

## 시각장애인을 위한 전자 지팡이의 설계

오세종<sup>1\*</sup>

### A Design of Smart Cane for Visually Impaired Person

Se-Jong Oh<sup>1\*</sup>

**요 약** 2005년 6월 현재 공식적으로 등록된 시각장애인의 수가 약 18만명에 이르며 2000년 이후 매년 1만명씩 등록 인원이 증가하고 있다. 시각장애인들은 교육, 직업의 선택, 문화의 향유 등에 있어서 소외 되어 있으며 생활의 불편을 겪고 있다. 무엇보다도 거리 보행에 있어서 불편함과 위험을 안고 있다. 이를 위해 여러 전자 지팡이 제품들이 소개되어 있으나 고가의 장비여서 대중화에는 한계가 있었다. 본 연구에서는 가격이 저렴하면서도 한국의 보행환경에 적합한 전자지팡이의 개발을 목표로 한다. 이를 위해 1차적으로 시각장애 보행자가 거리를 보행할 때 눈의 역할을 해 줄 수 있는 전자지팡이의 기본 설계 및 초음파 센서 실험 내용을 제시 한다.

**Abstract** An official report printed in June, 2005 represents that there are 180 thousands people with visual impairments in Korea, and 10 thousands of people with visual impairments are newly increased by every year since 2000. They are neglected from getting education, selecting job, and enjoying recreation activity. Above all, they have strong restriction when they are walking on the street; they are facing difficulty and inconvenience. Many smart cane products were introduced but expensive cost blocked popularization of them. In this study we have an object to development of smart cane that is chip and proper for korean street. For this, we suggest basic design of smart cane and experiment on ultrasonic sensors for visually impaired person.

**Key Words** : Smart cane, Embedded system, Ultrasonic sensor

#### 1. 서론

우리나라의 시각장애인은 2005년 6월 31일 현재 180,526명에 이르고 있다. 이는 전체 등록 장애인 1,699,329명의 10%에 달하는 숫자이다. 이 중 장애인고용촉진 및 직업재활에 관한 법률의 중증장애인 기준에 따라 중증 시각장애인은 1급, 2급, 3급을 합해 44,729명이다[1-3].

이러한 중증 시각장애인들은 전자정보접근, 이동, 일상생활에 특히 불편함을 가진다. 국가에서는 장애인 관련 제품을 지원하고 있다[4]. 그러나 시각장애인의 경우, 학교, 직장, 지역사회, 여가문화생활에 결정적인 기능인 이동을 지원하는 재활공학 제품은 흰지팡이(white cane)를 제외하고 그 개발과 보급이 거의 없는 실정이다. 한국보건사회연구원의 2000년 재가장애인 실태조사에 따르면

시각장애인의 78.3%가 혼자서 외출을 하며 이 중 61.3%가 거의 매일 외출한다고 답하였다. 외출하는 목적은 통근·통학이 37.3%, 친구와 이웃 방문이 22.1%로 나타났다. 그러나 이들의 65.6%가 집 밖에서의 활동이 불편 또는 매우 불편한 것으로 보고하고 있다. 그 원인은 흰지팡이를 사용하여 이동하는데 필요한 점자 블럭이나 소리신호와 관련된 편의시설이 부족하기 때문이다[3,5].

반면 서구 선진국의 경우 중증시각장애인의 이동을 지원하는 재활공학 기기들이 다수 개발, 보급되고 있다. 예를 들어, 뉴질랜드에서 개발한 'K' Sonar (model 1-07000-00)는 시각장애인을 위한 청각적 전자 이동 보조 및 장애물 감지기로 지팡이에 부착하여 사용한다. 이 기기는 청각적 신호로 사용자에게 장애물의 거리와 위치 그리고 약간의 형태까지 파악할 수 있도록 한다[10]. 이러한 기기들은 미국 보조공학법 (Assistive Technology

이 연구는 2006학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음

<sup>1</sup>단국대학교 컴퓨터학부 컴퓨터과학전공(조교수)

접수일 년 월 일

수정일 년 월 일

\*교신저자: 오세종(sejongoh@dankook.ac.kr)

게재확정일 년 월 일

Act of 2004)에 따라 국가 차원에서 보조공학 기기 관련 정보 데이터베이스가 인터넷상에 공개되어 있다 (<http://www.abledata.com>)[7-9].

