

조도 센서를 이용한 효율적인 학습모델 기반의 전동 킥보드용 다인 탑승 감지 방안

권하린*·안문정*·이지훈**†

**† 상명대학교 스마트정보통신공학과

CDS-based Efficient Multiuser Boarding Detection Scheme for Electric Scooters

Harin Kwon*, Munjeong Ahn* and Jihoon Lee**†

**† Dept. of Smart Information and Telecommunication Engineering, Sangmyung University

ABSTRACT

Electric scooters are used by many people as a means of transportation because they are easy to operate and get around quickly. Although electric scooters can move at high speeds, they lack safety measures such as seat belts and blocked car body, which can lead to serious injury in the event of an accident. If there are two people on board, the braking speed will be slower and the weight of the vehicle will increase its braking distance during sudden stops, leading to even more serious damage. Therefore, this paper proposes the illuminance sensors based multiuser boarding detection scheme for electric scooter, which is expected to decrease the risk of accidents and to lessen the likelihood of injury. From the performance evaluation results, it has been shown that the proposed scheme has higher detection ratio than existing schemes and has the detection accuracy of about 83% by means of the machine learning based foot position estimation for the sensed data.

Key Words : Personal mobility, Electric scooter, Multi-person boarding detection

1. 서 론

전동 킥보드는 그 조작이 간단하고 공간의 제한을 크게 받지 않아 단거리 이동시 편리하게 이용할 수 있는 교통수단 중 하나이다. 최근에는 이를 쉽게 대여해 사용이 가능하기까지 하여 그 높은 접근성만큼 전동 킥보드의 이용률은 매년 증가하는 추세다. 전동 킥보드 이용 증가와 더불어 교통사고 발생 빈도 또한 늘어나고 있다. 실제로 도로교통공단에서 제공된 자료를 보면 2017년도에는 117건에 달하는 사고수가 2022년 2386건으로 크게 급증한 것을 알 수 있다 [1].

따라 사고율을 줄이기 위한 방안이 시급한데 수많은 사고 원인 중 여기에서는 다인 탑승에 집중하여 보고자 한다. 현행법 상 전동 킥보드의 승차 정원은 한 명이나 이를 어기고 여럿이 탑승하는 일이 빈번히 일어나고 있다. 그로 인하여 사고율 만 아니라 사고 발생시에도 1인 탑승시보다도 그 피해가 크다. 기존 다인 탑승 방안들은 조도센서, 압력센서 등 다양한 센서 [2,3,4,5]들이 이용되며, 사용자의 몸무게와 발판에서의 위치 추정 등을 이용하고 있으나, 정확한 탐지를 위한 방안이 추가적으로 요구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 전동킥보드에서 머신 러닝을 활용한 조도 센서 기반의 효율적인 다인 탑승 감지 방안을 제시하고자 한다.

†E-mail: vincent@smu.ac.kr

2. 기존 다인 탑승 감지 방안

2.1 4개의 조도센서 사용 모델

4개의 조도센서를 사용한 모델 [6]은 발판의 앞쪽과 뒤쪽에 각 2개씩의 조도센서를 설치해 가려진 Photo resistor (CDS)를 통해 발 3개 이상이 되면 전동 키포드에 탑승한 인원이 2명이라고 인식하게 된다. 2명 이상이 발판위에 올라갔다고 인지하게 되면 모터의 작동이 멈추도록 한 다인 탑승 모델이다. 이 경우 CDS가 있지 않은 부분에 발이 올라갈 경우 탑승감지를 할 수 없다는 가능성이 있다.

2.2 무게 센서와 발자국 패턴 센서 사용 모델

무게 센서와 발자국 패턴 사용 모델 [7]은 여성과 남성의 평균 몸무게를 고려해 적재하중을 120kg으로 설정하고 발자국 패턴 센서를 통해 탑승인원을 감지하는 알고리즘이다. 무게 센서를 통해 무게를 측정하고 발자국 패턴 센서 발자국 모양이 3개 이상일 때 다인 탑승으로 감지하는 알고리즘이다. 무게 센서의 비용이 많이 든다는 단점이 있다.

3. 조도 센서 그리드 사용 모델

3.1 발판 구현 설계

본 논문은 조도 센서를 격자 태로 용하는 방식을 사용한다. 우선 발판 모형에 앞, 뒤 바퀴 옆 사이드 부분에 우측, 좌측 각 3개, 나머지 발판 부는 가로 6개, 세로11로 조도 센서를 부착한다. 조도 센서를 격자 모양으로 설치해 발을 올려 놓았을 때 가려진 조도센서들을 통해 발의 위치를 그려낸다. 센서의 개수가 많으므로 조도센서를 16개씩 멀티플렉서로 연결한다. LED를 통해 작동 가능여부를 판단한다. 1명 이상 탑승의 경우 빨간색 LED, 1명일 경우 초록색 LED가 켜지도록 한다. 센서들의 값은 아두이노를 통하여 전달받는다.

