

A Study on the Safe Use of Personal Mobility using an Affordance Theory

어포던스 이론을 활용한 퍼스널 모빌리티의 안전한 이용에 관한 연구

Dong-Young Yoo¹

유동영¹

¹ Professor, Department of Software and Communication Engineering, Hongik University, South Korea, ydy@hongik.ac.kr

Abstract: Recently, the use of personal mobility devices has increased, and safety issues related thereto have been raised. For the non-wearing of helmets, which account for a high percentage of them, developing a service that can reduce the reluctance of users and encourage them to wear a helmet, increase the actual wearing rate, and combine an application that can reduce the degree of risk in the event of an accident with the concept of affordance It was designed. Referring to the research on the survey contents of users using shared personal mobility devices such as electric kickboards, a road guidance service, a sensor to induce helmet wearing, and a helmet wearing confirmation service using face recognition were designed and tested. The results of this study can be used not only in PM (personal mobility) companies, but also in various transportation and mobility fields. In addition, if the personal mobility company encourages wearing a helmet by providing helmets and actively recommending the use of applications, additional effects such as enhancing corporate image will be obtained. Finally, as the number of users and companies using this application increases, it is expected that changes in social awareness will contribute to improving safe personal mobility usage methods.

Keywords: PM, Electric Scooter, Safety, Affordance, Traffic Accident.

요약: 최근 개인형 이동장치의 사용이 증가하며 이와 관련된 안전문제가 제기되고 있다. 그 중 높은 비율을 차지하는 헬멧 미착용에 대해 사용자들에게 헬멧의 거부감을 감소시키고 착용을 장려할 수 있는 서비스를 개발하여 실제 착용률을 증가시키고 사고 시 위험 정도를 감소시킬 수 있는 애플리케이션을 어포던스의 개념과 결합하여 설계하였다. 실제로 전동 킥보드와 같은 공유 개인형 이동장치(personal mobility, 이하 “퍼스널 모빌리티”) 를 이용한 사용자들의 설문 내용에 관한 연구를 참고하였습니다. 아울러, 길 안내 서비스와 헬멧 착용을 유도하도록 하는 센서와 얼굴 인식을 이용한 헬멧 착용 여부 확인 서비스 등을 설계하여 테스트하였다. 본 연구 결과는 PM(personal mobility) 기업뿐만 아니라, 다양한 교통 및 이동 분야에서도 쓰일 수 있을 것이다. 또한, 퍼스널 모빌리티 기업이 헬멧 제공 및 애플리케이션 사용을 적극 권장하여 헬멧 착용을 유도한다면, 기업 이미지 제고 등의 부가적인 효과도 얻을 수 있을 것입니다. 마지막으로 본 애플리케이션을 사용하는 사용자와 퍼스널 모빌리티 기업이 증가할 수록, 사회적인 인식의 변화로 안전한 퍼스널 모빌리티 이용 방법 개선에 기여할

Received: March 31, 2023; 1st Review Result: May 15, 2023; 2nd Review Result: June 12, 2023
Accepted: June 30, 2023

것으로 기대합니다.

핵심어: PM, 전동킥보드, 안전, 어포던스, 교통사고

1. 서론

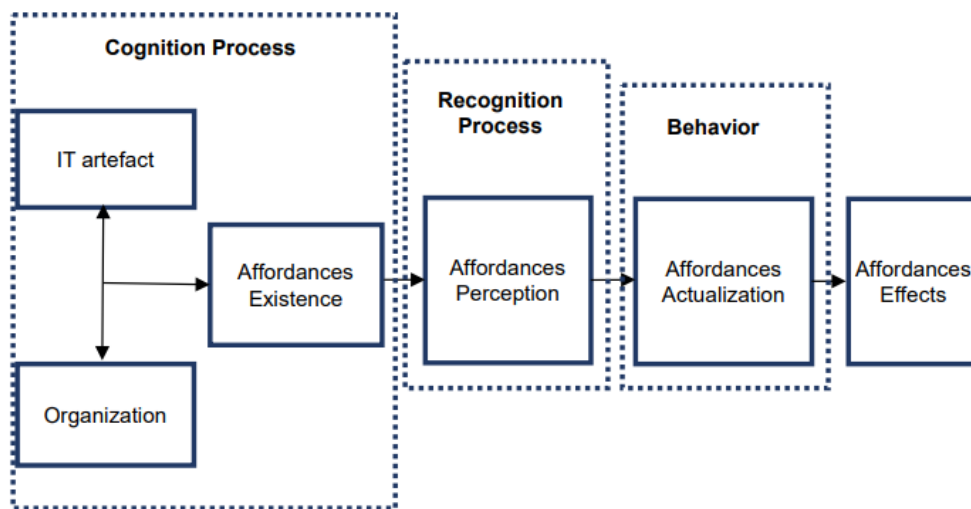
COVID-19(이하, 코로나19)의 장기화에 따라 '사회적 거리두기' 정책 등의 실행과 함께 우리의 생활에 많은 영향을 미치게 되었으며 교통 부분에서도 많은 변화가 발생하였다. 특히 코로나19의 발생 이후 공유 모빌리티(Sharing Mobility) 서비스의 이용이 급격하게 증가한 것으로 나타났다[1]. 한국교통연구원은 2019년 전동킥보드를 비롯한 개인형 이동수단의 시장 규모를 13만 4,000대로 추정했지만, 관련 협회 집계 결과 판매량이 19만대를 훌쩍 넘으며 대폭 늘어난 것으로 나타났다. 또한 국내 전동킥보드 공유 업체도 2019년도 12월에 19개 사업자가 전국에서 2만 1,410대를 운영하는 것으로 조사됐지만, 2020년 8월에는 서울에서만 16개 사업자가 3만 5,850대를 운영하는 것으로 파악되고 있다. 코로나19로 인하여 여러 사람이 밀폐된 대중교통의 이용보다 공유 킥보드의 사용이 많아짐에 따라 관련 사고도 2017년 117건에서 2019년 447건으로 급증했다[2]. 실제로 단일 3차 병원의 응급실에서 2018년 8월부터 2021년 1월까지 18개월간 방문한 환자들의 기록을 분석한 내용을 보면 킥보드 관련 사고로 응급실을 방문한 환자는 총 204명이었고 그 중 얼굴 및 머리 부상의 경우가 130명으로 약 63.7%로 가장 많았다[3]. 퍼스널 모빌리티를 이용할 시 헬멧 착용이 필수로 요구된다는 도로교통법의 제정에도 불구하고 현재까지도 많은 사용자가 전동킥보드와 같은 퍼스널 모빌리티를 이용할 시 헬멧을 착용하지 않는다. 한국교통안전공단이 전동킥보드 이용자 1,697명의 이용실태를 조사한 결과에 따르면, 안전모 착용 준수율은 16.1%로, 도로교통법 개정안 시행 이전과 비교했을 때 11.2% 상승했으나, 여전히 10명 중 8~9명은 안전모를 착용하지 않는 셈이다[4]. 단거리를 이용하는 등 사용 시간이 짧아 언제나 경찰이 단속하기에 한계가 있어 사용자들 스스로 헬멧에 대한 경각심을 가져야 한다. 사용자의 편의를 위해 퍼스널 모빌리티 대여 업체에서 헬멧을 제공하더라도 사용자 스스로 착용을 하지 않을 수 있다. 반면에 업체에서 헬멧 착용을 강제적으로 권한다면 헬멧 착용에 대해 부정적으로 생각하고 있는 사용자들은 해당 업체의 시설을 이용하지 않을 것이다. 따라서 사용자들 스스로 헬멧을 착용해야 한다는 의식을 가져야 하고 헬멧 착용을 도와줄 수 있는 환경을 만들어줘야 한다. 본 논문에선 이러한 의식과 환경을 만드는 방법으로 어포던스의 개념을 활용하여 헬멧 착용을 장려하는 애플리케이션을 제안하고 설계한다.

