
시각장애인을 위한 보조기기 개발

An Electronic Aids for Visually Impaired People

조현철, Hyunchul Cho*, 김래현, Laehyun Kim**, 한만철, Manchul Han, 박세형, Sehyung Park,
하성도, Sungdo Ha

요약 본 논문에서는 시각장애인들의 실외 보행 시 위험한 장애물을 탐지하여 진동으로 경고해주고, 필요에 따라 물체의 색상과 주변의 밝기를 음성으로 알려주는 SmartWand를 개발하였다. 이 기기는 시각장애인들이 널리 사용하는 흰지팡이에 쉽게 탈·부착할 수 있는 형태로 흰지팡이로 감지할 수 없는 사각지대의 장애물을 초음파로 탐지하여 경고해주며, 컬러센서와 조도센서를 이용하여 물체의 색상과 주변의 밝기를 음성으로 알려주는 기능을 가지고 있다. 특히 본 논문에서는 SmartWand 1차 버전의 사용성 평가 결과를 토대로 실용성을 개선시켰으며, 가속도 센서를 통해 초음파 센서의 탐지 범위를 조정하여 시각장애인이 흰지팡이의 타법을 행할 때 진행방향에 놓인 장애물만을 탐지할 수 있도록 하였다.

Abstract We have developed an electronic aids, called SmartWand, which can help visually impaired people walk safely and tell them an object's color and environmental brightness. SmartWand can inform visually impaired people of the dangerous obstacles around which they can't notice by the white cane such as a large panel with supporting poles on the street. Especially we have improved the previous version of SmartWand by reflecting the result of user study.

핵심어: *Visually Impaired People, Travel Aids, Color Sensing, Brightness Sensing, White Cane, SmartWand*

*주저자 : 한국과학기술연구원 지능시스템연구본부 지능인터랙션연구센터 연구원 e-mail: hccho@kist.re.kr

**교신저자 : 한국과학기술연구원 지능시스템연구본부 지능인터랙션연구센터 선임연구원 e-mail: laehyunk@kist.re.kr

1. 서론

최근 IT기술의 발전으로 여러 가지 센서와 소형 디스플레이로 무장된 다양한 첨단기기가 개발되고 있고, 이러한 첨단기기는 각 분야에서 다양한 방식으로 사람들에게 도움을 주게 될 것이다. 하지만 전체 인구의 약 10%를 차지하는 장애인들은 이러한 기술의 혜택을 거의 보지 못하고 있으며, 오히려 비장애인들과의 정보 격차만 심해지고 있는 실정이다. 최근에 와서 첨단 센서기술을 이용하여 장애인들의 감각을 대체하거나 보조해 줄 수 있는 기술들이 많이 연구되고 있으나, 아직 실용화되어 장애인들에게 널리 사용되는 기기는 많지 않다.

특히 시각장애인들은 혼자서도 원하는 목적지까지 정확하고 안전하게 이동하는 것에 대한 욕구가 많으나, 이에 대한 보조기기는 거의 연구되지 않거나 개발이 되었어도 널리 사용되지 않아서, 여전히 시각장애인들은 흰지팡이와 안내견에 의존해야만 하는 실정이다.

한국과학기술연구원 지능인터랙션센터에서는 시각장애인들의 안전한 보행을 위하여 초음파를 통해 전방의 장애물을 감지하여 경고해주며, 또한 시각장애인들의 필요에 따라 물체의 색상과 주변의 밝기를 측정하여 알려줄 수 있는 기기인 SmartWand[2,5]를 개발하였다. 이 기기는 시각장애인들이 익숙하게 사용하는 흰지팡이에 부착하여 사용하도록 되어 있어, 기존 흰지팡이의 유용함을 살리면서 흰지팡이로 알아낼 수 없는 허리 높이 이상의 장애물을 초음파로 탐지하여 경고해주는 특징이 있다. 그리고 개발된 SmartWand에 대해 시각장애인들을 대상으로 사용성 평가를 실시하여, 기능의 유용성 및 편리성, 디자인 등에 관한 항목을 평가받았다. 그 결과 가장 큰 문제로 지목되었던 것은 크기와 무게가 실용적이지 못하고 부착 위치와 방식에 대한 문제, 진동과 음성전달에 관한 문제 등을 지적받았다.

