

다중 센서를 이용한 시각장애인 보행 보조 시스템

박혜빈* · 고용진* · 이승민* · 장지훈* · 이봉주**

Walking Assistance System for Visually Impaired People using Multiple sensors

Hye-Bin Park* · Yong-Jin Ko* · Seung-Min Lee* · Ji-Hoon Jang* · Boong-Joo Lee**

요약

본 논문에서는 시각 장애인들이 실외 보행 시 위험 요소로부터 보다 안전할 수 있도록 보행 보조기구를 구현하였다. 초음파 센서를 이용하여 장애물과의 거리가 전방 50cm 이내 및 전방 52° 이내 일 때 장애물 감지가 가능하며 조도 센서를 통해 25lux 이하가 되면 LED가 자동 점등되어 시각 장애인의 안전을 보장하고 주변 보행자들의 시야 확보에도 도움을 주는 시스템을 제작하였다. 색상 인식 센서는 감지 거리를 1cm로 하여 노란색의 인식률을 높이고 노란색을 감지하였을 때 진동이 울리도록 하였으며 평균 7.3m의 오차 범위를 가진 GPS를 활용하여 시각 장애인의 위치를 보호자가 확인할 수 있도록 하였다.

ABSTRACT

In this thesis, the ambulatory aid mechanism was implemented so that blind people could be safer at risk of walking outdoors. Using ultrasonic sensors, the obstacles can be detected when the distance between the obstacle is within 50 cm of the obstacle. If the light sensor becomes less than 25 lux, the LED will automatically turn on and help the safety of the visually impaired and the security of sight of the peripheral walkers. Color recognition sensors increase the rate of recognition of yellow color by the detection distance is 1cm, it vibrated when yellow light was detected. Using GPS with 7.3 m of error range, the guardian was able to check the location of the visually impaired.

키워드

Ultrasonic Sensor, GPS, Bluetooth, Mobile Application, Aduino, Color Recognition Sensor, Light Sensor
초음파 센서, GPS, 블루투스, 모바일 어플리케이션, 아두이노, 색상 인식 센서, 조도 센서

I. 서론

시각 장애인들은 이동시 주변 환경에 대한 정보를 얻을 수 없으므로 장애물로부터 위험한 상황에 접하게 되는 경우가 많다. 우리나라의 장애인 수는 2015년 6월 250만명에 이르고 이 중 시각 장애인은 전체

장애인수의 10.15%에 달하는 25만명이다. 2010년 249,529명, 2012년 252,564명[1]으로 매년 시각장애인의 수는 증가하고 있으나 복지시설이나 지원의 수준이 장애인 수에 비해 턱없이 부족한 현실이다[2]. 본 논문에서는 초음파 센서, 색상 인식 센서, 조도 센서, 진동 모터, 부저, LED, GPS와 블루투스를 사용하

* 남서울대학교 전자공학과 (bhbh624@naver.com, dydwls6416@naver.com, lsm921016@nate.com, xksxksxs12@naver.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

• 접수일 : 2017. 06. 16
• 수정완료일 : 2017. 07. 13
• 게재확정일 : 2017. 08. 01

• Received : Jun 16, 2017, Revised : July 13, 2017, Accepted : Aug 01, 2017

• Corresponding Author : Boong-Joo Lee

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University,

Email : bjlee@nsu.ac.kr

였다. 초음파 센서가 장애물을 감지하여 부저를 통해 소리로 사용자가 장애물을 인식할 수 있으며 조도 센서를 이용하여 어두운 환경에서 LED가 자동 점등 된다. 기존의 흰 지팡이만 이용하여 보행자나 운전자가 시각장애인을 인식하고 주의해야 했던 상황에서 벗어나 보행자나 운전자가 LED를 통해 시각장애인을 인식하고 주의할 수 있도록 보행자, 시각장애인 모두의 안전성을 높였다. 또한 색상 인식 센서를 통해 노란색 점자블록을 인식하게 하여 시각장애인의 보행을 도우며 GPS와 블루투스를 연동하여 시각장애인의 위치 현황을 보호자가 확인 할 수 있게 하여 기존의 흰 지팡이보다 안전성과 효율성, 편리성을 높인 스마트한 보행 보조기구를 제작하고자 한다[3].

II. 본 론

2.1 시스템 블록도

그림 1은 아두이노를 메인으로 한 시각장애인을 위한 스마트 보행기구의 시스템 블록도이다.

