

개인형 이동장치(PM)의 주행 방향과 경고방식의 차이가 보행자의 위험 지각과 주행자에 대한 인식에 미치는 영향

정윤현¹, 이수지¹, 강현민^{2*}

¹연세대학교 정보대학원 UX트랙 석사과정, ²연세대학교 정보대학원 UX트랙 전임강사

The effects of PM driving direction and alert sound type on risk perception and awareness of PM driver of pedestrians

Yoon-Hyun Jung¹, Soo-Ji Lee¹, Hyunmin Kang^{2*}

¹Master's degree student of UX, Graduate school of Information, Yonsei University

²Lecturer, Graduate school of Information, Yonsei University

요 약 공유 모빌리티의 확산으로 개인형 이동장치의 이용률이 높아지고 있으나, 소리가 없어 보행자에게 사고위험과 두려움을 유발하고 있다. 이 연구에서는 전동킥보드의 다양한 경고방식과 주행 방향이 보행자의 위험 지각과 주행자에 대한 인식, 각 도로에 대한 허용 태도에 미치는 영향을 살펴보고자 한다. 8가지 영상 처치물은 경고방식(silent, vess, bell, voice)과 주행 방향(전, 후방)에 따라 보행자 관점으로 제작되었다. 참가자는 각 영상을 시청한 후, 영상에 대한 설문에 응답하였다. 연구 결과, 주행 방향에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다. 또, 경고방식과 상관없이 경고가 존재할 때, 위험을 낮게 지각했고, 주행자에 대한 인식과 각 도로에 대한 허용 태도가 긍정적으로 나타났다. 이 연구는 보행자의 안전을 위해 개인형 이동장치 고유의 경고음이 필요함을 시사하고, 개인형 이동장치에 대한 인식 개선과 관련 정책, 규정을 마련하는데 도움이 될 것으로 기대한다.

주제어 : 개인형 이동장치, 청각 경고, 위험 지각, 자전거도로, 보행자 안전, 도로교통법

Abstract The use of personal mobility(PM) is increasing because of preading shared mobility, but, it causes risk of accidents and fear to pedestrians because of lack of sound. The purpose of this study is to find out the effects of the alert sound in PM and driving direction on risk perception of pedestrians, awareness on PM driver, and allowance for driving on each road. The 8 videos were produced from a pedestrian perspective, depending on the alert sound type(silent, vess, bell, voice) and direction of driving(front, back). After watching each video, participants completed surveys. There was a non-effect on the driving direction. Regardless of the alert sound type, all of the sounds reduced the risk perception. Also, the awareness of PM drivers and allowance for driving on each road were positive. This study found that PM needed an alert sound for pedestrian safety. We expect the results of the study to help improve awareness of PM and make policies and regulations.

Key Words : Personal mobility, Auditory alert system, Risk perception, Bike-road, Pedestrian safety, The traffic laws

*Corresponding Author : Hyunmin Kang(neets11@naver.com)

Received June 15, 2021

Accepted July 20, 2021

Revised June 25, 2021

Published July 28, 2021

1. 서론

최근 국내에서 4차 산업혁명으로 인한 새로운 교통수단인 개인형 이동장치 이용률이 급격하게 높아지고 있다. 2020년 3월 143만 5143건에서 8월 360만 1629건으로 2배 이상 증가하였고, 2020년 3~8월 누적 이용 건수는 2019년 7~12월 이용 건수에 비해 약 4.3배 증가하였다 [1]. 개인형 이동장치는 기존의 교통수단에 비해 개인의 이동성과 편의성을 높이고, 친환경 교통수단으로 각광받고 있다. 그러나 개인형 이동장치는 이전에는 없었던 새로운 교통수단으로, 많은 사고 우려와 위험이 제기되고 있다. 2020년 10월에 오픈서베이 패널[2]을 통해 진행된 설문에 따르면, '유용한 서비스인 것은 맞지만, 이용자와 보행자 등의 안전을 고려해 안전 대책이 병행되어야 한다.'라고 57.2%가 응답할 정도로 개인형 이동장치는 안전에 대한 대책이 시급하다.

2020년 10월부터 개인형 이동장치로 분류되는 전동 킥보드, 전기 자전거 그리고 전동 휠 등은 보도 주행이 금지되었고, 자전거 도로를 통해 주행하도록 도로교통법이 개정되었다. 개인형 이동장치의 보도 주행을 막을 수 있었으나, 이러한 조치가 보행자와 마주치는 것을 없애는 것은 아니었다. 보도와 차도가 명확히 구분되지 않은 좁은 도로인 생활도로(이면도로), 자전거와 보행자가 함께 다닐 수 있는 자전거-보행자겸용도로와 같이 보행자가 개인형 이동장치를 마주칠 수 있는 상황은 여전히 존재하고 있다[3]. 특히 자전거-보행자겸용도로는 2018년을 기준으로 전체 자전거도로의 약 76%를 차지하고 있으며, 그 중에서도 보행자와 함께 이용하는 비분리형이 절반을 차지할 정도로 보행자와 개인형 이동장치가 동시에 이용할 수밖에 없는 상황이 굉장히 많다.

개인형 이동장치는 전기를 동력으로 하기 때문에 소음이 거의 발생하지 않는다는 특징을 가지고 있다. 이와 동일한 특징을 가진 전기자동차는 스스로의 존재를 보행자에게 인지시키기 위해서 가상주행음에 대한 많은 연구와 논의가 이루어지고 있으나, 그에 비해 개인형 이동장치에 대한 연구나 논의는 미비한 상황이다. 특히 청각정보는 시야각 외에 있는 물체를 인지하는데 굉장히 큰 역할을 하기 때문에 전기를 동력으로 한 모빌리티에는 가상주행음과 같은 경고음이 필수적이다.

따라서 이 연구에서는 개인형 이동장치에 적합한 경고 방식이 어떤 것이 있는지 살펴본 후, 각 경고방식이 위험 지각, 주행자에 대한 인식, 각 도로에 대한 허용 태도에 어떤 영향을 미치는지 살펴보고자 한다. 또한, 시야각 내

에 존재하는 경우와 시야각 외에 존재하는 경우에 따라 차이를 나타낼 수 있으므로, 주행 방향에 따라 차이가 나타나는지도 함께 확인해보고자 한다.

