

차량내 시스템에 대한 접촉 및 제스처 방식의 운전자 인터페이스에 관한 연구

심지성¹ · 이상헌^{2†}

¹오토리브 코리아, ²국민대학교 자동차공학전문대학원

A Study on Tactile and Gestural Controls of Driver Interfaces for In-Vehicle Systems

Ji-Sung Shim¹ and Sang Hun Lee^{2†}

¹Autoliv Korea

²Graduate School of Automotive Engineering, Kookmin University

Received 14 December 2015; received in revised form 30 January 2016; accepted 1 February 2016

ABSTRACT

Traditional tactile controls that include push buttons and rotary switches may cause significant visual and biomechanical distractions if they are located away from the driver's line of sight and hand position, for example, on the central console. Gestural controls, as an alternative to traditional controls, are natural and can reduce visual distractions; however, their types and numbers are limited and have no feedback. To overcome the problems, a driver interface combining gestures and visual feedback with a head-up display has been proposed recently. In this paper, we investigated the effect of this type of interface in terms of driving performance measures. Human-in-the-loop experiments were conducted using a driving simulator with the traditional tactile and the new gesture-based interfaces. The experimental results showed that the new interface caused less visual distractions, better gap control between ego and target vehicles, and better recognition of road conditions comparing to the traditional one.

Key Words: Driver distraction, Gesture interface, Head-up display, Human-machine interaction, In-vehicle system

1. 서 론

운전은 고도의 집중력을 필요로 하고 사람의 인지 능력을 크게 사용하는 복합적인 행동이기 때문에 동시에 다른 일을 하는 것은 운전 능력을 현저히 저하시킬 수 있다^[1]. 미국의 National Highway

Traffic Safety Administration(NHTSA)의 교통사고 데이터베이스에 의하면, 미국에서 발생한 전체 교통 사고의 25~30% 그리고 충돌 사고의 78%가 운전자의 주의 분산에 의한 것이라고 한다^[2,3]. 또한 North Carolina주에서 발생한 주의 분산에 의한 충돌 사고 2,819건을 분석한 결과 55.5%가 차량 내부에 설치되어 있는 라디오와 휴대 전화 등의 장치가 원인이라고 보고되었다^[4]. 실제 차량 운전자 데이터에 의하면 운전자가 도로에서 2초이상 눈

[†]Corresponding Author, shlee@kookmin.ac.kr
©2016 Society of CAD/CAM Engineers

을 때면 사고 확률이 높아지며, 복잡한 과제를 수행하는 것은 충돌 위험을 3배로 증가시킨다고 한다^[5]. 운전자 주의 분산으로부터 오는 사고의 약 50%가 스마트 폰과 내비게이션 같은 차량내 인포테인먼트 시스템의 사용으로 말미암은 것이라고 한다^[2,5]. 운전중 손의 직접적인 사용을 요구하는 여러 가지 과제들, 예컨대 스크린을 터치한다거나 센터패시아(center fascia 또는 center console)의 버튼을 누르는 행동은 교통사고의 주요한 요인이라고 한다^[6]. American Automobile Association (AAA)에서 행한 조사에 의하면 오디오 장치를 켜거나 조절하는 것과 같은 일은 주의 분산 행동의 가장 높은 비율을 차지하고 있다고 한다^[7]. 따라서 교통 사고 원인의 통계 분석 결과는 차량내 시스템을 설계할 때 주의 분산의 잠재적 위험성과 그로 인한 사고 발생 가능성을 줄이기 위해서 인간 공학적 요소들을 고려할 필요가 있다는 것을 보여주고 있다.

최근에 운전자와 차량내 시스템간의 새로운 유형의 인터페이스들이 다양하게 개발되어 왔다^[8]. 차량내 시스템에 대한 인터페이스는 크게 촉각, 음성, 제스처로 분류된다^[9]. 전통적인 촉각 인터페이스는 버튼을 누르거나 로터리 스위치를 돌리는 것을 포함하며, 보다 최근의 형태는 터치 스크린을 사용하는 것으로 만일 버튼이나 터치스크린이 운전자의 시선과 손의 위치로부터 멀리 떨어져 있는 경우 현저한 시각적 그리고 생체역학적 주의 분산을 야기시킬 수 있다. 이 가운데 터치 스크린은 전통적인 촉각 인터페이스보다도 더 심각한 시각적 그리고 인지적 주의분산을 야기시킬 수 있다^[10-12]. 음성 인식은 가장 자연스런 형태의 인터페이스로 손을 사용하지 않고 시선을 집중할 필요가 없으므로 시각적 생체역학적 주의 분산이 적게 발생된다^[13,14]. 제스처 인터페이스는 음성 인터페이스와 함께 기존 인터페이스의 대안으로 고려되고 있는데, 음성과 마찬가지로 제스처는 자연스럽게 시각적 주의 분산을 유발시키지 않는 반면, 생체역학적 주의 분산은 유발되며 그 종류와 가짓수가 제한된다는 특성을 가지고 있다^[15]. 이를 극복하기 위하여 운전대를 잡은 상태에서 제스처를 입력하는 방법^[15], 음성 피드백을 주는 방법^[16], 비디오 피드백을 주는 방법^[17] 등이 제안되었다. 특히 Koyama 등^[17]은 head-up display(HUD)를 도입하여 시선 분산을 줄이려고 노력하였으며, 이를 내비게이션과