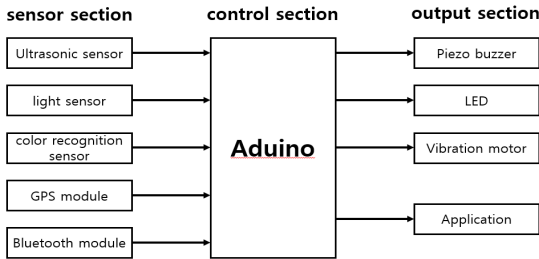


그림 1. 시스템 블록도
Fig. 1 System block diagram

입력부의 초음파 센서, 조도 센서, 색상 인식 센서, GPS 모듈, 블루투스가 제어부의 아두이노에서 각각의 코딩을 통하여 출력부의 피에조 부저, LED, 진동 모터, 어플리케이션을 작동하게 한다.

2.2 초음파 센서 알고리즘

그림 2는 초음파 센서의 알고리즘이다. 초음파 센서에서 일정거리 내의 장애물을 인식하면 피에조 부저가 울리게 된다. 피에조 부저는 전기적 신호를 받아

기계적인 변화를 발생하여 소리가 나게 되며 압전효과를 이용한다[4].

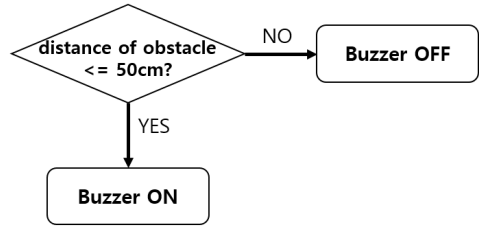


그림 2. 초음파 센서 알고리즘
Fig. 2 Ultrasonic sensor algorithm

2.3 조도 센서 알고리즘

조도 센서는 GL5528을 이용하며 빛에 따라 전기저항이 변하는데 이를 이용해 빛의 세기를 측정하고 전자기기를 제어하는 것이 가능하다[5]. 그림 3은 조도 센서의 알고리즘이다. 어두울 때 조도센서의 저항 값이 낮아지고 전류가 세계 흐르면서 제어부의 아두이노를 통해 LED가 자동 점등 된다.

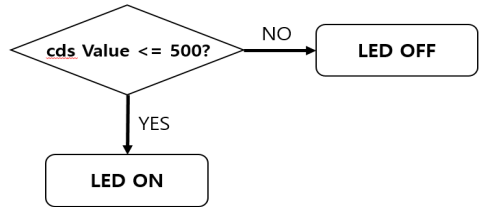


그림 3. 조도 센서 알고리즘
Fig. 3 Light sensor algorithm

2.4 색상 인식 센서 알고리즘

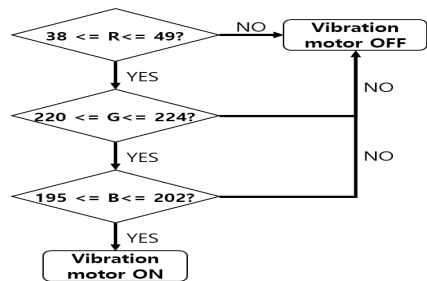


그림 4. 색상 인식 센서 알고리즘
Fig. 4 Color recognition sensor algorithm

본 연구에서의 색상 인식 센서의 동작은 그림 4와 같이 이루어진다. 색상 인식 센서는 센서가 장애인 유도 블록의 노란색을 인지하면 진동 모터가 동작하는 방식이다.

2.5 GPS 모듈 알고리즘

그림 5는 GPS 모듈의 알고리즘이다.

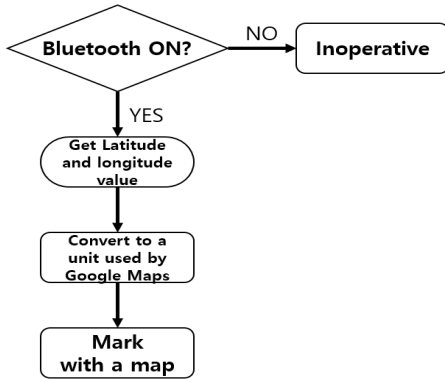


그림 5. GPS 모듈 알고리즘
Fig. 5 GPS Module algorithm

GPS를 통해 얻은 위치정보를 보호자에게 보내기 위하여 블루투스를 사용하여 통신을 하며 개발한 어플리케이션으로 사용자의 위치 정보를 받을 수 있다 [6].