보행자의 관점에서 촬영된 영상은 경고방식(무음, 가상주행음, 자전거벨, 음성메시지)과 주행 방향(전, 후방)에 따라 8가지로 제작되었고, 실험 참가자들은 영상 시청 후, 설문에 응답하는 순서로 실험을 진행하였다.

2. 이론적 배경

2.1 개인형 이동장치

개인형 이동장치(PM)는 1인용 이동수단을 말하며, 현재는 특히 전기를 동력으로 이용하는 1인용 이동수단을 가리켜 개인형 이동장치 또는 퍼스널 모빌리티라고 한다. 친환경 에너지인 전기를 동력으로 사용하기 때문에 환경 오염에 영향을 주지 않으면서, 이동성 향상을 목적으로 이와 같은 새로운 이동수단의 공급이 요구되고 있고, 미래의 새로운 공유 서비스로 개인형 이동장치들이 주목받고 있다. 주행자의 속도 지각 보조 연구[4], 주행자의 특성과 인지반응시간에 관한 연구[5] 등 국내에서의 개인형 이동장치에 대한 연구는 주행자의 안전에 주로 초점을 두고 있는 경우가 많다. 그러나 실제 사고의 경우, 주행자 뿐만 아니라 보행자가 상해를 입는 경우도 많이 발생하고 있다. 2017, 18년 2년간 개인형 이동장치와 관련된 인명사고를 살펴보면, 보행자와의 사고가 사망사고 8건 중 1건, 전치 3주 이상의 중상사고 110건 중 30건(27%)으로 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다[3]. 개인형 이동장치에서 보행자 관련 사고가 많이 발생하고 있음에도 불구하고, 주행자에 비해 보행자의 안전에 대한 연구는 아직 부족하다.

2.2 청각 경고 방식

현재까지 자동차와 다른 도로 이용자들의 의사소통은 운전자에 의해서 직접 수행되었다. 전기 동력의 발달로 자동차의 무소음 주행이 가능해지면서, 다른 도로 이용자와 의사소통하기 위해 새로운 방식이 필요하게 되었다. 의인화된 얼굴 표정이나 손짓, 글, 문양 등의 시각적 인터페이스와 말소리, 신호음과 같은 청각 인터페이스, 그리고 웨어러블 기기나 스마트폰을 이용한 진동 피드백 등 다양한 의사소통 방식이 연구되고 있다[6]. 개인형 이동장치도 전기 자동차와 같은 무소음 주행을 하므로, 현재

부착되어 있는 자전거 벨 이외에도 개인형 이동장치의 존재를 보행자에게 알릴 수 있는 다양한 전달 방식이 필요하다. 이 중에서도 청각 정보는 소리의 근원지를 빠르게 알아차릴 수 있기 때문에[7] 개인형 이동장치에 적합한 경고 방식이다.

자전거 벨은 사람들에게 굉장히 익숙하고, 들으면 바로 알아차릴 수 있는 경고 방식 중 하나이다. 그러나 주행에 익숙한 사용자는 동작하기 어렵고, 자전거와 개인형 이동장치의 존재를 구별할 수 없다는 단점이 있다. 보행자에게 경고를 주기 위한 목적으로는 적합한 경고방식이지만, 개인형 이동장치는 자전거와 다양한 측면에서 차이점을 가지기 때문에 자전거에서 보행자에게 주는 경고와는 다른 영향을 줄 수 있다는 가능성이 있다.

전기 동력 이동수단에서 가장 많이 논의되고 있는 분야는 가상주행음이다. 가상 엔진 사운드 시스템(VESS: Virtual Engine Sound System)은 보행자들이 차량 접근 상태를 용이하게 인지할 수 있도록 한 것을 말한다[8]. 전기 동력의 특성상 저소음 주행으로 인한 조용함이 장점이었으나, 보행자들이 소리 없이 다가오는 차량을 인지하지 못해 발생할 수 있는 사고를 방지하기 위해 가상주행음이 연구되고 있다. 한만욱(2017)은 화성학에 기초하여 경고음을 만들어 인지성 평가를 진행하였고[9], 배준(2017)은 소프트웨어 신디사이저를 이용해 엔진 사운드를 디자인[10]하는 등 전기자동차의 가상주행음은 다양하게 연구되고 있다.

음성 메시지는 전달 시간이 길지만, 내용 전달이 자세히 가능한 반면, 경고음은 전달 시간은 짧지만, 내용이 함축적이기 때문에 처음 듣는 경고음의 경우 정확히 전달하는 것이 어렵다는 특징을 가지고 있다[11]. 신은비(2019)는 전기 자동차의 안전음 설계 측면에서 기존의 자동차 엔진 소리나 유사한 경고음과는 다른 새로운 대안으로 음성메시지를 제시하고 있고, ‘자동차’, ‘주행’이라는 단어를 포함한 메시지가 인지 속도나 정도가 높다고 말하고 있다[12]. 음성 메시지는 내용을 정확하게 전달하는 것, 즉 음성 명료도가 중요한 요소로 꼽힌다. 선행연구에서는 이면도로의 골목에서 실험을 진행하였는데, 전기 자동차와 개인형 이동장치 모두 다양한 실외 환경에서 주행하는 만큼, 주변 도로 교통 소음이 심한 경우, 메시지를 정확하게 전달하기 어려울 수 있다는 가능성을 가지고 있다.

2.3 위험지각

위험지각(Risk Perception)은 객관적인 사고 확률에

의한 실제 위험에 대해 개인의 주관적인 평가를 말한다[13]. Slovic(1987)에 따르면, 위험지각을 측정하는 7가지 심리적 특성을 크게 2가지 요인인 두려움(자발성, 통제성, 파괴성, 두려움)과 지식(과학 지식, 개인 지식, 친숙성)으로 나눌 수 있다고 말한다[14]. 한국인의 위험 지각에서도 동일한 심리적 차원이 나타나는지 연구한 이영애(2005)에 따르면, 한국인 또한 Slovic의 연구와 동일한 결과를 나타냈다. ‘위험의 결과가 파괴적인지’, ‘위험을 통제할 수 없고, 비자발적으로 노출되는지’와 관련된 요인들을 두려운 위험(dread risk)으로 명명하였고, 다른 요인은 지식(unknown risk)으로 명명하였다[15].

