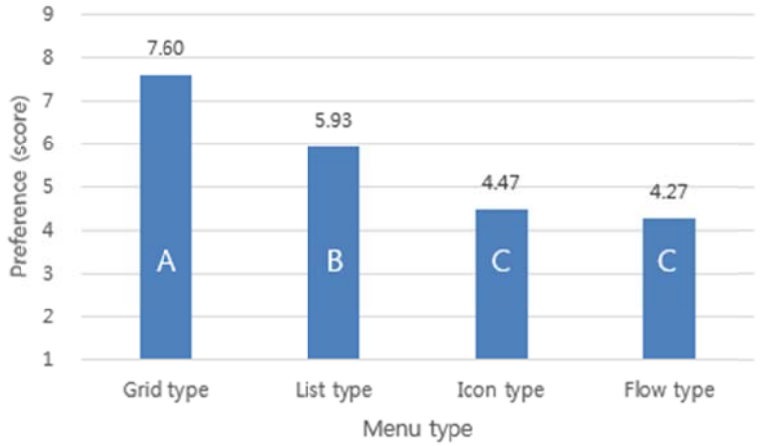

Figure 11. Post hoc analysis results of preference

Table 15. ANOVA results of subjective preference (unit: score)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	p-value
Menu type	3	107.533	35.844	48.721	0.000*
Error	56	41.200	0.736		
Total	59	148.733			

*: significant at α=0.05 level

4. Discussion and Conclusion

차량 내 게이지클러스터가 Analog 디스플레이에서 점차적으로 Digital 디스플레이 형태로 변화하고 정보의 양이 증가함에 따라 운전자의 Workload 증가 및 주의력 감소의 문제를 해결할 수 있는 환경이 필요하다. 승용차 보다 더 많은 정보의 양을 갖고 있는 상용 트럭의 게이지클러스터 디스플레이에서 상용 트럭 운전자에게 효율적으로 정보를 전달하기 위한 디스플레이의 설계가 필요한 상황이다.

상용 트럭 게이지클러스터 디스플레이에 우선적으로 배치되어야 하는 선호도가 높은 정보 대안

A를 도출하였다. 이러한 결과는 기존 게이지클러스터 디스플레이의 정보는 Driver convenience information 정보들로 구성 되었던 반면에 Driver assistance information의 정보들인 게이지 정보 및 차량의 축/하중 정보를 메인 정보에 표시해주는 것으로써 차량의 상태관련 표시에 대한 정보를 첫 화면에 제시하여 운전자가 빠르게 탐지 하고 현 상태를 쉽게 파악 하는 것을 선호한다는 의미이다.

디스플레이의 다양한 설계 변수 중 분할은 인간공학적 가이드라인을 통해 제시하였고 메뉴 타입에 대해서 4가지 수준의 타입을 주행 시뮬레이션을 통해 선호도, 총 수행시간, 게이지클러스터 영역의 Total duration of the fixation, Total number of the fixation 평가를 통하여 인지 부하 및 상용 트럭 운전자의 선호도를 가장 만족시키는 메뉴 타입으로 Grid를 도출하였다. 특히 게이지클러스터 영역의 Total duration of fixation, Total number of fixation, 선호도 에서 유의한 차이가 있었는데 공통적으로 Grid가 다른 세 Type 보다 우수한 것으로 나타났다. 객관적인 지표들을 살펴보면 Total duration of the fixation, Total number of the fixation에서 적은 수행시간과 빈도로서 주행에 더욱더 집중할 수 있다는 것을 의미한다. 즉 운전자가 상용 트럭의 정보를 처리할 때 시선 분산을 최소화하는 Grid를 채택함으로써 운전자의 주의분산을 줄여 줄 수 있을 것으로 보인다. 이는 게이지클러스터 디스플레이에 표시되는 정보의 인지가 용이했고 운전자가 원하는 정보의 접근성이 높았기 때문이다. 또한 주행 중 게이지클러스터 디스플레이에 표시되는 정보의 양이 인간의 단기기억 용량인 7±2 내에서 정보를 제시할수록 인지하기가 용이하기 때문으로 생각된다.

