

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2023.23.1.177>

JIIBC 2023-1-26

IoT 기술을 적용한 교통약자용 스마트 안전스틱 설계

Smart Safety Stick for Transportation Vulnerable using IoT Technology

박희주*, 임명재**, 갈원모***

Hee-Joo Park*, Myung-Jae Lim**, Won-Mo Gal***

요약 교통약자의 이동성 증진에 관한 법률은 교통약자가 대중교통을 이용할 때 편의를 누릴 수 있어야 한다고 규정하고 있다. 하지만 "시각장애인이 버스를 탈 수 있도록 해달라"는 청원을 제기할 정도로 이 법이 제대로 시행되지 않고 있다. 대중교통 대신 장애인 콜택시를 이용하려 해도 신청하고 2~3시간 기다려야 한다. 따라서 본 논문은 블루투스를 이용하여 지정된 버스와 지하철역에서 지팡이가 알림음을 울릴 경우 개찰구의 개방시간을 평소보다 늘리는 등 취약계층과 보호자를 위한 시스템을 설계하고 구현하는 것을 목표로 한다. 이에 따라 취약계층의 대중교통 이용 가능성과 경제적 저축, 안전보장, 실종아동 예방 등의 효과가 있을 것으로 기대된다.

Abstract The Act on the Promotion of Mobility for the Transportation Vulnerable stipulates that the transportation vulnerable should be able to enjoy convenience when using public transportation. However, this law is not being implemented properly enough to bring up a petition saying, "Please allow the visually impaired to take a bus." Even if you try to use a call taxi for the disabled instead of public transportation, you have to apply and wait two to three hours. Therefore, this paper aims to design and implement systems for the vulnerable and their guardians, such as increasing the opening time of the ticket gate more than usual if the cane rings a notification on the bus and subway station designated using Bluetooth. Accordingly, it is expected to bring about effects such as the availability of public transportation, economic savings, safety guarantees, and prevention of missing children for the vulnerable.

Key Words : IoT, Arduino, Android, Bluetooth, GPS, RFID

1. 서론

'교통약자의 이동편의 증진법'은 교통약자들이 대중교통을 이용할 때 편의를 누릴 수 있게 해야 한다고 정하고 있다. 하지만 이 법이 시행되고 청원이 올라올 정도로 법

은 제대로 실행되고 있지 않다. 이 청원에 따르면 135명의 시각 장애인을 대상으로 진행한 설문조사 중 시각 장애인의 82%가 가장 이용하기 어려운 교통수단으로 버스를 꼽았다. 버스 정류장 정보를 알 수 없고, 버스 번호를 파악할 수 없어 탑승이 어렵다는 이유였다. 이러한 이유

*준회원, 을지대학교 의료IT학과

**중신회원, 을지대학교 의료IT학과 교수

***정회원, 을지대학교 보건환경안전학과 교수

접수일자 2022년 11월 11일, 수정완료 2023년 1월 11일

게재확정일자 2023년 2월 3일

Received: 11 November, 2022 / Revised: 11 January, 2023 /

Accepted: 3 February, 2023

Corresponding Author: wongal@eulji.ac.kr

Dept. of Health and Environmental Safety at Eulji University, Korea

로 버스, 지하철과 같은 대중교통을 이용하기 어려운 장애우는 택시, 장애인 콜택시를 이용해야 하는 상황이지만 장애인 콜택시를 신청하면 2~3시간은 기다려야 한다 [1].

따라서 본 논문은 대중교통정보를 이용할 수 있는 어플리케이션으로 지정해둔 버스, 지하철역과 일치하면 지팡이에 진동을 줘 교통약자 혼자 대중교통을 이용할 수 있게 하고, 카메라를 이용하여 장애물을 감지하고, 장애물의 종류를 알려주며 해당 영상이 어플리케이션으로 전송되어 보호자가 실시간으로 확인할 수 있도록 하는 등의 교통약자를 도와주고 보호자도 안심할 수 있는 시스템을 제시하고자 한다.[2][3].

II. 관련 연구

1. 아두이노와 블루투스

아두이노 통합개발환경(Arduino IED)은 소스 코드를 작성하고 편집할 수 있으며, 소스 코드를 아두이노 하드웨어가 이해할 수 있는 명령어로 컴파일하여 USB 포트를 통해 업로드가 가능하다.[2]. 여기에 블루투스 프로토콜을 이용할 경우 스마트 단말과 IoT 장비간 근거리에서 케이블 없이 네트워크 연결이 가능하게 되었다[4][5].

