

# 시각 및 청각 장애인의 생활 보조를 위한 착용형 단말기 개발

Wearable devices for the visually and aurally handicapped

김래현\*, 하성도\*, 박진영\*, 조현철\*, 박세형\*,  
한국과학기술연구원 시스템 연구부\*

**요약** ~ 최근 IT기술의 비약적인 발전과 더불어 사용자의 편의성을 극대화 시키는 웨어러블 컴퓨팅 기술이 주목을 받고 있다. 이러한 기술은 일반인뿐만 아니라 장애인들의 일상생활의 보조 도구에 활용되어 큰 도움이 될 것으로 예상된다. 본 논문에서는 시각 및 청각장애인을 위해 개발된 착용형 단말기들을 소개하고자 한다. 시각 장애인용 단말기인 SmartWand는 시각장애인용 지팡이에 부착하거나 손에 휴대할 수 있는 장치로, 시각장애인을 위한 보행 보조 및 색상과 명암 정보 인식 보조 기능을 갖춘 장치이다. SmartWand는 시각장애인이 보행 시 이용하는 기존의 지팡이로는 감지할 수 없는 전방의 장애물을 초음파 센서를 통해 탐지하여 촉각이나 음성으로 경고해주고, 물체의 색깔이나 주변의 밝기 정도를 측정하여 시각장애인에게 알려준다. 청각 장애인용 단말기인 SmartWatch는 손목에 착용하는 장치로서 아기 울음소리, 노크나 초인종 소리, 물 끓는 소리, 화재 경보 등 가정에서 발생하는 일상적인 소리를 인식할 수 있도록 해준다. SmartWatch는 입력 모듈의 마이크로 입력된 소리를 무선통신을 통해 컴퓨터로 전송한 후에 소리의 종류를 인식하고 적절한 제어신호를 다시 무선통신을 통해 전송받아 감지된 소리의 종류를 해당하는 진동과 시각정보로 표시해준다. 이런 착용형 단말기들을 통해 시각 및 청각 장애인의 일상 생활의 안정성과 편의성이 증대되기를 기대한다.

**핵심어:** *Wearable device, Visually handicapped, Aurally handicapped, SmartWand, SmartWatch*

## 1. 서론

최근 들어 IT 기술의 비약적인 발전과 더불어 사용자 편의성을 극대화시키는 인간 중심의 컴퓨팅기술이 주목을 받고 있다. 또한 이러한 기술은 일반인 뿐만 아니라 전 세계 인구의 약 10%를 차지하고 있는 장애인들의 일상생활을 보조해 주고자 하는 노력들이 활발히 진행 중에 있다 [1].

그러나 불과 몇 년 전 만해도 장애인과의 IT 기술 정보격차는 매우 심각한 상태였다. 따라서 정부 연구기관을 중심으로 기업체 및 학교에서 장애인을 위한 IT 서비스 제공을 위해 다방면에서 연구 중에 있다. 또한 장애 종류에 따라 관련 서비스에 각각 차별을 두고 연구개발 중에 있으며, 청각장애인을 위한 보조장치의 대부분은 의사소통과 관련된 연구가 주류를 이루고 있다 [2] [3].

본 논문에서는 시각 장애인과 청각장애인들이 일상생활에서 겪는 어려움을 덜어 줄 수 있는 착용형의 단말기들을 우리 한국의 실정과 한국인이 체형에 맞게 개발하였다.

먼저 SmartWand라고 이름 지어진 시각 장애인용 단말기는 시각장애인용 지팡이에 부착하거나 필요에 따라서는 손

에 휴대할 수 있는 형태로써 시각장애인을 위한 실내의 보행 보조 및 색상과 명암 정보를 제공하는 착용형 단말 장치이다. 시각장애인이 보행 시 이용하는 기존의 지팡이로는 감지하지 못하는 전방의 장애물의 유무 및 거리를 초음파 센서를 통해 탐지하여 진동을 통한 촉각정보나 정확한 거리를 음성으로 알려준다. 또한 필요에 따라 사물의 색깔이나 주변의 밝기 정도를 센서를 통해 측정하여 시각장애인에게 알려주는 기능을 가지고 있다.

