

A Study on HUD UI Design Guide to Assist the Context Aware of the Deaf during Driving.

Myoungjin Choi¹, Jimyoung Park¹, Harim Lee², Heenam Park¹, Peom Park¹

¹Department of Industrial Engineering, The University of Ajou, Suwon, 16497

²Department of Specialized Software, The University of Ajou, Suwon, 16497

ABSTRACT

An increase in the service of a vehicle electronic device provides convenience to drivers. However, compared to the non-disabled, the disabled is difficult to utilize such equipment. Therefore, we research the HUD UI design that helps the situated cognition of a hearing-impaired person in this work. Specifically, we study a sensibility estimation of a HUD UI which can recognize a horn. The experiment environment constructs a stop-state for safety. In order to be the experiments considering the hearing-impaired people, the test subjects use both earplugs and headphones while the test was carried out. Based on the extracted data from the experiment, we analyze the data using a statistics tool called IBM SPSS Statistics 21. According to the experimental result, it is possible to derive the design guides for the expression of HUD UI which can visualize the sound

Keywords: Deaf, Horn, HUD (Head Up Display) System, Hypacusis, Noise, Recognition

1. Introduction

1.1 Background

최근 자동차 사고의 주요 원인으로 운전자의 주의 분산이 지목되고 있다. 자동차에서 인포테인먼트 시스템은 운전하는 동안에 운전자들의 시선을 도로에서 클러스터와 네비게이션에 주시를 요구하여 운전자들에게 더 많은 방해 요소가 된다(McCall et al., 2007). 따라서 이 문제점을 해결하고자 운전자의 전방 주시율을 높여주는 HUD(Head Up Display)에 대한 중요성이 높아지고 있다(Kim et al., 2004). 하지만 HUD시스템 인터페이스에 관한 연구(Kim et al., 2004) 등 해당 분야에서 일반인 운전자의 HUD인지율을 높이는 연구가 많이 진행된 것과 달리 장애인 운전자의 HUD관련 연구는 미미한 상태이다. 대한민국은 고령화 사회가 진행되고 있으며 사격, 음악감상 등의 전자음향제품을 과도하게 사용하는 라이프 스타일로 인해, 일반적으로 중년에 이르기까지 약 10%의 인구가 사회생활에 지장을 받을 정도로 청력이 저하되며, 65세에 이르면 남성의 50% 이상과 여성의 30%가량

이 청력에 문제가 발생하는 것으로 알려져 있다(Kwak et al., 2012). 이렇게 증가하는 후천성 청각 장애인과 기존의 청각 장애인들의 안전한 운전을 위해서는 기존의 일반인 운전자를 대상으로 한 HUD에 추가적으로 외부 환경에 대한 정보까지 더하여 보여 질 필요가 있다. 따라서 본 연구는 외부의 소리 정보를 HUD에 시각화하여 청각장애인 혹은 난청 환자들의 운행상황 보조를 위한 연구를 진행한다.

1.2 Objective

본 연구는 선천성 청각 장애인과 후천성 청각 장애인이 자동차 운행 시 외부환경으로부터 오는 주행 상황과 관련된 외부 소리 정보를 HUD(Head Up Display)에 감성공학기법을 고려해 시현함으로써, 앞서 언급한 연구 대상인 청각장애인들에게 효과적인 주행상황 인지를 돕기 위함이다.

2. Method

2.1 The subjects

본 실험에서는 운전 경력이 있는 20대 운전자 20명 (남 15명, 여 5명)을 대상으로 실험을 실시하였다. 실험에 참가한 피실험자의 평균 연령은 26.00년 (S.D=1.92년), 운전 경력은 평균 4.45년(S.D=1.69년)으로 집계되었다. 이들 중 5명은 HUD시스템을 사용한 경험이 있었으며 그 외 피실험자들은 HUD시스템을 사용한 경험이 없었다.