오디오 장치에 적용하는 시도를 하였다. 그러나 그는 제스처를 사용하여 메뉴를 선택하도록 하였기 때문에 그에 따른 시각적, 인지적 주의분산이 유발되므로 이를 고려한 메뉴 구성이 필요하다.

본 연구에서는 센터패시아에 있는 오디오와 에어컨 조작 기능에 대하여 기존의 촉각 인터페이스 대신 시각적 피드백과 결합된 제스처 인터페이스를 채택했을 때 운전자 주의 분산 감소 및 돌발 상황 대처에 어떤 효과가 있는지에 대해 탐구하였다. 이를 위하여 HUD와 동작 인식 장치를 이용한 인간-차량 인터페이스를 개발하고 운전 시뮬레이터의 환경을 구축한 후, 피실험자를 모집하여 기존 인터페이스와 새로운 인터페이스를 사용하여 2차적인 과제를 수행했을 때 각각 운전자의 운전 능력에 어떠한 영향을 미치는지 실험을 통하여 평가해보았다.

2. 방 법

2.1 실험 참가자

실험에는 남성 20명과 여성 4명, 총 24명의 피실험자를 대상으로 진행하였다. 면허증을 소지하고 실제 운전 경력이 3년 이상이며 이전에 유사한 실험에 참여한 경험과 각종 질환이 없는 건강한 남녀를 대상으로 모집하였다. 피실험자의 평균 연령은 26.0세(SD = 1.6)이고 평균 운전 경력이 38개월(SD = 9.1)이다.

2.2 실험 장치

2.2.1 차량 시뮬레이터

실험은 차량 시뮬레이터 상에서 실시되었다. Fig. 1에 나타난 것과 같이 차량의 기본 골격은 알루미늄



Fig. 1 A driving simulator used in the experiment

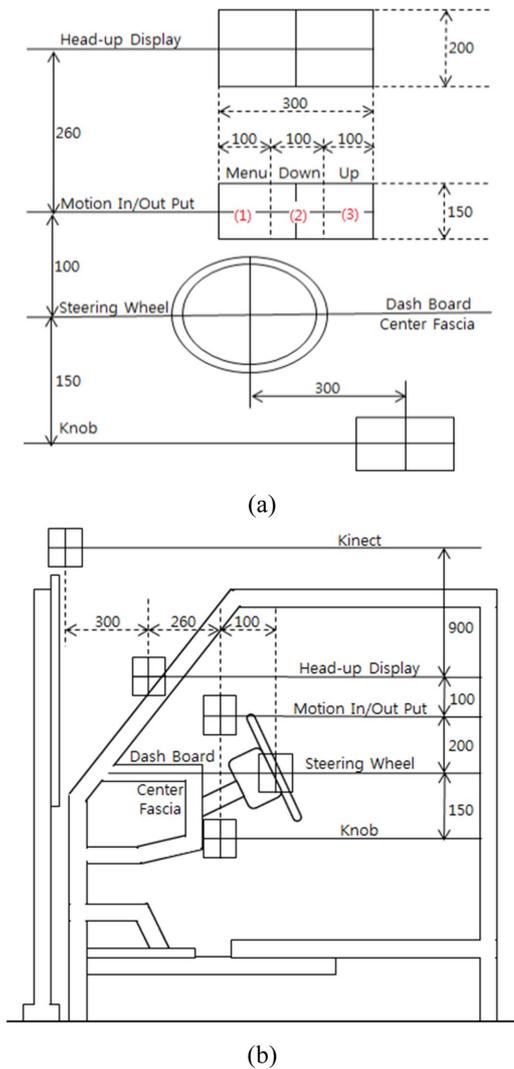


Fig. 2 Design of the interface space on a driving simulator: (a) front view, (b) side view

납 프로파일로 구성되어 있으며, 실제 차량에 탑승해 있는 느낌을 주기 위하여 운전석 실내 부분을 현대자동차 엘란트라와 실제 대시보드, 스티어링 휠, 의자를 사용하여 구성하였다. 디스플레이 장치로서 full-HD급의 화질이 지원되는 LG사의 50인치 PDP TV인 50PS60FD-NB 3대를 사용하였다. 운전 조작 장치로는 Logitech사의 G27의 모델을 사용하였다. 실험을 위한 장치의 구성은 Fig. 2의 도면에 나타난 것과 같다.