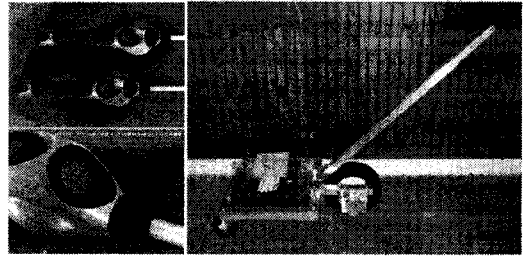
본 연구의 주제인 전자 지팡이와 관련하여 현재의 문제점은 국내의 연구 및 개발이 거의 이루어지지 않고 있다는 점과 해외에서 개발된 제품은 그 가격이 고가여서 시각 장애인들이 쉽게 구입하여 사용하기 어렵다는 점이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 연구에서는 제작 비용이 저렴하면서도 한국의 보행환경에 적합한 전자 지팡이의 개발을 목표로 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 전자 지팡이 개발 사례[6]

프랑스 Paris-Sud/Orsay 대학의 Rene Farcy 교수는 레이저 거리 측정기가 달린 전자 지팡이를 개발하였으며 1800 유로에 판매되고 있다. 이 전자 지팡이는 소리나 진동으로 정보를 전달하기 때문에 시각장애인들이 사용법을 훈련하여야 한다. 말레이시아 대학 공학부의 마흐무드 모그하베미 교수 역시 2개의 물체 감지센서가 달린 전자 지팡이를 개발하였으며 사용자는 이어폰으로 진동을 감지할 수 있도록 하였다. 미국 캘리포니아 주립대의 로베르트 만두치 교수팀은 레이저 포인터와 디지털 카메라에 컴퓨터 프로세서가 결합한 형태의 가상 전자 지팡이를 개발하였으며, 주변의 공간 정보를 인식하고 분석하여 사용자를 안전한 공간으로 안내해준다. 영국에서는 ‘울트라 케인’이라는 이름으로 전자 지팡이 제품이 시판되고 있

으며 그 가격은 약 800\$ 이다[11]. 인도의 델리 공대 연구팀은 초음파 센서 기반의 전자 지팡이 개발 프로젝트를 진행하였다. 표 1은 초음파 센서 기반의 전자 지팡이 제품들에 대한 요약이다. 그림 1은 전자 지팡이 제품 사례를 보여준다.



[그림 1] 전자 지팡이 제품

### 2.2 초음파 센서의 물리적 특징

많은 전자 지팡이 제품들이 초음파 센서를 기반으로 개발되었다. 초음파란 음향진동의 일종으로 인간의 가청 범위의 상한인 20kHz로부터 초음파 세정기 등에 널리 사용되고 있는 30kHz, 50kHz, 100kHz와 초음파 거리계, 초음파 두께측정기 등에 사용되고 있는 100kHz, 1MHz, 20MHz로 주파수의 범위가 매우 광범위하다. 초음파 센서는 대부분 초음파를 발사하여 그 반사파를 검지하는 능동형으로 사용되며, 거리 계측이나 두께 계측 등에 사용되고 있는데 이것은 초음파의 강한 반사성과 전파성의 자연을 효과적으로 응용한 것이다. 초음파 거리계와 같이 초음파를 발사하여 그 반사를 얻는 능동형에서는 피 측정 물체에서의 반사파가 대단히 중요하고, 또 그 반사파

[표 1] 초음파센서 기반의 전자지팡이 제품

Device	Concept	Limitation	Cost(\$)
Ultracane (UK)	-초음파센서에 의한 탐지, -진동에 의한 정보전달 -위,아래 방향의 센서	- 진동이 두 버튼에 의해 조절되는데, 특별한 형태의 손잡이에 적합하도록 설계 - 시스템이 탄소 소재의 지팡이에 결합됨 - 기존의 지팡이에 부착 불가	800
K-sonar (New Zealand)	-초음파센서에 의한 탐지 -헤드폰을 통한 음성신호 전달	- 헤드폰 착용으로 주변음 청취 방해 - 사용법에 대한 훈련이 필요함	1,050
Elchinger's Cane (US)	-초음파센서에 의한 탐지 -이어폰을 통한 음성신호 전달	- 이어폰 착용으로 주변음 청취 방해 - 기존의 지팡이에 부착 불가	N/A
Palm Sonar (Japan) Mini Guide (Australia)	-초음파센서에 의한 탐지 -음성신호 전달 -작은 사이즈	- 지팡이에 부착이 불가능. 지팡이를 쥐지 않은 다른 손으로 잡아야함. 지팡이와 센서 장치의 연동으로 시스템 작동	570 600

의 도달 시간을 거리로 하여 카운트하는 경우 그 통신 매체에 적당한 지연시간이 필요하다. 검출거리는 시스템에 따라 다르지만 공기중에서는 초음파가 급속히 감소되므로, 보통 10m 이내이다.