2.2 The experiment environment

실험 환경은 소음시험장 조건에 따라 측정점 반경 20m이내에 음의 흡수 및 반사가 없는 개방된 장소로 주위의 암소음의 크기는 자동차에서 발생하는 소음의 크기보다 최소한 10dB이하인 장소를 선택하여 (Figure 1) 과 같이 차량을 배치하고 피실험자가 청각장애인과 비슷한 환경을 구축하였다.



Figure 1. The Experiment Environment

2.3 The level of design factors

본 연구에서는 소리(경적음)를 차량의 HUD시스템에 도입함으로써 HUD에 표시되는 시각적인 표현의 설계 요소는 표현 형태, 표현색상, 위험인지(깜박거림) 요소에 대하여 연구 하였다. 각 독립 변수와 수준은 다음 (Figure 2)와 같다. HUD UI표현 형태 수준은 기존 전후방센서의 표현과 동일한 표현방식과 외부에서 들려오는 소리를 중심원 잡아 부채꼴 형태로 표현하였으며 위험상황을 알리는 ‘!’ 를 인간공학 전문가 4명이 브레인 스토밍 및 Pilot Test 를 통하여 3수준으로 정의하였다.

HUD UI표현 형태 색상 4수준과 위험상황인지 표시 3수준 또한 UI형태 선정 방법과 동일한 과정을 통하여 정의하였다. 각각의 수준을 편의상 알파벳과 아라비아 숫자로 표기하였다.

수준	UI 형태(A)	UI 형태색상(B)	UI 위험인지(C)
1	 A1	 B1	 C1
2	 A2	 B2	 C2
3	 A3	 B3	 C3
4		 B4	

Figure 2. The level of design factors

2.4 The detailed experiment scenario

2.4.1 Deaf(effect) and healthy people listening to music state scenario

본 실험에서는 정의한 HUD UI형태 설계 수준들을 평가하기 전 간단한 모의테스트를 실시하였다. 먼저 청각장애인이 또는 후천성 난청을 갖고 있는 사람들의 신체적 조건을 만들기 위하여 피실험자에게 귀마개와 음악이 작게 나오는 헤드폰을 착용하게 하였다. 이 상태는 불편함은 있으나 의사소통에는 큰 문제는 없는 상태로 환경을 만들고 조성된 환경에서 차량 문을 닫은 상태로 4방향에 있는 차량이 임의적으로 경적을 내고 피실험자는 차량의 위치를 확인하는 테스트를 하였다. 일반인 음악/라디오 청취상태에서의 실험 시나리오는 피실험자에게 평소 차량 내에서 음악이나 라디오를 청취 때의 볼륨을 자신에 맞게 설정을 요구한 후 차량 문을 닫은 상태에서 4방향에 있는 차량이 임의적으로 경적을 울리고 피실험자는 차량의 위치를 확인하는 테스트를 하였다.

2.4.2 According to form, color and context cognition display UI design scenario

본 실험의 목적은 청각장애인을 위한 HUD UI 개발이기 때문에 청각장애인(효과)환경을 조성하여 실험을 진행하였다. 본 실험에서 피실험자는 운행 중 상황을 가정하고 운전석에 착석한 상태로 피실험자가 탑승한 차량의 외부의 네 방향에서 경적음이 울리면 설치한 스마트폰 화면에 HUD 가 작동하여 UI 표시 형태가 설계요소에 따라 나타나게 구현하였다. 모든 실험은 설계요소에 따른 수준이 변화됨에 따라 표시되도록 설정하였다.

2.5 Experimental procedure

실험은 청각장애인 또는 후천성난청이 있는 사람들이 소리(경적음)인식 HUD시스템을 사용하는 것에 초점을 맞추었기 때문에 대부분의 실험은 피실험자가 청각에 불편함이 있도록 환경을 만들어 실험을 진행하였다. 상세 실험 절차는 다음 (Figure 3)과 같다.

