

# 전동킥보드의 다인 탑승 방지 시뮬레이터 구현에 관한 연구

박해진\*, 하성철\*, 김승환\*, 김건우\*, 유동제\*, 손재원\*, 최승규\*  
 \*건양대학교 재난안전소방학과  
 e-mail:skchoi@konyang.ac.kr

## A Study on the Implementation of a Simulator to Prevent Multiple Riders on Electric Kickboards.

Hae-Jin Park\*, Seong-Cheol Ha\*, Seung-Hwan Kim\*, Kun-Woo kim\*, Dong-Jae Yoo\*, Jae-Won Son\*, Seung-Kyou Choi\*  
 \*Department of Disaster Safety & Fire, Konyang University

### 요약

전동킥보드는 원동기장치자전거 중 최고 시속 25킬로미터 미만, 차체 중량 30킬로그램 미만인 개인형 이동장치 인증을 받은 것으로 청년층의 이용률이 높아지면서 간단한 사용법과 저렴한 가격으로 대중화되었다. 전기를 이용한 저속의 소형 1인용 운송 수단인 전동킥보드의 보급이 급증함에 따라 교통사고가 크게 증가하고 있다. 전동킥보드의 교통사고 사례에서 사망 및 중상해로 이어지는 주요한 사고 원인은 2인 이상 다인 탑승 시 발생하고 있으며, 해마다 증가하고 있다. 이에 본 논문에서는 사망 및 중상해 인명 교통사고의 주요 원인인 전동킥보드 2인 이상 다인 탑승을 방지하기 위하여 최대하중을 제한하기 위한 무게 센서와 다인 탑승을 확인할 수 있는 발자국 패턴 센서를 이용하여 전동킥보드의 운전을 정지시키는 다인 탑승 방지방안을 제안하고 알고리즘을 제안한다. 또한, 제안한 방안을 적용한 다인탑승방지 시뮬레이터를 구현 하였다.

### 1. 서론

전동킥보드는 원동기장치자전거 중 최고 시속 25킬로미터 미만, 차체 중량 30킬로그램 미만인 개인형 이동장치 인증을 받은 것을 말하는 것으로 최근, 공유 전동킥보드의 등장으로 새로운 문물에 대한 거부감이 적고 스마트폰 활용법에 익숙한 청년층의 이용률이 높아지면서 간단한 사용법과 저렴한 가격으로 대중화되었다.

전기를 이용한 저속의 소형 1인용 운송 수단인 전동킥보드의 보급이 급증함에 따라 교통사고 또한, 크게 증가하고 있다.

전동킥보드의 교통사고는 법 규정과 안전 수칙을 지키지 않아 2022년에만 2,386건이 발생하여 하루평균 65명이 부상하는 등 심각한 사회문제를 야기하고 있다[1].

또한, 전동킥보드에 관한 법 규정을 살펴보면, 만 16세 이상만 탑승 가능, 자전거 전용도로에서 주행, 최고 시속 25킬로미터 유지, 불법 주정차 금지되며 원동기장치자전거로 분류되기 때문에 헬멧 착용과 면허가 필수이고 음주 운전이나 2인 이상 다인 탑승이 금지된다[2].

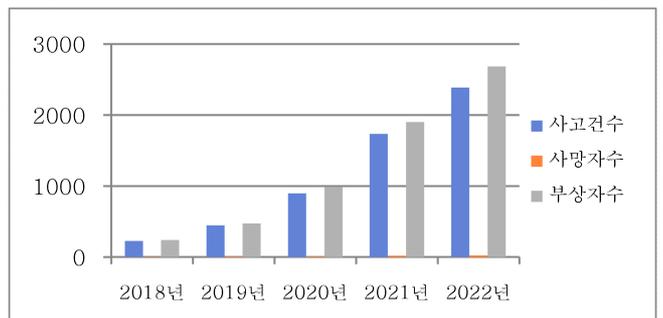
한편, 전동킥보드의 교통사고 사례에서 사망 및 중상해로 이어지는 주요한 사고 원인은 관련 법 규정에 따라 4만 원의 범칙금이 부과되고 있음에도 2인 이상 다인 탑승 시 발생하고 있으며, 해마다 증가하고 있다.

