Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 30, No. 5 pp.589-595, October 2011 http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2011.30.5.589

A Comparison of Visual Occlusion Methods: Touch Screen Device vs. PLATO Goggles

Jungchul Park

Department of Safety Engineering, Chungju National University

ABSTRACT

Objective: This study compares two visual occlusion methods for the evaluation of in-vehicle interfaces. **Background:** Visual occlusion is a visual demand measuring technique which uses periodic vision/occlusion cycle to simulate a driving(or mobile) environment. It has been widely used for the evaluation of in-vehicle interfaces. There are two major implementation methods for this technique: (1) occlusion using PLATO(portable liquid crystal apparatus for tachistoscopic occlusion) goggles; (2) occlusion using a software application on a touchscreen device. **Method:** An experiment was conducted to examine the visual demand of an in-vehicle interface prototype using the goggle-based and the touchscreen-based occlusion methods. Address input and radio tuning tasks were evaluated in the experiment. **Results:** The results showed that, for the radio tuning task, there were no significant differences in total shutter open time and resumability ratio between the two occlusion conditions. However, it took longer for the participants to input addresses with the touchscreen-based occlusion. **Conclusion & Application:** The results suggest that touchscreen-based method could be used as an alternative to traditional, goggle-based visual occlusion especially in less demanding visual tasks such as radio tuning.

Keywords: In-vehicle information system, Mobile appliances, PLATO goggles, Touchscreen device, Usability evaluation, Visual occlusion

1. Introduction

차량 내에 설치되어 운전을 보조하거나 엔터테인먼트 기능을 제공하는 전자 기기를 통칭해 차내 정보 시스템(In-vehicle Information System)이라 부른다. 운전자 정보 시스템(Driver Information System)이라 불리우기도 하는 이러한 기기의 예로 핸즈 프리 전화, DMB TV, 네비게이션 기기 등을 들 수 있다. 차량에 탑재되는 전자 기기는 과거에는 오디오 시스템 뿐이었지만, 근래 들어 비디오와 네비게이션 기기가 추가되었고, 최근 고급 차종을 중심으로 바디/섀시 전장품이 연결된 차내 네트워크와 외부 무선 통신 모듈인 텔레매틱스(Telematics) 시스템을 포함하는 통합 정보 시스템으로 발전해 가는 추세이다.

운전자에게 다양한 정보와 편의를 제공하는 최신의 차내 정보 시스템은 잘못 설계되거나 운전자에 의해 잘못 사용되는 경우 주행 중 운전자의 주의를 분산시킬 수 있는 위험을 안고 있다. 주행 중의 차내 정보 시스템 사용은 간혹 운전자의 주의를 도로에서 멀어지게 하고, 이로 인한 도로 상황에 대한 상황 인식 능력의 저하는 흔히 사고로 이어진다(Stutts et al., 2001).

Wang et al.(1996)이 미국의 도로 교통 사고 데이터를 분석한 결과에 따르면, 미국에서 일어나는 전체 교통 사고의 25~30%는 운전자의 부주의로 인해 발생한다. 그리고, 운전자의 주의 분산으로 인한 사고 중 약 50% 정도는 차량 내에서 어떤 사건이 일어나거나 휴대폰을 비롯한 차량 내부의 기기를 사용하는 것에 원인이 있는 것으로 알려져 있다. 또한, Klauer et al.(2006)은 실제 차량의 주행 데이터를 분석

Corresponding Author: Jungchul Park. Department of Safety Engineering, Chungju National University.
E-mail: jcpark@cjnu.ac.kr
Copyright@2011 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

한 결과, 운전자가 주행 중에 복잡한 작업을 수행할 경우 충돌(Crash)이나 충돌 위험 상황(Near-crash)이 발생할 확률이 아무런 작업도 수행하지 않는 경우의 주행에 비해 약 3배 증가하는 것으로 보고하였다.

많은 OECD 국가들에서 운전자의 주의 분산은 음주, 과속, 졸음운전과 함께 교통 사고의 가장 중요한 원인이 되고 있다. 이러한 문제 때문에, 많은 국가들이 TV나 전화 등 차내 정보 시스템의 일부 기능들을 주행 중에 사용할 수 없도록 법으로 제한하고 있다. 차내 정보 시스템 제조사들도 일정 속도 이상의 주행 시에는 지속적인 시각적 집중을 요구하는 기능이나 조작이 복잡한 기능들을 사용할 수 없도록 제한하고 있다.