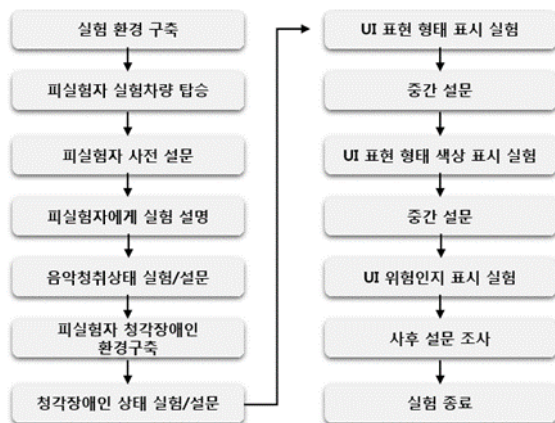


Figure 3. Experimental procedure

2.5.1 Deaf(effect) and healthy people listening to music state experiment

설명을 마친 후 준비된 귀마개와 음악이 나오는 헤드폰을 착용하게 한 뒤 청각장애인(효과) 실험을 하여 경적음이 발생한 위치에 차량 위치를 번호로 표시하게 하였다. 일반인 음악 청취상태 실험에서도 청각에 문제가 없는 환경에서 동일한 방법으로 실험을 진행하였다

2.5.2 According to form, color and context cognition display UI design experiment

본 실험은 미리 설정해 놓은 스마트폰 HUD UI 에 대한 시나리오기반 시뮬레이션을 사용하여 각 수준 별 실험을 진행 하였다. 각 수준 별 실험이 끝나는 직 후 관련된 설문을 실시 하였다. 설문 은 각 수준 별 만족도를 리커드 7점 척도를 사용 하였으며 추가적인 이유도 기록하도록 하였다.

3. Results

모든 분석은 IBM SPSS Statistics 21 통계 tool를 이용하여 분석하였다.

3.1 Deaf(effect) and healthy people listening to music state experiment analysis result

실험은 안전을 위하여 모든 실험차량은 정차된 상태에서 진행하였다. 먼저 청각장애인 또는 후천성난청이 있는 사람과 비슷한 신체적 조건을 만들어 1분간 대화를 하며 의사소통의 불편함 정도를 파악하였다. 불편함의 정도는 4.95/10(S.D= 1.53)점으로 나타났으며 이는 운전할 수 자격이 있는 청각장애인 또는 후천성난청을 있는 사람과 비슷한 수준임을 알 수 있었다.

2.4.1의 실험 결과 (Table 1)과 같이 청각장애인(효과)를 설정한 실험에서는 평균 31%, 음악청취 상태 실험에서는 평균 48% 정답률을 보여 음악청취 상태에서 조금 높은 정답률을 보였음을 알 수 있다. 이는 음악청취상태가 청각장애인(효과)상태 보다 소리를 더 잘 인지 할 수 있음을 보여준다. 또한 피실험자들은 전후의 위치보다 좌우의 소리(경적음)을 더 잘 인지하였음을 알 수 있다.

Table 1. Deaf(effect) and healthy people listening to music state test average correct answer

	청각장애인효과	음악청취
정답률	31%	48%
전후방	37%	55%
좌우측	48%	60%

3.2 A satisfaction survey analysis by the form of expression UI

3.1의 실험을 통하여 청각장애인(효과)과 같은 신체적 상태를 만들어 UI표현 형태에 따라서 피실험자 감성적 만족도의 관계에 대한 비교분석을 하였다.

(Figure 4)는 UI표현 형태 별 사용자 만족도를 그래프로 나타내었다. 피실험자의 만족도는 A1과 A3의 수준 보다 A2의 수준이 만족도가 더 높은 것으로 나타났다.

