Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 29, No. 1 pp.39-46, February 2010

다구찌 방법을 이용한 Instrument Cluster 상의 IVIS 메뉴 설계에 대한 연구

홍승표[1] · 김성민[1] · 박성준[2] · 정의승[1]

[1]고려대학교 산업시스템정보공학과 / [2]남서울대학교 산업경영공학과

A Study on Designing of a Menu Structure for the Instrument Cluster IVIS using Taguchi Method

Seung P. Hong[1], Seong M. Kim[1], Sungjoon Park[2], Eui S. Jung[1]

[1]Department of Industrial Systems and Information Engineering, Korea University, Seoul, 136-701
[2]Department of Industrial and Management Engineering, Namseoul University, Cheonan, 330-707

ABSTRACT

The growth of function in vehicle needs complex display and control system, the In-Vehicle Information System(IVIS). Although current IVISs are widely implemented in commercial vehicles, a new form of IVIS has been recently studied in order to reduce drivers' workloads. The purpose of this study is to suggest an appropriate menu structure of a new type IVIS, to be implemented on the instrument cluster panel, using Taguchi's parameter design. In the research, firstly, functions were selected that are appropriate to control through the instrument cluster among existing functions of current IVISs by quantitative evaluation of ergonomic principles. Then, menu structure alternatives were extracted by investigating priorities to those functions selected. Finally, menu structure alternatives were evaluated through an experiment and suggest the most appropriate one by applying Taguchi's parameter design. Taguchi method was used not only for planning an experiment but also evaluating alternatives. SN ratios were a key value to evaluate the alternatives and to find the most proper one. Through the research, the most appropriate menu structure for the instrument cluster IVIS was finally suggested among the alternatives and it is expected that the results of this research could provide a guideline to the instrument cluster IVIS.

Keyword: Driver information system, Driver performance, Taguchi parameter design, Menu structure design

1. 서　론

자동차의 기능이 각종 전자 기술들과 안전장비들의 발전에 힘입어 증가함에 따라서 자동차 업계에서는 이들을 효과적으로 조작하고 표시할 수 있는 차량 내 정보시스템(IVIS: In Vehicle Information System)을 개발하여 양산차에 적용해 왔다. 그럼에도 불구하고 차량 내에서 조작할 기능의 증가는 필연적으로 운전자 작업부하의 상승을 가져왔고 이에 따라 더 효율적이고 운전자의 작업부하를 줄이기 위한 IVIS의 다양한 형태 및 위치에 대한 연구들이 이루어져왔다(정의승, 2005; Stevens et al., 2002).

현재 자동차의 IVIS는 고급차들을 중심으로 대쉬보드 상단 또는 센터페시아 중상단에 있는 디스플레이를 이용하여 정보를 표시하고 센터콘솔 혹은 센터페시아에 위치한 통합 콘트롤러를 이용하여 조작하는 형태가 주를 이루고 있다.

교신저자: 정의승
주　소: 136-701 서울시 성북구 안암동 5가, 전화: 02-3290-3391, E-mail: ejung@korea.ac.kr

그러나 이러한 형태의 IVIS의 경우 운전자의 전방 시야에서 떨어진 디스플레이와 기본 운전 작업인 스티어링휠로 부터 떨어진 콘트롤러의 위치로 인해 운전 중 많은 작업부하를 야기하게 된다. 이에 따라 최근 몇몇 자동차 제조 업체에서는 발달된 LCD 기술을 이용하여 전방 시야에서의 분산도가 적은 Instrument cluster에 정보를 표시하고 기본 주행 작업이 이루어지는 스티어링휠 상의 콘트롤러를 이용하는 형태의 IVIS에 대한 시도가 있어 왔다. 기존의 IVIS 형태에 대하여서는 이러한 디스플레이와 콘트롤러 위치에 적합한 메뉴 인터페이스에 대한 연구가 많이 이루어져왔지만(Lim et al., 2007) Instrument Cluster를 이용한 새로운 IVIS에 대한 메뉴 인터페이스에 대한 연구는 아직 많이 이루어지지 않고 있다. 메뉴 인터페이스는 사용자의 인지적 부하를 줄일 수 있도록 콘트롤러 및 디스플레이에 맞게 설계되어야 하기 때문에 새로운 형태의 IVIS의 경우 이에 맞는 새로운 메뉴 인터페이스 가이드라인이 필요하다.