2. 관련 연구

2.1 어포던스 연구 현황

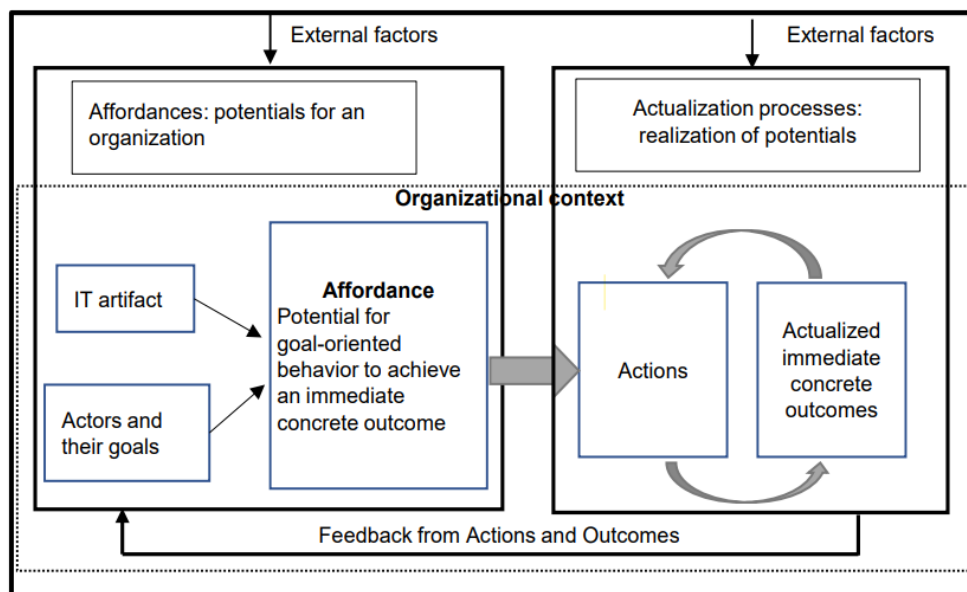
어포던스란 주어진 환경의 특성과 관련하여 동물의 "행동 가능성"이라고 정의한 미국의 생태 심리학자인 제임스 J. 깁슨으로 유래되었다. 이후 미국의 인지심리학자 노먼(1988)에 의해 깁슨이 정의한 어포던스 이론을 HCI(Human-Computer Interaction)와 기술적인 설계에 적용하여 어포던스는 사물의 지각된 특성 및 실제 사물이 가지고 있는 성질이 며 주로 사물이 어떻게 사용될 수 있는지를 결정하는 근본적인 성질이라고 정의하였다.

또한, 그의 견해에 따르면 어포던스는 설계자가 의도적으로 생성한 객체의 "설계된" 속성이기 때문에 사용자들이 설계된 어포던스를 쉽게 인식할 수 있어야 좋은 설계라고 할 수 있다. Bernhard 등(2013)에서 유래한 어포던스 인식 및 현실화 모델을 채택하여 이론적 프레임워크를 제시했다[5]. [그림 1]에서 볼 수 있듯이, 이 모델은 어포던스 존재, 인식, 현실화 및 효과 사이의 시간적 인과 관계에 기초한 네 가지 단계를 가지고 있다. 첫 번째는 어포던스 존재의 인지 과정으로, 사용자가 물체와 상호작용할 때 어떤 행동의 잠재력이 있을 수 있다는 것을 인식하는 인지 과정이다. 따라서 사용자의 목표와 일치하는 어포던스는 중요도가 높고 더 효과적일 수 있지만, 사용자의 목표와 반대되는 어포던스는 중요도가 낮으며 무시될 수 있다.



[그림 1] 어포던스 이론적 프레임워크[6]

[Fig. 1] Theoretical Framework of Affordance[6]



[그림 2] 어포던스 실현 프로세스[7]

[Fig. 2] Affordance Realization Process[7]

두 번째는 인식 과정이다. 인식 과정은 사용자들이 어포던스에 대해 인식하는 정보에 의해 영향을 받는다. 즉 인식 과정은 설계자의 의도와 사용자의 능력과 목표에서 비롯된 산출물(IT artefact)의 특징에 의해 영향을 받는다. Gaver는 어포던스와 어포던스를 인식하여 얻은 지각 정보는 두 가지의 다른 개념이며 전자는 실제 행동가능성이고 후자는 사람들이 인식하는 행동의 메시지라고 주장했다. 또한 지각 정보의 가능성과 존재에 기초하여 네 가지 범주를 정의했다[8]. 네 가지 범주는 다음과 같다. 지각 가능한 어포던스(어포던스와 어포던스의 정보가 함께 존재), 거짓 어포던스(사용자가 인지하는 어포던스는 실제로 존재하지 않음), 숨겨진 어포던스(양쪽의 어포던스는 존재하지 않으며 사용자는 다른 수단으로 어포던스를 인식할 필요가 있음), 올바른 거부(어포던스와 어포던스의 정보는 존재하지 않기 때문에 사용자들은 받아드릴 수 없음) 등으로 나눌 수 있다. 세 번째는 조직이 조직의 목표를 지원하기 위해 IT 분야에서 어포던스를 인식하고 실현하는 행동의 잠재력을 채택한다는 것을 보여주는 행동이다. 어포던스를 현실화하는 과정에서 조직의 구성원들은 많은 어려움에 맞닥뜨린다. 따라서 문제를 파악하여 해결하는 것은 매우 중요하다. 어포던스 실현 프로세스는 [그림 2]와 같이 제시된다. 설계자들은 목표하는 어포던스를 실현하기 위해 구현하고 실행의 결과를 피드백 받는 과정을 반복한다. 마지막으로, 어포던스 현실화 과정을 통해 설계자들은 경험의 영역에서 관찰되는 여러 가지 효과를 달성할 수 있다. 이러한 효과를 "즉각적인 구체적인 결과"라고 한다. 단기간에 즉각적이고 구체적인 결과는 조직의 주요 목표를 지원하는 데 도움이 될 수 있는 결과를 의미한다[6][7].