위험지각과 관련된 연구는 자동차, 자전거, 항공기에 이르기까지 다양한 모빌리티와 함께 연구되어왔다. Lehtonen(2015)는 자전거를 이용하는 빈도에 따라 자전거 주행 중에 위험지각이 달라지는지 파악하고자 하였고, 자전거를 자주 이용하는 사람이 그렇지 않은 사람보다 위험한 상황을 더 많이 예상하거나 지각했다고 보고하였다[16]. Hunter(2002)는 많은 항공 사고가 항공기 조종사의 잘못된 의사 결정에 의해 발생된 것으로 보고, 항공사고에 조종사의 위험 지각이 영향을 미치는지 연구하고자 하였다. 결과적으로 상황에 대한 정확한 위험 지각이 사고 개입 가능성이 크다는 것을 밝혔고, 이는 위험 지각에 필요한 인지 능력의 차이임을 주장하고 있다[17]. 자동차와 관련된 연구는 다양한 측면에서 이루어지고 있다. 초보 운전자의 사고에 대한 위험지각 연구[18]와 같이 주행자 관련된 연구뿐만 아니라, 보행자의 위험지각 연구도 존재한다. Solmaz(2020)는 보행자 개인의 성격과 자율주행 자동차 앞을 건너가는 행동 간의 관계를 파악하고자 하였고, 개인의 성격뿐만 아니라, 자율주행 자동차의 신호가 보행자의 위험 지각과 태도에 영향을 미치는 것을 밝혔다[19]. 이처럼 다양한 모빌리티에 대한 위험 지각 연구는 지속적으로 이루어지고 있으나, 자동차를 제외하고, 모빌리티에 대한 보행자의 위험지각이 어떠한지 살펴본 연구는 많지 않다.

2020년 10월에 오픈 서베이 패널을 통해 실시한 공유킴보드에 관한 설문에 따르면, 전동킴보드의 자전거도로 이용에 대해 “인도와 밀접해 있기 때문에 보행자의 안전이 우려된다.”고 1000명 중 555명(55.5%)이 답했다[2]. 보행자의 안전에 대한 우려가 커지고 있는 만큼, 개인형 이동장치에 대한 보행자의 위험지각 연구가 필요해지고 있다.

2.4 연구목적

이 연구에서는 자전거 벨, 가상주행음, 음성메시지 경고를 적용한 전동 킥보드에 대해 보행자의 위험 지각, 주행자에 대한 인식 그리고 각 도로에 대한 허용 태도에 차이가 있는지 실험을 통해 검증해보고자 한다. 또한, 보행자가 개인형 이동장치를 인지하는 상황은 시야각 내에서 인지하는 것과 시야각 외에서 인지하는 경우로 나눌 수 있다. 이를 고려하여 주행 방향을 보행자의 앞에서 오는 경우와 뒤에서 오는 경우 두 가지로 나누어 독립변인으로 활용하고자 한다.

3. 연구방법

3.1 실험 참가자

실험 참가자는 양쪽 청력에 문제가 없는 만 19세 이상의 사람을 대상으로 모집하였다. 사전 설문을 통해 개인형 이동장치의 탑승 경험 여부를 포함한 실험 참가자의 정보와 개인형 이동장치에 대한 전반적인 인식을 수집하였다. 실험 참가자는 주행 방향, 경고 방식에 따라 나누어진 총 8가지 조건의 실험에 모두 참가하도록 구성하였다. 실험에는 20명의 남성과 35명의 여성이 모집되었으며, 이 중에서 전동 킥보드 주행 사고로 인한 부정적인 고정 관념이 생긴 참가자 1명과 불성실 응답자 1명을 제외하여 남성 18명, 여성 35명으로 총 53명이 실험에 참가하였다.

3.2 실험 처치물 설계

실험 참가자가 실제로 보행하고 있는 상황에 쉽게 몰입할 수 있도록 전동 킥보드가 자전거-보행자겸용도로에서 주행하는 장면을 보행자의 시선에서 촬영하였다. 전동 킥보드는 Segway사의 Ninebot E45 모델을 이용했으며, 20km/h의 속도로 크루즈 기능을 이용하여 일정한 속도를 유지하였다. 주행 방향의 경우, 보행자의 우측 전방에서 우측 후방으로 주행하는 것과 보행자의 우측 후방에서 우측 전방으로 주행하는 2가지 상황으로 선정하여 촬영을 진행하였다. 제작된 영상은 전동 킥보드가 보행자 옆을 지날 때 아무 소리도 녹음되지 않은 상태로 촬영되었기 때문에, 실제 환경과 비슷하게 구성하기 위해, 빠르게 지나가는 소리 효과음을 추가하였다. 소리 효과음은 Mixkit(<https://mixkit.co/free-sound-effects>)에서 제공하고 있는 'Air Whoosh'를 사용하였다.

전동 킥보드의 경고음을 3가지 방식(자전거벨, 가상주

행음, 음성메시지)으로 제작하였다. 먼저, 자전거 벨은 SoundBible(<https://soundbible.com>)에서 공유되고 있는 'Bicycle Bell Ringing' 음원을 이용하였고, 가상주행음은 한만욱(2017)이 진행한 평가에서 가장 인지성이 우수하다고 평가된 경고음과 동일한 주파수와 지속구간을 기반으로 제작하였다. 마지막으로 음성메시지의 경우, 인공지능 더빙을 이용해 음성 콘텐츠를 제작할 수 있는 서비스인 '타입캐스트(Typecast ai)'의 '영희' 캐릭터를 이용하여 제작하였으며 발화내용은 '잠시만요, 비켜주세요.'였다. 모든 경고음은 소리의 크기를 통제하기 위해 어도비 오디오션(Adobe Audition) 프로그램의 음량 강도 일치 효과를 적용하였으며, 전동 킥보드가 움직이는 속도(20km/h)와 위치를 기반으로 도플러 효과를 적용하여 실제 환경과 같이 음원이 움직이는 것을 재현하였다. 실험에 사용된 모든 소리 효과음은 연구용으로 이용함에 있어 저작권에 문제되지 않는 음원과일들만 이용되었다.

주행 방향에 따라 촬영된 2종류의 영상에 경고음 없이, 그리고 3가지 경고음을 각각 덧입혀 총 8가지 실험 영상을 제작하였다.