2.2.2 기존 접촉식 인터페이스

운전하면서 장치의 조작 방법을 비교하기 위하

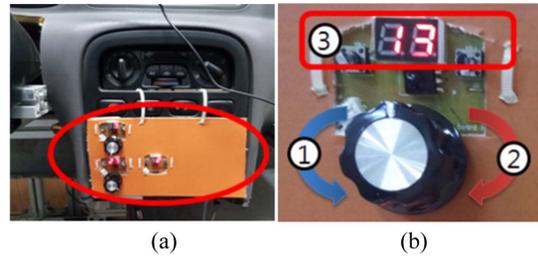


Fig. 3 A mockup of traditional tactile interface for audio and airconditional controls

여 BMW사의 new BMW 5 series sedan의 오디오와 에어컨의 장치를 선정하였다. Fig. 2에 나타난 것과 같이 이들은 운전석의 운전대를 중심으로 우측 하단에 배치되어 있기 때문에 이에 대한 조작은 운전자의 시선 분산을 야기시킨다. 실험을 위하여 장치 조작을 위한 로터리 스위치 및 설정 확인을 위한 LED 출력 장치를 제작하였으며, 그 사진이 Fig. 3에 나타나 있다.

2.2.3 새로운 제스처 및 HUD 결합 인터페이스

차량내 기기를 조작하기 위한 제스처는 다양한 방식과 종류가 있다. 본 연구의 목적은 운전 중 HUD와 제스처를 사용할 경우 그에 따른 운전 성능에 대한 영향을 알아보기 위한 것이므로 제스처의 디자인에 관한 부분은 생략하고 오디오와 에어컨의 장치 선택과 현재 설정된 값을 한 단계 올리거나 내리는 것만 대상으로 실험 환경을 구성하였다. 먼저 운전자 앞의 공간을 Fig. 2(a)에서처럼 (1), (2), (3)의 세 부분으로 나누어 각 영역에 손이 가면 해당되는 조작이 수행되도록 하였다. 여기에서 (1)번은 장치선택을 위한 조작위치로서 에어컨과 오디오의 선택이 토글(toggle)로 가능하고, (2)번은 각 장치의 설정된 값을 내리는 조작위치, (3)번은 각 장치의 설정된 값을 올리는 조작위치로 설정하였다. 오디오 장치인 경우는 볼륨이 조절되도록 하였고, 에어컨 장치에서는 온도가 조절되도록 하였다.

실험을 위하여 HUD와 동작 인식 장치인 Kinect를 이용한 다중 모드의 사용자 인터페이스에 대한 간단한 목업을 제작하였다. HUD는 스크린상에 반투명 필름을 부착하고 그 위에 빔 프로젝터로 빔을 쏘아 승용차의 HUD를 모사하는 방식으로 구현하였다. 여기에 사용된 빔 프로젝터는 30ANSI Lumen의 조도와 최대 80인치의 화면 지원이 가능한 삼성의 LED 피코 소형 프로젝트(SP-H03)를 사

용하였다. 또한, 운전자의 제스처를 인식하기 위하여 신체 운동 측정 장치로 널리 사용되고 있는 Microsoft사의 Xbox360의 주변기기인 키넥트(Kinect)와 Kinect SDK를 사용하여 인체 구조 인식 및 제스처 분석 등의 작업을 수행하였다. 본 논문에서는 운전대를 중심으로 운전자의 상반신을 중심으로 오른손과 왼손을 구분하여 그 깊이 값이 앞뒤로 변하는 정도를 감지하여 이를 제스처 인식에 사용하였다.

2.2.4 시선 추적 장치

시뮬레이터 차량을 운전하는 중에 장치 조작과 설정 확인에 따른 시선 분산을 측정하기 위하여 일본 NAC Image Technology Inc.의 Eye Recorder EMR-9을 사용해 보았다. 운전 중 기존과 새로운 인터페이스를 조작하면서 촬영한 동영상과 시선 추적 장치의 출력 결과를 비교해 보았다. 그런데, 두 장치 모두 장치와 Display의 위치가 변하지 않고 일정하기 때문에 시선 추적 장치에서의 시선 위치를 측정하기 보다는 동영상 분석과 같이 운전자의 정면에서 시선 분산의 횡수와 시간을 측정하여도 동일한 결과 값을 얻을 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 굳이 시선 추적 장치를 사용하지 않고 촬영된 동영상의 분석을 이용하여 시선 분산의 횡



(a)



(b)

Fig. 4 Construction of road environment using UC-win/Road: (a) Seoul Naebu Sunhoandoro (Internal Circulation Expressway), (b) Main streets around Gwanghwamun Square

수와 시간을 측정하도록 하였다.

