

스티어링 휠의 터치패드를 이용한 정보 목록 검색 시 조작 : 반응 비율에 관한 연구

김종석¹ · 정의승^{1*} · 박성준² · 정성욱¹

¹고려대학교 정보경영공학과 / ²남서울대학교 산업경영공학과 교수

Determination of the Optimal Control-Response Ratio for Data Searching Through a Touchpad Placed on the Steering Wheel

JongSeok Kim¹ · Eui S. Jung¹ · SungJoon Park² · Seongwook Jeong¹

¹Division of Information Management Engineering, Korea University, Seoul, 136-713

²Department of Industrial and Management Engineering, Namseoul University, Cheonan, 330-707

As the number of personal computers installed in vehicles increases, a touchpad often used in a laptop computer can be used for the control of an in-vehicle information system (IVIS). Using a touchpad to control the system allows the user to select among large amount of information with a single touch of dragging. For safety and convenience of a driver, the touchpad could be placed on a steering wheel. This research is designed to calculate the most efficient Control-Response Ratio (C/R ratio) for the menu interaction of a touchpad on a steering wheel. Since the menu pointer's rate of movement and proper C/R ratio is determined by the amount of selected information, the amount of displayed information and the movement of a menu pointer was chosen to be independent variables. The dependent variables are a user's preference and task completion time. Two factor full factorial within subject design was used 16 subjects.

The investigation revealed that the amount of selected information increased with increasing C/R ratio. The movement of the pointer became slower as the amount of information increased. The best C/R ratio was calculated for each amount of information and preference regression of the user's preference was drawn accordingly. Through this research, the automobile interior designer can benefit from the guidelines suggested for the touchpad control.

Keywords: Touchpad, Control-Response Ratio, Steering Wheel

1. 서론

차량 내에 생활 정보 콘텐츠, 비즈니스, 엔터테인먼트 콘텐츠와 같은 다양한 정보가 운전자에게 제공되고 있다. 이러한 추세에 따라 향후 더욱 많은 정보들이 IVIS(In Vehicle Information System)을 통해서 제공 될 것이다(Stevens, 2001). 이렇게 자동차는 단순한 이동 수단이 아닌 정보처리 공간으로 많은 정보 시스템이 도입되고 있으며 이러한 정보를 찾거나 선택하거나 값을 지정할 수 있는 컨트롤이 필요하다. 현재 선진 기술을 확

보한 일부 고급 차량을 대상으로 많은 정보의 처리를 도울 수 있도록 통합 컨트롤이 적용되고 있다. 자동차 컨트롤의 시스템 추세가 통합형 컨트롤이며 기존의 컨트롤이 아닌 새로운 컨트롤의 대안이 이뤄지고 있다. 기존 연구(Lim, 2007)에 따르면 디스플레이 메뉴와, 이를 조작하는 컨트롤로 이루어진 다기능 컨트롤 시스템을 통합 컨트롤 시스템이라 지칭하였다. 현재 사용하고 있는 통합컨트롤은 BMW의 I-drive가 대표적인 예이다. 메뉴와 사용자의 컨트롤이 불일치하거나 인간의 인지와 불일치하게 설계되어 있는 경우 사용자들의 인지적 부담을

* 연락저자 : 정의승 교수, 136-713 서울시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교 정보경영공학부, Tel : 02-3290-3391, Fax : 02-3290-3913, E-mail : ejung@korea.ac.kr

증가시킬 수 있으며 또한 통합 컨트롤들은 복합화로 인하여 인간공학적 검토와 가이드라인이 없으면 사용자의 선호도의 하락이 보고되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 기존 연구(Jung, 2005)에서는 IVIS에 적용 가능한 컨트롤로 로타리 다이얼 방식, Thumb stick, Directional pad 등 여러 컨트롤에 대한 가이드라인을 연구하여 IVIS 인터페이스 패키지 설계원칙을 제안하였다. 이 외에 IVIS 컨트롤에 적용 가능한 대안으로 차량 내부에 PC의 도입이 가능함에 따라(Aving News IT, 2008) 노트북에서 사용하는 터치패드도 가능한 대안으로 볼 수 있다. 터치패드가 차량 내에 적용될 경우, 중요한 컨트롤의 위치가 센터 콘솔에서 운전자 바로 앞 스티어링 휠의 위치인 운전자 중심으로 변하고 있다(Lim, 2006). 이러한 추세로 볼때 터치패드는 외형 조건이 스티어링 휠에 적용하기 좋은 컨트롤이다. 또한 운전중 전방 시선을 유지한 상태로 컨트롤이 가능하며 기존 컨트롤은 여러 번 눌러 메뉴 리스트의 목표값에 이동하지만 터치패드는 한번의 드래깅으로 목표값에 빠른 시간에 접근할 수 있다. I-pod는 터치패드를 이용한 대표적인 제품의 한 예라고 할 수 있다. I-pop에 탑재된 터치패드는 MP3 Player의 많은 곡들을 신속하게 검색하고 선택할 수 있도록 하였다. 기본 기술은 원형의 터치패드를 드래그한 움직임에 비례하여 포인터가 이동하는 알고리즘이며 이것은 소비자에게 새로운 유저 인터페이스를 제공하여 큰 인기를 얻었다.