### 3. 전자 지팡이의 설계 및 개발

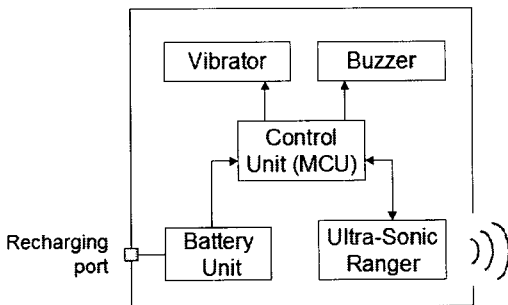
#### 3.1 전자 지팡이 개발 목표

어떤 제품의 설계에 앞서 목표를 정하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 전자 지팡이의 개발에 있어서 다음과 같은 개발 목표를 정하였다.

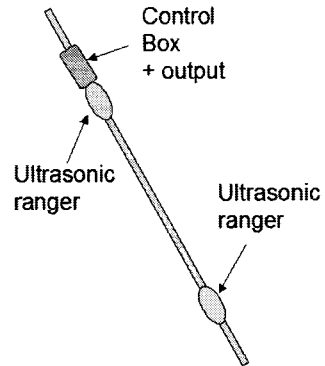
첫째, 개발된 제품의 가격은 기존 제품에 비해 충분히 저렴하여야 한다(기존 제품의 약 1/2). 이를 위해 제품 개발시 목표 성능을 보장하는 범위 내에서 최소한의 센서를 사용하도록 한다. 둘째, 전자 지팡이의 센서는 지면 부근의 물체와 무릎 또는 허리 상단의 물체를 감지할 수 있어야 한다. 기존 제품들은 대부분이 센서가 손잡이 부근에 위치함으로써 지면 부근의 물체를 제대로 인식하지 못하고 있다. 거리에 요철이 많은 우리나라의 실정상 지면 부근의 물체를 인식하는 것은 매우 중요하다. 셋째, 개발된 제품은 한손으로 동작할 수 있을 만큼 충분히 가벼워야 한다. 넷째, 감지된 물체(장애물)에 대한 정보가 사용자에게 충분히 전달되어야 한다. 기존 제품의 경우 단순히 물체의 있고 없음만 알려주는 경우가 대부분이고 진보된 제품의 경우 소리나, 진동의 세기를 다르게 함으로써 거리에 대한 정보도 제공하고 있다. 본 연구에서는 이에 한발 더 나아가 물체가 어느 방향에 있는지의 정보까지를 전달하는 것을 목표로 한다.

#### 3.2 기본 설계

초음파 센서 기반의 전자 지팡이의 기본 구조는 대개 유사하며 그림 2 및 그림3과 같다.



[그림 2] 전자 지팡이 Block Diagram



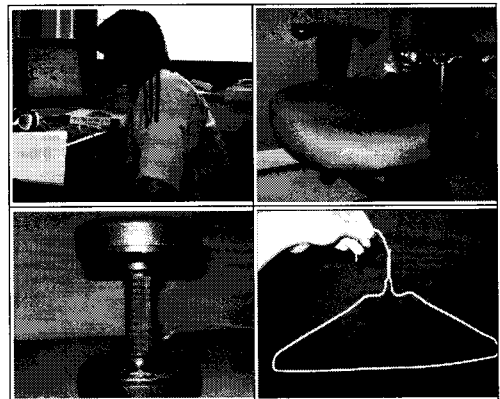
[그림 3] 전자 지팡이 기본 구성

#### 3.3 센서 실험 결과

본 논문에서는 개발 목표 중 첫 번째와 두 번째에 초점을 맞추어 실험을 계획하고 진행하였다. 전방의 장애물을 충분히 감지할 수 있도록 하는 최소한의 센서 수와 센서의 부착 위치를 찾는 것이 본 실험의 목적이다.