이에 본 논문에서는 사망 및 중상해 인명 교통사고의 주요 원인인 전동킥보드 2인 이상 다인 탑승을 방지하기 위하여

최대하중을 제한하기 위한 무게 센서와 다인 탑승을 확인할 수 있는 발자국 패턴 센서를 이용하여 전동킥보드의 운전을 정지시키는 다인 탑승 방지방안을 제안하고 알고리즘을 제안한다.

### 2. 전동킥보드의 사고 사례 분석

통계청의 2018년부터 2022년까지 전동킥보드의 사고, 사망, 부상자수 현황자료에 따르면 그림 1과 같이 사고 건수는 총 559건으로 집계되었으며, 2018년 대비 2022년 사고 건수는 약 10.6배 증가하였다. 이 중 사망자 수는 총 67명, 부상자는 6,281명으로 2018년 대비 각각 2022년에 6.5배, 11.2배 증가하였다.



[그림 1] 전동킥보드의 사고, 사망, 부상자 수 현황

또한 통계청의 2023년 전동킥보드의 연령별 이용 경험 조사 자료에 따르면 표 1와 같이 19세 이하 청소년층의 이용 경험이 가장 많았고, 다음은 29세 이하 청년층이 뒤를 이었다.

[표 1] 전동킥보드의 연령별 이용 경험

연령별	있다	없다
15~19세	24.80%	75.20%
20~29세	24.60%	75.40%
30~39세	13.00%	87.00%
40~49세	6.40%	93.60%
50~59세	3.30%	96.70%

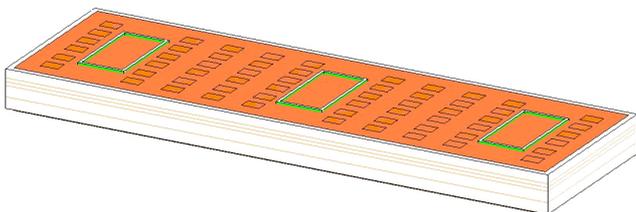
전동킥보드의 사고사례 중 다인 탑승에 대한 사고사례를 보면 2023년 5월 서울 서초구의 왕복 8차선 도로에서 보행자 신호 빨간불을 무시한 채 전동킥보드를 타고 횡단보도를 건너다가 직진 중이던 택시를 들이받는 사고가 발생하였다. 학생들은 모두 무면허 상태였고, 안전모도 착용하지 않은 채 전동킥보드로 주행하였다. 이 사고로 동승자는 끝내 사망하였고 탑승자는 중상을 입었다. 또한 2022년 5월 강남구에서 전동킥보드를 함께 타고 가던 20대 2명이 운행하다 SUV 차량에 부딪혀 사망하는 사고 발생하였다. 이는 전동킥보드의 다인 탑승은 탑승자 뿐 아니라 동승자에게도 큰 피해를 줄 수 있다는 것을 알 수 있다.

상기와 같이 탑승자와 동승자의 사망 및 중상해 인명 교통사고의 주요 원인인 전동킥보드 2인 이상 다인 탑승을 방지하여 사고를 예방하기 위한 방안이 요구된다.

### 3. 전동킥보드의 다인 탑승 방지방안과 알고리즘

사망 및 중상해 인명 교통사고의 주요 원인인 전동킥보드 2인 이상 다인 탑승을 방지하기 위하여 적재하중과 평균 몸무게를 고려한 무게 제한 센서와 다인 탑승을 확인할 수 있는 발자국 패턴 센서를 이용하여 전동킥보드의 운전을 정지시키는 다인 탑승 방지방안을 제안한다.

전동킥보드 발판에는 센서 배치도는 그림 2와 같으며, 평균 몸무게를 고려한 무게 제한 센서는 주황색 부분이고 사각 부분은 발자국을 인식할 수 있는 패턴 센서이다.



