

안전성 강화를 위한 ESP32-CAM을 활용한 시각장애이용 스마트지팡이에 대한 연구

홍두현* · 임종환* · 유준선* · 백승협* · 김재욱**

Study on a Smart Cane for the Visually Impaired utilizing ESP32-CAM
for Enhanced Safety

Doo-Hyeon-Hong* · Jong-Hwan-Lim* · Jun-Sun-Yu* · Seung-Hyeop-Beak* · Jae-Wook Kim**

요 약

본 논문에서는 시각장애인을 위한 스마트 지팡이의 설계와 개발에 대해 다루고 있다. 스마트 지팡이는 초음파 거리 센서, 피에조부조, 조도 센서, LED선, 블루투스 모듈, 카메라 모듈, 스위치, 배터리 등의 센서와 모듈을 내장하고 있으며, 사용자가 지팡이를 사용하는 동안 주변 환경을 카메라로 실시간 스트리밍할 수 있고 보호자에게 공유할 수 있다. 스마트 지팡이는 초음파 거리 센서를 사용하여 앞에 있는 장애물의 거리를 측정하여 사용자에게 경고음을 울려준다. 블루투스 모듈과 스마트폰 앱을 이용하여 보호자에게 자신의 위치를 알려준다. 이러한 스마트 지팡이는 시각장애인이 일상생활에서 자신의 이동을 보다 안전하게 할 수 있도록 돕는데 큰 도움이 될 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, research was conducted to prevent various safety accidents that may occur from infant carriages carrying children and to make the use of infant carriages easier. In order to prevent the baby car from running without protection, a brake function is installed on the baby car wheels using a pressure sensor and a servo motor. Then, a pressure sensor and LCD are used to determine whether the seat belt is fastened to prevent the child from falling out of the baby car. In addition, it was designed to use LCD and LED to turn on a warning light when the temperature and humidity exceed a certain level, so that infants can be in a comfortable environment when using the baby car.

키워드

Smart Cane, Text Notification Function, Obstacle Recognition, Night Walking Light
스마트 지팡이, 문자 알림 기능, 장애물 인식, 야간 보행등

1. 서 론

우리는 사물끼리 인터넷으로 연결돼 정보를 주고받

는 사물인터넷 시대에 살고 있다. 본 연구는 이러한 사물과 인터넷의 상호작용을 이용해 지팡이와 아두이노를 이용해 오픈 소스를 지향하는 마이크로 컨트롤

* 남서울대학교 전자공학과 (ghbe1999@naver.com, hawan0115@naver.com, asltjd0301@naver.com, tmqkjl88@naver.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

· 접수일 : 2023. 10. 23

· 수정완료일 : 2023. 11. 17

· 게재확정일 : 2023. 12. 27

· Received : Oct. 23, 2023, Revised : Nov. 17, 2023, Accepted : Dec. 27, 2023

· Corresponding Author : Jae-Wook Kim

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University,

Email : jwkim@nsu.ac.kr

러를 내장한 기기 제어용 기판이다. 국내 등록된 시각 장애인 수는 대략 25만 명 정도이며 전 세계적으로는 약 2억 5천만 명이 시각장애를 가지고 있는 것으로 추산된다. 거리에는 적지 않은 수의 시각장애인을 위한 점자블록이 파손되거나 흔들리고 규격에 맞지 않아 안전을 위협하는 상황을 볼 수가 있다.