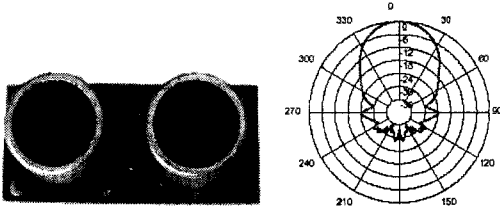
##### 3.3.1 실험 환경 및 조건

장애물 감지 실험은 실내에서 진행 하였으며 사용한 장애물은 그림 4와 같이 사람, 의자, 바벨, 옷걸이를 사용하였다.



[그림 4] 실험에 사용한 장애물

그림 5와 같이 장애물의 감지를 위해서 가격이 비교적 저렴하고 전자지팡이에 많이 사용되는 초음파 센서를 이용하였다. SRF04 초음파 센서는 측정 거리가 3cm ~ 3m이며 5V 전원을 사용한다.



[그림 5] SRF04 초음파 센서와 감지 각도

장애물의 감지 여부를 판단하기 위해서 보행자의 전방 공간을 그림 6과 같이 분할하고 각각의 분할 영역의 물체에 대해 감지 여부를 기록한다.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

[그림 6] 공간의 분할

초음파 센서는 한 개로부터 시작하여 점차 개수를 늘려 가면서 장애물 감지 여부를 검토하였다.

### 3.3.2 센서의 개수에 따른 실험 결과

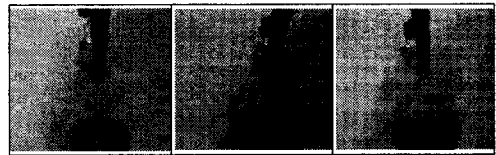
센서의 수에 따른 인식 결과는 다음과 같다.

[표 2] 센서의 수가 하나인 경우

장애물	인식 영역수	비고
사람	2	위 아래로 긴 장애물의 경우 좌우측 모두 인식이 잘 되지 않았으며 가운데 아래 부분도 인식이 잘 되지 않음.(인식영역: 2, 5)
의자	7	가운데 구역은 모두 잘 인식되었으며 의자의 아래쪽 다리부분은 잘 인식되지 않음.(인식영역: 1,2, 3,4,5,6,8)
바벨	7	가운데 좌우측 부분을 제외한 영역 인식.(인식영역: 1,2,3,5,7,8,9)
옷걸이	1	가장 위의 구간을 제외한 전 구역이 인식이 잘 되지 않음.(인식영역: 2)

[표 3] 센서의 수가 두개인 경우

장애물	인식 영역수	비고
사람	8	좌우측 인식이 확연히 향상.(인식영역 : 1,2,3,4, 5,6,9)
의자	8	좌우측의 인식을 향상.(인식영역 : 1,2,3,4,5,6,9)
바벨	9	모든 영역 인식
옷걸이	3	인식을 다소 향상.(인식영역: 2,7,9)



[그림 7] 초음파센서 실험 장면

[표 4] 센서의 수가 세 개인 경우

장애물	인식 영역수	비고
사람	9	전구간 인식. 인식각도 확대
의자	9	전구간 인식
바벨	9	전구간 인식
옷걸이	5	인식을 다소 향상.(인식영역: 2,5,7,8,9)

### 3.3.3 실험 결과의 분석 및 적용

실험 결과에서 보는 바와 같이 센서의 수가 증가함에 따라 장애물 인식이 높아지는 것을 알 수 있으며 센서가 3개 일 때 옷걸이와 같이 가는 물체를 제외하고는 100% 인식함을 알 수 있었다. 또한 실험 결과에는 표시하지 않았지만 물체를 인식할 수 있는 각도 역시 센서의 수가 증가함에 따라 확대됨을 알 수 있었다.

이와 같은 실험을 바탕으로 전자 지팡이를 제작할 때 지면 부근 및 허리 높이 위의 장애물 인식을 위해 각각 3개의 초음파 센서를 사용하기로 결정 하였다. 하나의 센서가 감지할 수 있는 영역각도가 60° 이므로 3개의 센서를 각도가 겹치지 않게 배치할 때 전방 180° 영역의 장애물을 감지할 수 있게 된다.