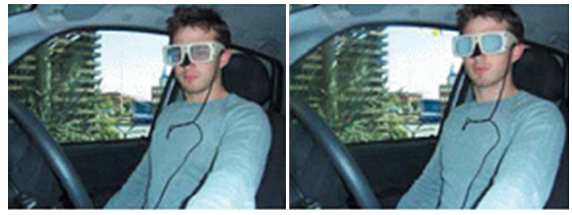
주행 중에 수행할 때 사고의 위험이 있는 작업과 그렇지 않은 작업을 구분하기 위해서는 특정 작업을 수행하는 것이 얼마나 많은 운전자의 주의를 요구하는지 측정해 그 정도를 기준으로 판단하여야 한다. 운전자에 대한 기능의 주의 요구 정도를 측정하기 위해서는 운전 환경이나 그와 유사한 환경 하에서 그 기능을 사용하게 하여 그 수행도를 관찰하고 이를 운전 작업이 없는 조건에서의 수행도와 비교한다. 그러나 실제 도로를 주행하는 차량을 이용하는 실험 방법은 실험 중 사고의 위험이 크기 때문에, 대부분 운전 환경을 가상으로 구현하는 운전 시뮬레이터(Driving simulation)나, 새로운 작업이 부과되었을 때의 감소하는 작업 수행도를 이용해 간접적으로 판단하는 이중 작업(Dual task) 방법, 시각 차폐(Visual occlusion) 기법 중 한 가지 방법을 선택해 사용하게 된다. 본 논문은 각각 장단점이 있는 시각 차폐 기법의 두 가지 구현 방법을 비교함으로써, 두 방법을 사용한 실험의 결과가 상호 비교 가능한지 밝히는 것을 목표로 한다.

2. Visual Occlusion Technique

시각 차폐 기법이란, 사용자의 시야를 일정 주기에 따라 반복적으로 가려줌으로써, 사용자가 작업에 지속적으로 시각적 주의를 기울일 수 없게 하는 방법을 말한다. 이 방법은 특히 운전 환경에서 운전자가 기기를 간헐적으로 보면서 작업을 수행하는 상황을 가상적으로 구현하는 데 많이 사용된다(Young et al., 2003). 운전자는 운전 중에 전방의 도로에 시선을 두어야 할 필요가 있으므로, 차량이 정지되어 있을 때처럼 기기를 계속 보면서 조작하는 것이 불가능하다. 즉, 주행 중에 정보 시스템을 사용하기 위해서 운전자는 기기를 보면서 조작하는 것과 전방의 도로를 주시하는 것을 여러 차례에 걸쳐 반복하게 된다. 시각 차폐 기법은 별도의 장치를 사용하여 사용자가 사용하고자 하는 기기를 볼 수 있는 상태와 볼 수 없는 상태가 반복해서 전환되도록 한다.

시각 차폐 기법은 운전 시뮬레이터나 이 중 작업을 활용하는 방법에 비해 구현하기가 쉽고(Stevens et al., 2004; Young et al., 2003), 표준화된 프로토콜을 적용할 수 있기 때문에 다양한 연구 간의 직접적인 비교가 가능하다(Pettitt, 2008). 이와 같은 장점들로 인해, 이 기법은 자동차 제조사나 차내 정보 시스템 제조사들이 주행 중 사용을 허용할 기능을 정하는 데 활용되고 있다. 미국 자동차 제조사 협회(AAM, 2003)에서는 15초 이내의 수행 시간을 갖는 작업이 안전성을 갖는 것으로 판단하고 있다. 또한, 일본 자동차 제조사 협회(JAMA, 2004)의 차내 디스플레이 시스템 가이드라인은 시각 차폐 기법을 사용해서 측정한 작업 수행 시간이 7.5초 이내에 해당하는 작업만을 주행 중 사용이 가능하게 하도록 권장한다. ISO(2007)에서도 차내 정보 시스템의 시각적 주의 요구 수준을 평가하기 위한 시각 차폐 기법의 적용 절차를 제정하였다. 또한, 시각 차폐 기법은 차내 정보 시스템의 평가 뿐만 아니라 일반적인 모바일 정보 기기의 시각적 요구 정도를 평가하는 데에도 광범위하게 사용될 수 있으므로 그 가치가 크다.