시각장애인은 시각적인 정보를 얻는 것이 어려워 일상생활에서 많은 제약과 어려움을 겪고 있다. 이러한 어려움을 해결하기 위해 시각장애인 보조기기의 수요가 높아지고 있다. 특히, 지팡이는 시각장애인이 일상생활에서 가장 많이 사용하는 보조기기 중 하나이다. 기존의 지팡이는 시각장애인이 충분한 안전성과 이동 편의성을 확보할 수 있는 물리적인 기능만을 제공하고 있어, 주변 환경에 대한 정보를 제공해주지 못한다. 이는 시각장애인이 이동하면서 경험하는 환경을 파악하는 데 어려움을 높게 하여 보행 안전성을 저해하고 일상생활의 불편함을 일으킨다. 이러한 문제점을 극복하기 위해, 최근에는 다양한 센서와 통신 기술이 접목된 스마트 지팡이가 개발되고 있으나 사실 가격적인 부분과 실제로 스마트 지팡이를 이용하는 사례는 많지 않다[1,2].

본 논문에서는 시각장애인을 위한 스마트 지팡이를 개발하고 그 성능을 검증하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 조도 센서, 초음파 센서를 이용한 스마트 지팡이 시스템을 구성하였다. 해당 시스템을 통해 수집된 데이터를 기반으로 실시간으로 주변 환경 정보를 분석하고 시각장애인에게 소리를 제공하는 알고리즘을 구현하고 보행에만 신경 쓴 것이 아닌 보호자에게도 정보를 알려줄 수 있는 문자 알림 시스템과 보호자가 실시간으로 스트리밍이 가능하다.

본 논문의 결과는, 시각장애인의 보행 안전을 증진하고 일상생활의 편의성을 제공할 수 있는 스마트 지팡이 시스템의 구현과 검증을 통해, 시각장애인 보조기기 분야에 대한 새로운 시각과 기술적인 가능성을 제시할 것으로 기대된다[3].

II. 시스템 구성도

2.1 스마트 지팡이 구조

그림 1은 Arduino UNO를 활용한 시각장애인용 스

마트 지팡이의 시스템 블록도를 나타내며, 다양한 구성 요소와 그 역할을 보여준다. 이러한 시스템은 시각장애인의 안전하고 독립적인 이동을 지원하기 위한 다양한 기능을 제공하며, 다양한 센서 및 통신 모듈을 활용하여 사용자의 요구를 충족시킨다.

그림 2는 오픈 소스를 지향하는 아두이노를 이용하여 일반적인 시각장애인용 플라스틱 지팡이와 IoT를 결합한 스마트 지팡이의 구성을 나타낸다.

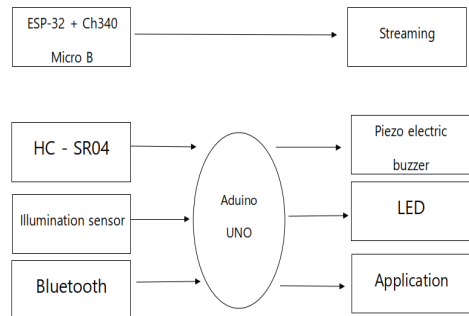


그림 1. 시스템 블록도
Fig. 1 Block diagram of system



그림 2. 스마트 지팡이의 구성
Fig. 2 Configuring smart cane

2.2 스마트 지팡이 기능



그림 3. ESP32-CAM
Fig. 3 ESP32-CAM

그림 3은 ESP32-CAM+CH340 micro B 업로드 보드로서 실시간 스트리밍을 할 수 있다. 이 기능을 활용하여 시각장애인이 외부 활동 시 보호자가 실시간으로 스트리밍할 수 있다.