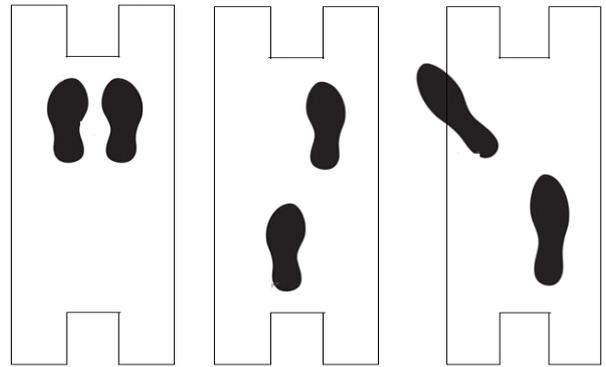
[그림 2] 전동킥보드 발판의 무게 센서 및 발자국 패턴 센서 배치

무게 센서는 표 2의 여성과 남성 평균 몸무게와 전동킥보드 적재하중 120킬로그램을 고려하여 작동하도록 설정한다.

[표2] 여성과 남성 평균 몸무게

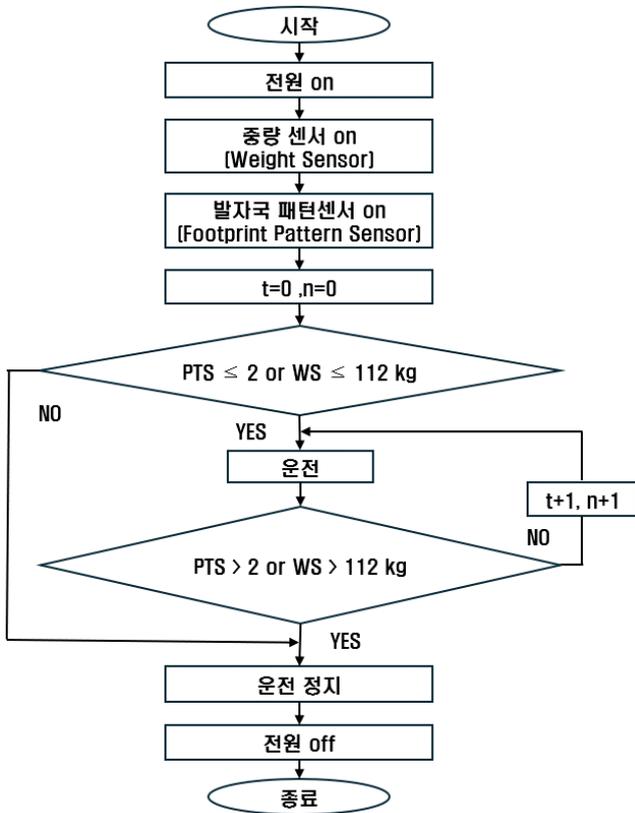
성별	10대	20대	30대	40대	50대	60대	최대
남자	73.79	76.20	79.19	76.95	72.78	69.37	74.71
여자	59.87	57.98	59.53	59.65	58.93	58.35	59.05

또한, 다인 탑승을 확인할 수 있는 발자국 패턴 센서는 그림 2와 같이 발자국 모양의 일부가 2개 이내로 인식되었을 단독 탑승으로 3개 이상일 때는 다인 탑승으로 검출한다.



[그림 3] 탑승자의 발자국 분포 패턴 분석을 이용한 탑승 인원 검출

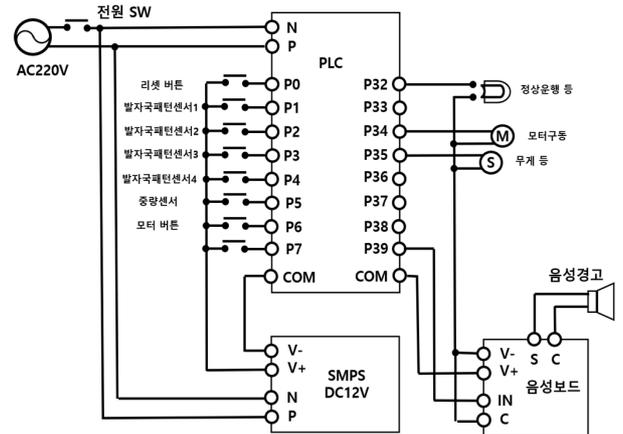
상기에서 제안한 적재하중과 평균 몸무게를 고려한 무게 제한 센서와 다인 탑승을 확인할 수 있는 발자국 패턴 센서를 이용하여 전동킥보드의 2인 이상 탑승 시 운전을 정지시키는 다인 탑승 방지 알고리즘을 그림 5와 같이 제시한다.



