

압력센서 기반 전동킥보드 다인승 감지 및 제어

문경제, 김석현, 김민재, 최원호¹

¹한국공학대학교 에너지 전기공학과 학부생

gildong@somewhere.ac.kr, CheolSoo@somewhere.ac.kr, YoungHee@somewhere.ac.kr

A Study on Tools for Multi-Rider Detection and Control in Electric Kickboards Using Pressure Sensors

Gyeongje Moon, Seok-Hyun Kim, Min-Jae Kim, Won-Ho Choi¹,

¹Korea National University of Technology and Education

요약

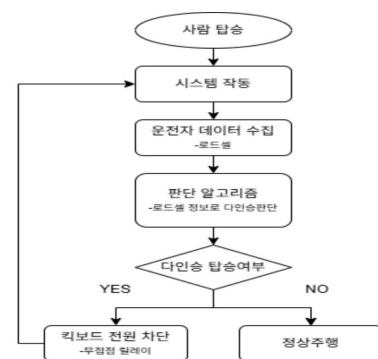
본 논문에서는 전동킥보드의 안전사고 주요 원인 중 하나인 다인승 탑승 문제를 해결하기 위하여 압력센서(로드셀) 기반 다인승 감지 및 제어 시스템을 설계·구현하였다. 발판에 총 6세트의 로드셀 모듈을 배치하여 탑승자의 하중 분포를 측정하고, 아두이노 메가(Arduino Mega)와 HX711 모듈을 통해 데이터를 처리하였다. 일정 임계값(50kg)을 초과할 경우 무접점 릴레이(Solid State Relay, SSR)를 제어하여 모터 전원을 차단함으로써 다인승을 효과적으로 방지할 수 있음을 확인하였다. 본 시스템은 기존 조도 센서 및 기울기 기반 방식보다 외부 환경에 강인하며, 소프트웨어 기반의 임계값 조정 기능을 통해 다양한 주행 조건에 적응 가능하다는 장점을 가진다.

1. 서론

전동킥보드는 접근성과 편리성 덕분에 빠르게 보급되었지만, 다인승 탑승은 사고의 주요 원인으로 지적되고 있다. 특히 무게 불균형과 제어력 저하로 인해 위급 상황에서 큰 사고로 이어질 위험이 높다. 실제로 2018년 이후 관련 사고와 부상자가 급격히 증가했으며, 사망자 수도 소폭 늘어나고 있다. 더욱이 국내 「도로교통법」은 전동킥보드의 다인승 탑승을 명확히 금지하고 있으며, 이는 단순한 편의성 문제가 아니라 법적·안전적 측면에서 반드시 준수되어야 할 규제 사항이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 다인승 탑승을 사전에 방지할 수 있는 기술적 장치를 설계·제작함으로써 전동킥보드 이용의 안전성을 제고하고자 한다. [1]

했지만, 사용자 체중·자세·노면 상태에 따라 데이터가 크게 변동해 정밀 보정이 어렵다는 한계를 지녔다 [3].

2.2 본 연구의 차별적 접근



“<그림 1> 시스템 신호흐름도”

본 프로젝트에서는 앞서 언급된 기존 연구들의 한계를 극복하기 위해, 체중을 직접적이고 정밀하게 감지할 수 있는 압력 센서(로드셀) 기반 정밀 하중 측정을 통해 외부 환경 영향을 최소화하고, (그림1)처럼 하중 분포를 기반으로 다인승 여부를 판단한다. 또한, 아두이노 메가(Arduino

2. 타 연구팀 다인승 탑승 감지 방안과의 차별점

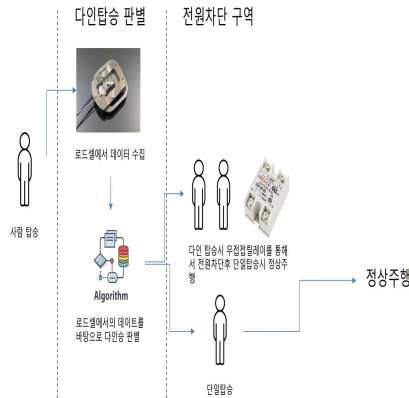
2.1 기존 연구 방식과 한계

일부 연구는 조도 센서를 이용해 발판 위 탑승자 수를 판별했으나, 낙엽·비·눈 등 외부 요인에 쉽게 영향을 받아 실외 환경에서 신뢰성이 낮았다 [2]. 또한, 다른 연구는 기울기 센서를 활용

Mega) 소프트웨어를 통해 임계값(예: 50kg)을 유연하게 조정할 수 있어 다양한 조건에서도 안정적이고 신뢰성 있는 결과를 제공한다.