조경자 등(2007)의 모바일 화면같이 제한된 공간에서의 효율적인 메뉴 구조에 관한 연구에 따르면 표시 영역과 입력장치 등의 제약이 있을 때 기존의 제한되지 않은 상황에서의 연구 결과들을 그대로 적용하기 어려우며, 제한된 상황에서 효율적인 메뉴 조작을 위해서는 메뉴의 유목이 명확해야 하고 메뉴의 깊이와 넓이가 효율적으로 정해져야 한다고 한 바 있다. 따라서 본 연구에서는 Instrument cluster에서 표시할 적합한 IVIS의 메뉴를 찾고자 먼저 Instrument cluster 상의 IVIS의 올바른 기능을 먼저 선정하고 그 후에 메뉴의 깊이와 넓이에 따른 메뉴 대안을 도출하였다.

자동차 내의 시스템에 대한 메뉴의 깊이와 넓이에 따른 메뉴 대안의 평가에 있어서 중요한 점은 운전자가 시스템을 사용하는 환경이 운전자가 처한 상황에 따라 매우 다르고, 그 상황마다 운전자에게 가해지는 작업부하가 차이가 크게 난다는 점이다. 더구나 주행 중 운전자에게 과도한 작업부하가 주어질 경우에는 인명 사고로 까지 이어질 수 있기 때문에 메뉴 대안은 이러한 모든 상황을 고려하여 선정되어야 한다. 그러나 메뉴 대안들에 대한 평가에 있어서 기존의 메뉴 구조에 대한 연구들은 대부분 설계수준에 대한 통계분석을 통하여 최적 대안을 제안하였다. 이와 같은 방법은 각 대안에 대한 통계적인 차이를 알아내는 데에는 유용하지만 다양한 요인에도 강건한 대안을 찾아내는 데에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 메뉴 구조 자체의 사용성 평가와 여러 주변환경을 동시에 고려하여 대안을 제시할 수 있는 방법으로 다구찌 파라미터 디자인을 이용하였다. 다구찌 파라미터 디자인은 여러 잡음(noise)요인에도 강건한 대안을 찾는 것을 그 목적으로 하기 때문에 본 연구와 같이 주행 조건을 고려하여 설계 대안을 분석하는 경우에 적용 가능하다고 판단되었다.

2. 연구 방법

다구찌의 파라미터 디자인은 제품의 성능특성 또는 품질특성이 사용환경의 변화, 부품의 노후화, 불완전 제조 등의 통제할 수 없는 잡음(noise)에 의하여 목표 성능치가 크게 변동하지 않도록 제품을 설계 또는 개선하자는데 그 기본원리가 있다(염봉진 등, 1991). 다구찌 파라미터 설계는 주로 공정에서의 불량률이나 생산 제품의 품질 유지를 위한 설계 방법으로 사용되어 왔다. 그러나 이러한 통제 불가능한 잡음 요인에 강건한 설계 요소를 찾는 것은 공정에서의 품질 유지에서만 필요한 것은 아니다.

실제 차량에서 운전자가 Instrument cluster 상의 IVIS를 조작한다고 가정했을 때 그때에 조작하는 메뉴의 기능들과 조작할 때의 주행환경은 매번 상황에 따라 다르게 된다. 이는 Instrument cluster IVIS의 설계자가 콘트롤 할 수 없는 요인이나 조작하는 메뉴의 기능이나 주행환경에 따라서 운전자의 인지적 작업부하는 그 상황에 따라 크게 다르게 된다(Peacock and Karwowski, 1993).

이에 본 연구에서는 운전자의 작업부하에 영향을 미치는 환경 요소인 주행환경과 메뉴 조작 태스크를 다구찌 파라미터 설계의 Outer Array에 위치한 잡음 요인으로 선정하고 IVIS 설계와 관련된 변수인 메뉴 구조와 메뉴 표시 위치를 Inner Array에 위치한 설계 요인으로 선정하여 다구찌 파라미터 디자인을 구성하였다. 그리고 구성된 다구찌 디자인에서 대안들에 대한 SN비를 구하고, SN비에 의해 대안들을 평가하여 여러 잡음 요인들에게 가장 강건한 메뉴 대안을 도출하였다.

3. 메뉴 대안의 선정

현재까지의 메뉴 구조에 관한 연구들은 대부분 계층적 메뉴 구조에서 깊고 좁은 메뉴와 넓고 얕은 메뉴들 중에서 보다 나은 대안을 찾는 연구가 주를 이루었다. 하지만 실제 제품의 메뉴 구조에서 4×4, 6×2 식의 일괄적인 메뉴 구조를 구성하는 것은 대부분 불가능하기에 이러한 메뉴 구조에 대한 연구를 실제 제품에 적용하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 일괄적 메뉴 대안이 아닌 실제 적용 가능한 메뉴 대안들을 선정하고자 먼저 스티어링휠에서 조작하기에 적합한 기능들을 선정하였다. 그 후에 이들 기능들에 대한 우선 순위를 선정하고, 도출된 우선 순위에 따라 메뉴 넓이 수준에 맞추어 메뉴 대안을 구성하였다.