시각 차폐 기법은 세 가지의 방식으로 구현될 수 있다. 첫째, PLATO 고글을 활용하는 방법이다. 이 방법은 전류가 통할 경우와 그렇지 않을 경우 렌즈의 투명도가 달라지는 특수한 광학적 성질을 갖는 안경을 착용하게 함으로써 사용자의 시야 전체를 차폐하고 개방할 수 있도록 하는 방법이다(Figure 1 참조). 또 다른 방법은 사용하는 기기의 스크린 자체를 별도의 소프트웨어 프로그램을 통해 가렸다 보여졌다 하게 하는 방법이다. 마지막으로 기계장치에 연동된 스크린을 이용해 사용자와 기기 사이에 설치된 물리적인 스크린을 열었다 닫았다 하는 방법이 있다.



(a) (b)

Figure 1. Operation of PLATO goggles(Pettitt, 2008)
(a) Shutter open; (b) Shutter closed

이 중 마지막의 물리적인 스크린을 사용하는 방법은 장치의 설치가 불편하고 비용이 높으며 사용자가 기기를 조작하는 행동이 스크린의 개폐에 의해 영향을 받을 수 있기 때문에, 과거에는 많이 사용되었으나 최근에는 거의 사용되지 않

고 있다. PLATO 고글을 이용하는 방법은 비용이 비교적 높은 편이나 사용이 간편하고 시야 전체를 가려주기 때문에 운전 환경과 더 유사한 상황을 만들 수 있어 선호된다. 단, 시야 전체를 가리는 것이 사용자에게 부담으로 작용할 수 있다. 소프트웨어적인 스크린을 이용해 화면을 가리는 방법은 비용이 매우 적게 들며, 프로토타입과 연동된 시각 차폐가 가능하고, 터치스크린을 활용하면 사용자가 스크린의 개폐를 직접 조작할 수 있다는 장점이 있다. 실제 운전 환경에서 운전자는 기기를 언제 얼마나 오래 사용할 것인지 스스로 결정하기 때문에, 터치스크린을 이용하는 방식은 이러한 면에서 운전 환경을 더 충실히 반영할 수 있다(Park, 2009). 그러나 이 방식은 화면만을 가리기 때문에 차폐 기간 동안에도 사용자가 기기의 다른 부분을 볼 수 있으며, 사용하는 기기가 프로토타입으로 구현되어 있을 경우에만 사용할 수 있다.

본 연구는 시각 차폐 기법 중 가장 많이 사용되는 방법인 PLATO 고글을 활용하는 방법과 터치스크린 기기를 활용하는 방법을 비교하여, 두 방법을 사용한 실험 결과 사이에 어떠한 차이가 있는지 밝힌다. 실험 결과에 대한 분석을 통해 차내 정보 시스템의 시각적 주의 요구 측정에 있어 터치스크린 기기를 활용한 시각적 차폐 기법의 실효성을 검증하고 타당성을 검토한다. 만약 두 방법의 실험 결과 사이에 차이가 없다면, 실험자는 상황에 따라 적합한 방법을 자유롭게 택해서 실험을 수행할 수 있다. 또한, 두 방법을 사용한 실험의 결과로 얻어진 수행 시간을 동일 선상에서 상호 비교할 수도 있을 것이다. 그러나 만약 두 방법의 실험 결과에 차이가 존재한다면, 상이한 방법을 사용한 연구 결과들을 직접적으로 비교하는 것은 부적절하다. 이러한 경우 공정한 비교를 위해서는 동일한 방법을 사용한 재실험을 수행하거나, 한 방법의 실험 결과를 다른 방법의 실험 결과와 비교할 수 있도록 보정치가 도입되어야 할 것이다.

3. Methods

3.1 Participants

12명의 대학생(남성: 4명, 여성: 8명)이 피실험자로 참가하였다. 피실험자의 연령은 만 18세에서 24세 사이였으며, 평균 22.4세였다. 주소 입력 작업의 원활한 수행을 위해 영문 타자 속도가 1분당 100타 이상인 피실험자들만 실험에 참가하도록 참가 대상을 제한하였다. 라디오 튜닝 작업에 대해서는 특별한 참가자의 제한 조건이 요구되지 않았다.