SmartWatch라는 이름의 청각 장애인용 단말기는 손목에 시계처럼 착용하여 가정 내에서 발생하는 중요한 소리, 예를 들면, 아기 울음소리, 노크나 초인종 소리, 물 끓는 소리, 화재 경보 등을 인식할 수 있도록 하는 장치이다. 작동 원리는 송신 모듈에 부착된 마이크로 입력된 소리를 무선통신을 통해 컴퓨터로 전송한 후에 컴퓨터의 소프트웨어에서 미리 등록된 특정 소리를 감지한다. 만약 등록된 소리가 감지되면 적절한 제어신호를 다시 무선통신을 통해 SmartWatch에 전송하여 감지된 소리의 종류를 해당하는 진동과 시각정보로 표시해준다.

이런 착용형 단말기들을 통해 시각 및 청각 장애인의 일

상 생활의 안정성과 편의성이 증대되기를 기대한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서 기존에 연구 개발된 시각 및 청각 장애인용 단말기를 알아본다. 3장과 4 장에서는 본 논문에서 개발된 시각장애인용 단말기인 SmartWand와 청각 장애인용 단말기 SmartWatch를 소개 하고 구체적인 사양들에 대해 알아본다. 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 기존 연구

### 2.1 시각 장애인용 단말기

시각 장애인이 흔히 사용하는 지팡이(Cane)는 지면에 위치하고 장애인과 가까운 거리에 있는 장애물 만을 선별적으로 감지함으로써 시각 장애인이 실외 보행시 전방의 장애물이나 공중의 간판 등의 장애물에 다칠 수 있다. 또한 잘 다니는 길에서도 물리적인 환경이 계속 변하고 특히 잘 모르는 지역을 혼자서 다닐 때의 두려움은 매우 커서 생활을 위한 활동 공간이 익숙한 좁은 지역으로 제한되게 된다.

이를 보완하기 위해서 도우미 견을 사용하게 되는 데 모든 시각 장애인이 보유하기에는 경제적인 측면에서 어려움이 있고 살아있는 동물이므로 관리하기가 쉽지 않다. 이처럼 기존의 방법들이 갖는 한계들로 인해 다양한 형태의 실외 보행을 보조하기 위한 장치들이 개발되었다.

먼저 실외 보행을 돕기 위한 시각장애인용 장치로써 상용화된 Ultracane[4]은 두개의 초음파 센서를 자체 개발한 지팡이의 손잡이 부분에 설치하여 전방의 장애물을 감지하여 진동을 통해 시각장애인에게 알려준다. 이 지팡이 형태의 장치는 5단으로 접을 수 있는 기능이 있다. 하지만 보통 시각 장애인용 지팡이보다는 짧고 무겁기 때문에 일반 지팡이 처럼 지면을 두드리면서 장애물의 유무 및 종류를 파악하기는 어려운 단점이 있다.

이외에도 레이저 센서를 사용한 Teletact[5]가 있는데 센싱 각도나 범위 면에서 초음파 센서와 비슷한 특성을 가지고 있다. 지팡이에 부착하는 대신 목에 착용하는 방식의 Polaron[6]이 있는데 장치의 위치는 가슴 중앙에 위치하도록 되어 있다. 이 장치의 단점은 거리 측정을 위해 사용하는 초음파 센서가 항상 지향하는 방향이 일정해야 하고 이상적인 방향으로 향해야 한다.

### 2.2 청각 장애인용 단말기

청각 장애인을 위한 웨어러블 단말장치 기술은 시각장애인용 장치에 비해 아직은 초보적인 단계라 할 수 있다. 또한 기존에 상용화된 대부분의 보조장치들은 사용이 어렵고, 지

속적인 서비스가 이루어지고 있지 않아 장애인들로부터 외면당하고 있다. 하지만 최근 들어 보조장치에 대한 다양한 연구와 더불어 서비스가 점점 확대되고 있는 추세이다.

청각장애인을 위한 정보통신기술은 특수전화, 수화통역, 화상통신, 자막방송 등의 영역에서 사용되고 있다. 국내에서도 최근에 다양한 종류의 특수 전화기(골도전화기, 필담전화기, 음량조절 전화기, 보청기 호환용 전화기 등), 휴대용 문자통신 단말기, 폐쇄자막(Closed caption) 방송용 TV, 센서 전달기 등이 개발되고 있다 [7].