3.1 메뉴 대안을 위한 기능의 선정

메뉴 대안을 위한 기능의 선정은 세가지 단계를 거쳐서 이루어 졌다.

첫째로, Instrument cluster에서 조작할 기능을 선정하기 위한 자동차 기능들을 정리하였다. 기존의 스티어링휠에 적합한 기능에 대한 연구에서 스티어링휠에서 조작하기에 적합한 27가지의 주요 기능을 제안한 바 있다(Lim et al., 2006). 이에 본 연구에서는 앞의 연구에서 추출된 기능을 바탕으로 현재 차량에 적용되어 있는 기능들과 정보들을 수집하여 총 150여 개의 기능들과 정보 데이터를 수집하였다.

둘째로, 선정된 기능들과 정보들을 크게 3가지의 상호배타적인 유형으로 나누어서 정보의 유형을 먼저 분석하고, 분류된 3가지 큰 카테고리 별로 인간공학적 criteria에 의한 정량적 평가(Neal et al., 1999)를 수행하였다. 표 1은 기능 분류 기준 criteria를, 그림 1은 Safety specific information 분류에서의 정량적 평가 방법을 나타낸다.

표 1. 기능 분류 기준

분류기준	평가 Criteria
Safety Specific Information	– Required Response Time – Degree of Potential Danger if Misinterpreted – Control Usability of Related Function
Driver Assistance Information	– Frequency of Use – Utility of Function – Degree of Potential Danger if Misinterpreted
Driver Convenience Information	– Frequency of Use – Level of Convenience – Degree of Potential Inconvenience if Misinterpreted

그림 1. Safety Specific Information의 정량적 평가법

셋째로, 평가된 점수를 통하여 스티어링휠에서 조작할 세부 기능 46개를 선정하였다. 기능의 구체적인 예는 표 2와 같다.

표 2. 최종 선정된 세부 기능

분류 기준	상위 분류	세부 기능
Driver Assistance Information	차량 Information 관련	TPMS, EAS, Malfunction
	TBT 네비게이션 설정	On/Off
Driver Convenience Information	AV Mode 관련	AM, FM, Disc, DMB TV, DMB Radio, iPod, 외장 HDD, AUX, Bluetooth
	Trip Computer 관련	Trip A, Trip B, 주행가능거리, 순간연비, 평균연비, 평균속도, 주행시간
	Vent 관련	운전자석 온도조절, 보조석 온도조절, 전체 온도조절, 실내 온도 자동조절, 실내온도 수동 조절, 운전자석 풍량조절, 보조석 풍량조절, 전체 풍량조절, 공기내부순환, 공기외부순환
	전화사용 관련	최근 수신목록, 최근 발신목록, 전화번호부, 번호 찾기
	주행모드 설정	노말 모드, 스포츠 모드
	System 설정	언어설정, 단위설정, 글자크기설정, 화면밝기설정, 배경화면설정
	AS 관련	엔진오일점검설정, 차량사전점검설정
	차량환경 설정	Door Lock, Lamp Control, IMS

3.2 메뉴 대안을 위한 기능의 우선 순위 선정

최종적으로 Instrument Cluster에서 표시 조작하기로 선정된 기능들에 대하여 메뉴 구조상에서 상위 메뉴로 정해지는 우선 순위를 정하기 위하여 이러한 형태의 IVIS의 잠재 사용자들로 예상되는 20~30대 남녀 20명에 대하여 선정된 기능들에 대한 예상 사용빈도에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과 사용빈도가 높은 기능을 우선적으로 상위 메뉴로 배치하고 유사한 기능끼리 그룹핑한 후에 메뉴 넓이 수준이 바뀜에 따라 그 다음으로 사용빈도가 높은 기능을 상위 메뉴로 배치하여 메뉴 넓이 수준에 따른 메뉴 실험 대안을 구성하였다. 사용빈도에 대한 설문조사 결과는 그림 2에 제시되어 있다.