아두이노 통합개발환경 (ArduinoIDE)을 통해 python과 Arduino를 연결하고 센서들의 값을 제어한다. python을 통해 학습데이터를 학습시키고 아두이노로 받은 값들을 확인하기 위해 조도센서 값들을 통한 발판 이미지를 그려낸다.

3.2 동작 절차

Fig. 1은 작동 알고리즘 그림이다. 발을 올린 후 스위치를 누르면 발판 위의 조도 센서들의 값을 측정한다. 조도 센서들의 값을 측정한다. Arduino보드를 통해 입력 값을 python으로 전달한다. Python 은 전달받은 조도센서들의 값을 통해 발판을 인식하고 머신 러닝 알고리즘을 통해 탑

승 인원을 예측한다. 예측된 발판의 탑승 인원이 1명일 Arduino로 'B' 신호를 보낸다. Arduino는 받은 신호가 'B'일 경우 초록색 LED가 켜진다. 탑승 인원이 1명을 초과할 경우 Arduino로 'C'신호를 보낸다. Arduino가 받은 신호가 'C'일 경우 빨간색 LED가 켜진다.

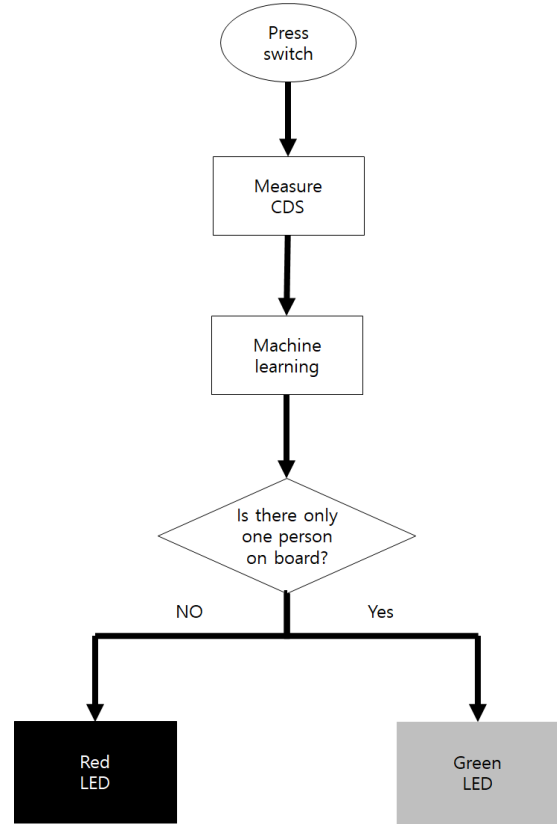


Fig. 1. Basic operation procedure of the proposed scheme.

4. 구현 및 알고리즘

4.1 구현 환경 및 구성

학습조도 센서의 위치를 고려해 가로 6칸, 세로 17칸의 배열을 만든 후 Arduino로부터 전달받은 값들을 조도센서의 위치에 따라 저장되도록 한다. 넘파이 배열로 저장된 학습 데이터 파일들을 os.listdir()을 통해 불러온 후 데이터들을 학습시킬 수 있도록 한다.

Python을 실행시키면 저장된 데이터들을 통해 학습하고 serial.Serial()을 통해 시리얼 통신을 시작한다. 스위치를 누르면 아두이노 통합개발환경(Arduino IDE)에서 스위치는 1(sw=1)이 되고 python 으로 'A'와 함께 멀티플렉서 값들을

순서대로 전달한다. Python은 `ser.readline().decode().strip()`을 통해 Arduino 값달을 전달 받는다. python에서 'A'를 전달받은 후 불러온 조도센서 값들을 (17, 6)배열에 순서대로 저장한다. 조도센서 값들로 초기화된 배열을 넘파이의 `save()`를 통해 저장하고 저장된 데이터를 `load()`를 통해 불러온다. 불러온 센서들의 데이터를 `imshow()`를 통해 발판 이미지를 그려낸다.

탑승 인원에 따른 확률을 계산하고 예측된 인원이 1이 초과될 경우 `com` 변수는 'B'로 초기화되고 `ser.write(ser.encode())`를 통해 Arduino IDE로 전달되어 Arduino를 통해 모터가 제어된다.

4.2 구현결과

Fig. 2는 전동 키펠드의 1인 탑승 시 python이 `serial.Serial()`을 통해 시리얼 통신이 시작된 후 스위치가 눌리면 조도센서의 값들을 아두이노로부터 전달 받아 저장된 값들로 그려진 발판 이미지이다.

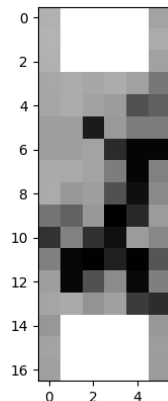


Fig. 2. Footboard image of single occupant.