III. 실험 및 고찰

3.1 초음파 센서 정확도 실험

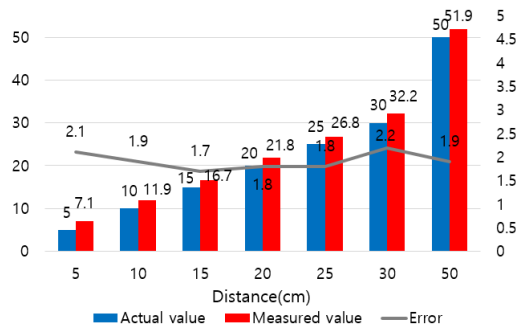


그림 6. 초음파 센서 거리별 오차
Fig. 6 Ultrasonic sensor distance error

그림 6에서는 거리에 대한 정확성을 높이기 위해 실제 값과 측정값을 확인하는 실험을 진행하였다. 거리에 상관없이 2cm(± 0.5 cm)의 오차를 보였다. 원래 목표했던 최대 감지 거리인 50cm에 맞추기 위해 48.1cm로 설정하였다.

3.2 조도 센서 cds 값 측정 실험

표 1은 LED가 켜지는 적절한 조도 값을 찾기 위해 진행한 실험이다.

표 1. 담천공, 청천공 정보
Table 1. Overcast sky, clear sky information

Date	2017.04.21	2017.04.28
Sky Conditions	overcast sky	clear sky
Sunset illuminance	44.2 lx	152.8 lx
Sunrise illumination	46.8 lx	149.3 lx
Sunset time	19 : 11	19 : 17
Sunrise time	05 : 50	05 : 41
lighting up time	19 : 27	19 : 35
Blackout time	05 : 34	05 : 24

표와 같이 흐린 날(담천공; overcast sky)인 2017. 4. 21.과 맑은 날(청천공; clear sky)인 2017. 4. 28.에 실험을 진행하였다. 표를 보면 담천공일 때와 청천공일 때의 일몰, 일출 조도가 다르다는 것을 알 수 있다. 실제 외부에서 조도 센서를 이용한 LED 점등, 소등 실험을 하였는데 담천공일 때는 일몰 이후 16분이 지나서 LED가 점등하였고, 일출 16분 전에 LED가 소등하였다. 청천공일 때는 일몰 이후 18분이 지나서 LED가 점등하였고, 일출 17분 전에 LED가 소등하였다. 담천공일 때와 청천공일 때의 일몰, 일출 기준 LED 점등, 소등 시간이 담천공일 때는 16분 전후, 청천공일 때는 17~18분 전 후인 것을 보면 담천공일 때와 청천공일 때의 일몰, 일출 조도 값의 차이가 있음에도 일몰 후와 일출 전의 LED 점등, 소등 시간은 담천공일 때와 청천공일 때가 거의 차이가 없는 것을

알 수 있다. 즉, 일몰, 일출 전후로 16~18분이 되어 빛이 거의 없는 25lux 이하가 되면 날씨가 조도 값에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다[7].

그림7과 표 1에서 얻은 25lx 값을 토대로 조도센서의 cds 값을 구하여 그래프로 나타낸 것이다.

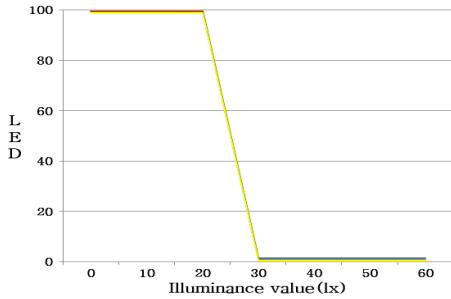


그림 7. LED 밝기에 따른 조도 값
Fig. 7 Illumination value according to LED brightness

일몰 후 적절히 어두울 때의 조도 값인 25lux에 맞추기 위해 센서 데이터 값을 512로 설정하여 결과값을 얻었다[8,9].

3.3 색상 인식 센서 인식률 향상을 위한 실험

색상 인식 센서의 인식률을 높이기 위한 실험들을 여러 차례 진행하였다. 다음 표 2는 센서와 지면의 거리에 따른 센서의 정확도 실험이다.

