

# 휠체어 사용자를 위한 보도파손 경고시스템에 관한 연구

조현정<sup>1</sup>, 김수정<sup>2</sup>, 박수현<sup>3</sup>, 박지원<sup>4</sup>, 유동영<sup>5</sup>

<sup>1</sup>홍익대학교 소프트웨어융합학과 학부생

<sup>5</sup>홍익대학교 소프트웨어융합학과 교수

hswhguswd@gamil.com, kim.mail1124@gmail.com, shsy010827@gmail.com,  
clairdelune7083@gmail.com, ydy@hongik.ac.kr

## A study on sidewalk damage warning system for wheelchair users

Hyeon-Jeowo Jo<sup>1</sup>, Su-Jeong Kim<sup>2</sup>, Su-Hyun Park<sup>3</sup>, Ji-Won Park<sup>4</sup>,  
Dong-Young Yoo<sup>5</sup>

<sup>12345</sup>Dept. of Software and Communications Engineering, Hong-Ik University

### 요 약

본 논문에서는 고령 휠체어 사용자를 대상으로 능동적인 이동을 위한 보도 탐지와 낙상 사고 감지의 기능을 담은 어플리케이션을 제안하고자 한다. 보도 파손 데이터를 담은 데이터베이스 지도를 형성함으로써, 다른 사용자의 2차 사고 방지도 예방할 수 있을 것이다.

### 1. 서론

최근 전국장애인차별철폐연대의 이동권 보장시위로 인하여 장애인 이동권에 대한 논의가 계속되고 있다. 시위의 주요 쟁점은 이동권 보장을 포함한 장애인 권리 보장에 필요한 예산과 자원이며 몇 해에 걸쳐 해결되지 않고 있다. [1]

장애인뿐만 아니라 이동에 불편한 계층이 바로 노년층이다. 근육과 관절이 약해지고 시력 또한 저하되어 보행에 어려움을 겪는 사람이 많다.

이렇게 현재 이동권이 제대로 보장되지 않은 상태에서 대중교통 이용에 어려움이 있는 교통약자를 돕기 위하여 본 논문에서는 교통약자 중에 노년층 휠체어 사용자들의 불편함을 개선하기 위한 고령 휠체어 사용자를 위한 보도 파손 경고시스템을 제안한다.

### 2. 보도 파손 경고시스템

본 경고시스템은 실시간으로 사용자가 휴대전화 카메라로 도보를 비추며 보행하면 객체인식 알고리즘인 yolo5를 사용하여 도보에 있는 포트홀, 보도블럭, 횡단보도 등 위험요소들을 파악하여 파손되었거나 균열이 있어 보행에 어려움이 있다면 사용자에게 경고를 주며 RTK를 이용하여 위험지역의 정밀한

위치를 데이터베이스에 저장한다. 또한 휴대전화 내부에 있는 센서들을 이용하여 사용자의 낙상사고가 감지되면 설정해둔 보호자에게 연락이 가도록 시스템을 설계하였다.



(그림 1) 프로그램 구성도.

### 3. 주요 기능

본 경고시스템은 사용자의 보도 이동에 일어날 사고를 방지하는 것에 초점을 맞추어 다음과 같은 두 가지 주요 기능을 포함한다.

#### 3-1. 보도 파손 인식과 알림

경고시스템은 사용자가 지나갈 거리가 안전하지

판단하기 위해 스마트 폰의 카메라 기능을 통해 실시간으로 사용자의 정면 거리를 머신러닝을 통해 탐지한다. 휠체어가 동작하기에 위험할 정도로 손상된 보도가 탐지되면, 사용자에게 경고 알람을 주어 피할 수 있게 한다.

보도 파손 인식에는 객체 인식 모델 YOLO, 그 중에서도 다른 YOLO 버전에 비해 FPS(Frame Per Second)와 mAP(Mean Average Precision)가 뛰어난 것으로 알려져있는 YOLOv5를 이용한다. YOLOv5는 객체 인식이 가능한 모델 Fast-R-CNN과 비교하였을 때에도 보도 블럭의 인식에 있어서 더 정확한 판단을 보인다.[2] 이 때 YOLOv5 모델에는 파손 보도 데이터 셋을 학습시킨다.