본 논문에서는 기존 SmartWand를 사용성 평가 결과를 토대로 구조와 기능을 개선시켜 실용성을 높이고, 특히 기존의 초음파 탐지 방식이 흰지팡이로 타법을 실시할 때 진행 방향에 위치하지 않은 옆의 벽도 경고해주는 문제를 해결하고자 가속도 센서를 이용하여 SmartWand v2가 전방을 향할 때만 초음파로 장애물을 측정하도록 개선하였다.

2. 기존연구

시각장애인들의 보행 보조를 위해 개발된 지팡이 형태의 기기들 중 대표적인 것은 현재 상용화 되어있는 Ultracane[6,12]이다. Ultracane은 손잡이 부분에 두 개의 초음파 센서가 있어 각각 앞 방향과 아래 방향의 장애물이나 턱을 감지하여 진동으로 알려주는 지팡이형태의 보조도구이다. 하지만 보통의 흰지팡이보다 짧고 무거워 기존의 흰

지팡이 보행법인 지면을 두드리며 걷는 형태로는 사용하지 못하고, Ultracane용 보행법을 다시 교육받아 사용해야하는 단점이 있다.

그리고 초음파센서 대신 레이저를 이용한 보행 보조 도구로써 Laser Cane[9]과 Teletact[10,11]가 있다. Teletact는 레이저의 반사되는 빛을 측정하여 장애물과의 거리를 계산하고 이를 3단계의 진동 세기와 멜로디를 이용하여 알려줌으로써, 시각장애인이 주변을 스캔하여 장애물의 위치와 형태를 측정할 수 있도록 하였다. 하지만 실제로 시각장애인이 길을 걸으며 주변을 탐지하기 위해 주의를 쏟기 힘들며, 레이저는 너무 직진성이 강해 장애물을 효과적으로 탐지하지 못할 위험도 있다.

그 밖에 착용형 보행 보조 도구로 Openeyes[4]는 안경과 가방을 착용하는 형태이며 카메라를 이용하여 장애물 및 사람 얼굴, 문자열 등을 인식할 수 있다. 또한 다중 초음파 센서 배열을 이용한 시각장애인 보행지원 기술[3,7]은 시각장애인이 안전하게 이동할 수 있도록 진동과 음성으로 길을 안내하는 기능을 가지고 있으며 조끼 또는 가방형태로 디자인 될 수 있다.

물체의 색상을 시각장애인에게 알려주는 기기로는 현재 외국에서 상용화된 Color Teller[8]가 있다. 많은 색상을 식별하고 음성으로 알려주는 기능을 가지고 있으나, 가격이 비싸고 색상 인식을 위해서 따로 기기를 지녀야 하는 번거로움이 있다.

3. SmartWand v1

SmartWand는 시각장애인이 흰지팡이만으로는 안전하게 피하기 힘든 장애물을 초음파를 이용하여 탐지하고 진동과 음성으로 알려줌으로써, 시각장애인들이 보다 안전한 보행을 할 수 있도록 하는 것을 목적으로 개발되었다. 주요 기능은 초음파 센서를 이용하여 전방의 장애물을 탐지하고, 탐



그림 1. SmartWand v1

지된 장애물과의 거리에 따라 다른 주파수의 진동을 이용하여 시각장애인에게 경고를 하며, 정확한 거리를 알고 싶은 경우에는 0.5m 단위로 음성으로 거리를 알려준다.

또한 시각장애인들이 물건을 살 때나 입을 옷을 고를 때 색상을 쉽게 알지 못해서 불편한 점이 많아 이를 해결할 수 있는 기술에 대한 요구가 큰 것에 착안하여 컬러센서를 이용한 색상인식 기능을 추가하였다. 그리고 시각장애인들이 실내에 들어갔을 때 조명이 켜있는 지의 여부 등을 알고 싶은 요구 또한 충족시키기 위해 조도센서를 이용하여 주변의 밝기를 음성으로 알려주는 기능도 추가하였다.