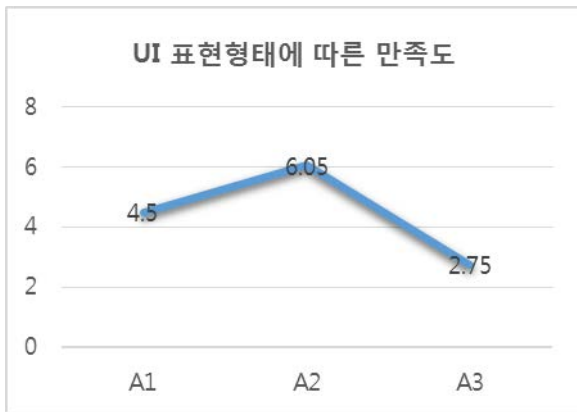


Figure 4. Satisfaction in the form of expression UI

각 집단간, 집단 내 상호작용이 발생하는지 여부를 확인하기 위하여 분산분석을 실시하였다. 분산결과 세 개의 수준이 모두 유의한 차이($F(2,57)=28.327, p<0.001$)가 나타났으며, Tukey HSD 기법을 통하여 사후검증을 실시하였다. (Table 2)는 사후검증 결과이다. 각 이론들의 분석결과 각 세 개의 그룹 별 만족도 결과가 유의한 차이가 있다고 나타난다. A3 그룹은 2.75, A1 그룹은 4.50, A2 그룹은 6.05 였다. 즉, 분산분석 결과 A3 그룹은 만족도가 낮으며, A2 그룹은 만족도가 가장 높은 평가 결과도 출되었다. 또한 A1 과 A2 이 두 그룹간에 대해서는 통계적으로 유의한 차이가 있다고 나타난다.

Table 2. Post-mortem in the form of expression UI

수준	N	Group 1	Group 2	Group 3
Tukey HSD				
A3	20	2.75		
A1	20		4.50	
A2	20			6.05

UI 표현 형태에 대한 피실험자들의 주관적 의견은 (Table 3)과 같다. 피실험자들의 주관적 설문에서는 A2 표현형태가 방향표현이 잘 되어 보기 좋다는 의견들이 가장 많았다.

Table 3. The survey revealed that each level in the form of expression UI

표현형태	설문결과	
	장점	단점
A1	*방향 표현이 익숙해서 보기 좋음 *대중적인 표현이라 좋음	*차량중심 표현이라 보기 좋지 않음
A2	*방향표현이 잘 됨 *외부 중심원 표현이 잘 됨 *눈에 가장 잘 됨 *외부의 경적음이 눈으로 잘 느껴짐	*인식할 수 있는 cue는 아님 *크기가 작아 잘 보이지 않음
A3	*A1과A2 보다 크기가 커서 눈에 더 잘 됨	*사고 난 것 같은 표현이라 당황스러움 *위험도가 도드라져서 보기 좋지 않음 *특정이벤트에 사용하는 것이 나올 것 같음 *눈에 잘 띄지 않음

3.3 A satisfaction survey analysis by the form color of expression UI

다음 (Figure 5)는 UI표현 형태 색상 별 사용자 만족도를 그래프로 나타내었다. 피실험자의 만족도는 B1 과 B3, B4 의 수준 보다 B2의 수준이 만족도가 더 높은 것으로 나타났다.

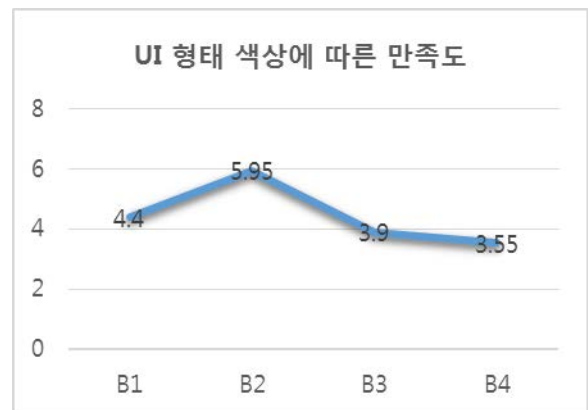


Figure 5. Satisfaction in the form of color expression UI

각 집단간, 집단 내 상호작용이 발생하는지 여부를 확인하기 위하여 분산분석을 실시하였다. 분산결과 네 개의 수준이 모두 유의한 차이($F(3,76)=10.118, p<0.001$)가 나타났으며, Tukey HSD기법을 통하여 사

후검증을 실시하였다. (Table 4)는 사후검증 결과이다. 네 개의 그룹 별 만족도 결과가 유의한 차이가 있다고 나타난다.