[표 1] GUI 디자인 조사[9]

[Table 1] GUI Design Survey[9]

Divison		Contents
Layout	Cognitive affordance	1. Can the desired information be recognized without error through visual elements?
	Physical affordance	2. If the cell phone is operated with one hand, is it convenient to operate the desired task without errors?
	Sensory affordance	3. Is it easy to detect hidden functions through visual elements?
	Functional affordance	4. Is it possible to perform the desired function if the cell phone is operated with one hand?
Menu	Dognitive affordance	1. Can the desired information be recognized without error through visual elements?
	Physical affordance	2. If the cell phone is operated with one hand, is it convenient to operate the desired task without errors?
	Sensory affordance	3. Is it easy to detect hidden functions through visual elements?
	Functional affordance	4. Is it possible to perform the desired function if the cell phone is operated with one hand?
Icon	Dognitive affordance	1. Can the desired information be recognized without error through visual elements?
	Physical affordance	2. If the cell phone is operated with one hand, is it convenient to operate the desired task without errors?
	Sensory affordance	3. Is it easy to detect hidden functions through visual elements?
	Functional affordance	4. Is it possible to perform the desired function if the cell phone is operated with one hand?

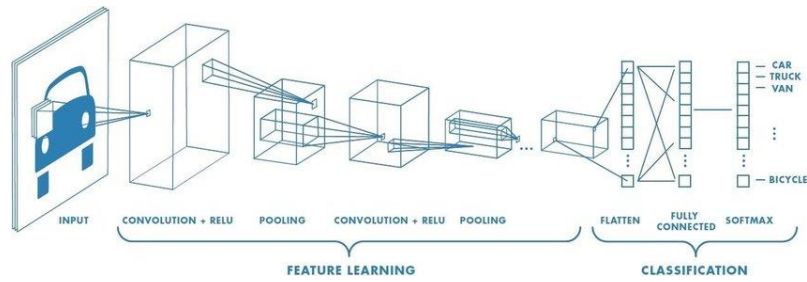
어포던스 이론이 적용된 GUI 디자인에 관한 연구에서 사용된 4가지 어포던스 유형을 이용하여 인지적 어포던스, 물리적 어포던스, 감각적 어포던스, 기능적 어포던스 4가지 유형에 SNS의 GUI 디자인 요소 중 레이아웃, 아이콘, 메뉴에 대한 총 12개의 설문을 5점 척도법을 활용하여 평가하였고, 질문의 내용은 [표 1]과 같다[9]. [표 1]의 질문의 내용을 기준으로 삼아 본 논문의 UI 설계를 구성하였다.

2.2 퍼스널 모빌리티의 이용과 개선 방안

설계자의 최종적인 목표를 이루기 위해 어포던스, 행동 유도성은 결과에서 큰 부분을 차지하고 있고 설계자의 설계에 따라 사용자가 행동 유도성을 지각하여 따라가거나 혹은 지각하지 못하고 다른 수단으로 지각 및 설계의 실패로 지각하지 못할 수도 있다. 따라서 본 논문에선 어포던스의 효과 및 프레임워크를 바탕으로 효과적인 헬멧 착용 어포던스 애플리케이션을 설계 및 구축할 예정이다. UX 허니콤 모형을 재구성하여 설문지를 작성한 후 대표적인 전동킵보드 공유 서비스인 킵고잉과 라임을 사용자 경험 측면에서 비교 및 분석한 결과를 살펴보았다. 분석 결과 크게 세 가지 측면에서 개선 방안을 도출하였다. 첫째로 사용자가 주행 중에 목적지까지의 경로를 안내받는 내비게이션 기능을 제공해야 한다. 둘째, 고장, 사고 등 유사 상황 발생 시 필요한 신고 절차와 보험 관련 정보 등을 보다 직관적이고 단순하게 제공해야 한다. 셋째, 서비스 사용자와 보행자 모두 안전 수준을 높이기 위한 지속적인 노력이 필요하다[10]. 위 개선점들을 반영하여 애플리케이션의 UI 구성과 모듈의 구성을 할 예정이다. 또한 다른 인터뷰에선 적합한 수집 항목과 방향성 설계를 위해 공유 킵보드 사용 경험이 있는 사용자 3명을 대상으로 파일럿 인터뷰를 시행하였다. 인터뷰는 공유 전동킵보드의 주행 단계에 관한 세부 질문으로 구성하였으며, 사용자의 경험에 관한 질문과 문제점에 관한 질문으로 구성하였다. 사전 인터뷰 결과, 파일럿 인터뷰 대상자 3명 모두 앱 내에서 제공하는 지도의 역할이 킵보드의 위치 확인 외 다른 기능이 없어 거리 확인이나 경로 확인이 불가해 다른 지도 앱을 추가로 사용하는 것으로 나타났다[11]. 이륜자동차 사고는 전체 교통사고에서 차지하는 비율은 낮지만, 치사량이 높은 것으로 나타나는 연구 결과가 있으며 헬멧을 착용했을 시 두부 손상의 중증도를 낮춰준다는 연구 결과도 있다[12]. 이를 통해 이륜자동차 교통사고로 인한 치사량의 위험성이 크다는 것, 헬멧을 착용했을 시 중증도가 낮아진다는 것을 알 수 있다. 사용자의 측면에서 조사하고 분석한 결과 공통적으로 전동킵보드 등 이동장치의 공유 서비스를 이용할 때 목적지까지의 경로를 안내받는 내비게이션 기능을 첫 번째로 꼽았다. 다음으로는 직관적이고 단순한 정보 제공과 안전 수준을 높여야 한다고 하였다. 이를 바탕으로 본 논문은 어포던스 효과를 적용하고 사용자의 편의를 위한 길 안내 서비스를 제공하고 헬멧 인식과 센서를 통해 헬멧 착용을 장려하는 애플리케이션 모델을 설계할 예정이다.