터치패드에 대한 기존 연구에는 터치패드의 피드백이 없음을 위험 요소로 제시하여 터치패드에 촉각피드백과 청각피드백을 이용한 것(Vilmek, 2007)이 있다. 연구에서는 로타리 다이얼 타입의 컨트롤에 비교하여 그 우수성을 증명하였다. 이 외에도 Edge Write(Ivan, 2007)를 이용하여 네비게이션 이용 시 목적지 설정을 보다 쉽게 입력한 연구도 있었다. Edge Write란 엄지손가락으로 터치패드의 네 모서리를 이용하여 글자 모양에 맞는 제스처를 취하면 프로그램이 제스처에 해당하는 알파벳으로 변환시키는 글자 입력의 새로운 방식의 조종 장치이다. 현재 상용차량의 통합컨트롤로 네비게이션 기능을 이용할 경우 알파벳을 하나씩 찾아 입력하여 불편함과 많은 시간이 소요된다. 하지만 Edge Write를 이용하면 터치패드에 알파벳을 직접 그려서 입력하므로 편의성이 증가되고 입력 시간이 줄어드는 것을 증명하였다. 이러한 터치패드에서의 제스처 기법은 터치스크린에서도 많은 연구가 진행 중이다. 기존 연구(Nam, 2008)에서는 터치스크린 사용에 있어 사용자의 심성모형과 부합하며 사용자의 만족도를 높일 수 있는 터치스크린 기반 웹 브라우저 조종을 위한 제스처의 개발 방법과 그 대안들을 제시하고 타당성을 검증하였다. 이렇게 차량 환경에서 터치패드의 피드백 문제점을 보완하고 터치패드만의 장점을 이용한 연구가 있었지만 차량 내 많은 정보가 제공될 시 정보 검색의 조작 용이성을 문제로 한 연구는 없었다.

운전자에게 제공되는 정보량이 많을 경우 버튼타입은 여러 번 조작해야 하는 불편함이 있는 반면에 터치패드의 경우는 IVIS메뉴를 한 번의 스크롤을 통하여 원하는 정보를 손쉽게 얻

을 수 있는 장점이 있다. 그러나 가장 큰 문제점은 주행 상황이라는 특성에 따라 조작 용이성을 문제로 들 수 있다. 주행 상황의 조작 용이성 문제를 해결하기 위해서는 터치패드 조작의 적절한 민감도와 정확성을 만족해야 한다. 터치패드의 조작이 너무 세밀하면 목표값에 맞추기가 어려워 정확성이 떨어지고, 너무 둔감하면 목표값에 맞추기가 용이하므로 정확성은 향상되나 운전중 조작 시간의 증가로 운전의 안전 문제가 야기될 수 있다. 즉, 주행 중 운전자에게 제공되는 정보량이 늘어남에 따라 드래깅을 통하여 신속하고 정확한 메뉴 검색은 매우 중요하다고 할 수 있다. 정확성과 조작 민감도의 지표는 조종-반응비율(Control/Response Ratio, C/R 비)로 표현되며 식은 아래와 같다(Jeong, 2005).

$$C/R \text{ 비} = \frac{\text{조종장치의 움직임 거리}}{\text{표시장치의 반응 거리}}$$

C/R 비가 작으면 컨트롤의 움직임에 따라 상대적으로 반응 거리가 커지므로 민감한 제어장치라 말할 수 있고 C/R 비가 1인 경우에는 자신이 컨트롤한 거리와 표시장치에서의 반응거리가 동일하고, C/R 비가 크면 많은 움직임에 표시장치의 적은 거리에 이동으로 둔감한 제어장치라 말할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 자동차 환경에서 일반적으로 사용되는 정보량에 따른 최적 C/R 비를 도출하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 피실험자

본 연구는 스티어링 휠에 적용된 터치패드를 이용하였다. 따라서 스티어링 휠에 적용된 오디오 컨트롤이나 핸드프리와 같은 스티어링 휠 컨트롤의 경험자를 선정하였다. 운전경력 5년 이상의 남자 대학원생 16명이 피실험자로 참여하였다.

2.2 실험 환경

주행 조건에서의 터치패드 조작이 필요한 실험이므로 자동차 주행 환경을 구현할 필요가 있어 차량 시뮬레이터를 제작하였다.

2.2.1 차량 시뮬레이터

현실감을 높이기 위하여 현재 판매 중인 승용차의 스티어링 휠과, 승용차에 주로 장착하는 7인치(가로 170mm 세로 129mm) 디스플레이를 이용하였으며 전방에 주행 영상을 상영하였다. 기존 연구(Marc Wittmann *et al.*, 2006)에서 차량 내에 디스플레이가 위치할 수 있는 곳을 <Figure 1>과 같이 7군데를 제시하였다. Wittmann의 연구에 따르면 주행 중 운전자의 전방 시야와

공간상의 거리가 최소가 되고 디스플레이로부터 정보를 얻을 시 방해 요소가 최소가 되는 위치로 'F'가 선정되었다. 하지만 기술 구현에 제약이 따르므로 'F'의 위치를 제외한 6가지 위치 중 A와 C의 위치를 최적으로 선정하였다. 단 복잡한 정보와 관련된 것들이 스크린에 제시될 경우 A의 위치보다 C의 위치가 보다 적절함을 보였다. 따라서 디스플레이의 위치는 기존의 문헌 연구를 바탕으로 콘솔(Console) 상단 부 <Figure 1> C의 위치로 선정하였다. 터치패드는 일반노트북에서 사용하는 터치패드를 이용하여 사용하였으며 이 터치패드의 크기는 4인치(가로 97.7mm 세로 62mm)로 스티어링 휠의 오른쪽 스포크에 위치하였다. S/W에서 가운데를 중심으로 3개 또는 4개의 연결대가 중앙부위와 밑을 연결한 것을 스포크라 한다. 이때 중앙을 중심으로 오른쪽에 밑과 중앙을 연결한 위치한 부분을 말한다. 현재 고급 세단 차량의 통합컨트롤이 장착되어 있는 위치이다.