3.2 Apparatus

실험에 사용할 프로토타입 소프트웨어는 기존의 연구(Park, 2009)에서 사용된 소프트웨어를 일부 수정하여 활용하였다. 이 응용 프로그램은 Microsoft Visual Studio 2008의 Visual Basic을 이용해 구현되었으며, Microsoft Windows Mobile 6.5 Professional 운영 체제에 의해 동작하는 스마트폰(HTC HD2) 상에서 실행되었다. 기기의 화면 크기는 4.3인치이며, 해상도는 480×800 pixels(WVGA)이었다. 기기는 정전식 터치스크린 방식을 사용해 사용자의 손가락으로 화면 상의 버튼을 선택할 수 있도록 하였다.

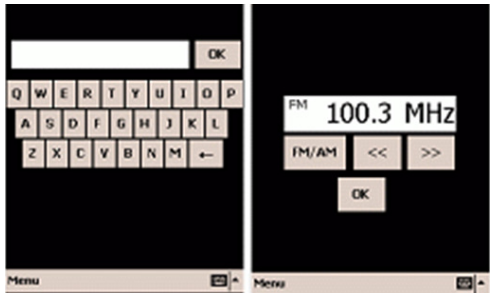
3.3 Tasks

본 연구에서는 차내 정보 시스템의 기능 중 주소 입력과 라디오 튜닝 기능을 선정하여 두 가지 방식의 차폐로 인한 실험 결과의 차이를 비교한다. 주소 입력은 차내 정보 시스템의 가장 기본적인 기능이며 라디오 튜닝은 차내 정보 시스템 인터페이스의 평가에 관한 대다수의 연구들에서 표준적으로 사용되는 작업으로서 대표성을 갖는다.

주소 입력 작업에서는 피실험자가 QWERTY 방식에 따라 배치된 온-스크린(On-screen) 키보드 상에서 도시명을 입력하도록 하였다(Figure 2(a) 참조). 도시명은 한국관광 공사 웹사이트(Korea Tourism Organization, 2010)에 소개된 도시 중 20개 도시명을 선택하였다. 피실험자는 주어진 도시의 영문 철자를 완전히 숙지한 뒤, 화면 중앙의 'Start' 버튼을 누른다. 피실험자가 온-스크린 키보드를 통해 숙지한 지명을 입력하고 'OK' 버튼을 누르면 해당 주소 입력 작업이 완료된다.

라디오 튜닝 작업에서는 디지털 라디오를 모방한 사용자 인터페이스가 터치스크린 상에 제시되고, 피실험자는 이를 조작해 주어진 채널로 주파수를 변경한다(Figure 2(b) 참조). 주파수는 FM 90.0~110.0MHz, AM 550~1,450KHz 사이에서 무작위로 각각 10개씩의 주파수를 선택해 가상의 라디오 방송 채널로 설정하였다. 피실험자는 제시된 가상의 라디오 채널 주파수를 숙지한 뒤 'Start' 버튼을 눌러 작업을 시작하였다. 작업을 처음 시작할 때의 주파수는 항상 FM 100.3MHz로 설정되었다. 피실험자는 먼저 'FM/AM' 토글 버튼을 눌러 주파수 대역을 선택하고, '<<'(감소) 버튼이나 '>>'(증가) 버튼을 눌러 주파수를 변경하였다. '<<'나'>>' 버튼을 1회 누르면 주파수는 다음 가상 채널에 도달하기 전까지 0.1초마다 정해진 단위만큼씩 지속적으로 감소하거나 증가하였다. 가상 채널에 도달하면 주파수는 자동으로 멈추어 가상 채널에 고정되었다. 변화 단위는 FM 대역에서는 0.1MHz, AM 대역에서는 9KHz로 설정되었다. 설정해야 하

는 채널에 도달하기 전에 주파수가 다른 채널에서 멈추는 경우에는 주파수 증감 버튼을 다시 눌러주어야 한다. 주파수가 각 대역(AM 또는 FM)의 최대값이나 최소값에 도달한 경우에는 순환하도록 설계되었다. 원하는 주파수로 설정 후 'OK' 버튼을 누르면 해당 라디오 튜닝 작업이 완료된다.