2.3 학습 알고리즘

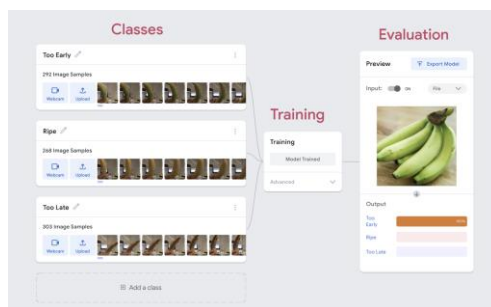
컨볼루션 신경망(CNN)은 다양한 컴퓨터 비전에서 지배적으로 된 인공 신경망의 한 종류이다. 컨볼루션 계층(convolution layer), 풀링 계층(pooling layer), 완전연결 계층(fully connected layer)와 같은 여러 빌딩 블록을 사용하여 역 전파를 통해 기능의 공간적 계층을 자동적이고 적응적으로 학습하도록 CNN[그림 4]이 설계되었다[13].



[그림 3] CNN 구조

[Fig. 3] CNN Structure

입력계층은 원시 이미지를 수신하고 기능을 추출하기 위해 컨볼루션 계층으로 전달되고 컨볼루션 계층에서는 필터(Kernel)를 이용하여 이미지 결괏값을 얻는다[14]. 예를 들어, 입력받은 2차원의 이미지를 다음과 같이 정의한다. $G \subset \mathbb{N} \times \mathbb{N}$ 는 $G := \{(i, j) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N} : 0 \leq i, j < N\}$ 로 정의된 $N \times N$ 격자형 그리드이다. 2차원 이미지는 모든 $(i, j) \in G$ 에 대해 $I(i, j) = v \in \mathbb{R}$ 로 주어진 함수 $I: G \rightarrow \mathbb{R}$ 이며, $v = I(i, j)$ 그레이 스케일 값, $I(i, j)$ 를 픽셀이라고 한다. 각 값 $I(i, j)$ 를 행렬 $A = ()$ 의 행렬 항목에 할당함으로써 이미지 데이터를 행렬로 나타낼 수 있다. 그리드 G 에서 이미지 I 의 경우, $I(i, j)$ 가 0 또는 1일 경우 이진 이미지라고 한다[15]. 이 행렬을 Inner Product라는 필터를 통해 연산 처리 후 풀링 단계로 넘어간다. 풀링 계층에서는 컨볼루션 계층에서 나온 각 결괏값의 차원을 축소해준다. 그 후, 완전 연결 층에서 앞선 2단계를 반복하여 추출된 최종 특징 데이터들을 일렬로 연결하여 특징 벡터로 변환하는 과정을 거친다. 그리고 분류기에서 특징 벡터를 통해 이미지의 클래스를 구별하여 인식한다[16]. 이렇게 2차원의 이미지 데이터를 공간적/지역적 정보의 손실 없이 1차원 데이터로 변환하여 처리할 수 있으며, 구글에서 만든 머신러닝 웹 기반 도구인 Teachable Machine[그림 4]을 이용하여 모델을 제작할 수 있다[17].



[그림 4] 티처블머신 인터페이스

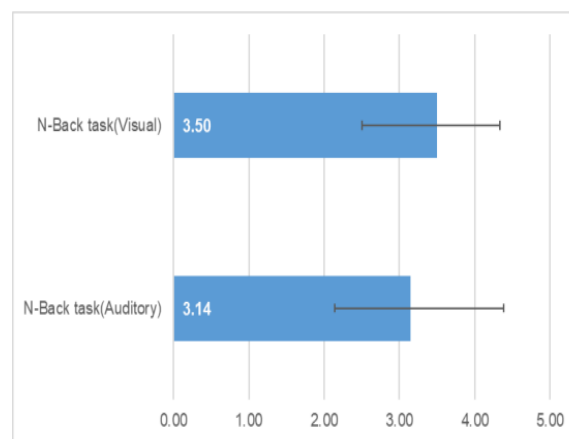
[Fig. 4] Teachable Machine Interface teachablemachine.withgoogle.com/train

Google Teachable Machine은 CNN과 같은 최첨단 분류 알고리즘과 직관적이고 배우기 쉬운 그래픽 사용자 인터페이스를 결합하여 구동되는 웹 기반 머신러닝 시스템이다. TM은 대량의 학습 데이터를 MobileNet으로 사전 훈련 모델을 생성하고, 이 모델의 마지막 일부 레이어만 수정해 전이 학습을 진행하는 방식을 사용한다. 컴퓨터 성능이 제한되거나 배

터리 퍼포먼스가 중요한 곳에서 사용하기 위해 설계된 CNN구조가 MobileNet이다. 이렇게 학습시킬 데이터만 준비하면 쉽게 모델 제작을 도와주는 도구이기 때문에 누구나 머신러닝을 이용할 수 있다. 우리 연구에서는 헬멧의 착용을 확인하는 것을 목표로 하기 때문에 TM에서의 이미지 분류 기능을 사용하기로 한다.

2.4 음성 안내 및 센서 알고리즘

딤러닝을 활용한 퍼스널 모빌리티 주행 안전도 확인 시스템에서는 전통키보드 주행과 N-back task의 동시 진행을 통해 인지 부하를 걸어, 운전자의 상황인식을 통제하고 주행의 집중도를 의도적으로 낮추고자 하였다. N-Back task는 일련의 정보가 제시되면 마지막 정보로부터 N 단계 전에 정보를 기억해내는 인공적인 인지 부하 작업이며, N은 피실험자가 기억해야 하는 정보의 순서를 나타내었다. 인지 부하는 뇌에서 처리할 수 있는 정보의 양보다 처리해야 할 정보의 양이 더 많아서 발생하는 인지 과정에서의 부하이며 N-Back task는 집중력을 흐리게 하고 N의 수와 인지 부하는 비례한다는 결과가 있다. 이를 활용한 최초의 실험에서는 인간의 단기 기억성능을 측정하기 위해 사용되었다[18]. 그 중에 청각을 활용한 경우, 전통키보드를 주행하면서 무선 이어폰으로 전화를 수신하도록 하여 특정 개수의 나열된 알파벳을 들려주었다.