[그림 4] 전동킥보드의 2인 이상 탑승 방지 알고리즘

중상해 및 사망 사고의 주요원인인 전동킥보드 2인 이상 다인탑승 방지 방안 및 운영 알고리즘의 유용성을 확인하기 위하여 시뮬레이터를 구현한다.

전동킥보드의 다인탑승 방지 방안의 시뮬레이터의 회로도 는 그림5와 같고 PLC레더도는 그림 5와 같이 P0(리셋버튼), P1,P2,P3,P4(각각의 발자국패턴센서로 구분함), P5(중량센서), P6(모터버튼)으로 구성되고, 출력장치는 P32(정상운행 등), P34(모터구동), P35(무게 등)으로 구성된다.



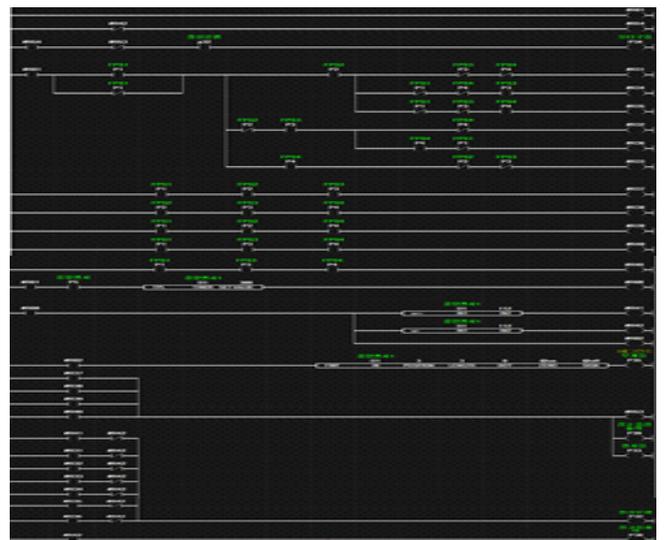
[그림 5] 전동킥보드 다인탑승 방지장치 시뮬레이터 회로도

- 제시한 알고리즘을 구체적으로 설명하면,
- [Step 1] 전동킥보드에 전원이 공급되면 시스템이 작동한다.
  - [Step 2] 사용자가 전동킥보드 발판에 발을 올리면 중량 센서 (WS, Weight Sensor)와 발자국 패턴 센서(FPS, Footprint Pattern Sensor)가 작동한다.
  - [Step 3] 시간(초) t=0, 감지 회수 n=0 으로 부터 1초, 1회를 더해가며 WS, FPS 감지 계속 한다.
  - [Step 4]  $WS \leq 112 \text{ kg}$  (남성의 평균 몸무게의 1.5배) 이내이거나,  $FPS \leq 2$  (발자국 패턴) 이내이면 운전 가능으로 판단 운행시킨다.
  - [Step 5]  $WS > 112 \text{ kg}$  초과 이거나,  $FPS > 2$  초과이면 운전 불가능으로 판단하여 운행을 중단시킨다.
  - [Step 6] 운전 정지 후 전동킥보드 및 시스템의 전원을 off 한다.

본 장에서 제시한 방안과 알고리즘을 적용하면, 전동킥보드의 2인 이상 다인 탑승을 방지하여 사망 및 중상해 인명 교통사고 예방에 기여할 것으로 기대한다.