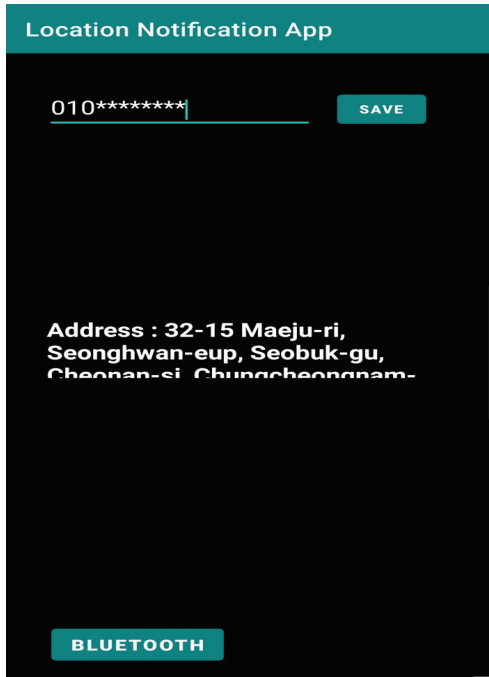


그림 4. 시각장애인의 스마트폰 앱
Fig. 4 Smartphone apps for the blind

그림 4는 시각장애인의 스마트폰 앱으로 보호자와 사용자의 지팡이 및 앱을 블루투스 모듈과 스마트폰으로 연결하여 사용자의 위치 정보와 출발/도착 정보를 알 수 있는 기능이다[4].

III. 실험 및 고찰

3.1 초음파 센서 거리측정

그림 5는 초음파 센서와 피에조 부저의 흐름도를 나타낸다. 초음파 센서는 지팡이의 하단부에 부착되어 장애물을 감지한다[3]. 흐름도에서 보이는 바와 같이 전원을 'ON' 시키면 초음파 센서의 거리 측정값에 따라 피에조 부저의 음과 소리 간격이 달라져 거리를 알 수 있다[5].

표 1은 초음파 센서의 거리에 따른 안전도 규격으로서 물체와 초음파 센서의 간격이 안전(60cm), 약간 안전(50cm), 보통(40cm), 조금 위험(30cm), 위험(20cm), 매우 위험(10cm)의 6가지로 분류된다[2].

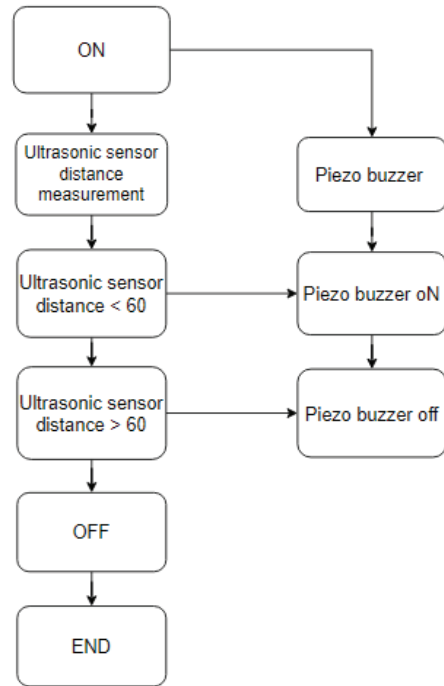


그림 5. 초음파 센서와 피에조 부저의 흐름도
Fig. 5 Flowchart of ultrasonic sensors and piezo buzzers

표 1. 초음파 센서의 거리에 따른 안전도 규격
Table 1. Safety specification for the distance of ultrasonic sensors

distance [cm]	detail of ultrasonic sensor serial monitor
10	very dangerous
20	danger
30	a little dangerous
40	commonly
50	slightly safe
60	safety

표 2. 초음파 센서와 물체 사이의 거리 측정
Table 2. Measuring the distance between the ultrasonic sensor and the object

distance number	between the ultrasonic sensor and the object distance [cm]					
	10	20	30	40	50	60
1	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○

표 2는 초음파 센서와 물체 사이의 거리 측정에 따른 정상 작동 판별 여부를 위한 실험 결과값으로, 초음파 센서와 물체 사이의 거리를 10~60cm의 범위에서 10cm 간격으로 소리가 출력 가능하도록 설계하여 실험하였다. 측정 결과, 장애물 기준으로 5회 반복 실험을 하였으며, 초음파 센서의 정확도는 ±1임에도 불구하고 모든 실험에서 오류없이 정상적으로 작동하였다[1].