[그림 5] 시각/청각 영역별 인지부하 정도

[Fig 5] Degree of Cognitive Load for Each Visual/auditory Section

피실험자는 차례로 기억하여 중복되는 알파벳을 모두 맞추는 테스트가 주행 기간 동안 반복적으로 진행되었다. 한편 시각을 활용한 경우, 코스 내에 존재하는 도로 안전 표지판을 순서대로 암기하게 하였다. [그림 5]와 같이 청각과 시각에 따라 효과를 분석해보면, 청각 3.14점(표준편차 1.24)과 시각 3.50점(표준편차 0.84)로 시각에서 인지 부하가 더 발생했음을 알 수 있었다. 따라서 청각 시스템을 사용해 더 효율적인 경로 안내를 제공할 수 있을 것이다[19].

실제 헬멧을 착용하고 이동장치를 이용했는지 알아보기 위해 가속도 센서를 이용한 걸음 수 검출 알고리즘을 활용해볼 수 있을 것이다. 이는 센서의 x, y, z 축의 값을 활용하여 신호 벡터 크기 값을 구하여 적응적인 두 개의 임계치 방법을 사용하는 알고리즘이다. 정점과 골을 나타내는 두 개의 값을 구해서 이후의 측정값이 각각 정점과

끝보다 크고 작으면 한 번의 올바른 걸음으로 인식한 후 기준이 되었던 두 값을 조정해서 다음 판단에 사용하는 것이다[20]. 이 알고리즘을 활용해서 실제 헬멧을 착용하고 운동을 했을 때와 착용하지 않고 손잡이 등에 헬멧을 걸고 사용했을 때를 판단해서 착용 여부를 확인하는 기능에 참고할 수 있을 것이다. 개인형 이동 수단 공유 서비스에서 안전 보호구의 미착용을 방지하기 위해 기술적으로 보호구를 착용해야 운행되는 시스템을 제안하기도 하였다. 보호구에 기압계 센서를 장착하여 이용자가 보호구를 착용했을 때 높이를 측정하여 특정 높이에 보호구가 인식되면 전동킥보드가 작동할 수 있고 보호구를 착용하지 않으면 블루투스를 이용하여 기기가 작동할 수 없게 만드는 시스템을 제안했다[21]. 그러나 이는 기기 작동을 강제로 한다는 점에서 사용자와 사업자 모두에게 큰 위험을 부여할 수 있다.

3. 연구 내용

3.1 요구사항 분석

헬멧 착용에 대한 현재 상황과 헬멧의 필요성, 중요성을 설명하고 ‘스마트 헬멧’ 착용을 통해 앱에서 제공되는 것들을 설명한다. 그 후 사용자의 선택에 따라 헬멧 착용 버튼을 클릭하면 헬멧에 부착된 소형스피커를 통해 가고자 하는 곳의 길 안내를 시작한다. 또한, 선택에 따라 사용자의 지속적인 헬멧 착용 여부를 확인해 저장하는 기능을 제공한다. 이에 [표 2]와 같이 헬멧 착용의 기본적인 요구사항을 정의하였다.

[표 2] 요구사항 분석

[Table 2] Requirements Analysis

Requirements	Requirements Contents
Route guidance using navigation API	Guidance on routes excluding automobile-only roads, information on accident-prone areas
Voice guidance using a small speaker	Searches for Bluetooth devices near the user, connects to the small speaker, and guides the route through the speaker
Photo recognition using machine learning	Pre-learning through machine learning and applying photos of shooting data to the learning model to determine whether to wear a helmet
Judgment and transmission of information obtained from sensors	Attached to the helmet to check the response of the sensor's x, y, and z-axis

3.2 TM 기반 헬멧 착용 확인 모델 제작

헬멧 착용에 대한 현재 상황과 헬멧의 필요성, 중요성을 설명하고 ‘스마트 헬멧’ 착용을 통해 앱에서 제공되는 것들을 설명한다. 그 후 사용자의 선택에 따라 헬멧 착용 버튼을 클릭하면 헬멧에 부착된 소형스피커를 통해 가고자 하는 곳의 길 안내를 시작한다. 또한, 선택에 따라 사용자의 지속적인 헬멧 착용 여부를 확인해 저장하는 기능을 제공한다. 이 애플리케이션의 주요 서비스인 헬멧 착용 여부 확인을 위해서는 사용자가 헬멧을 착용하고 있는 사진이 필요하다. 사용자가 헬멧을 착용했는지 확인할 때 사진을 찍게 되는데, 배터리 소모와 사용자의 거부감이 있을 수 있어서 계속 찍기보다는 사용자가 전동킥보드를 이용하고 있는 동안 30초마다 핸드폰의 전면 카메라를 이용하여 촬영한다. 카메라가 작동하는 동안 사용자는 애플리케이션 내 다른

서비스를 이용할 수 있어서 동시에 촬영할 수 있다. 헬멧 착용 확인을 위한 모델은 Teachable Machine을 이용하여 생성한다. 헬멧을 착용한 이미지들을 수집하여 Class 1에, 헬멧을 착용하지 않은 이미지들은 Class 2로 분류하여 모델을 학습시킬 수 있다. 이번 연구에서 사용하는 이미지들은 저작권 관련 문제로 직접 촬영한 사진을 이용하여 데이터 셋을 구성할 것이다. Teachable machine으로 학습시킨 모델을 이용하여 사용자가 찍은 사진이 일정 수준 이상의 결괏값이 나오는지에 따라 헬멧을 쓰고 있는지 아닌지를 판단할 수 있다. 판단 결과, 헬멧을 착용하고 있지 않다는 결과가 나오면 헬멧을 착용할 것을 권유하며 헬멧 착용 측정을 중지한다. 이후 촬영 후 판단 시 헬멧을 착용하고 있다는 결과가 나오면 다시 착용 측정을 개시한다. 센서를 통한 헬멧 착용 확인의 경우만으로는 오류가 있을 수 있어서 머신러닝을 기반으로 카메라 촬영을 통해 헬멧의 착용 여부를 함께 확인한다면 센서의 우회를 차단할 수 있는 하나의 방법이 될 수 있다.