Table 4. Post-mortem in the form color of expression UI

수준	N	Group 1	Group 2
Tukey HSD			
B4	20	3.55	
B3	20	3.90	
B1	20	4.40	
B2	20		5.95

B4그룹은 3.55, B3그룹은 3.90, B1그룹은 4.40, B2그룹은 5.95였다. 즉, 분산분석 결과 B3그룹과 B4그룹은 만족도가 낮으며, B2그룹은 만족도가 가장 높은 평가 결과가 도출되었다. 또한 B1과 B2이 두 그룹간에 대해서는 통계적으로 유의한 차이가 있다고 나타난다. UI표현 형태 색상에 대한 피실험자들의 주관적 의견은 (Table 5)와 같다.

Table 5. The survey revealed that each level in the form color of expression UI

형태색상	설문결과	
	장점	단점
B1	*3색이라 눈에 가장 잘 띠 *경고메시지가 잘 전달됨	*차량중심 표현이라 보기 좋지 않음 *색이 분명하지 않아 헷갈림
B2	*빨간색이 눈에 잘 띠 *경고메시지로 적합한 색상임 *배색 대비 최적	*눈에 잘 띄지 않음
B3	*빨간색과 비슷하게 눈에 잘 띠	*눈에 잘 띄지 않음
B4		*노란색은 경고 메시지 같지 않음 *눈에 잘 띄지 않음 *배색이 좋지 않음

피실험자들의 주관적 설문에서는 B2의 UI표현 형태 색상이 눈에 가장 잘 띄고 경고메시지를 주는 색상이라는 의견이 가장 많았다. B1의 UI표현 형태 색상은 의견이 분분하였다.

3.4 A satisfaction survey analysis by context cognition display UI

다음 (Figure 6)은 UI표현 위험인지 표시 별 사용자 만족도를 그래프로 나타내었다. 피실험자의 만족도는 C1과 C3의 수준 보다 C2의 수준이 만족도가 더 높은 것으로 나타났다.

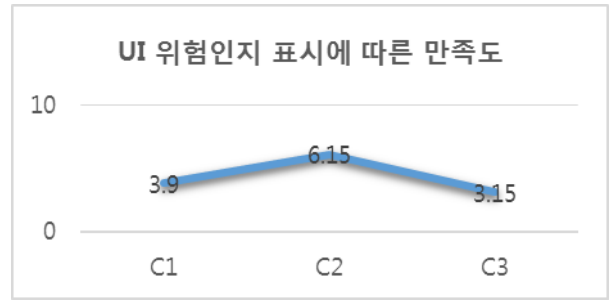


Figure 6. Satisfaction in the context cognition display UI

각 집단간, 집단 내 교호작용이 발생하는지 여부를 확인하기 위하여 분산분석을 실시하였다. 분산결과 세 개의 수준이 모두 유의한 차이($F(2,57)=24.184, p<0.001$)가 나타났으며, Tukey HSD 기법을 통하여 사후검증을 실시하였다. (Table 6)은 사후검증 결과이다. 각 이론들의 분석결과 각 네 개의 그룹 별 만족도 결과가 유의한 차이가 있다고 나타났다.

Table 6. Post-mortem in the context cognition display UI

수준	N	Group 1	Group 2
Tukey HSD			
C3	20	3.15	
C1	20	3.90	
C2	20		6.15

C3그룹은 3.15, C1그룹은 3.90, C2그룹은 6.15였다. 즉, 분산분석 결과 C3그룹과 C1그룹은 만족도가 낮으며, C2그룹은 만족도가 가장 높은 평가 결과가 도출되었다. 또한 C1과 C3이 두 그룹간에 대해서는 통계적으로 유의한 차이가 없으며, 이들 그룹과 C2그룹간에 대해서는 통계적으로 유의한 차이가 있다고 나타난다. UI위험인지 표시에 대한 피실험자들의 주관적 의견은 (Table 7)과 같다.