그림 1과 같이 SmartWand를 개발한 후, 각 기능의 유용성 검증 및 편리성 및 디자인에 대한 평가를 받기위해 시각장애인을 대상으로 사용성 평가를 실시하였다.[5]

사용성 평가 결과 장애물 탐지 기능, 색상 인식 기능, 명암 인식 기능에 대한 각각의 유용성은 높은 지지를 받았으며, 3가지 기능이 통합되어 있는 형태도 각각의 기능을 분리하는 것보다 선호하는 것으로 나타났다. 그러나 SmartWand의 가장 큰 문제로 크기가 크고 무거운 것에 대해 지적받았으며, 부착 위치가 손잡이인 것은 좋으나 무게중심이 맞지 않아 손에 잡기 불편하다는 문제도 있었다. 또한 진동과 음성으로 경고하는 방식은 선호하였으나, 실제 진동의 세기가 너무 약하고 응답 속도가 느려 인식하기 힘들며 음성 전달도 스피커 형태로만 되어있어 시끄러운 환경에서는 사용하기 어려울 것이라는 평가를 받았다. 그림 3는 설문 조사의 각 항목 당 선호도를 5단계로 응답받은 후 평균하여 수치로 나타낸 결과이다.

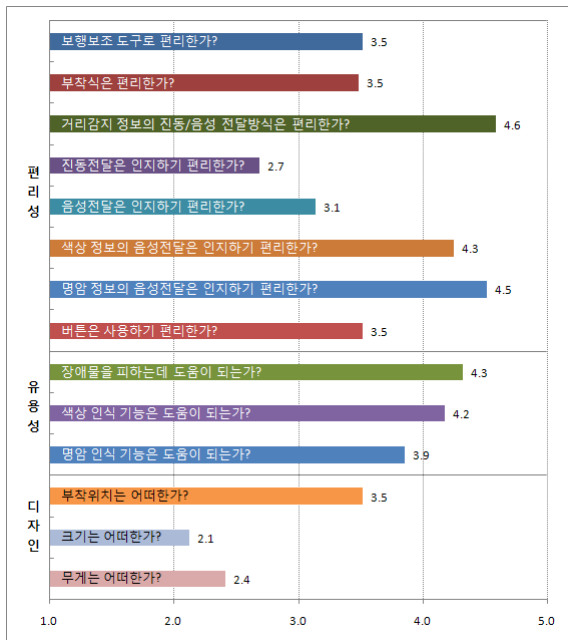


그림 2. 시각장애인 대상 사용성 평가 결과

4. SmartWand v2

4.1 구조 개선

위의 사용성 평가 결과를 반영하여 SmartWand를 재설계 하였으며, 개선된 SmartWand v2의 구조도는 그림3과 같다. 먼저 기존 SmartWand의 실용성에 가장 큰 문제가 되었던 부피와 무게의 문제를 해결하기 위해 초음파센서를 교체하였다. 기존의 초음파센서인 Smart Sensor(SE-600)는 10m 이내에서 감지 성능이 우수하고 안정성이 좋으나 부피가 큰 단점이 있었다. 그래서 비교적 짧은 거리만 검출이 가능하지만 부피가 작고 가벼우며 측정시간이 짧은 하기소닉의 HG-L40 센서를 사용하여 전체적인 디자인을 변경하였다. 실제 시각장애인에게 멀리 떨어져 있는 장애물을 미리 경고 해줄 경우 오히려 불안감만 증폭시킬 가능성이 있을 뿐 멀리 떨어진 장애물을 탐지할 필요성은 없으며, 여러 번 실시 하였던 시각장애인들과의 회의에서 장애물과의 정확한 거리 보다 일정거리 이내의 장애물을 신속히 경고해주는 것이 더 도움이 된다는 의견이 있었다. 그래서 몇 가지 초음파센서에 대한 테스트를 거친 후 요구 성능이 가장 부합하는 하기소닉의 제품을 사용하였다.

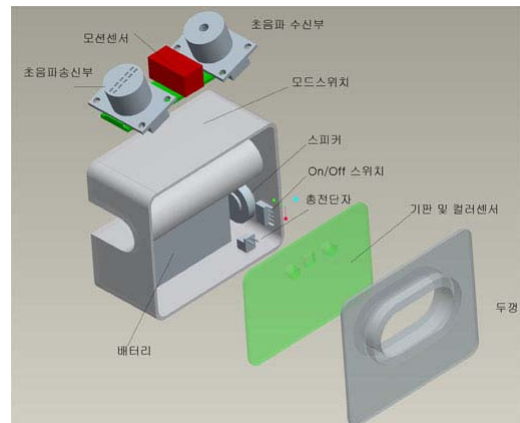


그림 3. SmartWand v2 구조

시각장애인이 흰지팡이를 표준 타법에 따라 사용할 때, 보행자의 진행방향에 있지 않은 장애물은 탐지 하지 않도록 하기 위해 가속도 센서를 추가하여 SmartWand v2의 움직임에 따라 초음파 센서를 제어 할 수 있도록 하였다. 그리고 컬러센서와 조도센서는 기존의 SmartWand와 같은 제품을 사용하였으나 시각장애인이 색상인식이나 명암인식 시에 좀 더 편하게 조작할 수 있도록 센서의 위치를 변경하였다.