2.2.5 가상 도로 및 교통 환경의 구축

Forum8에서 개발한 3차원 도로 및 교통 모델링 및 드라이빙 시뮬레이션 소프트웨어 시스템인 UC-win/Road를 사용하여 가상환경을 구축하였다. Fig. 4에 나타난 것과 같이 고속화 도로는 국민대학교 주변 내부순환도로를 모델링하였으며, 시내 도로는 광화문 근처의 도로 환경을 구성하였다.

2.3 실험 절차

피실험자들에게 먼저 실험 내용을 설명해주고 설문지에 개인 특성을 작성한다. 시뮬레이터 상에서 연습 주행과 장치 조작을 통하여 실험 환경에 대한 적응이 끝나면 다음 4가지 상황에 대해 실험을 실시하도록 하였다. 매 상황에 대한 실험이 끝날 때마다 설문지를 작성하여 주관적인 평가를 수행하도록 하였다. 이때 같은 순서로 실험에 임하게 되는 경우에는 실험 조건의 전이 효과(transfer effect)나 연습 효과(practice effect) 등으로 인하여 실험변수의 정확한 효과를 측정하기 힘들기 때문에 외부 요인에 대한 효과를 최소화하기 위하여 균형 라틴 방격법(balanced Latin square design)을 이용하여 실험의 순서를 결정하였다. 실험 사이에는 10분간 휴식 시간을 주어 이전 실험에 대한 학습효과를 감소시키고 피로를 방지하도록 노력하였다.

- 정지 상황: 차량이 정지해 있는 상황에서 각 장치 조작을 실시하고 조작에 걸리는 시간 및 시선 분산의 시간 및 회수를 측정함.
- 고속 일반 상황: 고속화 도로에서 선행차량을 따라가는 상황으로 장치조작에 걸리는 시간과 정확히 수행한 횡수, 시선분산의 시간과 횡수, 선행차량과의 간격유지, 주행 차선과 속도에 미치는 영향을 측정함.
- 고속 돌발 상황: 고속화 도로에서 돌발 상황이 발생하는 경우로 장치 조작으로 인해 발생한 사고 횡수와 브레이크 반응 시간을 측정함.
- 시내 돌발 상황: 시내 도로에서 돌발 상황이 발생하는 경우로 장치 조작으로 인해 발생한 사고 횡수와 브레이크 반응 시간을 측정함.

2.4 실험 시나리오

2.4.1 정지 상황

피실험자가 수행한 과제는 오디오와 에어컨을

번갈아 가면서 현재 설정된 볼륨과 온도를 1단계 올리거나 내리는 과제를 7회에 걸쳐 수행하도록 하였다. 조작 시간은 두 장치 모두 스티어링 휠에서 손이 떨어지는 순간부터 장치를 조작하고 다시 스티어링 휠을 잡는 순간까지의 시간으로 하였다. 시선의 경우 두 장치 모두 전방의 시선으로부터 떨어지는 순간부터 기존 장치의 위치를 찾고 조작하여 설정된 값을 LED 또는 HUD로 확인 후 다시 시선이 전방을 향하는 순간까지의 시간과 횟수를 측정하였다.

2.4.2 고속도로 일반 상황

실험에 사용된 고속화 도로의 총 주행거리는 4,090 m이고 70 km/h로 진행하는 선형 차량과의 일정 간격으로 따라가는 상황에서 7개의 과제를 대략 500 m 간격으로 수행하도록 하였다. 측정은 설문지 평가와 함께 각 장치 조작에 걸리는 시간과 정확히 수행한 횟수, 시선 분산의 시간과 횟수, 선형 차량과의 간격 유지, 주행 차선과 속도를 측정하게 된다.

2.4.3 고속도로 돌발 상황

고속화 도로의 총 주행거리는 2,220 m이고 제한 속도는 70 km/h로 주행하는 돌발 상황의 위치와 내용은 Table 1에 나타난 것과 같다. 장치 조작 중 사고 횟수와 브레이크 반응 시간을 측정하고 설문 조사를 실시한다. Fig. 5는 2번째 도로공사의 예를 보여준다.

본 실험에서 모든 정지 및 도로주행상황에서 장치 설정과 조작에 대한 과제는 오디오와 에어컨을 한 단계 올리거나 내리는 2가지 장치조작으로 주어졌으며, 그에 따라 기존 장치는 놉(knob)을 한

단계 돌리는 1번의 조작으로 가능한 반면, 새로운 장치에서는 메뉴 선정과 한 단계 올리거나 내리는 2번의 조작을 필요로 하게 되었다.