3.3 실험 진행

실험 진행은 실험 신청 - 본 실험 - 인터뷰 순서로 진행하였다. 실험 신청은 대학 커뮤니티 사이트를 위주로 받았으며, 이름과 이메일, 동의 여부를 수집한 뒤 참가자에게 부여한 실험 참가번호와 본 실험에 참가할 수 있는 링크를 이메일을 통해 배부하였다. 본 실험에서는 Qualtrics를 이용하여 나이, 개인형 이동장치 탑승 경험 여부 그리고 개인형 이동장치에 대한 전반적인 인식을 먼저 수집하였다. 실험은 참가자 내 설계로 이루어졌기 때문에 실험 참가자는 경고음(무음, 자전거벨, 가상주행음, 음성메시지) x 주행 방향(전방, 후방)의 조합에 따른 총 8개의 영상을 시청하였다. 영상을 시청할 때는 자신이 영상에 등장하는 보행자라고 생각하도록 지시하였다. 각 영상을 시청한 후에는 방금 시청한 영상의 전동 킥보드에 대해 위험지각, 주행자에 대한 인식, 각 도로(보도, 자전거도로, 자전거-보행자 겸용도로)에 대한 허용 태도를 측정하는 설문을 실시하였다. 8개의 영상은 시청 순서에 따른 영향을 배제하기 위해 개인마다 임의의 순서로 시청하도록 설정하였다. 본 실험은 실험 참가자의 집, 그리고 주변이 조용한 상황에서 컴퓨터로 접속하여 진행하였다. 개인의 컴퓨터마다 소리의 설정이 다를 수 있으므로, 영상 시청 전 사전 음량크기 조절 영상을 첨부하여

소리가 명확하게 들리게 설정할 것을 요청하였다. 8개의 영상시청과 응답이 완료된 이후, 간단한 인터뷰를 진행하였으며, 인터뷰를 포함해 실험을 진행하는데 걸린 평균 시간은 약 30분 내외였다.

3.4 종속변인 정의와 측정

위험지각(Risk Perception, RP)은 앞서 말한 것과 같이 위험에 대해 느끼는 주관적인 정도를 말한다. Slovic(1987), 한동섭(2011)의 연구에 사용된 문항인 “이 전동 킥보드는 두렵다.” 등 5개의 문항을 통해 전동 킥보드에 대해 느끼는 위험지각을 측정하였다[13][14]. 위험지각에 좀 더 직접적인 영향을 주는 것을 알아보기 위해 위험지각을 측정하는 하위요소를 ‘두려움’과 ‘통제성’으로 나누었다. 전자는 “위험이 얼마나 두려운 결과를 초래하는지”와 관련된 문항 3가지, 후자는 “통제할 수 없고 비자발적으로 노출되는지”와 관련된 문항 2가지로 구성하였다.

전동 킥보드는 자동차보다 보행자와 마주하는 상황이 더 많이 존재할 수 있으므로, 보행자의 인식을 조사하고자 하였다. 전동 킥보드 주행자에 대한 보행자의 인식(Pedestrian awareness of PM Drivers, PD)은 Papadimitriou(2016)의 연구에서 사용된, 길을 건널 때, 자동차 주행자에 대한 보행자의 인식 조사에 이용된 문항들을 기반으로 변형하였다[20]. 설문은 “전동 킥보드 탑승자는 나(보행자)를 배려하지 않고 있다.” 등의 5문항을 통해 전동 킥보드 주행자에 대한 보행자의 인식이 얼마나 긍정 또는 부정적인지 측정하였다.

마지막으로 각 도로에서의 주행 허용 태도에 대해 측정하고자 하였다. 연구자가 정의한 주행 허용 태도란, 해당 도로에서 전동 킥보드가 주행하는 것을 기꺼이 받아들이고, 허용한다는 태도이다. 설문은 3가지 유형의 도로

각각에 대해, “이 전동 킥보드가 해당 도로에서 주행하는 것은 가능하다.”로 구성하였으며, 이에 대해 동의하는 정도를 측정하였다. 현재 도로교통법이 개정됨에 따라 보도에서의 주행은 금지되었으나, 경고방식에 따른 차이가 나타날 수도 있으므로, 보도(S)를 포함한, 자전거도로(B) 그리고 자전거-보행자겸용도로(T) 3가지 도로에서의 주행 허용 태도를 측정하였다.

4. 연구결과

4.1 설문 문항의 신뢰성 검증

설문 문항들의 신뢰도를 보기 위해 신뢰도 분석을 한 결과, 위험지각(0.89), 주행자에 대한 보행자의 인식(0.75) 항목에 대하여 Cronbach's α 값이 모두 0.7 이상으로 나타나 모든 종속 변인의 신뢰성이 확인되었다.

4.2 분석 결과

[Table 1]에 종속 변인에 대한 통계 결과를 정리하였고, 측정값의 평균과 표준편차를 보여주고 있다.

4.2.1 위험지각

개인형 이동장치의 주행 방향과 경고 방식의 차이가 위험지각에 미치는 영향에 대하여 반복 측정 분산 분석(Repeated Measures ANOVA)을 실시한 결과, 주행 방향에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다 [$F(1, 52) = 2.51, p = .12$]. 반면, 경고 방식에 따른 유의한 차이는 있는 것으로 나타났다 [$F(3, 156) = 49.64, p < .001, \eta_p^2 = .49$]. 경고음이 없을 때보다 경고음이 있는 세가지 방식이 모두 유의한 수준에서 위험지각이

Table 1. Results of dependent variables

	MEAN(SD)							
	From front to back				From back to front			
	silent	vess	bell	voice	silent	vess	bell	voice
RP	4.49 (1.40)	3.49 (.96)	3.34 (1.18)	3.61 (1.10)	5.18 (1.28)	3.71 (1.26)	3.38 (1.24)	3.23 (1.16)
PD	4.38 (1.07)	3.65 (.93)	3.25 (.90)	3.43 (.94)	4.47 (1.05)	3.60 (.88)	3.37 (1.02)	3.31 (.97)
S	2.98 (1.59)	3.55 (1.74)	3.72 (1.73)	3.77 (1.69)	2.51 (1.44)	3.70 (1.74)	3.89 (1.71)	4.09 (1.68)
B	5.00 (1.74)	5.74 (1.36)	5.92 (1.19)	5.75 (1.52)	5.09 (1.63)	5.64 (1.56)	6.00 (1.30)	5.85 (1.28)
T	4.32 (1.73)	5.02 (1.45)	5.40 (1.43)	5.26 (1.48)	4.32 (1.83)	5.04 (1.66)	5.42 (1.38)	5.40 (1.35)

낮은 것으로 나타났다($ps < .001$). 주행 방향과 경고 방식의 상호작용 효과도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다[$F(3, 156) = 8.50, p < .001, \eta_p^2 = .14$]. 특히 Fig. 1에서 볼 수 있듯이, 다른 세 경우와 반대로 음성메시지의 경고 방식을 제공하는 경우, 앞에서 뒤로 주행하는 것이 뒤에서 앞으로 주행하는 것보다 위험지각이 높은 것으로 나타났다. 위험지각의 하위 요인에 따라 동일한 상호작용이 발생하는지 확인하기 위해 두려움과 통제성으로 인한 위험지각으로 나누어 분석한 결과, 상호작용 효과는 두려움과 동일한 패턴을 보였다($p = .008$).