가정 내에서 사용하는 경보 장치로는 팩시밀리나 초인종 등에 입력을 감지하는 센서를 부착하여 종류에 따른 다른 색깔을 가진 조명의 점멸이나 진동으로 청각장애인에게 알려주는 알람 기기가 있다 [7]. 하지만 모든 장치마다 센서와 점멸장치가 필요하고 청각장애인이 인지할 수 있도록 이동하는 모든 장소에 설치해야 하고 수면 등의 시각적으로 인지할 수 없는 경우에 대처하지 못하는 문제들이 있다.

표 1에서 알 수 있듯이 청각장애인을 위한 보조 장치들에 관한 다양한 연구와 서비스가 개발 중에 있으나 경제성과 활용성 등과 같은 문제들은 향후 해결해야 할 과제들로 남아있다.

최근에 한국과학기술연구원(KIST)에서 개발한 청각장애인용 슈트형 단말기는 헬멧에 마이크로폰 어레이를 설치하여 주변의 특정음의 종류 및 방향을 감지하고 착용한 슈트에 설치된 진동자와 안경식 디스플레이에 시각 정보를 통해 청각 장애인에 알려주는 기술을 보여주었다 [8]. 또한 청각 장애인을 대상으로 설문조사를 실시하여 효과적인 정보전달을 위한 진동패턴을 제시하였다. 하지만 헬멧이나 슈트는 착용성이나 미관상 좋지 않는 단점이 있다.

구분	내용
특수전화기	골도전화기, 보청기 호환용 전화기, 음량조절 전화기, 스크린 폰 등
휴대용 문자통신단말기	모뎀을 장착한 소형 단말기를 이용하여 문자로 통신
문자전송단말기 (통신중계서비스)	TV 방송의 음성내용을 자막으로 화면에 표시
수화통역시스템	사이버 글러브 등을 이용하여 수화를 일반 문자로, 또 그 역으로 통역하여 모니터에 출력
발음보조기기	안경과 발광체(포인터)를 이용하여 구화 분석
자막방송용TV (폐쇄자막방송)	TV 방송의 음성내용을 자막으로 화면에 표시
경보 장치	팩시밀리, 초인종 등의 입력에 감지하여 다른 색깔의 조명의 점멸로 표시

표 1. 청각장애인용 보조 장치

### 3. 시각 장애인용 단말기- SmartWand

#### 3.1 SmartWand의 기능

보통 시각장애인들은 외부 보행 시 지팡이를 사용하여 전방의 벽이나 장애물을 피해서 원하는 장소로 찾아가는데, 공중에 낮게 위치한 표지판이나 높이가 낮은 문의 문틀 등은 지팡이로 감지하지 못하므로 위험한 상황이 많이 발생한다. 또한 시각장애인들이 물체를 판별할 때나 판매점에서 물건을 살 때 물체의 색깔을 알지 못해 불편함이 크고, 주변의 밝기 정도를 쉽게 인지하지 못해 사무실이나 집에 조명이 켜져 있는지를 스위치를 상태를 파악한 후에야 알 수 있는 불편함이 있다.

본 논문에서는 시각 장애인들의 이러한 어려움을 덜어주기 위한 착용형 단말기인 SmartWand를 개발하였다. SmartWand는 시각장애인용 지팡이에 부착하거나 필요에 따라서는 손에 휴대할 수 있는 형태로써 보행시 장애물의 유무 및 거리 정보를 진동과 음성으로 알려주고 필요에 따라 사물의 색깔과 주변 환경의 명암 정보를 음성으로 알려준다 (그림 1).

사용 시에 단말기의 각도를 조절하여 원하는 방향의 장애물의 여부와 거리 정보를 시각 장애인에게 지팡이와 같은 축에 설치된 두개의 진동자를 통해 알려준다. 진동자의 패턴은 거리에 따라 진동의 주기를 다르게 하여 직관적으로 장애물과의 거리를 알 수 있다. 또한 필요한 경우 버튼을 눌러 장애물과의 거리를 50cm 간격으로 미리 입력된 음성을 통해 알려준다. 단말기는 시각 장애인의 이동속도를 고려하고 멀리 떨어진 장애물의 인지가 필요 없기 때문에 장애물이 3m 이내 존재할 때만 장애물의 유무 및 거리정보를 알려준다. 3m 밖의 장애물이 감지되더라도 단말기에서 시각 장애인에게 이를 전달하지 않는다.