3.2 조도 센서 LED 밝기 조절

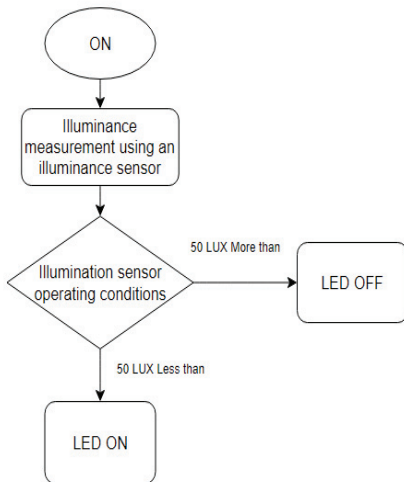


그림 6. 조도 센서 작동 흐름도
Fig. 6 Illumination sensor operation flowchart

그림 6은 조도 센서에 따른 동작 흐름도를 나타낸다. 조도 센서는 측정된 조도값이 50LUX 이하일 때 LED가 ‘ON’이 되고, 조도값이 50LUX를 초과할 때 LED가 ‘OFF’ 된다.

표 3. 조도 센서 밝기 측정에 따른 LED 상태
Table 3. LED status based on illumination sensor brightness measurement

brightness [lux]	LED
143	OFF
79	OFF
60	OFF
50	ON
40	ON
20	ON
13	ON
7	ON

표 3은 조도 센서를 이용한 빛의 밝기에 따른 LED 점등 상태 실험 결과값이다. 본 실험은 Lux Meter 어플리케이션을 활용하여 조도 센서가 LUX 값의 변화에 따라 LED의 ON/OFF 상태를 측정하였다. 실험 결과 조도 센서는 50LUX 값에서 LED가 ON이 되는 것을 확인할 수 있었으며 50LUX 이상 값에서는 LED가 OFF 되는 것을 확인할 수 있었다[6].

3.3 블루투스를 활용한 시각장애인의 스마트폰 앱 호출

그림 7은 블루투스와 시각장애인 스마트폰 앱 간의 흐름도를 나타낸다. 안드로이드 스튜디오를 활용해 앱을 제작하였다. 블루투스를 활용해 스마트폰과 연동하고 앱에 번호를 입력하여 출발 및 도착버튼을 누르면 입력된 번호로 출발 및 도착 문자가 사용자의 위치와 함께 전송된다. 또한 음성으로 출발 및 도착 알림이 출력된다. 시각장애인이 외출 시 제 3자나 보호자가 시각장애인 스마트폰의 앱에 번호를 입력해줌으로써 원활한 기능 활용이 가능하다. 비상버튼을 누르면 입력된 번호로 긴급문자가 전송되고 실시간 주소와 함께 전송된다[7].

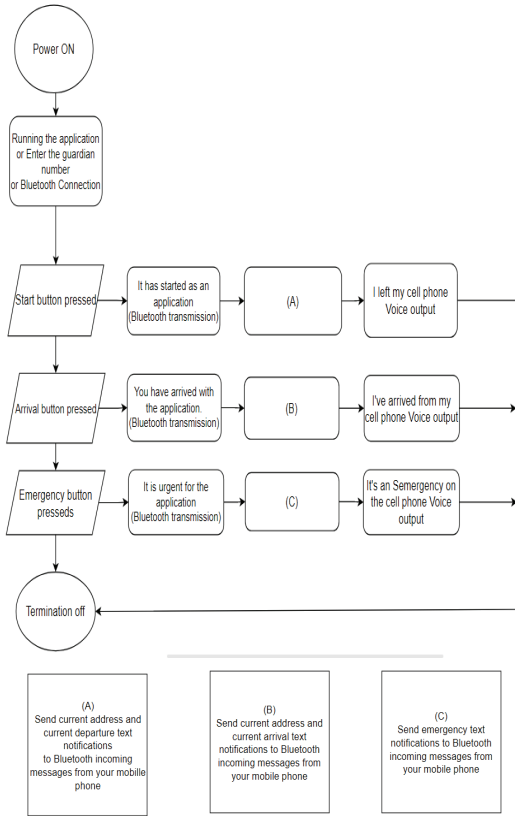


그림 7. 블루투스 및 시각장애인 스마트폰 앱 간의 흐름도

Fig. 7 Flowchart between Bluetooth and blind smartphone apps

표 4. 블루투스의 거리 측정
Table 4. Bluetooth Distance Measurement

distance [m]	whether to measure [possible/impossible]
15	possible
20	possible
30	possible
35	possible
40	impossible