2. 교통약자의 장애물

장애인이나 고령자 등의 교통약자가 느끼게 되는 제약이 몇가지 있다. 첫째, 물리적 제약은 버스나 철도 등 차량의 구조, 역이나 터미널 등의 구조, 보도·통로 등의 보행공간의 제약이 되는 구조 즉, 장애물의 유무가 물리적 제약의 대상이 된다[6]. 둘째, 제도적 제약은 지자체들의 조례, 규정 등에 의해서 해당 지역의 사람 외에 이용이 한정되어 있는 경우이다. 기타 연령제한이나 장애의 정도, 이용목적 등으로 이동서비스를 이용하지 못하는 경우도 제도적 제약의 대상에 포함된다[7][8].

III. 스마트 스틱 설계

1. 시스템 설계

본 논문에서는 블루투스로 정보를 읽어 들여 어플리케이션에 입력한 정보와 맞는지 확인 후 스마트 스틱에서 다양한 아두이노 센서를 이용하여 교통약자를 도와주는

시스템을 제작했다. 이러한 스마트 스틱 시스템을 이용하여 교통약자가 스스로 대중교통을 손쉽게 이용하고, 보호자는 어플리케이션으로 교통약자의 안전을 실시간으로 확인할 수 있는 시스템을 제안한다. 이에 대한 시스템 설계도를 그림 1에 나타내었다.

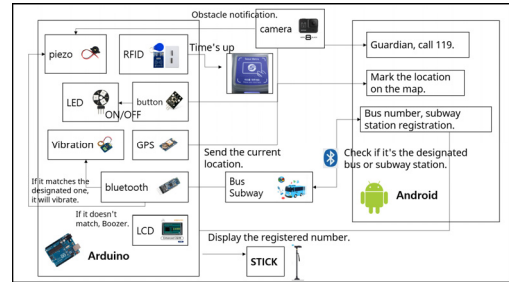


그림 1. 시스템 설계도.
Fig. 1. System Design Diagram

본 설계도는 지팡이에 아두이노 센서를 부착하고, 블루투스를 이용하여 아두이노 센서와 어플리케이션을 연동하고, 어플리케이션에 입력한 정보를 이용하여 교통약자가 대중 교통을 이용할 수 있도록 지팡이의 아두이노 센서를 사용하는 시스템을 제시한다.

2. 시스템 구현

본 시스템은 Arduino와 MIT App Inventor에서 구현되었다. 아두이노 버튼 알고리즘은 스마트 스틱에 부착된 아두이노 버튼 1, 2를 이용한다. 버튼1은 LED의 ON, OFF를 담당하여 한 번 누르면 ON이 되고 두 번 누르면 OFF가 된다. 버튼2는 긴급 전화의 용도로 버튼2를 누를 경우 어플리케이션으로 미리 지정해둔 긴급 번호로 연락이 된다.

그림 2는 아두이노 RFID와 어플리케이션에 교통카드 등록의 알고리즘으로 스마트폰 뒷면에 교통카드를 태그하거나 교통카드 번호를 입력하여 어플리케이션에 교통카드를 등록해 지팡이를 교통카드로 사용할 수 있음을 나타내고, 어플리케이션에 교통카드를 등록할 때, 비장애우 교통카드인지 장애우 교통카드인지 확인하여 저장한다. 장애우의 편의를 위해 개찰구 개방 시간을 다 증가하면 이동속도가 느려지고 비장애우의 불편함이 생길 수 있으므로 장애우용 교통카드일 경우 개찰구 개방 시간을 증가하고 아닐 경우 평소와 같은 시간으로 개방한다.

그림 3은 스마트 스틱에 부착된 아두이노 인공지능 카메라의 알고리즘으로 카메라는 항상 녹화가 되어 어플리

케이션으로 전송되어 보호자가 지팡이 영상을 실시간으로 확인할 수 있게 하고, 녹화 중 장애물이 가까워지면 스틱에 진동을 주어 사용자에게 위험을 알려준다.