2.4.4 시내 도로 상황

시내 도로는 광화문 주변 도로를 대상으로 선정하여 모델링하였으며, 총 주행거리는 2,430 m이고



Fig. 5 Roadwork in the expressway

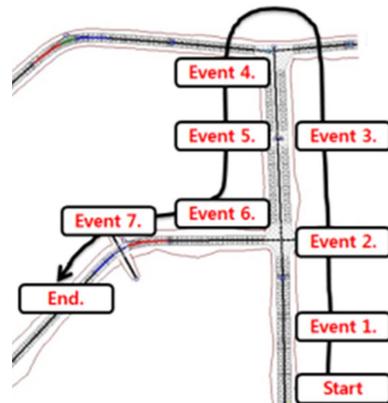


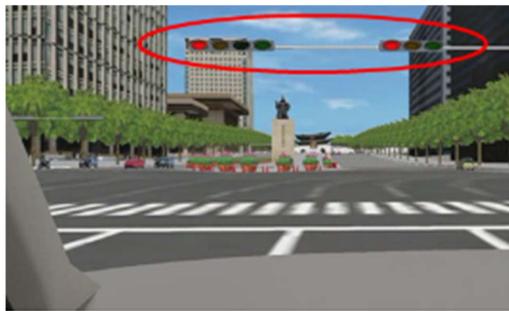
Fig. 6 Events in the scenario on the street

Table 1 Tasks and events in the scenario on the expressway

No	Task			Event	
	Location	Device	Operation	Location	Situation
1	370m	Aircon	Up	420m	Accident
2	675m	Audio	Down	725m	Roadwork
3	1,100m	Aircon	Up	1,150m	Sharp Corner
4	1,390m	Audio	Down	1,440m	Cut-in
5	1,570m	Aircon	Up	1,620m	Accident
6	1,800m	Audio	Down	1,850m	Sharp Corner
7	2,130m	Aircon	Up	2,180m	Sudden Stop

Table 2 Tasks and events in the scenario on the street

No	Task			Event	
	Location	Device	Operation	Location	Situation
1	300m	Aircon	Up	350m	Accident
2	420m	Audio	Down	470m	Traffic Signal Change
3	790m	Aircon	Up	840m	Jaywalking
4	1,000m	Audio	Down	1,050m	Cut-in
5	1,330m	Aircon	Up	1,380m	Traffic Signal Change
6	1,570m	Audio	Down	1,620m	Jaywalking
7	2,130m	Aircon	Up	2,180m	Traffic Signal Change



(a)



(b)

Fig. 7 Sample events on the street: (a) traffic signal change, (b) jaywalking

60 km/h로 주행하며 각 돌발 상황 이벤트의 위치는 Fig. 6 및 Table 2에 나타난 것과 같다. 돌발 상황 가운데 신호 변경과 무단 횡단에 해당하는 광경은 Fig. 7과 같다.

3. 실험 결과

3.1 객관적 평가 결과

3.1.1 운전자의 시선 분산

Fig. 8에 나타난 것과 같이 장치 조작 중 운전자

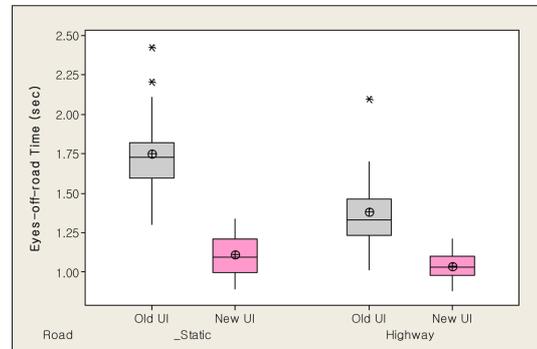


Fig. 8 Driver's eye-off-road time while performing the secondary tasks

의 시선이 도로에서 벗어난 시간은 정지 상황에서 기존의 인터페이스를 사용했을 때 1.75 sec(SD = 0.24), 새로운 인터페이스를 사용했을 때 1.11 sec(SD = 0.14)이며, 고속도로 주행 시에는 기존의 인터페이스를 사용했을 때 1.38 sec(SD = 0.22), 새로운 인터페이스를 사용했을 때 1.04 sec(SD = 0.08)를 보여주고 있다. 각 경우에 대하여 Anderson-Darling 및 Ryan-Jointer 정규성 검정을 실시한 결과 적어도 하나의 검정 방법에 대하여 $p > 0.01$ 로 정규성을 충족하여 반복 측정 이원 분산분석(repeated-measures two-way ANOVA)을 실시하였다. 그 결과 인터페이스의 유형에 대해 유의한 차이를 보여주었으며($F_{1,23} = 192.47, p < 0.001$), 도로의 유형에 대해서도 유의한 차이를 보여주었다($F_{1,23} = 38.73, p < 0.001$).