표 2. 지면과의 거리에 따른 센서 정확도
Table 2. Sensor accuracy according to distance from ground

The distance from the ground [cm]	Sensor accuracy
5	21.4%
4	22.8%
3	78%
2	82.3%
1.5	87%
1	91.1%
0.5	88.6%

여러 차례에 걸친 실험 결과 표 2와 같이 지면과의 거리가 1cm 일 때 센서 정확도가 가장 정확함을 확인했다. 색상 인식 센서는 센서 내에서 주는 빛뿐만 아니라 주변에서 들어오는 조도의 값에도 센서가 영향을 받는다[10]. 그림 8에서는 이 문제를 해결하기 위해 암실을 만들어 그 안에 컬러센서를 넣고, LED를 밝힌 후 실험을 진행하였다.

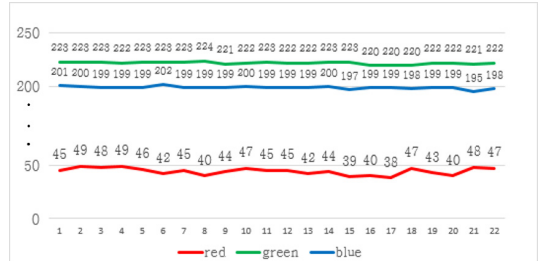


그림 8. 암실을 만든 후 측정된 RGB 값
Fig. 8 The RGB values measured after making the dark room

그림 8에서 암실을 만든 후 실험 결과 실제 유도블록에서 RGB의 값이 비슷한 값으로 출력되는 것을 확인할 수 있었다.

3.4 GPS 좌표 데이터의 신뢰성 유무와 정확성

표 3. 실제 위치와 GPS 측정 좌표 거리 오차
Table 3. Actual position and GPS measurement coordinate distance error

	GPS Measurement coordinate		Actual coordinate		Distance error
	Latitude	longitude	Latitude	longitude	
location 1	36.907578	127.143921	36.907550	127.144006	8.17m
location 2	36.907565	127.143948	36.907515	127.143914	5.26m
location 3	36.907576	127.143893	36.907507	127.143904	7.87m
location 4	36.907563	127.143840	36.907546	127.143749	8.23m
location 5	36.907576	127.143877	36.907520	127.143915	7.04m

다음 표 3에서는 GPS 모듈을 통하여 수신되는 위치 좌표 데이터의 신뢰성 유무와 정확성을 확인하기 위한 실험을 진행하였다. 실제 위치 좌표는 구글 지도 어플리케이션을 이용하여 구하였다. 결과값은 위치별 실제 좌표와 GPS 측정 좌표를 비교하고 오차를 표시하였다.

그 결과, 표에서와 같이 위치별 실제 좌표와 GPS의 측정 좌표 비교 결과 평균 7.3m 이내의 오차를 갖는 것을 확인 할 수 있었다[11].

IV. 결론 및 향후 방향

오늘날 시각 장애인의 수는 늘고 있으나 이에 대한 정부의 지원이나 시설은 턱 없이 부족한 현실이므로 실생활에서 시각 장애인들이 겪는 불편함을 조금이나마 덜고자 시각 장애인을 위한 지팡이를 개발하였다. 단순히 앞의 장애물만 인식 할 수 있었던 기존의 흰 지팡이에서 4가지의 기능을 더 추가하였다.

초음파 센서를 통해 전방의 장애물을 감지하여 피에조 부저를 통해 소리가 나서 사용자가 소리를 듣고 전방에 물체가 있음을 확인 할 수 있으며 이 때 센서와 장애물과의 거리는 실험을 통해 가장 최적화된 거리인 50cm로 맞추었으며 초음파 센서 2개를 이용하여 보다 탐지각을 52°로 높여 효과적으로 전방의 물체를 감지 할 수 있도록 하였다.

조도 센서를 통해 주변의 밝기가 어두울 때, 즉 밤에 보행 시에 다른 보행자나 운전자들의 시야확보에 어려움이 있어 사고 위험이 있는데 밝기가 25lx 이상이 될 때 led가 자동 점등 되게 하여 운전자와 주변 보행자의 시야 확보를 도와 안전성을 높였다.

색상 인식 센서를 통해 시각 장애인들의 보행을 돕는 시각 장애인 유도 블록의 노란색을 인식하여 시각 장애인들이 진동을 통해 유도 블록을 보다 정확하게 인식 할 수 있게 하였다. 이 때 색상 인식 센서가 주변 밝기에 영향을 많이 받아 RGB 값이 계속 변화하기 때문에 주변 밝기의 영향을 최소화하기 위해 색상 인식 센서 주변을 암실로 만들었다. 또한 진압 인가 방식에 따라 색상 인식 센서 주변 LED 밝기의 변화로 출력되는 RGB 값이 영향을 받지 않게 하기 위하여 VCC, GND, LED에 별도의 외부 전원을 인가하

였다. 외부 전원을 인가함으로써 LED가 일정한 빛을 유지하여 시각장애인 유도 블록의 인식률을 높였다.