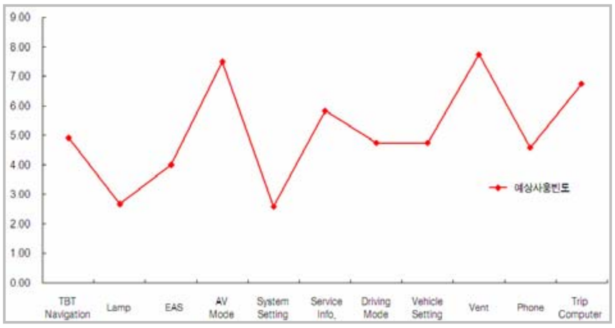


그림 2. 사용 빈도 설문 결과

3.3 메뉴 대안 넓이 수준의 선정

본 실험에서 메뉴 대안은 메뉴 구조의 넓이 수준에 따라 변하므로 실험 수준 결정을 위하여 한 화면에 표시 가능한 메뉴 구조의 넓이 수준을 정했다. 본 실험에서 Instrument Cluster의 크기는 보통 상용차에서 적용되는 크기인 110mm로 정하였고, 가독성을 보장하기 위하여 글자 크기와 줄 간격을 각각 8mm와 4mm로 정하였다(Green et al., 1993). 따라서 한 화면에 표시 가능한 최대 메뉴 넓이의 수는 8개로 제한 되었다.

Wagner et al.(1996)는 가늘고 깊은 메뉴 계층 구조보다는 넓고 얇은 메뉴 구조를 지향하라 한 바 있다. 이에 따라 메뉴 넓이 수가 3개 이하인 대안은 메뉴 최대 깊이 수가 7 이상인 지나치게 가늘고 깊은 형태의 대안이 되므로 최소 메뉴 넓이 수준은 4개 이상인 수준으로 선정하였다. 따라서 메뉴 넓이 수준은 4개부터 8개까지의 총 5개 수준으로 결정되었다. 그림 3은 최종 결정된 메뉴 구조 대안의 예이다.

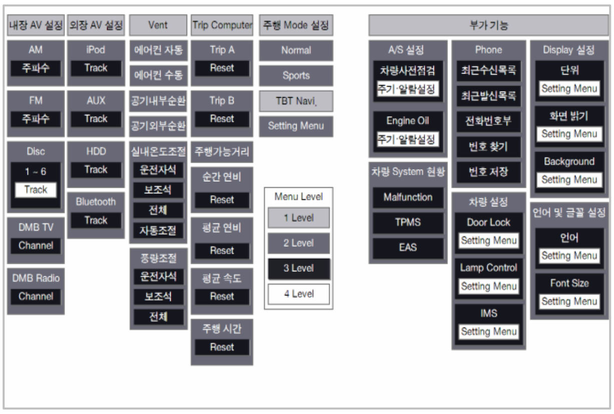


그림 3. 메뉴 넓이 7수준 메뉴 구조

3.4 메뉴 대안 표시 위치 수준의 선정

메뉴 대안의 표시 위치는 자동차 제조사에 의해 선택될 수 있는 설계 요인으로서, 본 연구에서 메뉴 표시 위치는 현재 차량에 주로 사용되고 있는 중앙 LCD 패널을 확장한 형태인 중앙 표시 수준과 복잡한 메뉴 조작 콘트롤을 조작성이 좋은 오른손으로 조작하기 위하여 스티어링휠 오른쪽에 콘트롤을 장착하는 것으로 가정했을 때에 콘트롤 위치와 디스플레이 위치의 양립성을 확보하기 위한 오른쪽 표시 수준을 선정하였다. 대부분의 사람이 오른손잡이고 LHD 차량이 RHD 차량보다 다수이기 때문에 왼쪽에 위치하는 메뉴 위치 대안은 포함하지 않았다.

4. 메뉴 대안 평가 실험

4.1 실험환경

실험환경은 스티어링휠과 페달을 포함한 Seat Buck, 주행환경 구현을 위한 2차 태스크를 위한 주행영상, 메뉴 대안 표시를 위한 19인치LCD 모니터, Adobe Flash 8.0으로 제작된 Instrument Cluster 대안, 그리고 메뉴 Control을

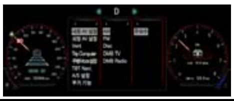
그림 4. 실험 환경 및 실험 장비

위해 제작된 4방향 키가 장착된 스티어링휠로 구성되었다. 그림 4는 실험 전체 레이아웃 및 실험 장비들을 나타낸다.

4.2 실험계획

다구찌 파라미터 디자인을 구성하기 위하여 Inner Array, 즉 자동차 제조사에 의해 선택될 수 있는 설계 요인으로서 IVIS의 메뉴 넓이 5수준과 Instrument Cluster 상에서의 메뉴 표시 위치, Instrument Cluster 상의 중앙과 오른쪽 2가지 수준을 선정하였다. 최종 선정된 메뉴 대안은 표 3과 같다.