기존 승용차 연구에서는 메뉴 타입 중 Icon이 수행도와 선호도 측면에서 좋은 방식으로 나타났지만(Kim et al., 2013) 본 연구에서는 Grid가 좋은 방식으로 나타났다. 이는 승용차 연구에서 고려하지 않은 메뉴 타입으로, Grid type이 트럭과 관련된 정보를 표시하기에 적절한 것으로 보여진다. 승용차 연구에서 Icon이 가장 좋은 것으로 나타났지만 통계적으로 Icon, List 들이 동일한 그룹으로 나타나 Grid를 제외한 다른 type들은 유사한 경향성이 있는 것으로 보인다. 본 연구 결과를 토대로 상용 트럭 운전자 중심의 디스플레이 첫 화면에 표시되는 정보와 분할 Figure 12, 메뉴 타입 Figure 13의 디자인을 제시하였다.

Figure 12. Division

Figure 13. Grid type

본 연구의 결과로 제시된 디스플레이 설계안은 운전자의 주의분산 시간을 감소시켜 좀더 안전한 운전 상황을 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 승용차보다 더 다양한 정보가 요구되나 차종마다 상이한 상용 트럭 게이지클러스터 디스플레이의 인간공학적 설계를 위한 기본적인 가이드 라인으로 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 추후 보완 연구들을 통해 상용 트럭 게이지클러스터에 제시되는 정보들에 대한 표준화의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

6. Reference

Frost & Sullivan, *HMI for Vehicle Applications – Technology Roadmaps, OEM Strategies, Opportunities and Implications*, M039-01-00-00-00, Mountain View, CA, Frost & Sullivan, 2006.

Green, P., Levison, W., Paelke, G. and Serafin, C., Suggested human factors design guidelines for driver information systems, *The University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI),* 1993.

Hong, S. P., Kim, S. M., Park, S. J. and Jung, E. S., A Study on Designing of a Menu Structure for the Instrument Cluster IVIS using Taguchi Method. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(1), 39-46, 2010. doi:10.5143/JESK.2010.29.1.039

Jung, G., Kim, S. M., Kim, S. Y., Jung, E. S. and Park, S., Effects of design factors of the instrument cluster panel on consumers' affection, *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010,* 3 (pp. 1-4), Hong Kong, 2010.

Kim, H. S., Jung, K. T. and Lee, D. H., A Study on the Menu Type of Instrument Cluster IVIS, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 32(2), 189-198, 2013. doi:10.5143/JESK.2013.32.2.189

Nam, T., Myung, R. and Hong, S. K., The Application of Work Domain Analysis for the Development of Vehicle Control Display, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(4), 127-133, 2007. doi:10.5143/JESK.2007.26.4.127

Neal, V.L., Dingus, T. A., Schroder, A. D., Zellers, S. and Reinach, S., *Development of human factors guidelines for advanced traveler information systems (ATIS) and commercial vehicle operations (CVO): Investigation of user stereotypes and preferences*, U.S. Department of Transportation, McLean, VA, 1999.

Oh, Y. J. and Lee, H. J., A study of the effect on the usability for mobile phone main menu navigation, *Proceeding of HCI annual conference*, 1407-1412, 2007.

Rasmussen, J., Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,* SMC-13(3), 257-266, 1983. doi:10.1109/TSMC.1983.6313160

Tanoue, C., Ishizaka, K. and Nagamachi, M., Kansei Engineering: A study on perception of vehicle interior image, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(2), 115-128, 1997. doi:10.1016/S0169-8141(96)00008-X

USNRC(U.S. Nuclear Regulatory Commission), *Human-System Interface Design Review Guidelines* (NUREG-0700, Rev. 2), USNRC, 2002.

Yoon, S. H., Lim, J. and Ji, Y. G. Assessment model for perceived visual complexity of automotive instrument cluster, *Applied ergonomics*, 46, 76-83, 2015. doi:10.1016/j.apergo.2014.07.005