그 외 디자인 개선 사항으로 시각장애인들이 혼자서도 흰지팡이에 부착 및 탈착이 가능하도록 부착방식을 간편하게 만들었으며, 부착 시 무게중심이 흰지팡이의 중심선상에 오도록 하여 착용감을 향상시켰다. 또 가벼운 리튬이온 배터리를 사용함으로써 무게를 줄였으며, 배터리를 꺼내지 않고 외

부 단자를 통해 충전이 가능하도록 제작하여 전체적으로 실용성을 향상시켰다.

4.2 기능 개선

장애물 탐지 기능에서 기존의 알고리즘에서 거리에 따라 진동의 주파수를 다르게 하여 경고하는 방식은 실제 장애인에게 큰 효용이 없으며, 먼 거리의 장애물에 대해 경고할 때 낮은 주파수를 사용하면 오히려 반응시간에 지연이 생기는 문제가 발생하였다. 그래서 일정거리 이내에 장애물이 발견되면 즉시 진동이 울리도록 알고리즘을 단순화 시켰으며, 이 거리는 보행 시 안전거리를 감안하여 2m로 정하였다. 게다가 반응 속도가 빠른 초음파 센서로 교체됨에 따라 장애물 탐지 기능의 응답속도는 크게 개선이 되었다. 또한 기존의 SmartWand v1에서 초음파 센서의 측정 방향을 조정하는 기능이 있었으나, 사용 중에 측정 방향이 바뀌는 것이 오히려 혼란을 야기한다는 의견에 따라 초음파 센서를 고정시켰다. 이 초음파센서의 각도는 허리 높이 이상의 장애물을 효과적으로 측정할 수 있도록 시각장애인이 흰지팡이를 쥐었을 때 초음파센서로부터 2m 떨어진 지점이 사용자의 머리 위치가 되도록 정하였다. 여기서 시각장애인이 흰 지팡이를 잡는 각도는 45°, 시각장애인의 키는 170cm로 가정하였다.



그림 4 SmartWand v2

일정시간 간격으로 연속해서 초음파를 쏘아서 거리측정을 하는 방식은 시각장애인이 흰지팡이를 표준 타법으로 사용할 때 SmartWand가 진행방향이 아닌 측면을 바라보는 순간에도 장애물 감지를 하게 되는 문제가 있다. 이 현상은 초음파센서의 측정 딜레이가 길 경우 더욱 문제가 되어, 기존의 SmartWand v1에서는 옆면의 벽을 장애물로 감지함에도 혼란을 느끼는 사용자가 많았다. 이런 문제를 해결하기 위해 가속도 센서를 추가하여, 시각장애인이 흰지팡이를 좌우로 흔들 때 가속도 값이 크게 변하는 지점에서 초음파 센서의 값을 무시하였다. 그림 5는 가속도 센서를 중앙에서 좌우로 한번 왕복하는 동안의 가속도 값 변화를 나타내고 있으며, 유효한 지점을 $-n \sim +n$ 의 범위로 지정하고 n 의 값은 여러 차례의 실험을 통해 적당한 값을 취하였다. 또한 가속도 센서의 기울어짐에 따라 값이 크게 변하는 특성을 보정하고자 moving average기법을 사용하였다.