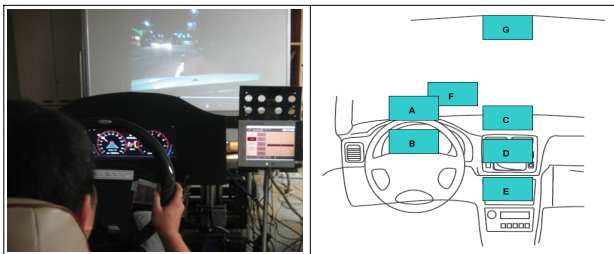


Figure 1. simulator setup and positioning of LCD display

2.2.2 실험 프로그램

자동차 LCD 디스플레이의 메뉴 재현과 터치패드와 연동 가능한 프로그램을 구현하기 위해서 Macromedia Flash 8.0으로 디자인하였다. 시작과 동시에 수행시간이 측정되며 정해진 Task가 완료되면 우측 상단에 수행시간이 기록된다. <Figure 2>는 실험에 사용된 메뉴 디스플레이와 터치패드로 정보량에 변화에 따라 동일한 메뉴 포인터의 이동량을 적용시킨 것이다. 터치패드의 경우 3칸으로 나누어진 그림은 터치패드를 위에서 아래로 드래깅 시 메뉴 포인터가 최대 3칸 움직임을 뜻하

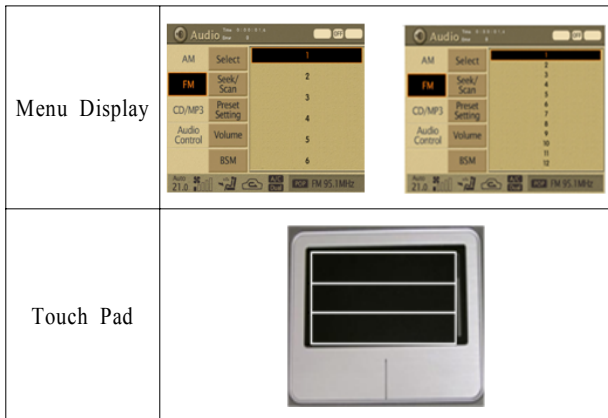


Figure 2. Display menu and touchpad used in the experiment

며 이러한 방식으로 터치패드의 이동량을 조절 할 수 있다. 아래 <Figure 2>는 디스플레이의 정보량이 6과 12에서 포인터 이동량 3을 적용시킨 그림이다. 조작 반응은 정보량 6에서는 민감하다고 말할 수 있고, 정보량이 12일 경우에는 여러 드래깅의 조작을 통하여 디스플레이의 하단에 메뉴 포인터가 위치하므로 조작 반응은 정보량 6보다 둔감하다고 할 수 있다. 이러한 원리로 디스플레이의 정보량에 따라 메뉴 포인터의 이동량을 적용하였다.

2.3 사전 실험

스티어링 휠에 장착된 터치패드 조작 시 민감도 수준의 기준이 될 수 있는 기존 연구가 없었다. 독립변수의 수준의 범위를 넓게 선정하면 독립변수의 수준이 많아져 불가능한 실험횟수가 발생한다. 독립변수의 수준을 줄이고 피실험자들의 만족도의 변화가 확실한 부분에서 집중된 실험을 할 수 있도록 사전 실험을 통하여 독립변수 수준 범위를 선정하였다. 시장 조사 결과 대부분의 제품이 한 화면에 제시하는 정보량은 6~12개였다. 가장 적은 경우는 아이나비 K7모델로서 정보량이 6개였으며 가장 많은 정보량을 제시하는 제품은 Garmin사 Nuvi제품에서 MP3 곡목 리스트의 정보량이 12개로 조사 되었다. 따라서 본 연구에서는 디스플레이에서 제공되는 정보량이 6개~12개로 실험하였다. 사전 실험에서는 선정된 양극값(정보량 6, 12)에서 디스플레이의 메뉴 포인터 이동량 2부터 이동량 10까지 실험하였다. 사전 실험에서의 실험 수준 및 변수를 <Table 1>에서 정리하였다.

Table 1. Experimental variables in the Pre-experiment

독립변수	정보량 2수준	6, 12
	이동량 9수준	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
종속변수	선호도(0점~100점)	

종속 변수로는 선호도를 측정하였다. 실험결과 포인터 이동량 5인 경우 정보량 12와 6의 교호작용을 <Figure 3>에서 확인할 수 있다. 정보량이 6에서 이동량이 4부터 6으로 변화하면서 선호도 점수가 떨어졌다. 하지만 정보량 12에서는 이동량이 같은 구간에서 선호도가 계속 증가하였다. 이는 정보량이 6인 경우에는 이동량이 빠를수록 미세한 조종이 어려워 선호도가 하락하였으며, 정보량이 12인 경우에는 이동량이 느리면 여러 번의 터치패드 드래깅을 통하여 목표값에 도달하므로 선호도가 하락하였음을 예상할 수 있다. 실험이 끝난 후 선호도 점수와 언어적 의미를 맞추기 위하여 7점 척도로 설문조사를 하였다. 그 결과 선호도 수준 50은 보통, 30은 나쁨으로 판단하였다. 정보량이 6과 12에서 측정된 선호도를 평균하여 보통의 선호도 수준인 50이하의 구간은 포인터 이동량이 2와 10일 때이며, 이때의 평균 선호도는 30점과 40점이다. 이러한 선호도 점수의 의미는 피실험자들이 '나쁨'으로 판단하는 수준으로