(a) (b)

Figure 2. Screenshots from the experiment
(a) Address input task; (b) Radio tuning task

피실험자는 가능한 빠른 시간 내에 실수 없이 작업을 수행하도록 요구되었다. 피실험자가 잘못된 철자나 채널이 입력된 상태에서 실수로 완료 버튼을 누른 경우 실험 진행자가 이를 지적하여 해당 작업이 다시 수행될 수 있도록 하였다. 각 작업에 대해 셔터가 개방된 시간과 차폐된 시간이 기기에 자동으로 기록되도록 하였다. 피실험자가 작업을 제대로 완료하지 못했거나 중간에 실수를 하여 최적의 경로로 작업을 수행하지 못한 경우(오타 또는 오조작 발생)도 기기에 자동으로 기록되도록 하여 결과 분석 시 이를 제외하였다.

3.4 Experimental conditions

실험은 (1) '차폐 없음'; (2) 'PLATO 고글에 의한 차폐'; (3) '터치스크린에 의한 차폐'의 세 가지 조건 하에서 수행되었다. 첫 번째의 '차폐 없음' 조건에서는 중간에 화면이 가려지지 않고 사용자가 처음부터 끝까지 방해받지 않는 상태로 작업을 수행하였다. 두 번째의 'PLATO 고글에 의한 차폐'에서는 PLATO 고글을 착용한 상태에서 작업을 수행하였다. 이 때 PLATO 고글의 셔터는 1.5초 간 개방(Open)되었다가 1.5초간 폐쇄(Closed)되는 사이클이 반복되었다. 세 번째의 '터치스크린에 의한 차폐'에서는 프로토타입이 실행되는 기기의 화면이 'OK' 버튼을 누른 뒤 1.5초 간 보여졌다가, 1.5초 간 화면 전체가 검게 차폐되는 사이클이 반복되는 상태에서 피실험자가 작업을 수행하였다. 사용자들은 작업을 수행할 때 셔터가 열려있는 시간에만 버튼을 클릭하도록 지시되었다.

3.5 Procedures

실험이 시작되면 실험자가 해당 실험 조건과 작업을 설정하고, 수행해야할 작업과 실험 조건을 피실험자들에게 설명하였다. 그 후, 피실험자들로 하여금 각 조건에 해당하는 작업을 시작하기 전에 최소 1회씩 작업을 미리 수행해 보도록 하였다. 각 실험 조건의 순서는 Balanced Latin square design를 이용해 피실험자 별로 다르게 구성하여 실험 순서가 실험의 결과에 일관된 영향을 미치는 것을 방지하였다.

4. Results

주소 입력 작업과 라디오 튜닝 작업의 수행에 걸린 시간을 실험 조건 별로 평균한 결과를 Table 1과 Figure 3에 나타내었다. 작업 수행 시간(Total Task Completion Time)은 차폐가 있는 실험 조건의 경우 차폐된 시간을 제외하고 셔터가 개방되어 사용자가 실제로 작업을 수행할 수 있었던 시간, 즉 총 셔터개방시간(Total Shutter Open Time)을 기준으로 하여 표시하였다.

Table 1. Task completion times
(Total Shutter Open Times, ms)

Experimental conditions	Address input		Radio tuning	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
No occlusion	4,672	1,582	7,065	4,030
Occlusion by PLATO goggles	5,225	1,808	5,756	2,727
Occlusion by Touchscreen	5,900	2,029	5,587	2,665

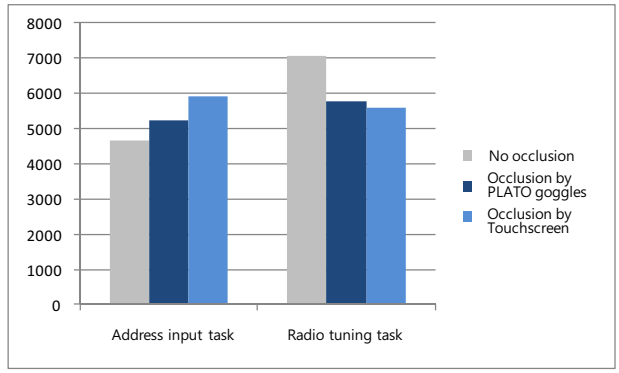


Figure 3. Mean task completion times
(Total Shutter Open Times, ms)