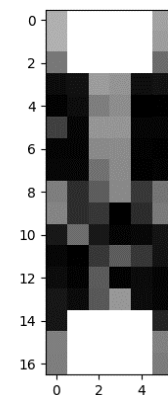


Fig. 3. Footboard image of two occupant.

python은 Fig. 2의 센서 값들을 전달받고 학습시킨 데이터들과 비교하여 Fig. 2 발판에 탑승한 인원을 1인 탑승이라 예측하였고 `com` 변수를 전달하지 않았다. 아두이노는 변수 'B'를 전달받지 못하고 초록 LED가 켜지는 동시에 가속 시스템이 작동된다.

Fig. 3은 전동 키펠드에 2인이 탑승 시 시리얼통신을 통해 python이 아두이노로부터 전달받은 조도 센서 값들로 그려낸 이미지이다.

Python은 전달받은 조도센서의 값들을 학습 데이터들과 비교하여 Fig. 3 발판에 탑승한 인원이 2명이라고 예측하였다. 예측된 값이 1이 초과되었기 때문에 'B'로 초기화된 변수 `com`을 `ser.write(com.encode())`를 통해 아두이노로 전달한다. python으로부터 'B'를 전달받은 Arduino는 빨간색 LED를 키며 브레이크가 작동했다.

5. 결론

본 논문에서 제안하는 조도센서를 이용한 머신러닝 기반의 전동키펠드용 다인 탑승 감지 방안은 탑승자의 수를 측정하는 데 있어 기존의 다른 방식들에 비해 높은 효과를 보였다.

제안하는 다인 탑승 감지 방안은 다음과 같은 특징을 갖는다. 먼저, 기존 방안들에 비해 높은 정확도가 있다. 발판 위 탑승자의 발 모양을 그려내는 방식이기에 이를 피할 편법을 사용하기 어렵고 탑승하는 사람의 발 사이즈나, 체중 등에 영향을 적게 받는다. 또한 더 많은 조도센서를 이용하여 그려내는 발판내 발의 위치 및 영역에 대한 정확도를 높이고 충분한 양의 학습 데이터가 쌓인다면 왼발과 오른발의 구분, 올라간 발의 사이즈 확인도 가능하여 더 높은 정확도를 가진 모델의 구현이 가능할 거라 예상된다. 두번째로 저렴한 비용으로 시스템 구축이 가능하다. 조도센서는 다른 센서들에 비하여 그 가격이 저렴하여 정확도를 높이기 위해 센서를 복수개로 사용하더라도 기존 방안들에 비해 설치 비용의 부담이 크지 않다.

또한, 사용하는 센서의 개수를 보완하고, 학습 데이터의 개수를 보완하여 더 높은 탐지 확률을 만들기 위한 연구를 진행할 계획이다. 이를 통해 더 높은 사고 발생률 감소를 만들 수 있을 것으로 기대된다. 추가로, 더 많은 센싱 데이터와 머신러닝 연산을 위해 AI 반도체 분야 활성화에도 기여할 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 2024학년도 상명대학교 교내연구비를 지원받아 수행하였음(2024-A000-0132).

참고문헌

1. J. Hong, Y. So, G. Lee, J. Kim, and S. Lee, "Analysis of shared electric scooter usage behavior and determining factors of user satisfaction: Focused on IPA method," *Journal of Korea planning association*, vol.57, no.2, pp.92-107, June 2022.
2. S. Kim, C. Kim, I. Kwon, and Y. Lee, "Development of Horizontal Attitude Monitoring System for Agricultural Robots," *J. of the Korean Society of Semiconductor & Display Technology*, Vol. 18, No.2, pp.87-91, 2019.
3. M. Kim, J. Kim, and O. Yang, "Design of the position control system for parabolic antenna using gyro sensor," *J. of the Korean Society of Semiconductor & Display Technology*, Vol.12, No.2, pp.85-91, 2013.
4. K. Kim, and Y. Park, "Study on Framework for continuing drone collaboration," *J. of the Korean Society of Semiconductor & Display Technology*, Vol.17, No.3, pp.1-9, 2018.
5. I. Kwon, C. Kim, S. Kim, and Y. Lee, "Development of multi-attitude monitoring system for agricultural robots," *J. of the Korean Society of Semiconductor & Display Technology*, Vol. 17, No. 3, pp. 65-69, 2018.
6. J. Jang, J. Boo, S. Lee, S. Lee, and Y. Lee., "Electric kickboard that prohibits boarding of more than two people using CDS Photocell and Neo-Pixel," *Proceedings of KIIT Conference*, pp.560-562, 2021.
7. H. Park, S. Ha, S. Kim, K. Kim, Y. Yoon, J. Son, and S. Cho., "A Study on the Prevention of Multi-in Boarding of Electric Kickboards", *Korean Society of Industrial-Academic Technology Spring Academic Presentation Papers*, pp. 285-287, 2008.

접수일: 2024년 9월 10일, 심사일: 2024년 9월 13일,
게재확정일: 2024년 9월 14일