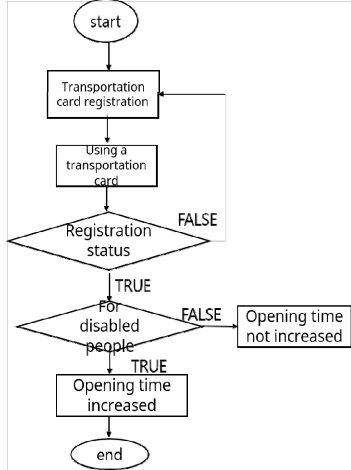


그림 2. RFID 교통카드 알고리즘.
 Fig. 2. Transportation card algorithm Diagram

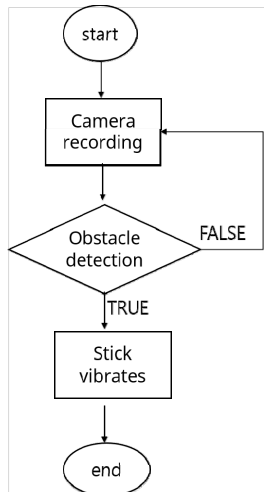


그림 3. 카메라 알고리즘.
 Fig. 3. Camera algorithm

그림 4는 블루투스를 이용하여 어플리케이션에 등록해둔 버스, 지하철역을 찾는 알고리즘으로 버스는 어플리케이션에 이용할 버스 번호를 등록하고 버스 정류장에 갈 경우 등록된 버스가 접근하면 지팡이에 진동이 온다. 버스 정류장에 여러 대가 접근할 경우 제일 가까이에 등록된 버스가 있으면 진동이 울려 버스를 이용할 수 있게 하고, 가까이에 위치한 버스가 아닐 경우 경고음을 울려

아님을 알려준다. 어플리케이션에 등록된 버스 번호가 스마트 스틱에 부착된 LCD에 표시되어 버스 기사님이 보고 교통약자가 버스를 이용할 수 있게 도와줄 수 있게 한다.

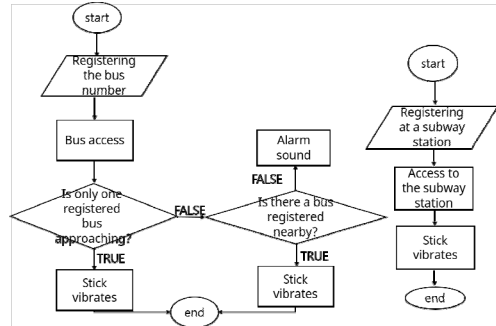


그림 4. 블루투스, 버스, 지하철역 알고리즘.
 Fig. 4. Bluetooth, Bus, and Subway Station Algorithms

IV. 실험 및 결과

본 논문에서 앱 구현 결과는 그림 5, 그림 6과 같다.



그림 5. 앱 홈, 지팡이 연결, 교통카드 등록 화면
 Fig. 5. App home, cane connection, transportation card registration screen

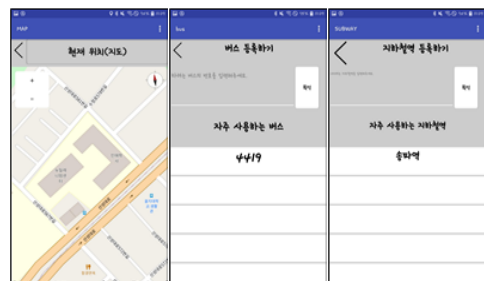


그림 6. 현재 위치 그림, 버스 등록, 지하철역 등록 화면
 Fig. 6. Current location picture, bus registration, subway station registration screen

그림 5의 왼쪽 그림은 앱의 홈 화면으로 지팡이 등록, 교통카드 등록, 버스 등록, 지하철역 등록, 현재 위치 지도로 확인, 현재 위치 영상으로 확인, 비상 전화 등의 실행 버튼이 있어 버튼을 누르면 해당 서비스가 가능한 화면으로 연결된다.

그림 5의 중간 그림은 지팡이 연결 화면으로 scan은 근처 블루투스 리스트를 스캔하여 보여주고, stop scan은 스캔을 멈춰 블루투스 리스트가 더 업데이트 되지 않도록 멈추게하고, 블루투스 리스트에서 원하는 지팡이의 블루투스를 선택하여 connect를 선택하면 연결이 된다. 더 이상 블루투스와 연결하고 싶지 않으면 disconnect를 선택하면 된다.

그림 5의 오른쪽 그림은 교통카드 등록 화면으로 화면에 등록하려는 교통카드를 핸드폰 뒷면에 태그해주세요. 라는 안내가 나오면 핸드폰 뒷면에 교통카드를 태그하여 장애우 교통카드인지 비장애우 교통카드인지 확인하고 등록할 수 있다.

그림 6 왼쪽 그림은 현재 위치를 지도로 나타낸 것으로 지팡이에 달린 GPS를 통해서 지팡이의 위치를 확인할 수 있다. 다른 화면들과 다르게 맨 위 배너에 현재 위치(지도) 부분이 버튼으로 이루어져 있어 지도를 업데이트하고 싶다면 버튼을 선택하면 지도가 업데이트되어 위치를 확인할 수 있다. 배너 바로 아래 왼쪽 +,-로 지도의 크기를 조절할 수 있고, 배너 바로 아래 오른쪽 나침반을 사용할 수 있다.