각 작업에 걸린 총 셔터개방시간이 실험 조건에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있는지 밝히기 위해 분산분석(Analysis of Variance, ANOVA)를 수행하였다($\alpha = 0.05$). 분산분석 결과, 주소 입력 작업($F(2,22) = 10.37$, p-value = 0.0007)과 라디오 튜닝 작업($F(2,22) = 28.24$, p-value < 0.0001) 모두에서 실험 조건에 따라 작업 수행 시간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

주소 입력 작업에 대한 SNK(Student-Newman-Keuls) grouping 결과, 터치스크린에 의한 차폐의 경우가 PLATO 고글에 의한 차폐가 있는 경우와 차폐가 없는 경우에 비해 수행 시간이 더 긴 것으로 나타났다. PLATO 고글에 의해 차폐가 이루어지는 조건과 차폐가 없는 조건 간에는 주소 입력 작업의 수행 시간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

라디오 튜닝 작업의 경우 차폐가 없는 조건의 경우가 차폐가 있는 나머지 두 실험 조건에 비해 수행 시간이 긴 것으로 나타났다. PLATO 고글에 의한 차폐와 터치스크린에 의한 차폐 사이에는 라디오 튜닝 작업 시간에 통계적으로 유의한 차이가 발견되지 않았다.

5. Discussion

5.1 Comparison of occlusion methods

주소 입력 작업의 경우 터치스크린에 의해 차폐가 이루어지는 경우 작업 수행에 더 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타났다. 일반적으로 PLATO 고글을 착용할 경우 시야 전체를 가리기 때문에 착용 초기에는 작업 수행에 어려움을 겪는 것이 보통이다. 그러나 이러한 효과는 초기에만 존재하며, 약 1시간 동안 진행된 실험에서는 무시할 수 있을 정도로 충분히 작은 것으로 추측된다. 오히려 터치스크린을 이용하는 경우가 주소 입력 작업에 시간이 오래 걸렸는데, 이는 터치스크린을 이용해 차폐를 실시한 기존의 연구(Park, 2009)에서 차폐가 있는 경우와 없는 경우 주소 입력 작업에 걸리는 시간이 차이가 없었던 것과 배치되는 결과이다. 기존의 연구에서는 차폐가 시스템에 의해서 이루어지거나 사용자에 의해서 이루어지는지에 관계없이 주소 입력 작업은 차폐가 없는 경우와 동일한 작업 수행 시간을 보였다. 따라서, 이 부분에 대해서는 더 많은 피실험자를 동원한 실험을 통한 추가적인 연구가 필요하다.

주소 입력 작업에서 PLATO 고글을 이용한 차폐와 터치스크린을 이용한 차폐 사이에 차이가 있다는 사실은 두 방법 중 어느 방법을 적용하는지가 주소 입력 작업의 수행 시간에 영향을 미칠 수 있다는 것을 뜻한다. 이는 서로 다른 방법을 사용한 연구에서 얻어진 수행 시간을 동일 선상에서 비교하는 것이 부적절하며, 어느 한 방법에서 얻어진 수행 시간을 다른 방법에서 얻어진 수행 시간으로 환산하고자 하는 경우에는 적절한 보정이 필요하다는 것을 의미한다. 보정에 사용할 상수에 대해서는 추가적인 연구가 요구된다. 반면, 라디오 튜닝 작업에서는 PLATO 고글을 이용한 차폐와 터치스크린을 이용한 차폐 간에 차이가 없었다. 이는 라디오 튜닝과 같은 작업에서는 어떠한 차폐 방식을 사용하더라도 무방하다는 것을 의미한다.