Table 7. The survey revealed that each level in the context cognition display UI

인지표시	설문결과	
	장점	단점
C1	*3중요한 부분에 표시되어 집중이 더 잘됨	*위험표시가 너무 약함 *눈에 잘 띄지 않음 *눈으로 쉽게 인지하기 어려움
C2	*눈에 잘 띠 *익숙한 경고 표시임 *단 번에 인식 가능	*위험표시가 너무 과함
C3	*빨간색과 비슷하게 눈에 잘 띠	*조잡함 *눈에 잘 띄지 않음 *단 번에 알아보기 어려움

피실험자들의 주관적 설문에서는 C2 UI표현 위험인지 표시가 눈에 가장 잘 띄고 익숙한 경고표시라는 의견이 가장 많았다.

추가로 실시한 UI위험인지 표시 유무에 대한 설문 결과는 피실험자 20명 모두 표시가 있는 것이 더 좋다고 응답하였다. 사유로는 '위험인지 표시를 해줌으로 좀 더 편하다'는 의견이 많았다.

4. Conclusion

본 연구에서는 실제 운행 환경을 고려하여 소리(경적음)인식 HUD UI시각화 표현 시물레이션을 이용하여 HUD UI표현 형태, 색상, 위험인지 표시에 대한 설계 가이드를 도출 할 수 있었다.

차량 HUD UI표현 형태의 감성평가에는 전후방센서 표시를 외부에서 들려오는 부채꼴 모양인 A2수준이 가장 적절한 것으로 분석되었다. 느낌표의 경우 강한 메시지효과로 인하여 운전자를 당황시키거나 혼란을 불러 일으킬 수 있다.

HUD UI표현 형태 색상의 감성평가에는 부채꼴 모양이 전부 빨간색인 B2수준이 적절하다는 것으로 분석되었다. 3가지색상을 혼합하여 설계한 B1수준은 눈에 잘 띄지 않고, 조잡한 느낌을 준다는 느낌이 많아 B2수준을 더 선호하였다.

HUD UI표현위험인지 표시의 감성평가에는 전체화면이 빨간색으로 표시해주는 C2수준이 가장 적절하다고 분석되었다.

5. Discussion

본 연구는 차량 운행 시 청각장애인의 위험인지 상황을 돕기 위한 HUD UI표현 설계 가이드 도출을 위한 기초연구로써 HUD UI표현의 형태와 색상, 위험인지 표시에 대하여 연구를 진행하였다. 본 연구에서 도출된 청각장애인을 위한 HUD UI표현 설계 값에 대한 가이드는 일반인이 청각장애인 또는 후천성 난청이 있는 사람들의 신체적 조건과 비슷한 신체적 조건에서 도출된 값이므로 실제 HUD UI표현 설계 시 반영이 된다면 청각장애인 운전자의 안전과 편의를 증대시킬 수 있을

것으로 기대된다. 하지만 본 연구는 아래와 같은 한계점을 가진다.

첫째, 본 실험은 청각장애인 또는 후천성 난청이 있는 운전자를 대상으로 진행되지 않고 일반인에게 운전을 할 수 있는 청각장애인과 비슷한 신체적 환경을 만들어 실험을 하였다. 따라서 향후 실제 피실험자가 되어야 하는 청각장애인 또는 후천성 난청이 있는 피실험자가 실험에 참여하는 연구가 필요하다.

둘째, 본 실험은 일반인 피실험자들 중에서도 20대만을 대상으로 진행 되었으며, HUD시스템을 사용 경험이 대부분 없는 집단이다. 따라서 연령층을 다양화시키고, HUD시스템 사용에 익숙한 피실험자를 대상으로 하는 연구가 필요하다.

셋째, 본 실험은 안전을 위해 차량이 정차상태에서 진행 되었다. 하지만 실제 주행상황에서 실험을 진행하는 연구가 필요하다.