3. 본 연구의 시스템 구조 및 동작 원리

3.1 시스템 설계



“<그림 2> 기능 처리도”

본 시스템은 발판에 장착된 6세트의 로드셀 모듈(1세트당 4개의 로드셀), 아두이노 메가 제어기, 무점접 릴레이(Solid State Relay, SSR)로 구성된다. 로드셀은 탑승자의 하중을 측정하며, 발판 전·후방에 분산 배치되어 무게중심 변화를 정밀하게 감지할 수 있다. 시스템의 전체 동작 과정은 (그림2)의 기능 처리도와 같이 표현한다. [4]

3.2 시스템 동작 원리 및 다인승 감지 알고리즘

의사코드:

```

vbmnet

초기화:
- 6개 센서 영점 보정 및 기준값 저장
- SSR 초기 ON 상태 유지

반복 루프:
for 각 센서 i:
  현재 무게 = 센서[i] 측정값 - 기준값
  if 현재 무게 < 50 kg:
    allAboveThreshold = False
  if 모든 센서 >= 50 kg:
    SSR OFF (모터 전원 차단)
  else:
    SSR ON (단일 탑승 유지)
  
```

“<그림 3> 알고리즘 요약코드”

본 시스템은 전동킥보드 모터-배터리 연결 회로 중간에 무점접 릴레이(SSR)를 삽입하여 전력 공급을 제어한다. 아두이노 메가는 발판의 로드셀 모듈로부터 압력 데이터를 수신하여 탑승자의 무게를 측정하고, 최초 단일 탑승자의 기준값과 비교하여 다인승 여부를 판단한다. 이 과정은 (그

림2)의 알고리즘 요약코드와 같이 구현된다. [5]

3.3 연구 범위 및 법적 고려사항

본 프로젝트는 대한민국 도로교통법상 전동킥보드 운행 규정을 고려하여 성인(만 18세 이상)의 다인승 상황을 주된 대상으로 설계하였다. 이는 전동킥보드 운행을 위해 운전면허가 필요하며, 운전면허 취득 연령이 18세 이상으로 제한되어 있기 때문이다.

4 결론

본 연구에서 제안한 로드셀 기반 One Rider Platform은 전동킥보드의 다인승 문제를 효과적으로 해결할 수 있음을 확인하였다. 발판에 장착된 센서를 통해 하중 분포를 실시간으로 분석하고, 기준값 초과 시 전원을 차단하여 안전성을 높인다. 또한 탑승자의 위치 조정이나 무게 분산 등 회피 시도 상황에서도 전체 하중 변화 패턴을 인식해 다인승 여부를 안정적으로 판별하였다. 이를 통해 시스템은 악의적 회피 행위에 대해서도 높은 강건성(robustness)과 신뢰성을 확보하였다. 향후 연구에서는 센서 배열 및 하중 분포 패턴의 다변화, 비정상 하중 변화 감지 로직 고도화, AI 기반 사용자 행동 패턴 분석 등을 추가적으로 수행하여 시스템의 정확도와 적용 범위를 한층 강화할 예정이다.

참고문헌

- [1] 도로교통법 [시행 2025.1.1.] [법률 제19009호, 2022.10.18., 일부개정].
- [2] 권하린, 안문정, 이지훈, (2024). 조도 센서를 이용한 효율적인 학습모델 기반의 전동 킥보드용 다인 탑승 감지 방안. 반도체디스플레이기술학회지, 23(3), 148-151.
- [3] 안문정, 김지아, 이지훈, Moonjeong Ahn, Jia Kim, Jihoon Lee, “기울기 센서와 압력 센서를 이용한 전동 킥보드용 다인승 감지 방안,” *대한전기학회 학술대회 논문집*, 2024. (KCI 등재)
- [4] 한국정보과학회. (2024). 전동킥보드의 다인 탑승 방지방안에 관한 연구. 한국정보과학회 춘계학술발표논문집, 512-514.
- [5] 이수한, 임현규. (2022). 전동 킥보드의 안전 주행을 위한 다인 탑승 감지 방법 및 장치. 한국 공개특허 10-2022-0146300.

감사의 글

본 연구는 한이음 드림업 프로그램의 지원으로 수행되었으며, 삼성전자 박소망 멘토님과 한국공학대학교 에너지전기공학과 김우석 교수님, 최경달 박사님, 박상호 연구원님, 윤미연 석사 연구원님, 이진준 연구원님께 연구 전반에 걸친 기술적 조언과 도움을 주신 데 깊이 감사드립니다.