5.2 Resumability ratio(R)

재개성 비율(Resumability ratio, R)이란 차폐가 없는 상태에서의 작업 수행 시간에 대비한 차폐가 있는 상태에서의 작업 수행 시간의 비율이다(ISO, 2007). 이 값은 차폐가 있는 상태에서의 작업에 걸린 총 셔터개방시간(Total Shutter Open Time)을 차폐가 없는 상태에서의 동일한 작업에 대한 총 작업 수행 시간(Total Task Completion Time)으로 나누어 줌으로써 계산된다. 재개성 비율은 작업이 중단되었을 때 재개하기 쉬운 정도를 의미하는 지표가 된다. R이 1에 가까우면, 차폐가 있는 경우와 없는 경우에 작업 수행 시간에 차이가 거의 없는 것이므로, 작업이 중간에 중단되더라도 크게 지장을 받지 않는다는 것을 의미한다. 반면, R이 1보다 현저하게 크면 차폐가 있을 때 작업 수행 시간이 차폐가 없을 때에 비해 크게 증가하는 것이므로, 작업이 중간에 중단되었을 때 복구하는 데 시간이 상당히 소요된다는 것을 의미한다. R이 1보다 작다는 것은 차폐가 있을 경우 오히려 차폐가 없는 경우에 비해 작업이 빨리 수행되는 것으로, 이는 작업의 시각적 요구가 매우 적어서 사용자가 기기를 쳐다보지 않고도 작업의 상당한 부분을 수행할 수 있음을 의미한다.

본 실험에서 주소 입력 작업의 경우 PLATO 고글에 의한 차폐와 터치스크린에 의한 차폐가 각각 R = 1.12, R = 1.26으로 나타났다. 이는 주소 입력 작업에서 사용자가 차폐 후 작업을 재개하는 데 약간의 추가적인 시간을 필요로 하였음을 의미하며, 터치스크린을 이용한 차폐의 경우가 약간 더 작업 재개에 어려움을 겪었음을 알 수 있다. 많은 피실험자들이 PLATO 고글을 처음 사용할 때 시야 전체가 가려지는 것에 대한 부담을 언급하였지만 이로 인한 효과는 실험이 진행되면서 학습으로 인해 없어진 것으로 보인다. 오히려 터치스크린을 이용한 차폐의 경우가 차폐 시에 시야 전체를 가리지 않기 때문에, 시야 내에 있는 화면 이외의 다른 사물로 주의가 분산되는 경우가 생겨 작업 수행 시간이 더 오래 걸린 것으로 추측된다.

반대로, 라디오 튜닝 작업에서는 PLATO 고글에 의한 차폐와 터치스크린에 의한 차폐의 경우 각각 R = 0.81, R

= 0.79로 나타났다. 즉, 라디오 튜닝 작업의 경우 차폐가 없는 조건이 차폐가 있는 두 조건에 비해 더 수행 시간이 긴 것으로 나타났다. 이는 라디오 튜닝 작업을 수행하는 시간의 대부분이 라디오 채널이 시스템에 의해 올라가거나 내려가는 과정에 소요되고 실제 사용자가 화면을 주시하고 제어해야 하는 시간이 상대적으로 적었기 때문이다.

5.3 Choosing a proper visual occlusion method

본 연구의 결과에 따르면 재개성 비율(R)이 1보다 상대적으로 큰 주소 입력 작업에서는 PLATO 고글을 사용한 차폐와 터치스크린을 사용한 차폐 사이에 작업 수행 시간에 유의한 차이가 있었다. 따라서 이러한 종류의 작업에 대한 시각적 부하를 평가하고자 할 때에는 기존의 ISO에서 제안된 PLATO 고글을 사용한 차폐를 이용해 평가하는 것이 바람직하다. 그러나, 시각적 주의가 크게 요구되지 않는(재개성 비율이 1보다 작은) 라디오 튜닝과 같은 작업에 대해서는 터치스크린 기기를 통해 PLATO 고글을 대체할 수 있을 것이다. 이는 서론에서 언급한 바와 같이 비용 측면에서 장점이 있으며, 특히 사용자에 의한 제어가 가능하다는 점에서 PLATO 고글에 대한 대안으로 활용될 수 있다.

5.4 Limitation of the study

일반적으로 주소 입력 작업은 문자열을 입력하는 단계와 시스템의 자동 완성 기능에 의해 제시된 항목 중 하나를 선택하는 단계로 이루어진다. 그러나, 본 연구에서는 선택 단계를 배제하고 문자열 입력이 주소 입력 작업을 대표하는 것으로 가정하였다. 본 연구의 목적이 주소 입력에 걸리는 시간을 측정하는 데 있는 것이 아니라 두 차폐 방법을 비교하는 것이고, 문자열 입력이 주소 입력 작업의 대부분을 차지한다고 볼 수 있기 때문에 이는 크게 문제가 된다고 보기는 어렵다. 그러나, 선택 단계가 추가될 경우 주소 입력 작업에 대한 본 실험의 결과가 약간 상이해 질 수 있는 가능성도 존재한다.