넷째, 본 연구의 실험 설계 수준은 미흡하다. 아직 초기 연구단계이고 HUD시스템 회사 또는 자동차회사 등과 협업하는 연구가 필요하다.

이러한 한계점을 보완하여 향후 연구를 진행한다면 보다 더 신뢰할 수 있는 연구를 기대 할 수 있다.

References

- B. C. Tefft, "Risks Older Drivers Pose to Themselves and to Other Road Users," *Journal of Safety Research*, Vol. 39(6), (pp.577-582), 2008.
- C. H. Lee, J. W. Kwon, J. E. Hong, S. C. K, S. H. Hong and D. H. Lee, "A Study on Development of wireless transmission U-healthcare System for the Hearing-impaired", *Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of Korea*, (pp.101-103), 2009.
- Daeseok, Kim, Taewha, Lee, Dongman, Lee, Jinah, Park and Minsoo, Hahn. "An ambient display for hearing impaired people", *The HCI Society of Korea*, (pp.46-51), 2006.
- Hyeweon, Kwak and Nahyun Kim. "Study on Relations among Use of Earphones, Stress, and Hearing Threshold in University Students", *Korean Society of public Health Nursing* 26(1), (pp.126-136), 2012.
- Hyojung, kim and Jinhyeon, Kwon. *Weekly Chosun*, <http://weekly.chosun.com/client/news/viw.asp?ctcd=C02&NewsNumb=002263100005>, (retrieved July 1, 2013)
- Jaehong, Park, Taejin, song, cheol, Oh and Jootaek, Oh. "Analysis of User Preferences for Traffic Safety Warning Information using Portable Variable Message Signs(PVMS) ", *Journal of Korean Society of*