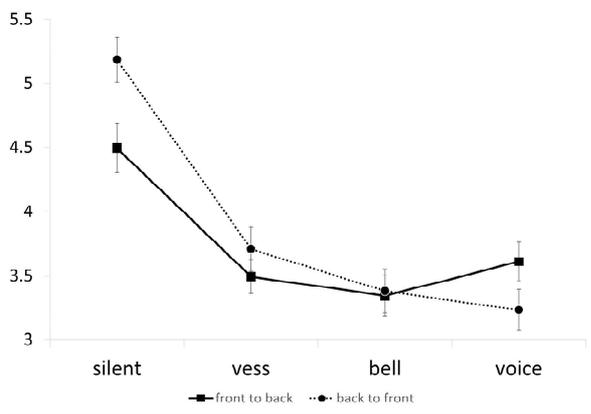


Fig. 1. Graph of interaction effects at risk perception

4.2.2 개인형 이동장치 주행자에 대한 보행자의 인식

개인형 이동장치의 주행 방향과 경고 방식의 차이가 주행자에 대한 보행자의 인식에 미치는 영향에 대하여 반복 측정 분산분석(Repeated Measures ANOVA)을 실시한 결과, 주행 방향에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다[$F(1, 52) = 2.51, p = .12$]. 반면, 경고 방식에 따른 유의한 차이는 있는 것으로 나타났다[$F(3, 156) = 32.05, p < .001, \eta_p^2 = .38$]. 주행자에 대한 보행자의 인식은 경고음이 없을 때보다 경고음이 있는 세가지 방식이 모두 유의한 수준에서 높은 것으로 나타났다($ps < .001$). 주행 방향과 경고 방식의 상호작용 효과는 유의한 차이가 나타나지 않았다[$F(3, 156) = .72, p = .54$].

4.2.3 전동 킥보드의 보도 주행에 대한 허용 태도

개인형 이동장치의 주행 방향과 경고 방식의 차이가 전동 킥보드의 인도 주행에 대한 허용 태도에 미치는 영향에 대하여 반복 측정 분산분석(Repeated Measures

ANOVA)을 실시한 결과, 주행 방향에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다[$F(1, 52) = .24, p = .63$]. 반면, 경고 방식에 따른 인도 주행에 대한 허용 태도는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다[$F(3, 156) = 22.66, p < .001, \eta_p^2 = .30$]. 전동 킥보드의 인도 주행에 대한 보행자의 허용 태도는 경고음이 없을 때보다 경고음이 있는 세가지 방식이 모두 유의한 수준에서 높은 것으로 나타났다($ps < .001$). 전동 킥보드의 인도 주행에 대한 허용 태도에서 주행 방향과 경고 방식의 상호작용 효과는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다[$F(3, 156) = 4.28, p < .01, \eta_p^2 = .08$]. 상호작용은 Fig. 2에서 볼 수 있듯이, 경고음이 없는 경우, 앞에서 뒤로 주행하는 경우보다 뒤에서 앞으로 주행하는 경우를 더 낮은 허용 태도를 보이고 있었다. 반면, 경고음이 있는 경우, 앞에서 뒤로 주행하는 경우보다 뒤에서 앞으로 주행하는 경우에 더 높은 허용 태도를 보이고 있었다.

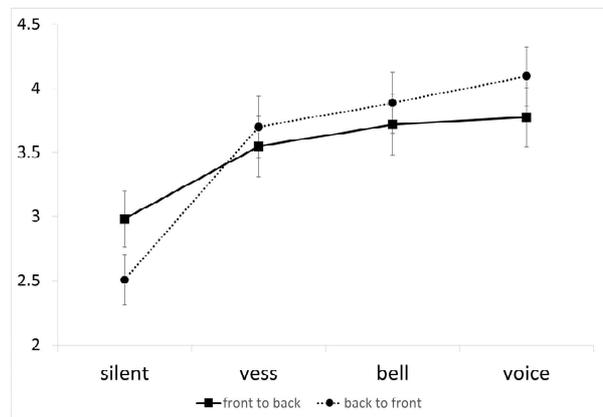


Fig. 2. Graph of interaction effects at allowance of Sidewalk

4.2.4 전동 킥보드의 자전거도로 주행에 대한 허용 태도

개인형 이동장치의 주행 방향과 경고 방식의 차이가 전동 킥보드의 자전거도로 주행에 대한 허용 태도에 미치는 영향에 대하여 반복 측정 분산분석(Repeated Measures ANOVA)을 실시한 결과, 주행 방향에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다[$F(1, 52) = .27, p = .61$]. 반면, 경고 방식에 따른 자전거 도로 주행에 대한 허용 태도는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다[$F(3, 156) = 14.15, p < .001, \eta_p^2 = .21$]. 자전거 도로 주행에 대한 허용 태도는 경고음이 없을 때보다 경고음이 있는 세가지 방식이 모두 유의한 수준에서 높은 것

으로 나타났다($ps < .001$). 전동 키펀드의 자전거 도로 주행에 대한 허용 태도에서 주행 방향과 경고 방식의 상호작용 효과는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [$F(3, 156) = .36, p = .71$].