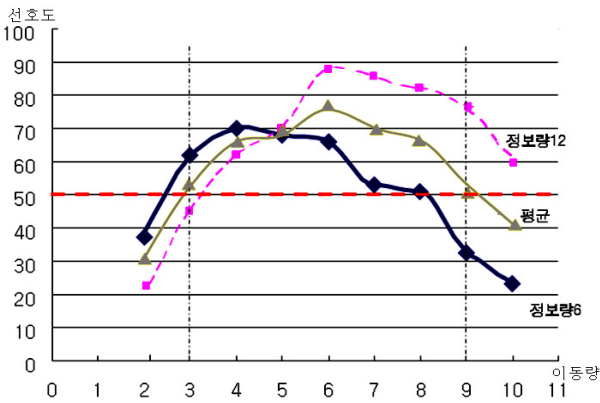


Figure 3. User's preference according to the results in the Pre-experiment

최적의 C/R 비를 도출하기 위한 실험 수준에 적용하기 적절하지 않음으로 실험 수준에서 제외하였다. 선호도 50이상에서의 구간만을 고려하여 메뉴 포인트 이동량은 3, 5, 7, 9로 선정하였고 정보량은 기존 제품 조사를 통하여 6, 8, 10, 12로 선정하였다.

2.4 실험 계획

최적 C/R 비 도출을 위한 실험에서 독립변수는 디스플레이의 정보량(한 페이지에 제공되는 아이템의 개수)과 메뉴 포인트 이동량을 고려하였다. 정보량은 사전 실험에서 언급하였듯이 정보량이 6부터 12까지 디스플레이 정보량 총 4수준(6, 8, 10, 12)으로 선정하였다. 이동량은 사전 실험을 통하여 총 4수준(3, 5, 7, 9)으로 선정하였다.

종속 변수로는 이동량 4수준과 정보량 4수준의 조합을 통하여 총 16번의 Task를 수행하면서 각각의 Task의 대해서 선호도를 0점부터 100점까지 측정하였다. 이때 피실험자들은 터치패드를 이용하면서 편의성과 만족도가 좋으면 높은 점수를 주도록 하였다. 또한 모든 Task의 시작과 끝 시점에 Task수행시간이 측정되어 수행 시간을 측정할 수 있었다.

Table 2. Experimental variables

독립변수	정보량 4수준	6, 8, 10, 12
	이동량 4수준	3, 5, 7, 9
종속변수	선호도, 수행 시간	

2-factor(4x4) within-subject experiment design으로 실험하였고 16명에게 16개의 실험 조건이 Random하게 제시되었다.

2.5 실험 절차

본 실험에서는 사전실험에 참여한 16명을 대상으로 본 실험을 하였다. 피실험자에게 실험 목적과 과정을 설명한 후 메뉴 포인트의 이동량 차이를 느끼기 위하여 정보량에 대하여 메뉴 포인트 이동량을 수준별로 연습하였다. 자동차에서 음악이나 DMB를 보게 되는데 모두 컨트롤 조작을 통하여 이루어진다. 이러한 상황을 Task로 선정하였다. 예를 들면 자신이 원하는 음악 곡을 선택하거나 라디오나 TV채널을 선택 시, 터치패드의 드래깅을 통하여 목표값을 선정하여 Task를 선정하였다. 본 실험에서는 실제 주행 화면을 상영 후 스티어링 휠에 적용된 터치패드를 이용하는 상황으로 주어진 조건하에서 위, 아래 방향으로 지정된 위치를 순서대로 메뉴 포인트를 이동시켰다. <Figure 4>는 정보량 8인 경우의 실험 태스크 절차를 나타낸다.

3. 연구 결과

본 연구는 정보량과 메뉴 포인트 이동량에 따라 피실험자가 느끼는 선호도와 수행 시간에 대하여 모두 분석하였다. 회귀식 도출에 앞서 Two way ANOVA 분석을 통하여 각 변수의 유의여부를 파악하고 정보량과 이동량에 따른 선호도와 수행 시간의 관계를 알아보았다. 마지막으로 유의한 변수를 통하여 선호도 회귀식을 도출하였다. 각 분석은 SPSS 12.0, Minitab 13.0, SAS 9.1을 이용하여 분석하였다.

3.1 ANOVA 분석 결과

3.1.1 선호도 및 수행 시간 분석

터치패드를 이용하여 메뉴 포인트를 조작 시 메뉴 포인트의 이동량과 정보량에 대하여 Two way ANOVA 분석을 하였다. 선호도 분석 결과 메뉴 포인트 이동량과 교호 작용에 대해서는 유의하였으나 정보량은 유의하지 않았다. 이 의미는 포인트 이동량이 바뀔 때 따라 피실험자의 선호도에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 교호작용에도 통계적으로 유의하다고 판명되었는데 이것은 정보량의 변화에 따라 이동량에 의하여 선