모델의 정확성을 높이기 위해 헬멧을 착용하지 않았을 때의 상세 경우의 수를 구분했다. 헬멧을 착용했을 때는 모자는 관계가 없으므로 안경과 마스크를 변수를 두었고, 헬멧을 미착용했을 때는 모자를 헬멧으로 인식할 수 있기 때문에 안경, 마스크, 모자를 변수로 두었다. 안경, 마스크, 모자를 변수로 나눈 경우의 수에 따라 모델을 학습하고 다음과 같이 착용 여부를 확인했을 때 따른 결과는 다음 [표 3]와 같다. 헬멧만 착용했을 때 헬멧을 착용했을 확률이 98% 이상으로 나왔다. 헬멧을 착용한 후 안경만 쓴 경우, 마스크만 쓴 경우, 안경과 마스크를 둘 다 쓴 경우 모두 헬멧을 착용했을 확률이 100%로 나왔다. 헬멧을 쓰지 않았을 때는 안경과 마스크에 더해서 모자까지 경우의 수가 많았는데 헬멧을 착용했는지 확인할 때보다 헬멧 미착용 확인은 상대적으로 낮은 확률을 보이고 있지만, 모두 90% 이상의 확률을 보여주고 있다.

[표 3] 학습 모델 실행 결과

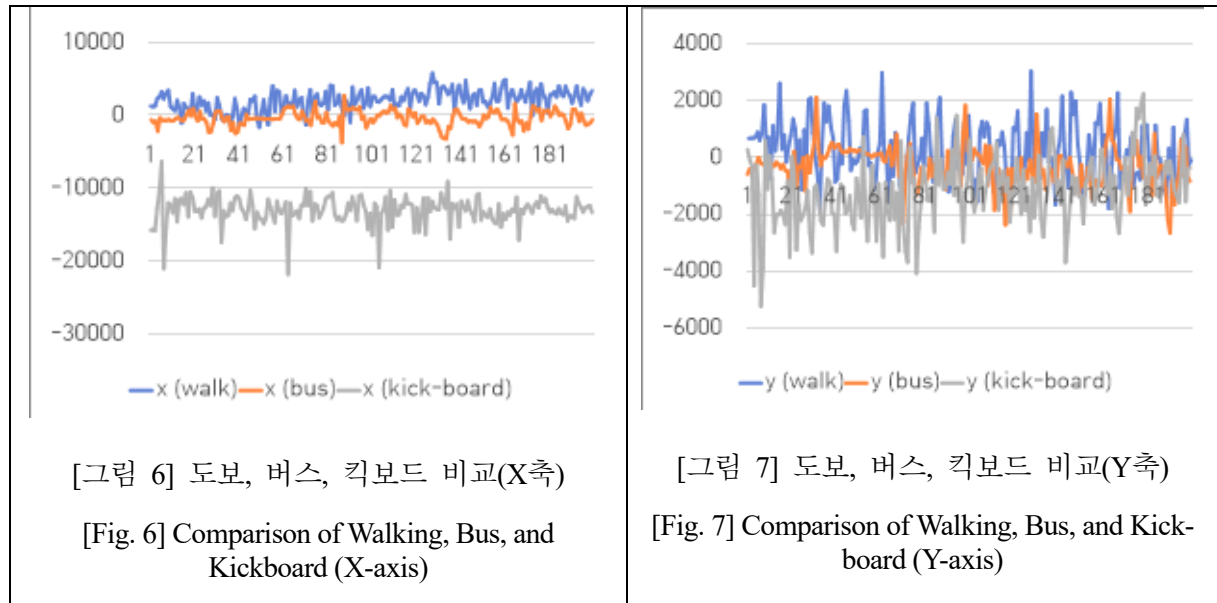
[Table 3] Learning Model Execution Result

Glasse	Mask	Hat	Helmet	Result(%)	
				Wear a helmet	Not wearing a helmet
x	x	x	o	98	2
o	x	x	o	100	0
x	o	x	o	100	0
o	o	x	o	100	0
x	x	x	x	1	99
o	x	x	x	0	100
x	o	x	x	4	96
x	x	o	x	2	98
o	o	x	x	9	91
o	x	o	x	5	95
x	o	o	x	0	100
o	o	o	x	1	99

3.3 헬멧 착용 센서 모듈

앞선 연구처럼 헬멧을 착용하지 않으면 전동킥보드를 작동시키지 못하게 한다면

소비자들은 그 외에 헬멧을 착용하지 않아도 전동킥보드를 작동시킬 수 있는 다른 시스템을 찾을 것이다. 또는 전동킥보드를 이용하는 것이 아닌 다른 이동수단을 사용할 것이다. 따라서 본 애플리케이션은 자이로센서를 이용하여 x, y, z 축의 자이로 값과 속도를 구해 사용자가 바르게 헬멧을 착용했는지 판단할 예정이다. 먼저 대표적인 이동수단인 걷기, 버스 그리고 킥보드에 따라 헬멧을 착용하고 이동하였을 때 센서의 측정값이 차이가 있는지 측정해보았다.

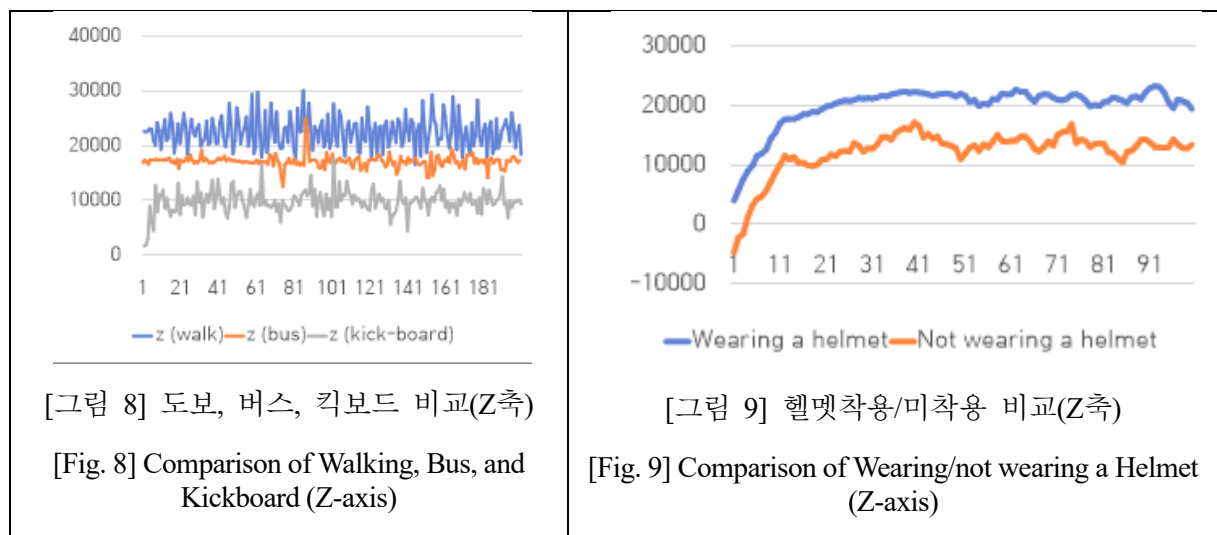


[그림 6] 도보, 버스, 킥보드 비교(X축)