4.2.5 전동 키펀드의 자전거-보행자겸용도로 주행에 대한 허용 태도

개인형 이동장치의 주행 방향과 경고 방식의 차이가 전동 키펀드의 자전거-보행자겸용도로 주행에 대한 허용 태도에 미치는 영향에 대하여 반복 측정 분산 분석 (Repeated Measures ANOVA)을 실시한 결과, 주행 방향에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다 [$F(1, 52) = .30, p = .59$]. 반면, 경고 방식에 따른 자전거-보행자겸용도로 주행에 대한 허용 태도에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 [$F(3, 156) = 20.35, p < .001, \eta_p^2 = .28$]. 경고음이 없을 때보다 경고음이 있는 세 가지 방식에서 자전거-보행자겸용도로 주행에 대한 허용 태도가 유의한 수준에서 높은 것으로 나타났다 ($ps < .001$). 자전거-보행자겸용도로 주행에 대한 허용 태도에서 주행 방향과 경고 방식의 상호작용 효과는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [$F(3, 156) = .14, p = .16$].

5. 논의

이 연구는 기존의 일반적인 전동 키펀드에 경고음을 추가하여, 각각의 경고방식이 효과적인지, 주행 방향에 따른 영향이 있는지 검증하였다.

실험 결과, 위험지각, 주행자에 대한 인식, 각 도로에 대한 주행 허용 태도로 구성되었던 모든 측정 변인은 주행 방향에 따른 유의한 차이가 나타나지 않았다. 반면, 경고음이 없는 전동 키펀드에 비해 경고음이 있는 전동 키펀드에서 모든 측정 변인이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 전기 자동차와 마찬가지로, 경고음이 없는 개인형 이동장치보다 경고음이 있는 경우에 보행자가 느끼는 위험이 감소하고, 주행자에 대한 인식과 각 도로에 대한 주행 허용 태도가 긍정적으로 나타났다.

한 가지 흥미로운 사실은 보행자가 전동 키펀드의 위험에 대해 지각하는 경우, 경고방식과 주행 방향의 상호작용 효과가 유의하다고 나타났다는 것이다(Fig.1). 특히 경고음이 없는 전동 키펀드와 음성 메시지를 통해 경고를 주는 전동 키펀드 간의 유의한 차이가 나타났는데, 경

고음이 없는 경우에는 전동 키펀드가 뒤에서 오는 경우를 더 위험하다고 지각했고, 음성 메시지가 제공되는 경우에는 전동 키펀드가 앞에서 뒤로 오는 경우를 더 위험하다고 지각했다. 이러한 결과는 경고 정보와 행동 사이에 기저하는 인간 정보 처리 모델과 관련 있는 것으로 보인다. Laughery(1997)에 따르면 경고 정보가 사람에게 주어지면 먼저 주의를 끌고 이해를 하게 되며 믿음과 태도에 영향을 주고 동기를 불러일으켜 행동을 유도한다 [20]. 본 실험에서는 전방 또는 후방의 위치에서 전동 키펀드가 등장하는데 위 모델의 주지와 이해 단계에서 둘 간의 차이가 존재하는 것으로 볼 수 있다.

사람은 시각과 청각 정보가 동시에 주어지면 시각 정보의 처리를 우선시한다[21]. 따라서 전방에서 전동 키펀드가 등장하는 상황에서 음성메시지를 주면 먼저 시각으로 전동 키펀드가 다가오는 정보에 주의를 끌게 될 것이다. 키펀드가 다가오는 정보를 시각 정보로 이미 주의를 기울이고 이해하고 있기 때문에 음성으로 제시되는 의미 정보가 무엇을 전달하는지 주의를 기울이고 이해하려 할 것이다. 이 때 청각으로 주어지는 정보가 시각 정보와 일치하는 명료한 정보를 제공한다면 시각 정보와의 융합으로 더 좋은 경고의 역할을 할 수 있다[20].

하지만 이 때 제공되는 음성 정보가 명확하지 않고 불확실성을 제공한다면, 오히려 위험지각에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이는 음성을 활용한 경고가 가지는 한계점과 관련되어 있다. 본 실험의 영상은 가상환경을 활용한 것이 아닌 여러 청각 정보(걷는 소리, 자연음, 자동차 소리)가 혼재하는 실제 외부 환경에서 촬영하였다. Lee(2017)에 따르면 청각 정보는 소음이 있는 상황에서 의미전달이 제한될 수 있다. 본 실험의 마지막에 실시한 사후 인터뷰에서 몇몇 참가자들은 전동 키펀드의 음성이 무슨 말을 하는지 제대로 이해하지 못했다고 응답한 경우가 있었고 이는 실제 주행환경에서 의미를 담은 음성으로 정보를 전달할 경우 사람들이 그 정보를 정확히 전달받지 못할 가능성이 있음을 시사한다[22]. Aras(1997)는 음성으로 메시지를 전달하는 것은 단순음보다 전달 시간이 길다는 점과 의미 이해가 큰 문젯거리라고 지적하였다. 이러한 불확실성은 신뢰와 밀접한 관련이 있고 [23] 신뢰가 낮은 것은 심리적 위험을 초래하는 것으로 알려져 있으므로 [24] 이러한 결과가 타당한 것으로 보인다. 다시 말해, 사람들은 전동 키펀드의 존재에 대해 시각적으로 정보를 얻었고, 음성의 의미가 충분히 이해가능하고 동일한 맥락의 정보를 제공한다면 더 큰 안전감을 제공할 수 있으나 음성의 의미가 불확실성을 제공한다면

오히려 심리적 위협을 유발할 수 있다는 것이다.

이와 반대로, 뒤에서 전동킵보드가 등장하는 상황에서는 시각적으로 정보를 줄 수 없으므로 청각 정보에 의존하여 상황에 대해 이해해야 한다. 따라서 청각 정보는 전동 킵보드가 다가온다는 정보를 홀로 제공하므로 사람들은 킵보드 존재에 대한 주의와 이해를 청각 정보로 온전히 얻을 수 있다. 따라서 시각 정보와 결합할 필요도 없으며 음성의 의미적 불확실성보다 전동 킵보드의 존재에 대한 확실한 정보에 먼저 주의를 기울이고 이해로 이어졌을 것으로 간주할 수 있다.