표 4는 스마트 지팡이에 탑재된 블루투스 모듈과 스마트폰 간의 구동할 수 있는 거리이다. 통신 가능한 거리의 범위는 15~35m로 측정되었으며, 오차범위는 약 ±5m로 확인되었다[8].

3.4 ESP32-CAM+CH340 micro B 업로드 보드 스트리밍 측정

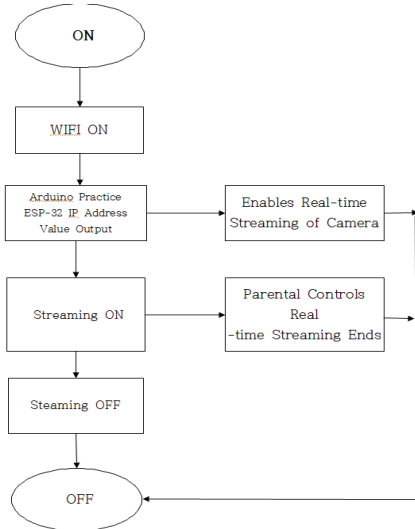


그림 8. ESP32-CAM+CH340 Micro B 업로드 보드의 흐름도

Fig. 8 ESP32-CAM+CH340 micro B upload board flowchart

그림 8은 ESP32-CAM+CH340 micro B 업로드 보드의 블록도를 나타낸다. IDE를 이용하여 ESP32-CAM+CH340 micro B를 업로드하여 IP주소를 시리얼 모니터에서 받아 인터넷사이트에 검색하여 실시간 스트리밍이 가능하다[9].

표 5. ESP32-CAM+CH340 micro B의 거리 측정
Table 5. Distance measurement of ESP32-CAM+CH340 micro B

distance [m]	streaming or not [possible/impossible]
20	possible
25	possible
30	possible
35	impossible
40	impossible

표 5는 스마트 지팡이에 탑재된 ESP32-CAM+CH340 micro B에 스트리밍이 가능한 거리 측정 결과

이다. 거리가 35m 이상 멀어지면 스트리밍이 끊기는 것을 확인할 수 있다[10].

IV. 결 론

본 연구는 시각장애인들의 보행을 좀 더 편리하게 하고 보호자에게 시각장애인의 안전을 확인시켜주기 위함이다. 또한, 지팡이의 정확도를 향상시켜 시각장애인들이 보행에 대한 두려움을 이길 수 있게끔 안전한 보행을 제공하는 “스마트 지팡이”이다.

시각 장애인에게 장애물 감지 시 소리 알림을 주어 사고 발생 확률이 낮아질 것으로 예상된다. 또한, 조도 센서로 빛의 밝기를 측정해 LED의 밝기가 자동으로 조절되므로 사용자가 밤에도 안전하게 보행할 수 있으며, 스위치로 외부 활동을 마치고 내부 활동으로 변경 시에는 전원을 ON/OFF 할 수 있어서 에너지를 절약할 수 있으며, 카메라 기능으로 실시간 스트리밍으로 보호자에게 사용자가 위험상황이 있는지 실시간으로 확인할 수 있고, 스마트 지팡이 사용자의 안전성을 보장 할 수 있을 것이며, 장애물 판단의 정확성을 높일수 있다. 아두이노에 블루투스 모듈과 앱으로 병합하여 사용자가 보호자에게 위치를 알려줄 수 있고, 사용자가 긴급상황 시 스마트 지팡이에 달린 스위치로 빠르게 위험을 알려줄 수 있다.