3.1.2 선행 차량과의 간격 유지

고속 일반 상황에서 피실험자들은 고속도로 주행 시 선행 차량에 대해서 50 m의 일정한 거리를

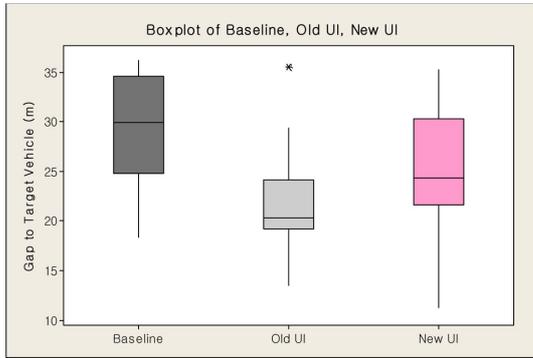


Fig. 9 Gap between the precedent and ego vehicles while performing the secondary tasks in the expressway

유지할 것을 요구받았다. Fig. 9에 나타난 것과 같이 장치를 조작하지 않고 운전만 했을 때에는 앞차와의 간격에 대한 평균값이 29.2 m(SD = 5.4)인데 반하여, 기존 인터페이스를 사용하여 조작할 경우는 차량 간격이 21.9 m(SD = 4.8), 새로운 인터페이스를 사용하여 장치를 조작할 경우는 차량 간격이 25.0 m(SD = 5.8)로 새로운 인터페이스가 기존의 인터페이스에 비하여 차량 간격 유지가 용이함을 발견할 수 있었다. 각 경우에 대하여 Anderson-Darling 및 Ryan-Jointer 정규성 검정을 실시한 결과 두 검정 방법에 대하여 모두 $p > 0.05$ 로 정규성을 충족하여 이들 데이터에 대해서 각 경우 별로 반복 측정 일원 분산분석(repeated-measures one-way ANOVA)을 실시하였다. 그 결과 차량 간격은 인터페이스의 유형에 대해 유의한 차이를 보여주었다($F_{2,46} = 26.20, p < 0.001$).

3.1.3 돌발 상황시 사고 발생률

운전 수행 능력을 비교 평가하기 위하여 고속화 도로 및 시내 도로에서 돌발 상황이 일어나는 실험을 진행하였다. Fig. 10에 나타난 것과 같이 장치를 조작하지 않을 경우 사고 발생률은 7회의 돌발 상황에 대하여 1.2회(SD = 1.3)인데 반하여 기존 인터페이스를 사용할 경우는 4.3회(SD = 1.7), 새로운 인터페이스를 사용할 때는 2.2회(SD = 1.2)를 보이고 있다. 각 경우에 대하여 Anderson-Darling 및 Ryan-Jointer 정규성 검정을 실시한 결과 두 검정 방법에 대하여 모두 $p > 0.1$ 로 정규성을 충족하

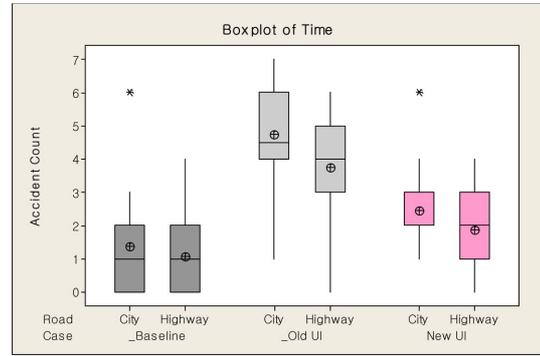


Fig. 10 Accident rates in the sudden happenings

여 반복측정 이원 분산 분석(repeated-measures two-way ANOVA)을 실시하였다. 그 결과 사고 발생률에 대하여 도로 유형과 인터페이스 유형간에는 서로 상호작용이 없으며($F_{2,46} = 1.03, p > 0.05$), 인터페이스 유형에 대해서 유의한 차이를 보이고($F_{1,23} = 77.38, p < 0.001$), 또한 도로 유형에 대해서도 유의한 차이를 보이고 있다($F_{1,23} = 9.48, p < 0.01$).