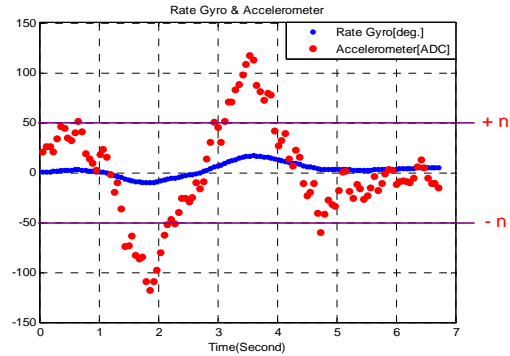


그림 5. 가속도 센서의 실험 그래프

| 명 칭 | 사 양 |
|--------|---|
| 외관 | - 크기: 70 x 42 x 62 mm - 무게: 140g |
| 초음파 센서 | - HG-L40TS, HG-L40RS - 검출 거리: 10 ~ 300cm - 검출 각도: 60° |
| 컬러 센서 | - TCS230 - Right intensity to Frequency Converter(R,G,B,Clear) |
| 명암 센서 | - CdS Sensor(A90,12) |
| 진동자 | - 원형 박형 진동모터 - 직경: 10∅ - 동작전원: 3.0V, 40mA - 회전속도: 10000~15000RPM |
| 전원 모듈 | - 리튬-폴리머 배터리 - 3.7V, 520mAh |

표 1. SmartWand v2의 모듈 사양



그림 6. SmartWand v2의 사용 모습

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 시각장애인이 실외 보행 시 흰지팡이만으로 알아채기 힘든 장애물을 초음파를 통해 감지하고 경고해주는 SmartWand v2를 개발하였다. 특히 기존에 개발하였던 기기에 대해 시각장애인들에게 사용성 평가를 받은 후 그 결과를 토대로 디자인 및 성능을 개선하여 실용성을 높였으며, 또한 가속도 센서를 이용하여 SmartWand v2가 진행방향을 향할 때만 초음파로 거리 측정을 하도록 제어하여 시각장애인에게 불필요한 정보를 주지 않도록 하였다. 표 1은 SmartWand v2의 각 모듈에 대한 사양을 나타내며, 그림 6은 시각장애인을 위한 흰지팡이에 실제로 착용하여 사용하는 모습을 보여준다.

기존의 SmartWand v1에 비해 기기의 성능과 실용성을 월등히 높였으나, 버튼의 형태 같은 경우 아직도 시각장애인이 사용하기에 불편하여 개선해야할 점이 많고, 또한 앞으로 더 시각장애인을 대상으로 평가를 거치고 의견을 반영해야 할 필요성이 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 국립특수교육원, “장애인용 착용형 컴퓨터의 편의성 평가 연구”, 정보통신부 신체장애인을 위한 착용형 단말 인터페이스 기술 개발 과제 1차년도 연구보고서, 2006. 2.
- [2] 김래현, 하성도, 박진영, 조현철, 박세형, “시각 및 청각 장애인의 생활 보조를 위한 착용형 단말기 개발”, HCI2007 학술대회 논문집, 2007. 2.
- [3] 안호남, 신병석, “다중 초음파 센서배열을 이용한 시각 장애인 보행지원기술”, 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, vol. 3, no. 1, pp. 19-25, 2007. 9.
- [4] 이성환, 강성훈, “시각장애인을 위한 착용형 컴퓨터: OpenEyes”, 한국정보과학회지, 제18권 제9호, pp. 31-36, 2000. 9.
- [5] 조현철, 김래현, 한만철, 박세형, 하성도, “시각장애인의 보행 보조를 위한 단말기: SmartWand”, 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, vol. 3, no. 3, pp. 32-38, 2007. 9.
- [6] B.S. Hoyle, “The Batcane - mobility aid for the vision impaired and the blind”, IEE Symposium on Assistive Technology, pp. 18-22, 2003.
- [7] Byeong-Seok Shin and Cheol-Su Lim, "Obstacle Detection and Avoidance System for Visually Impaired People.", LNCS 4813, Springer (2007), pp. 78-85, 2007.
- [8] Color Teller, <http://www.brytech.com>
- [9] J.M. Benjamin, N.A. Ali, A.F. Schepis, “A laser cane for the blind”, Proceeding of the San Diego Biomedical Symposium, vol. 12, pp. 53-57. 1973.
- [10] R. Farcy, R. Leroux, A. Jucha, R. Damaschini, C. Gregoire, and A. Zogaghi, "Electronic Travel Aids And Electronic Orientation Aids For Blind People: Technical, Rehabilitation And Everyday Life Points Of View", Conference & Workshop on Assistive Technologies for People with Vision & Hearing Impairments, CVHI2006, 2006.
- [11] R. Farcy and Y. Bellik, "Locomotion assistance for the blind", Universal Access and Assistive Technology, Springer (2002), pp. 277-284, 2002.
- [12] Ultracane, <http://www.soundforesight.co.uk>