[Fig. 6] Comparison of Walking, Bus, and Kickboard (X-axis)

[그림 7] 도보, 버스, 킥보드 비교(Y축)

[Fig. 7] Comparison of Walking, Bus, and Kickboard (Y-axis)



[그림 8] 도보, 버스, 킥보드 비교(Z축)

[Fig. 8] Comparison of Walking, Bus, and Kickboard (Z-axis)






[그림 9] 헬멧착용/미착용 비교(Z축)

[Fig. 9] Comparison of Wearing/not wearing a Helmet (Z-axis)

먼저 x축의 속도의 경우 킥보드는 두 이동수단과 구분할 수 있는 범위를 가지고 있다. 그러나, [그림 6]에서 보는 것과 같이 x축은 머리를 좌우로 움직이는 등 비교적 방향에 따라 구분이 힘들고 기준이 모호하기 때문에 판단기준으로 사용하기 어렵다고 생각하였다. [그림 7]에서 보는 것과 같이 y축의 경우 걷기, 버스, 킥보드의 측정 범위가 혼잡하여 뚜렷한 기준을 잡기 어려워 제외하였다. 결과적으로 [그림 8, 9]과 같이 z축은 다른 x, y축에 비해 기준을 찾기 쉽고 그래프 상에서도 판단을 명확하게 할 수 있어 본 애플리케이션에서 판단기준으로 사용하기로 했다. 이후 헬멧 착용과 미착용을 구분하기

위해 헬멧을 제대로 착용한 후 측정값과 헬멧을 착용하지 않고 걸어놓았을 때 측정값을 비교해보았다. 이때 헬멧을 착용하지 않은 경우의 수는 헬멧을 손잡이에 걸어놓았을 경우로 한정하였다. 또한 자이로센서에서 출력되는 두 가지의 출력값을 상호보완하기 위해 상보필터를 적용하여 비교하였을 때 다음과 같았다. 헬멧을 착용한 경우 대체로 값이 20,000에 수렴하고 헬멧을 미착용한 경우 대체로 값이 15,000에 수렴하는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 애플리케이션에선 헬멧의 착용 미착용을 15,000을 기준으로 측정하여 상보필터를 사용하여 가공한 값이 15,000을 넘게 되면 착용, 미만인 경우 미착용으로 설정하여 판단하기로 하였다.

3.4 시스템 구현 결과

				
<p>[그림 10] 메인화면 [Fig. 10] Application main screen</p>	<p>[그림 11] 실행화면 [Fig. 11] Execution screen</p>	<p>[그림 12] 착용확인 화면 [Fig. 12] Helmet wearing confirmation</p>	<p>[그림 13] 경고화면 [Fig. 13] Helmet wearing Warnig</p>	<p>[그림 14] 결과화면 [Fig. 14] Final result screen</p>

본 연구에서는 퍼스널 모빌리티(PM, 전동킥보드) 이용자의 안전한 서비스 이용을 유도하기 위하여 시작부터 종료까지 헬멧을 착용하도록 권고하는 애플리케이션을 제작하였다. 추후 사용자가 원하는 경로 안내 기능이나 지도를 통해 현 위치와 목적지를 직접 눈으로 볼 수 있게 구현한다면, 사용자들이 지도 앱을 따로 이용하지 않아도 위치에 대한 정보를 손쉽게 파악할 수 있을 것이다. 개발한 애플리케이션의 메인 화면은 [그림 10]과 같다. 메인 화면에서 애플리케이션에 대한 전반적인 소개와 만들게 된 계기 등의 정보를 전달한다. 이미 사용방법을 알고있는 사용자들을 위해 사용 방법 및 소개는 메인 화면에서 버튼을 눌러 확인할 수 있게 만들었다. 처음 사용하는 사용자들, 혹은 익숙치 않은 사용자들을 위해 FAQ를 만들어 자주하는 질문과 헬멧 착용의 필요성, 추후 추가될 정보 등을 소개한다. 관련기사 버튼을 누르면 전동킥보드와 같은 PM관련 교통사고 등을 소개하여 안전에 대한 경각심을 강조한다. 마지막으로 사용하기를 누르면 헬멧 착용 측정에 대해 소개하고 [그림 11]과 같이 측정을 시작한다. 실행하기 버튼을 누르면 사용자가 헬멧을 착용할 수 있게 헬멧 착용을 확인하는 문구가 나온다. 그 후 [그림 12]과 같이 시작하기 버튼을 누르면 센서를 통한 헬멧 착용 확인을 시작한다. [그림 13]과 같이 헬멧을 제대로 착용하고 있으면 제대로 착용하고 있다는 문구와 웃는 이모티콘을, 착용하고 있지 않으면 제대로 착용해달라는 붉은색으로 강조된 문구와 우는 이모티콘을 보여준다. 최종적으로 [그림 14]과 같이 착용 여부에 따라 다른

이모티콘과 문구의 색상을 통해 사용자에게 직관적으로 현재 상황을 제공한다. 지속적으로 센서를 통해 헬멧 착용을 확인하는 동시에 설정해놓은 시간이 지나면 사진으로 착용을 확인해달라는 팝업이 뜨면서 사용자에게 얼굴 인식을 통한 헬멧 착용 확인을 권유한다. 사용자는 얼굴인식 버튼을 눌러 사진을 찍고 업로드하여 헬멧 착용을 확인할 수 있다. 얼굴인식을 하는 동안에도 센서는 지속적으로 확인한다. 주행이 끝난 후 주행 종료버튼을 누르면 이용시간과 얼굴 인식 횟수를 보여주며 종료된다.