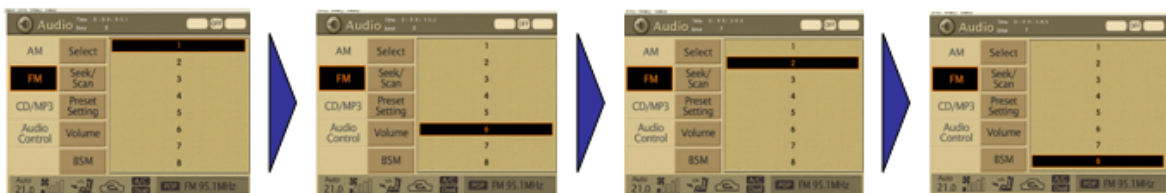


Figure 4. Task menus used in the experiment

Table 3. Two-way ANOVA Results of user’s preference and task completion time

	소스	자유도	평균제곱	F	유의확률
선호도	이동량	3	23360.201	92.120	0.001
	정보량	3	192.634	1.408	0.254
	이동량 * 정보량	9	1180.920	6.577	0.001
수행 시간	이동량	3	193.326	72.843	0.001
	정보량	3	26.177	17.382	0.001
	이동량 * 정보량	9	4.236	3.154	0.002

호도에 변화가 있다는 것을 나타낸다. 즉 모든 정보량에서 이동량이 변화할 때 각각 어떠한 경향이 나타나는지 확인해야 한다. 수행 시간에 대해서는 메뉴 포인터 이동량과 디스플레이의 정보량, 두 변수의 교호 작용 모두 통계적으로 유의한 결과가 나왔으며 <Table 3>에 정리하였다. 수행 시간에서는 포인터 이동량의 증가함에 따라 수행시간이 단축된다. 하지만 이동량 7에서 9로 증가할 때 수행시간에 대한 감소 변량이 극히 적으며 정보량이 10인 경우에는 오히려 수행시간이 증가하였다. 조절 가능한 정보량에서는 이동량이 증가하면 수행시간이 단축되지만 정보량이 그 이상을 넘어가면 포인터 이동량이 증가할수록 미세한 조절을 하기가 힘들어 목표값에 도달하는 시간이 정보량에 따라서 증가하거나 큰 변화가 없었다.

교호작용이 유의하였기 때문에 각 정보량에 따라서 이동량과 선호도를 살펴볼 필요가 있다. <Figure 5>는 메뉴 포인터의 이동량에 따른 선호도 관계를 나타낸다.

각 정보량에서 이동량이 3부터 7까지 증가할 경우 선호도가 함께 증가하였지만 이동량 7이 보다 많을 경우 정보량에 따라서 선호도가 다르게 발생하였다. 정보량이 6과 8에서는 빠른 이동량을 통하여 미세한 컨트롤이 힘들기 때문에 이러한 교호 작용이 발생되었다고 추정할 수 있다. 정보량 수준과 이동량 수준의 조합에서 수행된 각각의 Task에 대한 16명 피실험자들의 수행시간과 만족도를 평균하였으며, <Table 4> 각 정보량에서 최적의 이동량을 확인할 수 있다.

정보량 6, 8에서는 이동속도 7이 가장 높은 선호도와 가장 짧은 수행 시간을 보였고, 정보량 10, 12에서는 이동속도 9에서 가장 높은 선호도와 짧은 수행 시간을 보였다. 하지만 평균

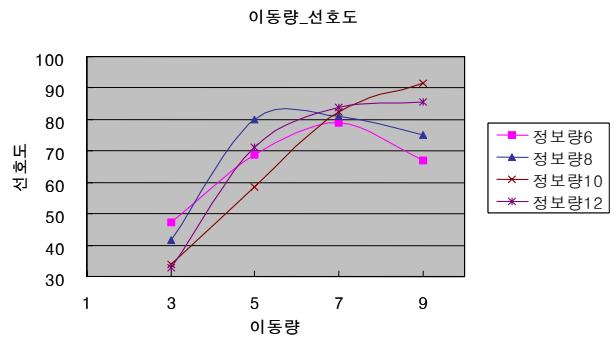


Figure 5. Preference changes according to the movement of the pointer menu

선호도와 수행 시간의 분산분석만을 통해서서는 각 정보량에 따른 최적 이동량을 선정할 수 없으므로 Bonferroni 사후분석을 이용하여 유의수준 0.05에서의 각 그룹을 확인하였다

<Figure 5>에서 언급하였듯이 정보량이 6수준일 경우 메뉴 포인터의 이동량이 느린 경우(C/R 비가 큰 경우) 여러 번의 컨트롤 조작으로 인하여 수행시간을 증가시켰다. 하지만 메뉴 포인터가 빠르게 이동하는 경우(C/R 비가 작은 경우) 한 번의 조작으로 목표값 근처에 도달할 수 있지만 미세한 컨트롤이 힘들기 때문에 이동량이 느린 수준인 이동량 5와 빠른 수준인 9수준에 선호도 차이가 유의하지 않음을 확인할 수 있다. 또한 이동량 7과 9의 평균 선호도의 차이는 있었지만 통계적인 차이는 없음을 <Table 5>를 통하여 알 수 있다. 정보량 8에서는 이동량 5, 7, 9간의 통계적으로 선호도의 차이가 없었다. 따라서 정보량이 6과 8에서는 이동량 5, 7, 9수준이 모두 적절한 선

Table 4. Description Statistics on the user’s preference and task completion time

	정보량 \ 이동량	3	5	7	9
		선호도 (0~100점)			
선호도 (0~100점)	6	47.3	68.3	78.9	67.0
	8	41.6	79.9	81.1	75.1
	10	33.9	58.3	82.5	91.5
	12	33.0	71.0	83.9	85.7
수행 시간 (초)	6	8.36	6.92	5.23	5.24
	8	8.79	6.77	5.13	5.53
	10	10.61	8.63	6.77	5.23
	12	10.01	7.25	6.17	6.09

Table 5. Post-hoc Analysis between different levels of the movement of pointer with respect to each level of the amount of information