3.2 주관적 평가 결과

운전 중 장치 조작에 대하여 기존 및 새로운 인터페이스가 어떠한지 설문 조사를 실시하였다. 평가 항목으로는 운전 중 장치 조작을 하면서 차선을 유지하는 것이 용이한지, 선행차량과의 차간거리 유지가 용이한지, 주어진 주행 속도를 유지하는 것이 용이한지, 브레이크를 빨리 작동시키는 것이 용이한지, 돌발 상황에서 빨리 대처하는 것이 용이한지, 운전이 집중을 유지하는 것이 용이한지에 대한 것이며, 피험자에게 조사항목에 대한 동의 정도를 Likert 척도를 사용하여 “매우 아니다(1)”, “아니다(2)”, “조금 아니다(3)”, “보통이다(4)”, “조금 그렇다(5)”, “그렇다(6)”, “매우 그렇다(7)”로 1점에서 7점까지 표시하도록 하였다. 그 결과 Fig. 11에 나타난 것과 같이 전 항목에 걸쳐서 기존의 인터페이스에 비하여 새로운 인터페이스가 더 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다. 여기서 장치 조작을 전혀 하지 않고 운전만 한 상황에서 각 운전 과제들에 대한 용이도의 설문 조사한 결과를 baseline으로 나타냈으며, 따라서 이를 기준으로 기존 및 새로운 인터페이스의 사용성을 비교할 수 있도록 하였다.

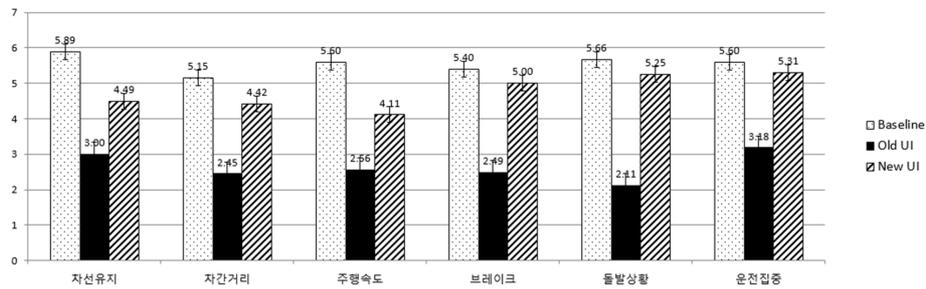


Fig. 11 Questionnaire survey results after the experiment

4. 토의 및 결론

HUD와 제스처를 결합시킨 새로운 인터페이스가 기존의 인터페이스에 비하여 운전자의 시선 분산, 선행 차량과의 간격 유지, 돌발 상황 대처에 있어 현저한 개선 효과가 있는 것으로 객관적인 실험 측정치들이 보여주고 있으며, 주관적인 설문 조사에서도 이에 부합되는 결과를 보여주고 있다. 이는 HUD를 사용함으로써 시선을 전방에 유지시킬 수 있게 되는 것에 기인하는 것으로 보인다. 또한 제스처에 대한 시각적인 피드백이 HUD를 통하여 제공됨으로써 제스처가 갖는 단점을 극복할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 본 논문에서 사용한 제스처는 매우 단순하여 제스처의 종류를 기억하고 필요한 조작을 제스처로 구현하는데 인지적 노력이 크게 필요하지 않았다. 실용적인 측면에서 제스처에 대한 디자인이 실시되면 현재 보다 제스처가 복잡해지고 그를 이용한 장치 조작의 범위가 늘어나면서 운전자 부주의 유발 효과가 높아지리라 예측된다. 다만, HUD와 같은 디스플레이와 결합되면 제스처의 유형이 디스플레이상의 메뉴에서 선택하는 형태로 변경되므로 이 경우 인지적 부하는 크지 않으나 시각적 주의 분산이 높아질 것으로 예상된다.

본 논문에서 비교한 것은 센터패시아에 있는 장치를 직접 조작하는 것과 HUD 및 제스처를 결합한 인터페이스로 조작하는 것이었다. 그러나 현재 많은 차량은 센터패시아에서 많이 사용하는 기능을 운전대 위의 버튼이나 스위치로 옮겨 놓았다. 향후에는 이러한 인터페이스와 본 논문에서 시도한 인터페이스와의 비교가 필요하다. 또한, 향후 과제로서 현재의 단순한 제스처가 아닌 보다 실용적인 측면에서 적용 가능한 제스처가 디자인되어야 하며 그에 대한 실험 평가가 실시되어야 한다.

HUD와 결합된 제스처로서는 운전자가 운전대에서 손을 떼지 않고 손가락으로 제스처를 만들어낼 수 있는 휠 제스처(wheel gesture)가 기존의 촉각 중심의 인터페이스를 대체하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 2015년도 교육부의 재원으로 한국연구재단 기초연구지원인문사회-일반공동연구지원 사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다(과제고유번호: NRF- 2013S1A5A2A03045819).