실시간 탐지에는 안드로이드에서 제공하는 JetPack 라이브러리인 CameraX를 활용한다. CameraX의 PreviewView 기능을 통해 카메라가 촬영하는 화면을 어플 표면에 스트리밍하고 ImageAnalysis 기능을 통해 각 프레임별 이미지를 YOLOv5 모델이 분석하여 실시간으로 보도 상태를 판별한다.

파손 보도 인식 시 TTS(Text To Speech)와 화면을 통해 사용자에게 정보를 제공하고 경고 알람을 전송한다. 또한 DB에 보도 파손 위치와 상태를 저장하여 다른 사용자에게 미리 알릴 수 있도록 한다.

### 3-2. 낙상 사고 인식과 알람

보도 이동 중 낙상 사고가 일어날 시, 어플리케이션은 이를 감지하고, 긴급 상황임을 보호자에게 알린다. 낙상 사고 감지에 스마트폰에 내장된 두 가지 유형의 모션 감지 센서인 가속도계와 보행자 감지 센서를 활용되며, 긴급 상황을 알리며 사용자의 상세 위치를 전송한다.

가속도 센서는 가속도 센서로 부터 수집된 데이터를 기반으로 벡터의 크기를 계산하고, 특정 임계값을 설정하여 가속도 벡터의 크기 변화를 감지하는 방향으로 활용한다. 가속도계를 통해 가속도 값을 벡터의 구성요소로 변환 후 학습 데이터셋인 UCI Human Activity Recognition을 이용하여 딥러닝을 하여 낙상사고 패턴을 훈련시켜 사용자의 낙하를 판별한다.

보행자 감지 센서는 사용자가 걸을 때마다 보행을 탐지하는 특징을 이용해 위 프로젝트에서는 반대로 사용자가 걸음을 멈추었을 때 트리거로 잡는 방법으

로 활용하고자 한다.

사용자의 낙상사고가 확인되면 휠체어에 부착된 GNSS 안테나로부터 RTK 보정된 정밀 위치를 받아 DB에 저장되어 있는 보호자의 연락처를 통해 메시저로 전송하는 방법으로 사용자의 상태와 정밀 위치를 알리고자 한다.

## 4. 분석 및 결론

휠체어 사용자를 위한 기존 이동·교통 어플리케이션은 지도 중심으로 길찾기 및 편의시설 정보 제공 등에 초점이 맞추어져 있다. 본 어플리케이션은 사용자가 보도 이동 중 실질적으로 사용하는 데에 중심을 두고 있다는 차별점이 있다. 이에 대한 주요한 두 가지 기능, 보도 탐지와 낙상 사고 감지를 구현해 사용자의 능동적인 이동을 돕는다.

나아가 데이터베이스에 도보 파손 위치와 상태를 저장해 지도 형태로 만들어 타 사용자 또한 알 수 있게 만든다. 이를 통해 사용자는 위험한 길을 인식해 미리 조심할 수 있다.

향후 단계에서는 머신러닝 모델들의 정확도 향상을 위해 데이터 셋 추가를 고려해볼 필요가 있다. 이후 휠체어를 사용한 주행 테스트를 거쳐 실사용에 용이한지 검증해보아야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] 이은지, “지하철 출근길 시위를 바라보는 하나의 공감, 두 개의 시선”, 장애우권익문제연구소 함께걸음, 2023, [https://www.cowalknews.co.kr/bbs/board.php?bo\\_table=HB41&wr\\_id=226](https://www.cowalknews.co.kr/bbs/board.php?bo_table=HB41&wr_id=226)
- [2] 최미형, 딥러닝 기반의 객체 인식 기술을 이용한 보도 블럭 파손등급 검출 및 인식, 부산대학교 대학원 ICT융합학과 석사학위논문, 2020