각 도로에 대한 주행 허용 태도를 살펴보면, 경고음 유무의 차이는 세가지 도로에 대해 모두 유의한 차이를 나타냈다. 보도에 대한 허용 태도를 살펴보면, 모든 경우에 부정적인 태도를 나타내고 있었다. 음성메시지가 제공되는 경우가 가장 높은 허용 태도를 보였음에도 중간 값보다 낮은 점수를 나타냈기 때문에 음성메시지가 제공되더라도 보도 주행을 허용한다고 볼 수 없었다. 보행자가 전용으로 다니는 보도에서는 전동 킵보드에서 경고음이 제공된다고 하더라도, 주행을 허용하는 것 자체에 대해서 부정적인 태도를 보이고 있음을 알 수 있다. 자전거 도로에서 주행 허용 태도는 경고방식이 있는 경우 모두 중간 값 이상으로, 긍정적인 태도를 보이고 있었고, 경고음이 없는 것을 포함한 모든 경우가 보도에서의 주행 허용 태도에 비해 전반적으로 높다는 것을 볼 수 있다. 자전거-보행자겸용도로의 경우, 보도에서의 허용 태도보다는 긍정적으로, 자전거도로에서의 허용 태도보다는 부정적인 태도를 보였다. 이는 자전거-보행자겸용도로에서는 보행자만 통행하는 것이 아니라 이미 자전거와 함께 다니고 있기 때문에 다소 긍정적인 태도를 보이지만, 자전거도로에 비해 보행자의 위험이 존재하기 때문에 보도에서의 태도보다는 부정적인 태도를 나타냄을 짐작할 수 있다.

6. 연구의 시사점 및 한계점

6.1 연구의 시사점

이 연구의 첫 번째 시사점은 개인형 이동장치의 경고음 유무에 따라 보행자가 느끼는 위험 지각이 달라질 수 있음을 실증적인 검증으로 밝혀냈다. 세 가지 경고방식에 따른 차이는 없었으나, 경고음이 제공되는 것만으로도 보행자에게 위험 지각을 낮춰줄 수 있는 효과가 있음을 확

인하였다.

두 번째 시사점은 각 도로에서 개인형 이동장치 주행에 대한 허용 태도의 차이이다. 모든 도로에서 경고음이 없는 전동 킵보드보다 경고음이 있는 전동 킵보드의 주행 허용 태도가 긍정적으로 나타났다. 그러나 보도에서 주행하는 전동 킵보드는 경고음이 존재하더라도 허용하는 태도가 다른 도로들에 비해 낮게 나타났다. 보도에서보다 자전거도로나 자전거-보행자겸용도로에서 주행하는 것이 전동 킵보드의 주행을 긍정적으로 받아들일 수 있는 계기를 제공할 것이다. 현재 개정된 도로교통법에서는 개인형 이동장치의 보도 주행을 금지하고, 자전거도로와 차도의 끝에서 주행하도록 규정하고 있다. 이는 보도 주행에 부정적인 허용 태도를 보이고 있는 보행자를 잘 고려해 개정되었다고 할 수 있다. 또, 개인형 이동장치의 자전거도로 주행에서 보행자가 이를 긍정적으로 받아들일 수 있도록 경고음이 필수적으로 필요하다는 결과는 개인형 이동장치와 관련된 정책이나 규정을 제정 또는 개정하기 위한 근거를 마련했다고 할 수 있다.

세 번째 시사점은 개인형 이동장치에서 음성메시지를 제공하는 경우, 명료하고 빠르게 전달하는 것이 중요하다는 점을 알 수 있다. 많은 실험 참가자들은 음성을 통해 경고하는 것을 인지하였으나, 제대로 된 내용의 전달은 되지 않았다고 답했다. 야외에서 주행하는 전동 킵보드의 특성상, 음성메시지를 제공하는 경우는 주변 소음에 의해 잘 들리지 않는 현상이 발생한다[25]. 앞으로 개인형 이동장치의 경고 방식에 음성메시지를 적용하는 경우, 다양한 환경적 요소를 함께 고려해야 한다는 점을 시사하고 있다.

6.2 연구의 한계점

첫 번째 한계점은 실험 참가자가 만 29세 이하에 집중되어 있어, 전 연령으로 확대해서 보기는 어렵다는 점이다. 인간의 가청주파수인 35Hz-16kHz[26]사이의 소리로 실험의 경고음을 설계하였으나, 노화로 인해 가청 주파수의 폭이 좁아진 경우 청각 경고 방식이 적합하지 않을 수 있다. 이 실험에서는 고령층의 참가자가 거의 없어 실험 결과에는 큰 영향을 미치지 않았으나, 추후 연구에서는 청각 경고 방식과 함께 청력이 감소된 사람들을 위한 추가적인 경고 방식에 대한 연구가 필요하다.

두 번째 한계점은 실험이 보행자에게만 초점이 맞추어 진행되었다는 것이다. 실제 환경은 보행자뿐만 아니라, 전동 킵보드 주행자도 함께 고려되어야 한다. 현재 전동

킥보드는 주행자가 주도적으로 경고음을 발생시키도록 설계되어 있다. 주행자가 언제 보행자를 인지하는지에 따라, 그리고 보행자와 어느 정도의 거리에서 울리는지에 따라 보행자가 느끼는 개인적인 편차가 크다. 실험에서는 주행자의 20m 앞에서부터 지나칠 때까지 자동으로 경고음을 발생시켰다. 실제 환경에서도 실험 환경에서와 동일하게 보행자를 인식하여 경고음을 발생시킬 수 있으나, 전방에 보행자가 많은 경우, 경고음이 지속적으로 발생하게 된다. 동일한 경고음을 주행자가 지속적으로 듣게 되면, 단조로운 음에 가까운 특성을 가지게 되어 불쾌감 지수가 높아질 가능성이 높다[27]. 실제 환경에 사용될 전동 킥보드의 경고음은 보행자의 위험 지각에 대한 고려와 함께 주행자가 지속적으로 듣게 되더라도 거부감을 느끼거나 불쾌감을 발생시키지 않도록 설계하는 것이 필요하다.