표 3. 메뉴 대안

메뉴 넓이 수준	메뉴 위치	
	중앙	오른쪽
4수준		
5수준		
6수준		
7수준		
8수준		

다구찌 파라미터 디자인에서 잡음 요인, 즉 Outer Array에는 운전자의 작업부하에 영향을 줄 수 있는 요인인 주행환경과 메뉴 조작 태스크를 선정하였다. 주행환경은 작업부하가 큰 도심 주행환경과 상대적으로 부하가 적은 고속도로 두 가지 수준을 선정하였고, 메뉴 조작 태스크는 작업부하가 큰 여러 기능을 조작하는 복합 태스크와, 상대적으로 부하가 적은 한 가지 기능을 조작하는 단일 태스크의 두 가지 수준을 선정하였다. 단일 태스크는 "CD4번의 Track10번을 선택" 이었고, 복합 태스크는 "Trip Computer의 평균 연비를 리셋한 후에, 외장 HDD에서 Track18번을 선택하고, 전화번호부에서 '홍길동'을 찾아 전화를 거는 것"으로 선정되었다.

선정한 독립변수들의 수준에 따른 대안들의 평가를 위하여 객관적 척도인 수행시간과 주관적 척도인 주관적 설문을 통한 불편도를 종속변수로 선정하였다. 객관적 척도인 수행시간은 프로그램에 의하여 데이터가 기록되게 하였고 주관적 척도인 불편도는 한가지 대안을 실험한 후에 그에 대한 설문조사를 통하여 측정하였다. 모든 실험은 운전자 개인의 특성에 따른 오차를 줄이고자 Within Subject Design으로 수행되었다. 모든 실험은 순서에 의한 효과를 줄이기 위하여 randomize된 실험 순서에 의하여 수행되었다.

계획된 다구찌 파라미터 디자인은 표 4와 같이 정리된다.

표 4. 다구찌 파라미터 디자인

		Outer Array				
Inner Array		고속	고속	도심	도심	주행환경
메뉴 수준	메뉴 위치	단일	복합	단일	복합	태스크
4수준	중앙	y_{11}	y_{12}	y_{13}	y_{14}	
4수준	오른쪽	y_{21}	y_{22}	y_{23}	y_{24}	
5수준	중앙	Y_{31}	y_{32}	y_{33}	y_{34}	
5수준	오른쪽	y_{41}	y_{42}	y_{43}	y_{44}	
6수준	중앙	y_{51}	y_{52}	y_{53}	y_{54}	
6수준	오른쪽	y_{61}	y_{62}	y_{63}	y_{64}	
7수준	중앙	y_{71}	y_{72}	y_{73}	y_{74}	
7수준	오른쪽	y_{81}	Y_{82}	y_{83}	y_{84}	
8수준	중앙	y_{91}	y_{92}	y_{93}	y_{94}	
8수준	오른쪽	y_{101}	y_{102}	y_{103}	y_{104}	

피실험자는 운전 경력이 있는 20대 남자 20명으로 평균 나이는 26세이고 평균 운전 경력은 3.42년 이었다

4.3 실험 방법

피실험자는 Seat Buck에 앉아서 주행영상을 따라 스티어링휠과 가속 페달과 브레이크 페달을 조작하며 주행 태스크를 수행하였다. 주행 태스크 도중 실험자가 불러주는 메뉴 조작 태스크를 스티어링휠에 장착된 4방향키를 이용하여 Instrument Cluster 상에 표시되는 메뉴 대안을 조작하였다. 메뉴 대안과 태스크는 순서에 의한 오염을 막기 위하여 밸런싱 되었고, 본격적인 메뉴 조작 태스크 수행에 앞서서 주행 태스크에 익숙해지도록 충분히 연습할 시간을 주고 실험을 수행하였다

5. 연구 결과

앞서 제안한 바와 같이 본 연구에서는 주행상황에 가능한 여러 잡음 요소에도 강건한 메뉴 구조의 대안을 찾기 위하

여 다구찌 파라미터 디자인을 이용하여 실험 데이터에 대한 분석을 수행하였다. 박성현(1993)이 제안한 다구찌 파라미터 설계 방법은 다음과 같다.

1. 설계변수들로 이루어진 실험을 구성한 후에 각 실험점에서의 반복 관측치를 얻는다.

2. 각 실험점의 반복 관측치로부터 실험 목적에 적합하게 망소특성, 망대특성, 망목특성의 SN비를 계산한다.