### 3.3.4 기존 제품과의 비교

개발을 목표로 하는 제품은 기존의 제품과는 차별성을

[표 5] 타제품과의 비교분석

	Ultracane	K-sonar	Palm Sonar	Mini Guide	목표제품
사용센서	초음파센서	초음파센서	초음파센서	초음파센서	초음파센서
센서위치	상	상	상	상	상, 하
정보전달	진동	음성	음성	음성	음성, 진동, 거리
가격대(\$)	800	1050	570	600	400 (추정금액)
비고		헤드폰필요	지팡이, 센서가 분리됨	지팡이, 센서가 분리됨	한국적 보행환경 고려

갖는다. 최종 완성을 가정했을 때 타 제품과의 비교 분석 내용은 표 5와 같다. 사용 센서에 있어서는 기존 제품과 차이가 없으나 센서의 위치에 있어서 대부분의 제품이 손잡이 부근에 센서가 있는 것과는 달리 목표 제품은 지팡이 하단(지면 부근)에도 센서를 위치시킴으로써 요철이 심하고, 지면 장애물이 많은 한국적 보행환경에 적합하도록 하였다. 또한 정보 전달 방법에 있어서도 진동과 음성신호를 이용함은 물론 신호에 강약을 주어 거리 정보도 표현할 수 있도록 개발할 예정이다. 마지막으로 제품 가격에 있어서도 기존 제품에 비해 저렴하게 함으로써 목표 제품의 대중화가 용이하도록 할 계획이다.

#### 4. 결론

현대에는 선천적 또는 후천적 원인에 의해 시각 장애를 가지고 살게 되는 경우가 많다. 요철이 많은 우리나라의 보행 환경은 시각 장애인에 있어서 이동권의 제약과 보행시 위험을 가져오는 경우가 많아 전방의 장애물을 감지하여 위험을 회피할 수 있는 전자 지팡이의 보급이 필수적이다. 본 논문에서는 보급형 전자 지팡이의 개발 과정에 있어서 장애물을 충분히 감지할 수 있는 최소 수의 초음파 센서를 확인하는데 초점을 맞추었다. 다음 단계는 전자 지팡이의 프로토타입을 제작하고 장애물과의 거리는 물론 위치(방향) 까지도 어느 정도 알려 줄 수 있는 사용자 인터페이스를 설계하는 것이며, 창업작품 경진 대회의 자금을 지원받아 개발이 진행 중이다.

#### 참고문헌

[1] 박원희, 성수국, 육주혜, 장진섭, 특수교육과 장애인 복지의 이해, 서울: 양서원, 2003.  
 [2] 육주혜, “장애인의 정보통신 보조공학 활용”, 정보통신 접근성 제고를 위한 세미나. 한국정보문화진흥원. 1-11, 2005.

[3] 한국보건사회연구원, 2000년 장애인 실태조사, 2001.  
 [4] 한국시각장애인연합회, “시각장애인의 직무수행능력 향상을 위한 보조공학적 지원체계에 관한 연구”, 한국장애인고용촉진공단 고용개발원, 2005.  
 [5] 유제균, 신동범, 권오상, 김낙환, 이상무, 이용혁, 홍승홍, "시각장애인 유도 로봇의 자기 위치 추적 시스템 및 사용자 인터페이스 개발", 한국정보처리학회 논문지 D, VOL.2-D, NO.03, 2005.  
 [6] Guidelines for assessing the need for adaptive devices for visually impaired pedestrians at signalized intersections. Journal of Visual Impairment & Blindness, 92, 633-646.  
 [7] United States ABLEDATA <http://www.abledata.com>  
 [8] United States Assistive Technology Act of 2004.  
 [9] Wiener, W. R., Lawson, G., Naghshineh, Brown, J. Bischoff, A., & Toth, A.. The use of traffic sounds to make street crossings by persons who are visually impaired. Journal of Visual Impairment & Blindness, 91, 435-445, 1997.  
 [10] The BAT K-Sonar, Bay Advanced Technologies, 2006. Available at: [www.batforblind.co.nz](http://www.batforblind.co.nz)  
 [11] UltraCane by Hoyle B, Withington D, Waters D, 2006. Available at: <http://www.soundforesight.co.uk/index.html>

오 세 종 (Se-Jong Oh)

[정회원]



- 1989년 2월 : 서강대학교 컴퓨터학과 (공학사)
- 1991년 2월 : 서강대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2001년 8월 : 서강대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2003년 9월 ~ 현재 : 단국대학교 컴퓨터과학 전공 조교수

<관심분야>

정보시스템 보안, 임베디드시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