정보량	이동량	그룹							
		선호도				수행시간			
6	3	A				A			
	5		B			A			
	7		B				B		
	9		B				B		
8	3	A				A			
	5		B				B		
	7		B					C	
	9		B					C	
10	3	A				A			
	5		B				B		
	7			C				C	
	9			C					D
12	3	A				A			
	5		B				B		
	7		B	C			B		
	9			C			B		

호도를 보인다고 볼 수 있으며 본 연구에서는 실험 결과 평균 선호도가 가장 높았던 7을 가지고 최적 C/R 비를 구하였다. 정보량이 10인 경우와 12인 경우에서는 이동량 7, 9에서 통계적인 선호도에 대한 차이가 없었다. 따라서 정보량이 10과 12에서는 이동량 7, 9가 가장 높은 선호도로 분석되었으며 평균 선호도가 가장 높은 이동량 9를 가지고 C/R 비를 구하였다. 수행시간의 경우 정보량이 6에서 이동량이 3과 5, 7과 9의 수행시간의 차이가 없었다. 정보량이 8에서는 이동량 5와 9, 7과 9가 통계적 차이가 없음을 확인하였다. 정보량이 10일 때 이동량 5와 7, 5와 9가 수행시간의 차이가 없었으며, 정보량 12에서는 이동량 3을 제외하고 모두 통계적인 차이를 보였다. 이렇게 각 메뉴의 정보량에 따라서 메뉴 포인터의 최적 이동량이 다르다는 것을 알 수 있으며 <Table 6>에 정리하였다. 테이블 밑에 평균값을 기준으로 선정하였으며 괄호 안에 데이터는 통계적으로 차이가 없는 값을 나타낸다. 따라서 선택해서 사용할 수 있을 것으로 예상된다. 이를 통하여 각 정보량에서의 최적의 Control-Response Ratio를 도출해 보았다.

Table 6. optimal amount of movements to each information amounts

정보량	이동량
6	7(5, 9)
8	7(5, 9)
10	9(7)
12	9(7)

3.1.2 각 정보량에 따른 최적 C/R 비

각 정보량에 따른 최적 C/R 비를 구하기 위해서 터치패드의 세로길기와 메뉴 디스플레이의 리스트 세로길기가 필요하다.

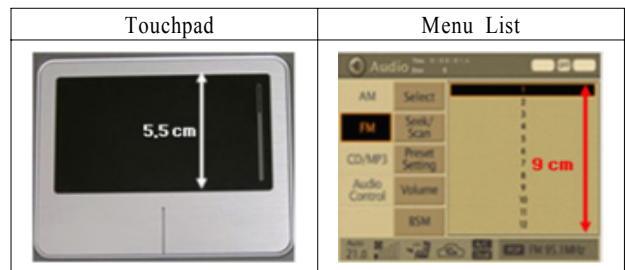


Figure 6. Measurement of heights for display and touchpad

연구배경에서 설명한 C/R 비의 식에 따라 터치패드를 위에서 아래로 드래깅 하였을 경우 메뉴 리스트의 메뉴 포인터의 이동량이 C/R 비로 정의되었다. 즉 각각의 정보량에서의 최적 C/R 비란 터치패드를 상단에서 하단으로 드래깅한 거리 5.5cm를 터치패드 조작에 의한 메뉴 포인터 이동한 거리로 나누어 C/R 비를 측정하였다. <Table 6>을 이용하여 각 정보량에 따라 선호도가 가장 높은 이동량을 선정하여 디스플레이 정보량 6의 최고 선호도의 포인터 이동량은 7칸, 정보량 8의 이동량 7, 정보량 10의 이동량 9, 정보량 12의 이동량 9로 하였다. 이때의 이동한 거리를 cm의 단위로 표현하면 메뉴 리스트의(세로 총 길이 9cm/메뉴 정보량) * (터치패드 한번의 드래깅으로 메뉴 포인터의 이동량으로 이동 거리를 계산하였고, 다시 터치패드

의 드래깅 거리를 계산된 이동 거리로 나누어 C/R 비를 도출하였다. 최적 C/R 비는 <Table 7>에서 정리하였다.

$$C/R \text{ 비} = \frac{\text{터치패드의 드래깅한 거리}}{\text{메뉴 포인트의 이동한 거리}}$$

Table 7. Optimal C/R Ratio

정보량	이동량	선호도	최적 C/R 비
6	7	79	0.5
8	7	81	0.7
10	9	92	0.7
12	9	86	0.8

정보량과 이동량의 증가함에 따라 최적 C/R 비도 증가함을 확인할 수 있다. C/R 비의 값이 증가한다는 의미는 메뉴 포인트 이동 조작 시 포인트 이동 반응이 둔감해진다는 의미로 해석할 수 있다. 즉 다시 말해서 정보량이 증가할수록 피실험자들이 원하는 위치에 포인트를 이동시키기 위해서 미세한 컨트롤을 요구한다. 정보량이 많을 경우 메뉴 포인트 조작 반응 속도가 빠를 경우 정보량이 많은 경우에는 힘들어진다. 이와 반대로 정보량이 적을 경우 미세한 컨트롤 보다는 반응 속도가 빠른 것을 요구하는 것을 알 수 있다. 그러나 실험 외의 구간에서의 최적 C/R 비 추정이 필요하므로 회귀분석을 실시하여 최적 C/R 비 추정을 위한 예측 모델을 도출하였다.