3. SN비에 대한 분산분석을 이용하여 SN비에 영향을 미치는 설계변수를 찾는다.

4. 영향을 미치는 설계 변수들의 최적 수준은 SN비를 최대로 하는 수준이다.

5. 최적 수준이 실험 되지 않은 수준일 경우 확인 실험을 수행한다.

본 연구에서는 앞의 절차에 따라 결과 값을 분석하였다.

5.1 불편도 결과 분석

주관적 척도인 메뉴 사용 불편도 점수에 대한 결과를 분석하였다. 불편도는 작을수록 좋은 망소특성이기 때문에 다음과 같은 식에 의해 SN비를 구하였다.

$$SN_i = -10\log\{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} y_{ij}^{\,2})$$

(단 yij는 설계변수 행렬의 i번째 실험점에서 관측된 j번째의 성능특성치이고, n은 한 실험점에서의 y의 반복수이다).

위의 식에 의해 계산된 SN비를 포함한 불편도에 대한 다구찌 파라미터 디자인은 표 5와 같다.

표 5. 불편도 다구찌 파라미터 디자인

Inner Array		Outer Array 1 / 1	1 / 2	2 / 1	2 / 2	SN비
1	1	23.28	48.49	50.57	72.44	−34.27
1	2	34.24	55.04	42.45	69.29	−34.32
2	1	36.90	50.23	39.11	58.04	−33.42
2	2	32.99	48.31	42.96	55.38	−33.19
3	1	17.62	36.35	45.80	60.37	−32.66
3	2	16.48	42.39	33.11	50.79	−31.57
4	1	20.09	37.86	36.26	47.72	−31.33
4	2	34.24	55.04	42.45	57.71	−31.98
5	1	36.90	50.23	39.11	59.90	−32.99
5	2	32.99	48.31	42.96	55.54	−32.63

Total=−328.24

모든 설계 변수 수준에 대한 SN비를 가지고 설계 변수의 영향력을 알아보기 위하여 SN비에 대한 분산분석을 실시 하였다. SN비에 대한 분산분석은 반복이 존재하지 않기 때문에 메뉴 수준과 위치의 교호작용을 에러로 Pooling하여 p−value를 구하였다. 메뉴 사용 불편도에 있어서 메뉴 넓이 수준이 유의한 설계 변수인 것으로 나타났고 SN비에 따라 메뉴 넓이 7수준에서 가장 적은 불편도를 보이는 것으로 나타났다. 분산분석을 실시한 결과는 표 6과 같다. 메뉴 표시 위치의 경우에는 유의하지는 않은 변수로 나타났지만 중앙 표시 수준에서 더 적은 평균 불편도를 보였다.

표 6. 불편도 SN비 분산분석표

소스	제곱합	자유도	평균제곱	p−value
메뉴	8.520	4	2.130	0.0208
위치	0.095	1	0.095	0.529
메뉴*위치	0.799	4	0.200	

5.2 수행시간 결과 분석

주관적 척도인 메뉴 사용 불편도 점수에 이어 객관적 척도인 수행시간에 대한 결과를 분석하였다. 수행시간 또한 작을수록 좋은 망소특성이므로 앞에서의 불편도와 같은 식에 의하여 SN비를 계산하였다. 계산된 SN비를 포함한 수행시간에 대한 다구찌 파라미터 디자인은 표 7과 같다.

표 7. 수행시간 다구찌 파라미터 디자인

Inner Array		Outer Array 1 / 1	1 / 2	2 / 1	2 / 2	SN비
1	1	10.58	14.79	31.72	46.03	−29.36
1	2	10.62	14.97	32.51	44.19	−29.23
2	1	10.75	14.37	34.73	42.91	−29.25
2	2	11.09	14.12	31.29	40.24	−28.63
3	1	9.43	12.01	32.55	40.49	−28.65
3	2	9.18	11.60	29.82	39.87	−28.29
4	1	8.38	12.17	28.36	33.55	−27.30
4	2	8.94	11.84	28.44	37.29	−27.82
5	1	8.81	11.33	30.18	39.72	−28.28
5	2	9.17	11.81	29.87	41.92	−28.56

Total=−285.38

모든 설계 변수 수준에 대한 SN비를 가지고 설계 변수의

영향력을 알아보기 위하여 SN비에 대한 분산분석을 실시하였다. 마찬가지로 SN비에 대한 분산분석은 반복이 존재하지 않기 때문에 메뉴 수준과 위치의 교호작용을 에러로 Pooling하여 p-value를 구하였다. 메뉴 조작 수행시간에 있어서도 메뉴 넓이 수준이 유의한 설계 변수로 나타났고 수행시간에서도 마찬가지로 메뉴 넓이 7수준에서 가장 빠른 수행시간을 보이는 것으로 나타났다. 분산분석을 실시한 결과는 표 8과 같다. 수행시간에 있어서도 메뉴 표시 위치는 유의하지 않은 변수로 나타났지만 중앙 표시 수준에서 더 적은 평균 수행시간을 보였다.