6. Conclusion

본 연구에서는 운전자의 시각적 주의 요구를 평가하기 위한 방법 중 하나인 시각 차폐 기법 중 가장 널리 사용되는 두 가지 방법인 PLATO 고글을 활용하는 방법과 터치스크린 기기를 활용하는 방법을 비교하였다. 차내 정보 시스템의 대표적인 기능인 주소 입력과 라디오 튜닝 작업을 수행하는 데 있어서 두 방식이 갖는 차이를 사용자를 동원한 실험을 통해 비교 분석하였다.

실험 결과, 수행 작업에 따라 터치스크린과 PLATO 고글을 사용한 차폐 사이에 차이가 있는지의 여부가 달라지는 것으로 나타났다. 재개성 비율이 1보다 작은 라디오 튜닝 작업에서는 터치스크린과 PLATO 고글을 이용한 차폐 간에 유의한 차이가 없었다. 이는 비용이 저렴하고 사용자에 의한 제어가 가능한 터치스크린을 활용해 PLATO 고글에서와 같은 데이터를 얻을 수 있음을 의미한다. 그러나, 재개성 비율이 1보다 큰 주소 입력 작업에서는 두 방법 간에 결과에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이 경우 터치스크린을 활용한 연구의 결과는 PLATO 고글을 사용한 연구의 결과와 직접적으로 비교될 수 없다. 따라서 ISO에서 제시하는 기준 시간은 PLATO 고글의 사용을 가정해 얻어진 것이기 때문에, 이를 터치스크린을 활용한 연구에 대해 적용하는 것은 적절치 않다고 판단된다. 따라서, 두 방법을 적절히 보정하기 위한 보정 상수를 구하기 위한 추후 연구가 요구된다. 또한, 본 연구에서 선정한 차내 정보 시스템의 대표적인 작업인 주소 입력과 라디오 튜닝 작업 이외의 다양한 작업들에 대해서도 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

Acknowledgements

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology(2010-0016544 and 2011-0013986).

The research was supported by a grant from the Academic Research Program of Chungju National University in 2011.

References

AAM(Alliances of Automobile Manufacturers), Statement of principles, criteria and verification procedures on driver interactions with advanced in-vehicle information and communication systems, draft version 2.1, 2003.

ISO, Road vehicles - Ergonomic aspects of transport information and control systems - Occlusion method to assess visual demand due to the use of in-vehicle systems, ISO International Standard 16673, 2007.

JAMA(Japan Automobile Manufacturers Association), Guideline for in-vehicle display systems, version 3.0, 2004.

Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D. and Ramsey, D. J., The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: An analysis using the 100-car naturalistic driving study data, Report No. DOT HS 810 594, 2006.

Park, J., 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.

Pettitt, M. A., Visual demand evaluation methods for in-vehicle interfaces, Ph.D. thesis, University of Nottingham, 2008.

Stevens, A., Bygrave, S., Brook-Carter, N. and Luke, T., Occlusion as a technique for measuring in-vehicle information system(IVIS) visual distraction: a reserch literature review, Crowthorne, Berkshire, UK, Transport Research Laboratory(TRL), 2004.

Stutts, J. C., Reinfurt, D. W., Staplin, L. and Rodgman, E. A., The role of driver distraction in traffic crashes, Report prepared for AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC, 2001.

Wang, J-S., Knipling, R. R. and Goodman, M. J., "The role of driver inattention in crashes: New statistics from the 1995 Crashworthiness Data System", *The 40th Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine*, Vancouver, British Columbia, 1996.

Young, K., Regan, M. and Hammer, M., Driver distraction: a review of the literature, Report No. 206, Monash University, Austrailia, 2003.

Korea Tourism Organization Website, Korea Tourism Organization, http://english.visitkorea.or.kr/enu/SI/SI_EN_3_1_1.jsp(retrieved July 9, 2010).

Author listings

Jungchul Park: jcpark@cjnu.ac.kr

Highest degree: Ph.D., Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH.

Position title: Assistant Professor, Chungju National University

Areas of interest: Design and evaluation of user interfaces, Human error, Intelligent user interfaces

Date Received : 2011-01-06

Date Revised : 2011-06-08

Date Accepted : 2011-06-21