3.2 회귀식 도출

마지막으로 실험 외 구간에서의 선호도 추정을 위하여 메뉴의 각각의 정보량에 대해서 메뉴 포인트 이동량의 선호도 예측 함수식을 도출하였다. 회귀식 도출에서는 <Table 8>과 같이 선호도와 수행시간의 패턴이 동일하기 때문에 선호도만을 이용하였다.

Table 8. Result of correlation analysis

		수행시간
선호도	Pearson 상관계수	-0.89
	유의확률(양쪽)	0.00
	N	16.00

예측 함수식에 도입 시킬 변수들을 선정하기 위하여 C-p값과 R-sq(adj)값을 이용하여 변수를 선정하였다. R-sq(adj)값은 회귀식이 전체 데이터의 변동성을 설명하기 위해 활용하였고 C-p값은 독립변수가 여러 개일 경우 최적 조합을 찾기 위하여 C-p값이 가장 적게 하는 변수로 선정하였다. 정보량, 메뉴 포인트 이동 속도², 교호 작용, 교호 작용²으로 도출한 회귀식은 다음과 같다.

$$\text{Preference} = 50.5 - 0.566 \text{ 정보량}^2 - 0.869 \text{ 이동량}^2 + 1.89 \text{ 정보량} \times \text{이동량}$$

$$r^2 = 70.5 \%, r^2_{(adj)} = 70.1 \%$$

최종 예측 함수식에 대한 설명력(R²_(adj))은 전체의 70% 이상을 설명해주고 진입된 독립변수들은 유의수준 0.05에서 모두 유의한 변수들이므로 위의 예측 함수식이 적절하게 도출되었다고 볼 수 있다. 도출된 회귀식을 통하여 메뉴 포인트의 이동량과 정보량에 대한 예측 선호도를 알기 쉽게 표현하기 위하여 그래프를 작성하였다. <Figure 7>은 회귀식을 통하여 메뉴 포인트 이동량과 정보량에서 선호도를 나타낸 그림이다.

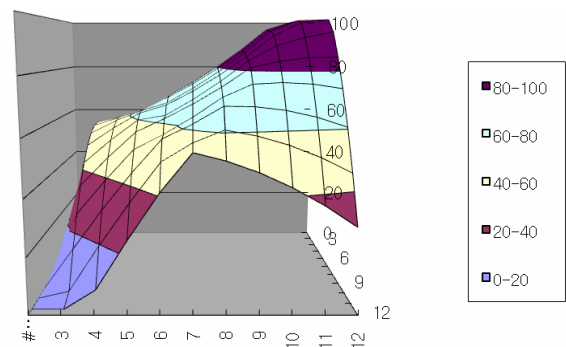


Figure 7. Regression Surface Graph

선호도 0점부터 100점까지 총 10개의 구간으로 표현하였다. 회귀식 표면 그래프를 통하여 최적 선호도에서의 이동량과 정보량 수준을 확인할 수 있다. <Table 9>는 도출된 회귀식의 적

Table 9. Comparison between predicted and measured preferences

정보량	이동량	실측 선호도	예측 선호도
5	6	69	62
	8	81	56
	10	55	44
	12	46	25
7	6	55	71
	8	81	73
	10	81	68
	12	55	56
9	6	41	75
	8	74	85
	10	93	87
	12	89	83
11	6	43	75
	8	67	92
	10	84	99
	12	94	100

Table 10. Paired T-test between predicted and measured preferences

대응표본 검정					
대응 1	평균	표준편차	t	자유도	유의확률(양쪽)
예측 선호도-실측 선호도	-2.688	18.054	-0.595	15	0.560

합성 검증을 위하여 실험에 적용하지 않은 구간에 대해서 추가 실험 후 동일한 조건에서 회귀식 선호도와 실제 측정된 선호도를 비교하였다.

회귀식에서의 예측된 선호도의 정확도를 확인하기 위하여 두 선호도를 Paired T-test하였다. <Table 10>은 Paired T-test의 결과를 나타낸다.

<Table 10> 대응표본 검정 결과를 통하여 양측검증에서 t-value -0.595, p-value는 0.560으로 나타나 동일한 조건(정보량, 이동량)에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 선호도 회귀식의 타당성 검증 후 실험 외의 수준에서의 각 정보량에 대한 최적 C/R 비 값을 확인하였다. 정보량은 4부터 12까지, 이동량은 3부터 12까지를 포함하여 각 정보량에서의 선호도가 가장 높았을 때의 이동량을 선정하여 예측된 최적 C/R 비를 도출하였다. <Table 11>은 실제 측정에서의 최적 C/R 비와 회귀식을 통하여 도출한 최적 C/R 비를 나타낸다.

예측한 C/R 비와 실제 측정된 최적 C/R 비는 동일한 경향으로 정보량이 증가할수록 C/R 비가 증가하였다.

<Table 11>에서 확인할 수 있듯이 정보량이 4부터 16까지 정보량에 따라서 이동량이 모두 다르며 0.51~0.61사이의 C/R 비가 추천된다.