위 그림 6의 가운데 그림은 버스 등록 화면으로 타려는 버스의 번호를 입력해주세요. 부분을 선택하면 키보드가 생기고 번호를 입력하고 확인을 누르면 자주 사용하는 버스 리스트에 번호가 추가된다. 그 후 리스트에서 타려는 번호를 선택하면 해당 버스가 근처로 왔을 때 진동이 울려 버스를 쉽게 파악할 수 있게 된다.

그림 6의 오른쪽 그림은 지하철역 등록 화면으로 내리려는 지하철역을 입력해주세요. 부분을 선택하면 키보드가 생기고 지하철역을 입력하고 확인 버튼을 누르면 자주 사용하는 지하철역 리스트에 지하철역 이름이 추가된다. 그 후 리스트에서 내리려는 지하철역을 선택하면 지하철역에 다가갈 때 진동이 울려 준비를 하고 내릴 수 있다. 본 논문에서 스마트 스틱 구현 결과는 그림 7과 같다.

그림 7의 왼쪽 그림은 스마트 스틱의 앞부분으로 맨 위에서부터 LED, LCD, 인공지능 카메라가 부착되어있다. 위 그림 7의 오른쪽 그림은 스마트 스틱의 뒷부분으로 맨 위에서부터 LED ON/OFF 버튼, 긴급 전화 버튼, GPS가 부착되어있다.



그림 7. 스마트 스틱 구현 결과.
Fig. 7. Smart Stick Implementation Results

LED는 스마트 스틱에 달린 버튼으로 ON/OFF를 할 수 있고 어플리케이션에서 조정은 따로 되지 않는다. 긴급 전화 버튼은 어플리케이션과 연동되어 버튼을 누르면 바로 전화 가능하다. LCD는 등록된 버스가 왔을 때 기사님이 알아볼 수 있게 해당 버스 번호가 뜨고, 스틱 손잡이 윗부분에 달린 진동 센서로 진동을 느낄 수 있다. 인공지능 카메라는 항상 녹화되어 어플리케이션으로 전송되고, 보호자는 실시간으로 보는 것이 가능하다.

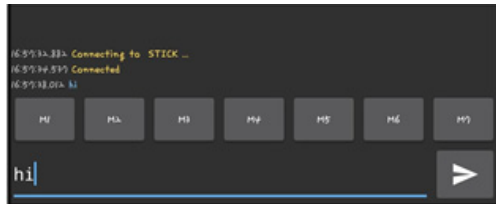


그림 8. 블루투스 성능 평가.
Fig. 8. Bluetooth Performance Assessment



그림 9. 인공지능 카메라 성능 평가.
Fig. 9. Artificial Intelligence Camera Performance

그림 8은 안드로이드에서 블루투스 연결을 확인하는 앱을 실행한 화면이다. STICK이라는 이름으로 설정해둔 블루투스와 연결하여 시리얼 모니터와 앱 화면으로 서로 통신이 가능한 상태를 만들고 보내고 싶은 숫자, 글을 보내 통신을 하는 것으로 블루투스와 안드로이드가 연결된 것을 확인할 수 있다.

위 그림 9는 인공지능 카메라의 성능 평가로 장애물의 종류를 나타내는지를 확인한다. 강아지는 dog, 침대는 sofa로 영어로 나타나고 사람 얼굴은 특정 얼굴을 저장해두면 같은 얼굴은 저장해둔 이름으로 표시되지만 저장되지 않은 얼굴은 Face라고만 뜬다.

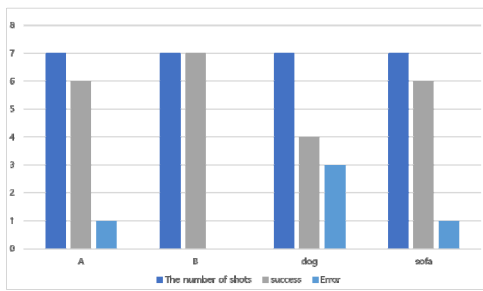


그림 10. 인공지능 카메라 성능 평가
 Fig. 10. AI Camera Performance Evaluation

그림 10은 인공지능 카메라 성능 평가를 차트로 나타낸 것으로, 사람은 오류가 거의 없어 인식하는 것에 큰 영향을 주지 않고, 침대와 같은 사물도 오류가 거의 없다. 강아지는 고양이와 비슷하여 오류가 많아 정확한 측정은 어렵지만 인식은 가능하다.