표 8. 수행시간 분산분석표

소스	제곱합	자유도	평균제곱	p-value
메뉴	3.429	4	0.857	0.0344
위치	0.011	1	0.011	0.769
메뉴*위치	0.429	4	0.107	

6. 결론 및 토의

6.1 결과 요약

본 연구에서는 LCD Instrument Cluster와 스티어링휠 상의 컨트롤러를 이용한 새로운 IVIS의 적합한 메뉴 구조를 운전자의 주관적 · 객관적 평가를 이용하여 제시하고자 하였다. 이를 위하여 메뉴 넓이 수준과 표시 위치에 따른 메뉴 대안 10개와 메뉴 대안 컨트롤을 위한 4방향 컨트롤러를 제작하였다. 실험은 피실험자가 주행영상을 따라 운전 태스크를 수행하면서 제작된 메뉴 대안을 메뉴 조작 태스크에 맞게 컨트롤러를 이용하여 조작하는 것으로 진행되었다. 메뉴 대안에 대한 주관적 불편도는 설문을 통하여 측정하였고 수행시간은 프로그램에 의하여 체크될 수 있도록 하였다. 실험은 실험자간의 오차를 줄이기 위하여 Within Subject Design으로 수행되었다.

다구찌 파라미터 디자인을 이용하여 SN비를 분석한 결과 주관적 척도인 불편도와 객관적 척도인 수행시간에서 모두 넓이 수준이 유의한 설계 변수로 도출되었고 메뉴의 위치는 유의하지 않은 설계변수로 나타났다. 메뉴 넓이는 7수준에서 가장 적은 불편도와 가장 빠른 수행시간을 보이는 것으로 나타났다.

6.2 토의

연구 결과를 통하여 메뉴 넓이 7수준이 가장 적은 불편도와 빠른 수행시간을 보이는 것으로 나타났다. 이는 메뉴 깊이가 깊어지는 것보다는 한 레벨에서 많은 정보를 표시하는 것이 운전자의 작업부하를 더 줄이기 때문인 것으로 판단된다. 이것은 계층적 메뉴에서 넓고 얕은 메뉴 대안이 깊고 좁은 메뉴에 비하여 나은 수행도를 보이는 것과 일치하는 결과라고 할 수 있다.

그러나 그럼에도 7수준이라는 상대적으로 한 레벨에 많은 정보를 표시하는 대안이 선택된 것은 크게 두 가지의 이유에 기인한 것으로 판단된다. 첫 번째 이유는 새로운 형태의 IVIS의 디스플레이와 콘트롤의 위치 때문으로 판단된다. Instrument Cluster에 위치한 디스플레이로 인하여 시선의 분산이 기존의 센터페시아 중상단 위치보다 적고 스티어링휠에 위치한 콘트롤은 기존 센터 콘솔쪽 콘트롤보다 기존 운전 작업에서의 손의 이동이 작기 때문에 기존 IVIS에서 제안하는 5수준 이내의 메뉴 넓이 수준보다 더 많은 정보를 표시하는 수준이 빠른 수행도와 적은 불편도를 가져온 것으로 예상된다. 두 번째 이유는 실험에 참가한 피실험자의 영향으로 판단된다. 본 실험에서는 새로운 형태의 IVIS가 상용차에 적용되었을 때에 주된 사용자로 예상되는 20대 후반에서 30대 초반의 피실험자들을 대상으로 실험을 수행하였다. 이 20대 후반에서 30대 초반 사이의 연령층은 대개 휴대폰 및 게임기 등의 전자기기 사용에 매우 익숙한 집단이기에 이들의 발달된 시스템 조작 능력이 한번에 더 많은 정보가 제공되는 형태의 메뉴에서 더 나은 수행도와 적은 불편도를 보인 것으로 예상된다.