4. 토의 및 결론

본 연구는 차량 환경에서 스티어링 휠에 터치패드가 적용된 컨트롤을 이용하여 차량 정보 목록 조작 시의 정보량 4수준에 메뉴 포인터 이동량 4수준의 조합을 통하여 각 정보량에서의 최적 조작 반응 비율(C/R 비)에 관하여 연구하였다. 분석 결과

수행 시간의 경우 모든 변수에서 유의하였고 선호도의 경우 메뉴 포인터의 이동량과 교호 작용에 대하여 유의하였다. 교호 작용은 메뉴 포인터 이동량 7 이후부터 발생하였으며 정보량 10과 12에서 이동량이 증가할수록 선호도도 함께 증가하였다. 그러나 정보량이 그보다 적은 경우인 정보량 6과 8에서는 이동량이 증가할수록 선호도가 감소하는 현상을 확인할 수 있었다. 이는 제한된 공간에서 정보량이 많을 경우 메뉴 포인터 이동 속도가 함께 증가하면 미세한 컨트롤에 어려움이 발생하여 선호도가 떨어지기 때문이다. 선호도 교호 작용이 통계적으로 유의하였기 때문에 각 정보량별로 적정 이동량과 그에 따른 C/R 비를 도출하였다. 도출된 C/R 비는 메뉴 포인터의 이동량과 정보량이 늘어남에 따라 C/R 비도 함께 증가하는 현상을 확인하였다. 그러나 실험 이외의 수준에 대한 최적 C/R 비 도출이 필요하여 예측 모델을 통한 최적 C/R 비를 도출하였다. 예측된 함수 모델의 적절성을 확인한 후 실험 외의 수준에서의 최적 C/R 비를 도출한 결과 각 정보량마다 다른 적절한 이동량이 제시되었다. 지금까지 터치패드를 이용한 제품의 C/R 비(i-pod)를 살펴보면 정보량이 8인 경우 약 1.1-1.2의 C/R로 추정된다. 하지만 정보량이 변화하여도 동일한 C/R 비를 제공하였다. 그러나 본 연구에서 각 정보량에 따라서 사용자가 느끼는 최적 C/R 비가 동일하지 않음을 확인하였다. 따라서 각 정보량에 다른 최적 C/R 비가 적용되어야 한다. 본 실험에서 제시한 C/R 비와 I-pod의 C/R 비의 차이는 디스플레이의 크기로 인하여 발생한다. 따라서 C/R 비에 디스플레이의 크기를 고려한 추가 연구가 필요하다.

본 연구에서 도출한 회귀식을 통하여 실험 외 수준의 최적 C/R 비를 선정할 수 있다. 그러나 정보량이 증가하는 경우, 모든 정보량을 한 페이지에 보여주고 적절한 C/R 비를 디자인하

Table 11. Comparison between predicted and measured Optimal C/R ratio

실제 측정			회귀식		
정보량	이동량	실측 C/R 비	정보량	이동량	예측 C/R 비
			4	4	0.61
5	6,8	0.38~0.51	5	6	0.51
			6	7	0.52
7	8,10	0.43~0.53	7	8	0.53
			8	9	0.54
9	10,12	0.46~0.55	9	10	0.55
			10	11	0.56
11	10,12	0.56~0.67	11	12	0.56
			12	12	0.61

는 방법과 최적 정보량을 도출하여 적정 C/R 비를 선정하여, 추가된 정보 제공은 스크롤 기능을 적용하는 방법에 대한 추가적인 비교 연구가 필요하다. 또한 차량 내에서 발생하는 일로 더욱 안전을 중시해야 하므로 본 연구에서 도출한 C/R 비를 차량 시뮬레이터가 아닌 실제 차량에서 주행을 하면서 터치패드의 타당성을 검증해 볼 필요가 있다.

향후 자동차에 터치패드나 컨트롤방식으로 적용될 경우 본 연구에서 도출한 C/R 비를 통하여 사용성의 향상을 기대할 수 있으며 이와 같은 새로운 인터페이스를 통하여 자동차의 상품성 향상이 기대된다.

참고문헌

- Jong Yong Nam, Jaeho Choe, Eui S. Jung (2008), Development of Finger Gestures for Touchscreen-based Web Browser Operation, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, **27**(4), 109-117.
- Grace Won, 2008-01-22, Global News Network 'AVING', 'See-On Technology, 7-inch car pc 'Car PC Neo' based on Windows XP Embedded'(http://us.aving.net/news/view.php?articleId=71016).
- Eui S. Jung (2005), Development on IVIS Interface Package Design Guideline(Hyundai-Kia Project).
- Byung Yong Jeong, Dong Kyoung Lee (2005), Ergonomics Human Factors.
- Hyoung Uk Lim, Eui S. Jung, Sungjoon Park, Seong Wook Jeong (2007), Comparisons of Driver Performance with Control Types of the Driver Information System, *Journal of The Society of Korea*, **26**(1), 1-10.
- Hyoung Uk Lim, Youngtaek Oh, Sungjoon Park, Eui S. Jung (2006), Research on function application in steering wheel, Proceedings of Korean Ergonomics Conference-Spring.
- Roman Vilimek, Alf Zimmer (2007), Development and Evaluation of a Multimodal touchpad for Advanced In-vehicle System, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Ivan E., González, Wobbrock, J. O., Chau, D. H., and Faulring, A. (2007), Eyes on the road, hands on the wheel : thumb-based interaction techniques for input on steering wheel, Proceedings of Graphics Interface.
- Marc Wittmann, Miklós Kiss, Peter Gugg, Alexander Steffen, Martina Fink, Ernst Pöppel, and Hiroyuki Kamiya (2006), Effects of Display Position of a Visual In-Vehicle Task on Simulated Driving, *Applied Ergonomics*, **37**, 187-199.
- Wherry, E. (2003), Scroll Ring Performance Evaluation, Conference on Human Factors in Computing Systems.
- Stevens, A., Quimby, A., Board, A., Kersloot, T., and Burns (2002), Design Guidelines For Safety of In-vehicle Information System.
- Kamp, J. F., Poirier, F., and Doignon, P. (1999), Control of In-vehicle Systems by Gestures-Proceedings of the International Gesture Workshop on Gesture.