추후 개발되는 시각장애인의 스마트 지팡이에서는 카메라가 실시간 스트리밍 외에도 영상을 녹화할 수 있을 것이고 음성까지 포함하여 나올 수 있을 것 같다. 또한, 상황이 좋아진다면 사용자와 보호자가 멀어졌을 때 스마트 지팡이에 탑재된 블루투스 모듈이 끊기는 것을 방지할 수 있을 것이다.

References

[1] L. Kim, S. Park, S. Lee, H. Cho, and S. Ha, “Improvement of an electronic aid for the blind using ultrasonic and acceleration sensors,” *J. of the Society of Information Science : Software and Applications*, vol. 36, no. 4, Apr. 2009, pp. 291-297.

[2] J. Lee, S. Lim, E. Lee, and B. Shin, “An outdoor navigation system for the visually

impaired persons incorporating GPS and ultrasonic sensors,” *J. of the Society of Information Science : Software and Applications*, vol. 36, no. 6, June 2009, pp. 462-470.

[3] J. Seok, J. Kim, and C. An, *A Study on the Improvement of Mobility for the Visually Impaired*. Suwon City, Gyeonggi-do: Gyeonggi Research Institute, July 2022, pp. 17-21.

[4] J. Yoon, “A study on the development of smart stick design in preparation for falling accidents for older adults,” Master’s thesis, *Pukyong National University Graduate School of Industrial Design*, 2021, pp. 41-42.

[5] E. Lee, “Development of teaching and learning materials using Arduino and piezo buzzer,” *J. of The Korea Society of Computer and Information*, vol. 25, no. 12, Dec. 2020, pp. 349-357.

[6] J. Lim, N. Park, B. Choi, Y. Kim, and J. Kim, “A Study on the Multi-sensor Toilet,” *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 1, Feb. 2022, pp. 201-206.

[7] D. Wang, J. Ahn, S. Choi, and B. An, “Development of software mobile controller contents using bluetooth module,” *J. of the Institute of Internet, Broadcasting and Communications*, vol. 9, no. 5, 2009, pp. 39-44.

[8] O. Kwon, Y. Park, H. Im, and D. Min, “A study on the smart farm characteristics using multiple sensors,” *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 4, Aug. 2021, pp. 719-724.

[9] M. Lee, “Lecture contents and teaching guideline for implementing the educational artificial neural networks programs using arduino ESP-32,” Master’s thesis, *Ewha Womans University Graduate School of Education*, 2020, pp. 44-45.

[10] J. Lee, T. Choi, J. Lim, H. Oh, and S. Ruy, “Smart harness for preventing pet loss outdoors,” *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 4, Aug. 2021, pp. 709-718.

저자 소개



홍두현(Doo-Hyeon Hong)

2018년 3월~현재 : 남서울대학교
전자공학과 4학년 재학 중
※ 주 관심분야 : 통신시스템, 반
도체 응용, 시스템 설계



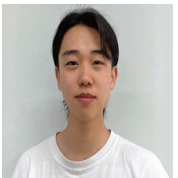
임종환(Jong-Hwan Lim)

2018년 3월~현재 : 남서울대학교
전자공학과 4학년 재학 중
※ 주 관심분야 : 논리회로



유준선(Jun-Sun Yu)

2018년3월~현재 : 남서울대학교
전자공학과 4학년 재학 중
※ 주 관심분야 : 통신시스템, 센
서 응용



백승협(Seung-Hyeop Beak)

2019년 3월~현재 : 남서울대학교
전자공학과 4학년 재학 중
※ 주 관심분야 : 마이크로프로세서



김재욱(Jae-Wook Kim)

2006년 3월~현재 : 남서울대학교
전자공학과 부교수
※ 주 관심분야 : chip inductor
개발, 자성박막 및 소자 개발