표 1. GPS 성능 평가
 Table 1. GPS Performance Assessment

	Current latitude	Measurement latitude.	Error
1	37.462026	37.462021	-0.000005
2	37.462026	37.462018	-0.000008
3	37.462026	37.462024	-0.000002
4	37.462026	37.462031	+0.000005
5	37.462026	37.462009	-0.000017

	Current longitude	Measurement longitude	Error
1	127.167273	127.167265	-0.000008
2	127.167273	127.167278	+0.000005
3	127.167273	127.167875	+0.000002
4	127.167273	127.167264	-0.000009
5	127.167273	127.167271	-0.000002

위 표1은 GPS 성능평가로 GPS 모듈로 위도와 경도를 측정하여 위치를 받았을 때 오차가 거의 없다고 할 수 있다. 위도와 경도의 위치 정보를 어플리케이션으로 보내 사용자의 위치를 지도에 표시할 때 큰 오차가 없어 사용자의 위치를 정확하게 표시할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 스마트 스틱을 이용하여 교통약자가 스스로 쉽게 대중교통을 이용하고, 카드형식으로 한정되어 있던 장애인용 교통카드를 지팡이형태로 변환하여, 이용에 편의성을 제공하고, 카메라로 장애물의 종류를 알려주어 좀 더 안전한 생활을 가능하게 할 것을 기대한다.

현재 스마트 스틱은 블루투스 이어폰을 지원하지 않아 경고음이 울릴 경우 주변 소음에 묻히거나, 다른 사람에게 피해가 갈 수 있으므로 블루투스 이어폰과 연결이 될 수 있게 보안을 하고, 어플리케이션과 GPS와 지도를 이용하여 목적지를 어플리케이션에 등록하면 가는 길을 음성으로 알려주어 안내견이나 보호자가 없어도 혼자 이동할 수 있게 보완해 나갈 예정이다.

References

- [1] Jin-Young Kim, Issac Sim, Sung-Hoon Yoon, "Artificial Intelligence-based Classification Scheme to improve Time Series Data Accuracy of IoT Sensors", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC) Vol. 21, No. 4, pp.57-62, 2021. DOI: <https://doi.org/10.7236/IIBC.2021.21.4.57>
- [2] Dong-Jin Shin, Jin Lee, Min-Hui Heo, Seung-Yeon Hwang, Yong-Soo Lee, Jeong-Joon Kim, "Development of Fine Dust Analysis Technology using IoT Sensor", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC), Vol. 21, No. 1, pp. 121-129, 2021. DOI: <https://doi.org/10.7236/IIBC.2021.21.1.121>
- [3] Dong-Gun Kim, Ho-Se Lee, So-Young Kim, Tae-Woo Kim, Hyung-Woo Lee, "LBS/GPS based Bicycle Safety Application with Arduino", Journal of the KIOTS, Vol. 2, No. 1, pp. 7-15, 2016. DOI: <https://doi.org/10.20465/KIOTS.2016.2.1.007>
- [4] Chang-Pyoung Han, "Analysis of vehicle progress before and after a collision using simulation," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 22, No. 1, pp. 402-408, 2021. <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.1.402>

- [5] Songhee Kim, Sunhye Kim, Byungun Yoon, "Deep Learning-Based Vehicle Anomaly Detection by Combining Vehicle Sensor Data", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 22, No. 3 pp. 20-29, 2021, DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.3.20>
- [6] Sangheon Park, Taejae Jeon, Sang Youn Lee, Kim Juwan, "Deep learning based symbol recognition for the visually impaired". The Korea Institute of Information & Electronic Communication Technology(KIIECT) vol.9, no.3, pp. 249-256. 2016, DOI: <https://doi.org/10.17661/kiieect.2016.9.3.249>
- [7] Myung-Jae Lim, Jae-Ju An, So-Hee Jun and Young-Man Kwon*(2020). Efficient algorithm for malware classification: n-gram MCSC. International Journal of Computing and Digital Systems, March(2). 179-185. DOI: <http://dx.doi.org/10.12785/ijcds/090204>
- [8] Myung-Jae Lim, So-Hee Jun, Won-Mo Gal, and Young-Man Kwon.(2020). THE ENHANCED VERSION OF TF-IDF FEATURE VECTOR FOR MALWARE DETECTION. International Journal of Heat and Mass Transfer. specialissue, 161-172. DOI:<http://dx.doi.org/10.17654/HMSI20161>

저 자 소 개

박 희 주(준회원)



- 을지대학교 의료IT학과 학생

임 명 재(종신회원)



- 을지대학교 의료IT학과 교수
- 한국인터넷방송통신학회 이사

갈 원 모(정회원)



- Professor of Health and Environmental Safety department at Eulji University
- 을지대학교 보건환경안전학과 교수