기존의 메뉴 구조를 평가하는 논문들에서는 주로 ANOVA 등의 통계적 방법을 이용하여 대안들을 비교해 왔는데 반해서 본 연구에서는 다구찌 파라미터 디자인을 이용하여 실험을 계획하고 대안들을 평가하였다. 기존의 방법이 대안들간의 통계적으로 유의한 차이를 알아내는 데에 장점이 있는 반면에 다양한 요인들의 대안 평가에 영향을 미칠 경우에 모든 요인들을 고려하였을 때에 가장 좋은 대안을 제시하기는 어렵다는 점에 한계가 있다. 그러나 다구찌 파라미터 디자인은 잡음 요인들을 고려하여 계산된 대안들의 SN비를 이용하여 대안들을 평가함으로써 여러 가지 요인들을 고려하였을 때 가장 강건한 대안을 제시해주는데 있어서 그 장점이 있다고 할 수 있다. 본 연구에서는 운전자의 작업부하에 영향을 주는 주행환경과 메뉴 사용 태스크 복잡도를 잡음 요인으로 선정하여 결과를 도출하였다. 그러나 IVIS 메뉴 사용에 있어서 운전자의 작업부하에 영향을 미치는 잡음 요인은 주행환경과 메뉴 사용 태스크 복잡도 이외에도 운전자의 성별, 나이 등의 운전자와 관련된 요소들과 차량의 패키지 설계 요소까지도 고려될 수 있다. 따라서 앞으로 보다 많은 잡음 요소들에도 강건한 메뉴 구조를 찾는 연구가 필요할 것이고 많은 잡음 요소들이 고려되었을 때 다구

찌 파라미터 디자인을 이용한 실험 설계가 더욱 유용할 것으로 기대된다.

참고 문헌

염봉진, 이병윤, 고선우, 김재환. 다구찌 실험계획의 구성원리에 관한 연구, 응용통계연구 제4권 제1호, 1991.

정의승, 차세대 IVIS 인터페이스 패키지 설계 가이드라인 개발, 현대자동차 기술 보고서, 2005.

조경자, 최 향, 한광희, 모바일 화면에서의 효율적인 메뉴 구조 – 유목의 명확성, 깊이수준, 아이템의 수, 공간단서를 중심으로, 인지과학 제18권 제2호, 2007.

박성현, 다구찌 방법과 통계적 공정관리를 중심으로 한 품질관리, 민영사, 1997.

Galer, F., The safe design of in-vehicle information and support systems, the Human factors issues. International Journal of Vehicle Design, 16, 158-169, 1995.

Green, P., Levison, W., Paelke, G. and Serafin, C., Suggested Human Factors Design Guidelines for Driver Information Systems. (Technical Report UMTRI-93-21), The University of Michigan Transportation Research Institute, 1993.

Lim, Hyung U., Jung, Eui S., Park, Sungjoon. and Jeong, Seong W., Comparisons of Driver Performance with Control Types of the Driver Information System. Journal of The Society of Korea Vol.26, No. 1 pp.1-10, 2007.

Lim, Hyung U., Oh, Youngtaek, Park, Sungjoon, Jung, Eui S., Research on function application in steering wheel, Proceedings of Korean Ergonomics Conference-Spring, 2006.

Neale, V. L., Dingus, T. A., Schroeder, 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, Virginia Tech Transportation Inst., Blacksburg, VA, 1999.

Stevens, A., Quimby, A., Board, A., Kersloot, T. and Burns, P., Design Guidelines for Safety of In-Vehicle Information Systems, Transport Research Laboratory PA3721/01, 2002.

Wagner, D., Birt, J. A., Snyder, M. and Duncanson, J. P., HUMAN FACTORS DESIGN GUIDE(HFDG) For Acquisition of Commercial Off-The-Shelf Subsystems, Non-Developmental Items, and Developmental Systems. U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration Technical Center, 1996.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 홍 승 표 ❖ honganim@korea.ac.kr
고려대학교 산업시스템정보공학과 학사
현 재: 고려대학교 정보경영공학과 석사과정
관심분야: 제품 개발 프로세스

❖ 김 성 민 ❖ iampreppie@korea.ac.kr
고려대학교 정보경영공학과 석사
현 재: 고려대학교 정보경영공학과 박사과정
관심분야: 제품 개발 프로세스

❖ 박 성 준 ❖ sjpark@nsu.ac.kr
포항공과대학교 산업공학과 (인간공학) 박사
현 재: 남서울대학교 산업경영공학과 교수
관심분야: 자동차 인간공학, 제품개발, 감성평가

❖ 정 의 승 ❖ ejung@korea.ac.kr
Pennsylvania State University 산업공학과(인간공학) 박사
현 재: 고려대학교 산업시스템정보공학과 교수
관심분야: 제품개발, 인간공학, 감성공학

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2010년 02월 08일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2010년 02월 24일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 02월 24일