4. 결론

본 연구에선 어포던스 이론을 기반으로 사용자 중심의 헬멧착용 유도 애플리케이션을 개발하여, 사용자의 헬멧 착용을 확인할 수 있는지를 확인하였다. 현재 시행되고 있는 퍼스널 모빌리티 업체에서 추가적인 기능으로 사용된다면 필요한 기능을 설계 및 제작한 것이다. 현재 개발된 베타버전에서는 센서를 중심으로 헬멧의 착용과 미착용을 z축을 기반으로 판단 후 얼굴인식은 추가로 개발이 필요하다. 향후 지속적인 발전을 통해 센서와 얼굴인식을 모두 사용하여 종합적인 판단을 내린다면 더욱 완성도 있는 애플리케이션이 될 수 있을 것이라 생각한다. 본 연구의 최종 목표는 퍼스널 모빌리티의 사용자들이 헬멧 등의 보호구를 착용하여 사고의 확률과 정도를 줄이는 것이 목표이다. 따라서, 기업에서 프로모션 및 할인 등의 홍보 효과를 이용하여 헬멧 제공과 애플리케이션의 이용을 적극적으로 권유하며 사용자들의 헬멧 착용을 장려한다면 헬멧 착용과 더불어 기업 이미지의 개선과 같은 부가적인 효과를 얻을 수 있을 것이다. 마지막으로, 사용자들의 경우 시대가 발전함에 따라 시민의식 역시 증가하고 있으므로 회사의 적극적인 홍보와 나아가 사회적인 인식의 변화를 통해 헬멧 착용 등의 안전을 위한 활동 역시 증가할 것이다.

5. 감사의 글

이 논문은 2021년도 홍익대학교 연구과제로 수행되었음.

References

- [1] Song Hyeon Shin, Sangho Choo, Exploring the Influencing Factors on Change in Use of Sharing Mobility by the COVID-19 Pandemic : Focused on Residents in New Towns, Journal of Korean Society of Transportation, (2022), Vol.40, No.2, pp.230-244.
- [2] Shin Heechul, Electric kickboard, should not threaten pedestrian safety, Seoul Shimbun, (2020)
Available from: <https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20201026029008>
- [3] D.-H. Kim, K.-C. Bae, B.-S. Kim, J.-H. Kim, B.-C. Choi, C.-H. Cho, The Characteristics of Nonmotorized and Electric Kickboard Injury: Retrospective Analysis from a Single Tertiary Institution, The Korean Journal of Sports Medicine, (2021), Vol.39, No.4, pp.154-159.
DOI: <https://doi.org/10.5763/kjism.2021.39.4.154>
- [4] Yoon Hongjib, "I won't ride an electric kickboard." I still feel rejected by helmets...The crackdown effect. "Well.", Financial News, (2021)
Available from: <https://www.fnnews.com/news/202106141421514849>
- [5] E. Bernhard, J. Recker, A. Burton-Jones, Understanding the Actualization of Affordances: A Study in the Process Modeling Context, ICIS 2013 Proceedings, (2013)

- [6] Huifen Wang, Jialu Wang, Qihong Tang, A review of application of affordance theory in information systems, *Journal of Service Science and Management*, (2018), Vol.11, No.1, pp.56-70.
DOI: <https://doi.org/10.4236/jssm.2018.111006>
- [7] Park Moonhyoung, Chung Kangwha, A Study on design application case of the Affordance, *Journal of Digital Design*, (2010), Vol.10, No.2, pp.23-32.
DOI: <https://doi.org/10.17280/jdd.2010.10.2.003>
- [8] William W. Gaver, Technology affordances, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp.79-84, (1991)
- [9] Han-Yi Lu, Han-Sok Seo, A Study on the Proposal of the Affordance Applied to GUI Design : Focused on the SNS Application, *The Journal of the Korea Contents Association*, (2018), Vol.18, No.11, pp.113-122.
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2018.18.11.113>
- [10] Ungyeol Lee, Kim Seung In, A study on User Experience of Scooter-sharing System -Focused on Kickgoing and Lime-, *Journal of Digital Convergence*, (2021), Vol,19, No.2, pp.425-431.
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2021.19.2.425>
- [11] Hong Seung-yoon, A study on improving user experience of electric scooter sharing service, Ewha Womans University, Master Thesis, (2020)
Available from: <https://dspace.ewha.ac.kr/handle/2015.oak/254443>
- [12] S. Y. Yoon, J. E. Kim, E. K. Eo, G. Y. Jung, The Impacts of Helmet Use on Injuries in Motorcycle Crash Patients in Korea, *Journal of The Korean Society of Emergency Medicine*, (2007), Vol.18, No.5, pp.381-386.
- [13] Rikiya Yamashita, Mizuho Nishio, Richard Kinh Gian Do, Kaori Togashi, Convolutional neural networks: an overview and application in radiology, *SpringerOpen*, pp.611-629, (2018)
- [14] Sajja Tulasi Krishna, Hemantha kumar Kalluri, Deep Learning and Transfer Learning Approaches for Image Classification, *researchgate*, (2019)
- [15] Seong-Heon Lee, CNN-TDA Net = Convolutional Neural Network with Topological Data Analysis for Image Classifications : CNN-TDA Net, Pohang University, Master Thesis, p.6, (2021)
- [16] Hee-Sook Kang, A study on the application of batch normalization and model parameters for the improvement of image classification, Hansei University, Master Thesis, p.7, (2019)
Available from: <http://www.riss.kr/link?id=T15309305>
- [17] M. Carney, B. Webster, I. Alvarado, K. Phillips, N. Howell, J. Griffith, J. Jongejan, A. Pitaru, A. Chen, Teachable machine: Approachable web-based tool for exploring machine learning classification, In *Extended abstracts of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems*, pp.1-8, (2020)
- [18] W. K. Kirchner, Age differences in short-term retention of rapidly changing information, *Journal of Experimental Psychology*, (1958), Vol.55, No.4, pp.352-358.
DOI: <https://doi.org/10.1037/h0043688>
- [19] Eunji Kim, Driving Safety Monitoring System for Personal Mobility by Deep Learning, Sookmyung Women's University, Master Thesis, (2021)
Available from: <http://www.riss.kr/link?id=T15899511>
- [20] Y. H. Han, Step Count Detection Algorithm using Acceleration Sensor, *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, (2015) Vol.9, No.3, pp.245-250.
UCI: G704-SER000002028.2015.9.3.009
- [21] Jangseok Kim, Deokkyu Lim, Seungnam Min, A Study on the Safe Use of Electric Kick boards, *Korean Society of Emotional Performance Spring Conference, Korean Society for Emotion&Sensibility*, pp.213-216, (2021)
Available from: <http://www.riss.kr/link?id=A108149243>