References

1. Thierry, B., Beatrice, B.A., Pierre, M. and Aurelie, B., 2009, A Theoretical and Methodological Framework for Studying and Modelling Drivers' Mental Representations, *Safety Science*, 47, pp.1205-1221.
2. Stutts, J.C., Reinfurt, D.W., Staplin, L. and Rodgman, E.A., 2001, The Role of Driver Distraction in Traffic Crashes, Report No. 202/638-5944, AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC.
3. Neale, V.L., Dingus, T.A., Klauer, S.G., Sudweeks, J. and Goodman, M.J., 2005, An Overview of the 100-Car Naturalistic Study and Findings, Paper 05-0400, National Highway Transportation Safety Administration, Washington, DC.
4. Wierwille, W.W. and Tijerina, L., 1996, An Analysis of Driving Accident Narratives as a Means of Determining Problems Caused by In-Vehicle Visual Allocation and Visual Workload, *Vision in Vehicles*, 5, pp.79-86.
5. Llaneras, R.E., 2000, NHTSA Driver Distraction Internet Forum: Summary and Proceeding, No.

- HS-809 204, National Highway Transportation Safety Administration, Washington, DC.
6. Bellet, T., Bailly-Asuni, B., Mayenobe, P. and Banet, A., 2009, A Theoretical and Methodological Framework for Studying and Modelling Drivers' Mental Representations, *Safety Science*, 47(9), pp.1205-1221.
 7. Stutts, J., Feaganes, J., Rodgman, E., Hamlett, C., Meadows, T., Reinfurt, Gish, K., Mercadante, M. and Staplin, L., 2003, Distractions in Everyday Driving, No. HS-043 573, AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC.
 8. Hong, D. and Woo, W., 2008, Recent Research Trend of Gesture-Based User Interfaces, *Telecommunications Review*, 18(3), pp.403-413.
 9. Bach, K.M., Jaeger, M.G., Skov, M.B. and Thomassen, N.G., 2008, You Can Touch, but You Can't Look: Interacting with In-Vehicle Systems, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Florence, Italy, pp.1139-1148.
 10. Bellotti, F., De Gloria, A., Montanari, R., Dosio, N. and Morreale, D., 2005, COMUNICAR: Designing a Multimedia, Context-Aware Human-Machine Interface for Cars, *Cognition, Technology & Work*, 7(1), pp.36-45.
 11. Noy, Y.I., Lemoine, T.L., Klachan, C. and Burns, P.C., 2004, Task Interruptability and Duration as Measures of Visual Distraction, *Applied Ergonomics*, 35(3), pp.207-213.
 12. Tsimhoni, O. and Green, P., 2001, Visual Demand of Driving and the Execution of Display-Intensive, In-Vehicle Tasks, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting*, pp.1586-1590.
 13. Barón, A. and Green, P., 2006, Safety and Usability of Speech Interfaces for In-Vehicle Tasks while Driving: A Brief Literature Review, No. UMTRI-2006-5, University of Michigan, Transportation Research Institute.
 14. Gellatly, A.W., 1997, *The Use of Speech Recognition Technology in Automotive Applications*, Ph.D. Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, USA.
 15. Werner, S., 2014, The Steering Wheel as a Touch Interface: Using Thumb-Based Gesture Interfaces as Control Inputs while Driving, *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, ACM, pp.1-4.
 16. Angelini, L., Carrino, F., Carrino, S., Caon, M., Lalanne, D., Khaled, O.A. and Mugellini, E., 2013, Opportunistic synergy: a classifier fusion engine for micro-gesture recognition, *Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, ACM, pp.30-37.
 17. Koyama, S., Sugiura, Y., Ogata, M., Withana, A., Uema, Y., Honda, M. and Inami, M., 2014, Multi-touch steering wheel for in-car tertiary applications using infrared sensors, *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference*, ACM, p.5.



심 지 성

2007년 우석대학교 기계자동차공학과, 학사
 2012년 국민대학교 자동차공학전문대학원, 석사
 2012년~현재 오토리브 코리아, 연구원
 관심분야: Driver-Vehicle Interface, Human-Machine Interaction, Human CAD



이 상 헌

1986년 서울대학교 기계설계학과, 공학사
 1988년 서울대학교 기계설계학과, 공학석사
 1993년 서울대학교 기계설계학과, 공학박사
 1993년~1995년 신도리코 기술연구소, 책임연구원
 1996년~1996년 고등기술연구원, 선임연구원
 1996년~현재 국민대학교, 조교수/부교수/정교수
 연구분야: Computer-Aided Design (CAD), Human CAD, Human-Machine Interaction (HMI), Intelligent Human-Vehicle Systems, Machine Learning Applications in Automotive Industry