#### 4. 전동킥보드 다인탑승 방지방안 구현

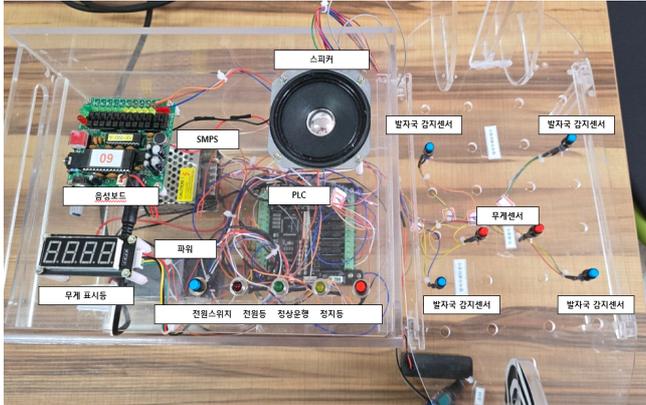
발자국패턴센서를 밟게 되면 각각의 센서가 작동하여, 발자국이 3이상일 시 P34와P39가 각각 작동하여 모터 구동을 정지하도록 설계 하였으며, 또한 중량에 대해서는 112KG을 초과 하였을시 P34, P39가 작동하여 경고음성 및 모터의 구동이 정지 될 것이다.



[그림 6] 전동킥보드 다인탑승 방지장치 PLC레더도

전동킥보드 다인탑승 방지장치를 실제로 구현한 시뮬레이터는 그림7과 같다. 전동킥보드 시뮬레이터는 발자국패턴센서, 무게센서, 무게를 표시해주는 7세그먼트등, 제어장치의

전력을 공급 해주는 SMPS, 파워, 모터, 각종 스위치, 램프, PLC, 경고음이 녹음 된 음성보드와 음성 출력을 위한 스피커로 구성된다.



[그림 7] 전동킥보드 다인탑승 방지장치 구현 시뮬레이터

## 5. 결론

전동킥보드는 원동기장치자전거 중 최고 시속 25킬로미터 미만, 차체 중량 30킬로그램 미만인 개인형 이동장치 인증을 받은 것으로 청년층의 이용률이 높아지면서 간단한 사용법과 저렴한 가격으로 대중화되었다. 전기를 이용한 저속의 소형 1인용 운송 수단인 전동킥보드의 보급이 급증함에 따라 교통사고가 크게 증가하고 있다. 전동킥보드의 교통사고는 2022년에만 2,386건이 발생하여 하루평균 65명이 부상하는 등 심각한 사회문제를 야기하고 있다. 전동킥보드의 교통사고 사례에서 사망 및 중상해로 이어지는 주요한 사고 원인은 2인 이상 다인 탑승 시 발생하고 있으며, 해마다 증가하고 있다.

이에 본 논문에서는 사망 및 중상해 인명 교통사고의 주요 원인인 전동킥보드 2인 이상 다인 탑승을 방지하기 위하여 최대하중을 제한하기 위한 무게 센서와 다인 탑승을 확인할 수 있는 발자국 패턴 센서를 이용하여 전동킥보드의 운전을 정지시키는 다인 탑승 방지방안을 제안하고 알고리즘을 제시 하였으며, 전동킥보드의 모형을 만들어 시뮬레이터로 구현 하였다. 제시한 방안과 알고리즘을 실제 전동킥보드에 적용 한다면 2인 이상 다인 탑승을 방지하여 사망 및 중상해 등 인명 교통사고 예방에 기여할 것으로 기대한다.

### 감사의 글

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구 결과입니다(NTIS 과제번호.1345356198).

### 참고문헌

- [1] 경찰청통계자료, 차종별 교통사고현황
- [2] 「도로교통법」 제2조제19호의2 및 「도로교통법 시행규칙」 제2조의3)

- [3] 임중관. (2023). 개인형 이동장치 2인 탑승방지용 무게센서 최적 부착위치 추정. 한국정보기술학회논문지, 21(10), 91-98, 10.14801/jkiit.2023.21.10.91
- [4] 안수빈. (개최날짜). 초음파 센서와 FSR 408 압력 센서를 이용한 2인 탑승 방지 전동킥보드. 대한전기학회 학술대회 논문집, 개최지.
- [5] 최춘영. "소형 이족 보행 로봇에 압력센서를 이용한 자세 안정화와 동적 걸음 알고리즘 연구." 국내석사학위논문 서울産業大學校 産業大學院, 2006. 서울