7. 결론

이 연구는 개인형 이동장치 이용률이 높아짐에 따라, 보행자의 안전을 보장하기 위해서는 청각 경고가 필요하다는 점을 밝혔다는 것에 의의가 있다. 전 세계적으로 전기 자동차에 음향 차량 경보시스템(AVAS)을 의무로 탑재하도록 하는 규제가 시행되고 있는 것과 같이, 개인형 이동장치로부터 보행자의 안전을 보장하기 위한 규제를 마련하는 근거가 될 것이다. 또, 음성메시지를 경고방식으로 이용하는 경우는 보행자의 회피행동이 즉각적으로 이루어질 수 있도록 해야 하며, 이를 반영한 음성 메시지의 내용에 대한 가이드라인이 만들어져야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] D. Cha. (2021). *Shared kickboard.. Industry is growing, regulation is retreating*. DigitalToday. <http://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=400504>
- [2] Openanalytics. (2020). *Questionnaire about shared kickboard*. Openanalytics. <https://openanalytics.opensurvey.co.kr/surveys/134181?shareKey=LZXdGa2L2CNh>
- [3] K. O. Jeong. (2020, June). *Monthly KOTI Magazine on Transport*, 268, 11–17.
- [4] J. B. Lee & J. S. Lee. (2019, February). A Study on the vibrotactile feedback to support user's perception of driving speed of electric kick board. *Proceedings of HCI Korea 2019 Conference*. (pp. 240–244). Jeju : The HCI Society Korea.
- [5] J. Y. Song, I. G. Ryu, S. H. Lee & K.C. Choi. (2019, February). A study on the user characteristics and perception–reaction time of personal mobility. *Proceedings of the KOR–KST Conference*. (pp. 288–292). Seoul : Korean society of transportation.
- [6] D. Dey. et al. (2020). Taming the eHMI jungle: A classification taxonomy to guide, compare, and assess the design principles of automated vehicles external human–machine interfaces. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, 100174. DOI : 10.1016/j.trip.2020.100174
- [7] W. A. Yost, R. R. Fay & A. N. Popper (2008). *Auditory perception of sound sources*. New York: Springer.
- [8] B. N. Kim. (2019). Trend of patent for AVAS (Acoustic Vehicle Alert System). *AUTO JOURNAL : Journal of the Korean Society of Automotive Engineers*, 41(12), 56–58.
- [9] M. U. Han & S. K. Lee. (2017). Detectability evaluation for alert sound in an electric vehicle. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers - A*, 41(10), 923–929.
- [10] J. Bae & J. Y. Kim. (2017). Engine sound design for electric vehicle by using software synthesizer. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 21(8), 1547–1552.
- [11] R. Vilimek & T. Hempel. (2005). Effects of speech and non–speech sounds on short–term memory and possible implications for in–vehicle use. *Proceeding of the International Conference on Auditory Display*. 344–350
- [12] E. B. Shin, S. J. Shin & S. H. Ahn. (2019). A study on emotional experience of pedestrian for EV warning sound design. *Proceedings of HCI Korea 2019 Conference*. (525–520). Jeju : The HCI Society Korea
- [13] D. S. Han & H. I. Kim. (2011). Risk and communication: communication effects on social acceptance of nuclear power. *Crisisonomy*, 7(2), 1–22.
- [14] P. Slovic. (1987). Perception of risk. *Science*, 236(4799), 280–285. DOI: 10.1126/science.3563507
- [15] Y. A. Lee, N. K. Lee. (2005). Psychological dimensions of risk perception. *Korean Journal OF Cognitive Science*, 16(3), 199–211.
- [16] E. Lehtonen, V. Havia, A. Kovanen, M. Leminen, & E. Saure. (2016). Evaluating bicyclists' risk perception using video clips: Comparison of frequent and infrequent city cyclists. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 41, 195–203.
- [17] D. R. Hunter. (2002). *Risk perception and risk tolerance in aircraft pilots*. Washington DC : Federal Aviation Administration Washington DC Office of

Aviation Medicine.

- [18] H. A. Deery. (1999). Hazard and risk perception among young novice drivers. *Journal of safety research*, 30(4), 225-236.
- [19] S. R. Rad, G. H. de Almeida Correia & M. Hagenzieker. (2020). Pedestrians' road crossing behaviour in front of automated vehicles: Results from a pedestrian simulation experiment using agent-based modelling. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 69, 101-119.
- [20] K. R. Laughery & M. S. Wogalter. (1997). Warnings and risk perception. *Handbook of human factors and ergonomics*, 2, 1175-1197.
- [21] B. S. Kim, Y. K. Min & L. Fan. (2008). Interactions of spatial, visual, auditory information in multiple information presentation: Implications for display and control design. *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 20(2), 95-107.
- [22] J. D. Lee., C. D. Wickens, Y. Liu & L. N. Boyle (2017). *Designing for People: An introduction to human factors engineering*. CreateSpace.
- [23] H. Aras. et. al. (2009). Uncertainty and trust. *Dagstuhl Seminar Proceedings*. In Univ. of Illinois.
- [24] K. T. Lee & M. J. Noh. (2011). Factors influencing the usage intention of social commerce: the relationship between the technology acceptance model and the consumers' perceived risk. *Journal of Consumption Culture*, 14(4), 165-182.
DOI : 10.17053/jcc.2011.14.4.009
- [25] J. Yun & M. Bae. (2012). On an adaptation of announcement sound level in white noise environment. *The Institute of Electronics Engineers of Korea - Signal Processing*, 49(1), 112-118.
- [26] S. R. Alten. (2013). Audio in media. Nelson Education.
- [27] K. S. Jo, D. S. Hwang, Y. Cho & D. J. Hur. (2007). Study of the annoyance sensitivity for the frequency band of road traffic noise. *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, 17(5), 398-404.

정 윤 현(Yoon-Hyun Jung)

[학생회원]

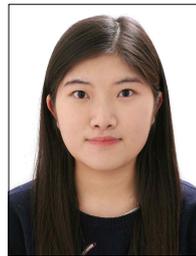


- 2020년 2월 : 홍익대학교 기계시스템 디자인공학과(공학사), 디자인엔지니어링전공(공학사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 석사과정
- 관심분야 : 모빌리티, UX, 서비스기획
- E-Mail : jyh19951120@gmail.com

이 수 지(Soo-Ji Lee)

[학생회원]

- 2020년 5월 : School of Visual Arts Design(미학사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 석



사과정

- 관심분야 : UX, 서비스기획
- E-Mail : soojilee000@gmail.com

강 현 민(Hyunmin Kang)

[정회원]



- 2012년 2월 : 부산대학교 심리학과(문학학사)
- 2014년 8월 : 부산대학교 심리학과(문학석사)
- 2021년 2월 : 연세대학교 심리학과(문학박사)

- 2018년 ~ 현재 : 연세대학교 정보대학원 UX트랙 전임강사
- 2021년 2월 ~ 현재 : Able Edutech 선임연구원
- 관심분야 : UX, 인간공학
- E-Mail : neets11@naver.com