- Transportation / v.27 no.5, (pp. 51-62), 2009.
- JaeHun, Choi and JoonHyuk, Chang. "Sound Reinforcement Based on Context Awareness for Hearing Impaired", The Institute of Electronics Engineers of Korea - Signal Processing 48(5), (pp.109-114), 2011.
- Jimmy Azar, Hassan Abou Saleh, Mohamad Adnan Al-Alaoui, Sound Visualization for the Hearing Impaired, 2(1), (pp.1-7), 2007.
- Jinhee, Park. "The Influence of Color Perceptive Elements on Visual Attention in Stereoscopic Images", Journal of Digital Design 9(1), (pp.203-212), 2009.
- Jinyoung, Park. Chongkeun, Ahn. Laehyun, Kim. Sungdo, Ha and Sehyung, Park. "Development of a Wearable computer interface for aurally impaired persons ", The HCI Society of Korea, (pp. 57-62), 2006.
- Joonwoo, Son. "Design Considerations for the Older Drivers" Journal of the Korean Society of Automotive Engineers 34(7), (pp.14-19), 2012
- Junhyung, Song. Donghyun, Sung. Donghyun, Lee and Woonsung, Lee. "Evaluation of a Lane Departure Warning System Using a Driving Simulator ", The Korean Society Of Automotive Engineers, (pp. 1709-1714), 2008.
- J. McCall and M. M. Trivedi. "Driver behavior and situation aware brake assistance for intelligent vehicles", Proc. IEEE, vol. 95, no.2, (pp.374-387), 2007.
- J. Saisan, M. White and L. Robinson, "Older Driver Safety", Unpublished, 2012.
- KyungJoo, Cheoi, MinChul, Park, "Visual Information Selection Mechanism Based on Human Visual Attention ", JOURNAL OF KOREA MULTIMEDIA SOCIETY 14(3), (pp. 378-391), 2011.
- Marcus T'onnis, Christian Lange and Gudrun Klinker, Visual Longitudinal and Lateral Driving Assistance in the Head-Up Display of Cars, Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2007. 6th IEEE and ACM International Symposium on, (pp.91 – 94), 2007.
- Ma Chunxia, Zhuang Damin, Wanyan Xiaoru, Deng Fan, Development of Flight Simulation and Head-up Display System for Ergonomics Evaluation, 2011 4th International Congress on Image and Signal Processing, (pp.483-486), 2011.
- Minha, Yang. "Audio-visualizing Application synchronized with mobile device Journal of Digital Design 13(2), (pp.117-126), 2013.
- Naim, Lee and Jaeun, Heo, "A Study on Head Up Display Interface Design through Older Driver's Driving Characteristics ", The HCI Society of Korea, (pp. 947-951), 2013.
- NamHee, Kim. JongChan, Lee. YoungChul, Kim and DungYoung, Ko. "Design and Implementation Scheme of Communication System based on Sensor Networks for Hearing Handicapped person", The Korea Contents Society 4(1), (pp.423-426), 2006.
- Pyeongwoo, Park. Seung-u, Jo. Dasom, Sin. Seonju, Choe. Byeonghee, Roh and Kihyung, Kim. "Sound Visualization System Based on Sensor Network Environment ", KOREA INFORMATION SCIENCE SOCIETY, (pp. 1490-1491), 2014.
- Raehyeon, Kim. Seongdo, Ha. Sehyeong, Park. Hyeoncheol, Cho and Jinyeong, Park. "Wearable devices for the visually and aurally handicapped", The HCI Society of Korea, (pp. 585-590), 2007.
- Ryuk, Kim. Jeongpyo, Lee and Byoungsoo, Kim. "A Study on Interface of Head Up Display System for Automotive", Korean Society of Automotive Engineers, (pp. 1283-1288), 2004.
- Vassilis Charissis. "Stylianios Papanastasiou, Human-machine collaboration through vehicle head up display interface", Cognition, Technology & Work, Volume 12, Issue 1,(pp 41-50), 2010
- WonJung, Choi. Hyemi, Lee. Seol-Hee Lee. YungKyung Park, "Vehicle HUD's cognitive emotional evaluation - Focused on color visibility of driving information, Korean Journal of the science of Emotion & sensibility, V16 no.2, (pp. 195-206), 2013.
- Woogeun, Jung and Peom, Park. "Analysis about visual object's layout and position by forklift driver's instrument cognitivity" Journal of the Korea safety management & science / v.7 no.5, (pp.97-105), 2005.
- Sebin, Jung. "Driving Concept Development for Elderly Drivers", Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers 22(3), (pp.234-240), 2014.
- Sungryul, Park and Gyouhyung, Kyung. "Improving the integrated bridge system(IBM) user interface based on human factors guidelines, The Ergonomics Society of Korea, (pp. 49-52), 2012.
- Yudeok, Hong Institute of automobile pollution, the National Environmental Protection Institute, <http://airlab.wkhc.ac.kr/acidrain/envdb/ham6/6-10.htm>.

Author listings

Myoungjin Choi: mjchoi88@ajou.ac.kr

Highest degree: Bachelor's Degree, Department of Industrial management Engineering, Namseoul University

Position title: Master's course, Department of Industrial Engineering, Ajou University

Areas of interest: HCI, HMI, UI/uX, Vehicle Ergonomics

Jimyoung Park: jmpark89@ajou.ac.kr

Highest degree: Bachelor, Department of Industrial Engineering, Ajou University

Position title: Master's course, Department of Industrial Engineering, Ajou University

Areas of interest: Modeling & simulation, Human Factors in automobile

Harim Lee: aquarim@ajou.ac.kr

Highest degree: Bachelor's Degree, Department of Avionics Engineering, Hanseo University

Position title: Master's course, Department of Software Engineering, Ajou University

Areas of interest: Flash Translation Layer

Heenam Park: karizzang@ajou.ac.kr

Highest degree: Bachelor's Degree, Department of Industrial Engineering, Ajou University

Position title: Master's course, Department of Industrial Engineering, Ajou University

Areas of interest: Modeling & Simulation, Discrete Event System

Peom Park: ppark@ajou.ac.kr

Highest degree: Ph.D. Department of Industrial Engineering, Iowa State University

Position title: Professor, Department of Industrial Engineering, Ajou University

Areas of interest: Ergonomics, HCI/uX, System Informatics