평균 7.3m의 오차범위를 가진 GPS를 이용하여 위·경도의 값을 얻어 현재의 위치를 블루투스 통신을 통해 보호자의 어플리케이션에 보내어 보호자가 실시간으로 시각장애인의 위치 파악을 할 수 있어 안전성과 동시에 분실의 위험도 방지하였다.

향후 시각 장애인을 위한 지팡이에서는 색상 인식 센서가 더욱 개발되어 주변 요소의 영향을 크게 받지 않는다면 RGB 값의 편차가 적어 노란색을 읽는 정확성을 높일 수 있을 것으로 예상되며 기존 지팡이에 센서와 같은 부품을 부착하였기 때문에 무게나 이용에 불편함을 겪을 수 있는데 하드웨어가 소형화되고 부품이 경량화 된다면 편리하고 손쉽게 사용 할 수 있을 것으로 기대될 수 있다.

References

- [1] J. Lim and D. Jeon, "The Factors that Affect the Employment of the Visually Impaired," *J. of Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired*, vol. 24, no. 2, 2008, pp. 105-124.
- [2] J. Lee, H. Lee, and B. Song, "A Trend of Domestic Assistive Device for the Blind," *J. of Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired*, vol. 22, no. 2, 2006, pp. 31-48.
- [3] E. Kim, J. Park, H. Kim, and D. Park, "A Study of Cane for Blind," *Korea Information Technology Association Proc. of the Int. Seminar on Science and Technology*, Busan, Korea, vol. 2016, no. 6, June, 2016, pp. 238-241.
- [4] C. Yu, "Ultra-factor fusion Process for Pedestrian Risk Assessment," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 11, no. 8, 2016, pp. 817-826.
- [5] H. Kim, S. Yoon, *Arduino application*, Daejeon: Seoul Accord, 2016, pp. 105
- [6] S. Kim, "Auto Music Player using Arduino and CDS Sensor," *J. of Korea IT Marketing Association*, vol. 2014, no. 1, 2014, pp. 114-115.
- [7] H. Suh, "Analysis of Coarse Acquisition

Code Generation Algorithm in GPS System," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 12, no. 1, 2017, pp. 61-68.

- [8] T. Ko, J. Han, K. Lee, S. Lee, S. Han, and K. Choi, "Streetlight Generator Diming Control using Solar Module," *Korea Information Technology Association Proc. of the Int. Seminar on Science and Technology*, Daegu, Korea, vol. 2012, no. 5, May, 2012, pp. 185-189.
- [9] S. Kwak, "Design and Implementation of LED Lighting System with Adjustable Brightness and Color Capability," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 10, no. 5, 2015, pp. 579-586.
- [10] Li Qiaoyi, X. Yanling, Y. Wenlong, H. Junsheng, and L. Huan, "Study on Color Analyzer based on the Multiplexing of TCS3200 Color Sensor and Microcontroller," *Int. J. of Hybrid Information Technology*, vol. 7, no. 5, 2014, pp. 167-174.
- [11] P. Nu and J. Chung, "Design of a Vehicle-Mounted GPS Antenna for Accurate Positioning," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 11, no. 2, 2016, pp. 145-150.



이승민(Seung-Min Lee)

2012년 3월 ~ 현재 남서울대학교
대학교 전자공학과 재학



장지훈(Ji-Hoon Jang)

2012년 3월 ~ 현재 남서울대학교
대학교 전자공학과 재학



이봉주(Boong-Joo Lee)

1996년 2월 인하대학교 전기공학과
졸업 (공학사)

1998년 2월 인하대학교 대학원 전
기공학과 졸업(공학석사)

2003년 2월 인하대학교 대학원 전기공 졸업(공학박사)
2007년 8월 LG전자 디지털 디스플레이 연구소
남서울대학교 전자공학과 부교수

※ 주 관심분야 : OLED, LED, 광소자, Solar-cell

저자 소개



박혜빈(Hye-Bin Park)

2014년 3월 ~ 현재 남서울대학교
대학교 전자공학과 재학



고용진(Yong-Jin Ko)

2012년 3월 ~ 현재 남서울대학교
대학교 전자공학과 재학