그림 1. SmartWand를 사용하는 모습

사물의 색깔을 알기 위해서는 단말기를 시각장애인용 지팡이에서 분리하여 원하는 물건에 단말기의 뒤 부분을 접촉시킨 후에 버튼을 누르게 되면 음성을 통해 16개의 표준색 중에서 가장 근접한 색깔을 알려준다. 같은 방식으로 주변의 명암 정보를 알기 위해서는 명암모드를 선택한 후 버튼을 누르게 되면 밝기 정보를 3 단계로 알려준다.

#### 3.2 SmartWand의 구성

단말기의 구성은 시각장애인의 전방에 위치한 장애물을 탐지하는 초음파 센서와, 물체의 색깔을 인식하는 컬러센서, 주변의 밝기를 측정하기 명암 센서, 입력된 정보를 처리하고 정보 출력을 제어하는 마이크로프로세서, 장애물과의 유무를 진동으로 알려주는 진동 장치, 음성 데이터를 저장하는 메모리, 정확한 거리 및 색깔이나 밝기를 음성으로 알려주기 위한 스피커, 전원을 공급하는 전원부로 구성된다 (그림 2). 그림 3은 본 연구에서 개발된 SmartWand 시제품을 보여준다.

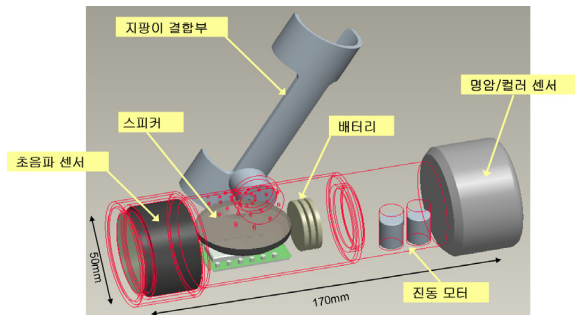


그림 2. SmartWand의 구조도



그림 3. 개발된 SmartWand 시제품

단말기에서 사용된 초음파센서, 컬러센서, 조도 센서 등은 여러 제품들 중에서 성능, 크기, 가격, 전력소비, 마이크로컨트롤러(MCU)와 호환성 등의 항목으로 구분하고 각 센서들의 성능은 시각 장애인용 단말기의 기능적인 측면과 한국 사람의 체형 및 도로 상황을 고려해서 테스트한 후 가장 최적의 제품을 선택하였다. 그림 4에서는 선택된 센서들의 실제 모습을 보여주고 표 2에서 각각의 모듈의 자세한 사양을 설명하였다.

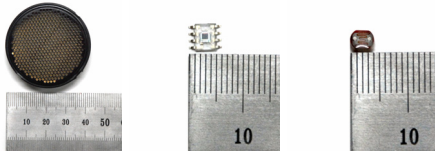


그림 4. SmartWand에 사용된 센서류. (a) 초음파센서 (b)컬러센서 (c)조도센서

모듈 명칭	주요 사양
MCU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATmega128L, 8MHz</li> <li>- 작동전원: 2.7~5.5V</li> <li>- 8 channel 10bit A/D Converter</li> <li>- 타이머/카운터: 8bit-2개, 16bit-2개</li> </ul>
전원모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 리튬전지,</li> <li>- 3.0V/540mAh 24.5(직경) X 5(두께)</li> </ul>
명암센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CdS Sensor(A90.12)</li> </ul>
컬러센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TCS230</li> <li>- Right intensity to Frequency Converter (R,G,B,Clear)</li> </ul>
초음파센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Smart Sensor(SE-600)</li> <li>- 검출거리 : 15cm~10.7m</li> <li>- 검출각도 : 15°</li> <li>- 분해능 : ± 3mm@3M</li> </ul>
진동자모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원형 박형 진동모터</li> <li>- 직경: 10Ø</li> <li>- 동작전원: 3.0V, 40mA</li> <li>- 회전속도:10000~15000RPM</li> </ul>
음성모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 음성 발생 IC, ISD2532</li> <li>- Voice record/playback</li> <li>- Fully addressable to handle multiple messages</li> </ul>
PCB 모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexible PCB(FPCB) 로 본체 속에 말아서 삽입</li> </ul>

표2. SmartWand 단말기 사양

#### 4. 청각 장애인용 단말기, SmartWatch

##### 4.1 SmartWatch의 기능

청각 장애인들이 가정에서 생활할 때 발생하는 소리 중에서 꼭 알아야 하는 경우들이 있다. 예를 들면, 아기 울음소리, 노크나 초인종 소리, 물 끓는 소리, 화재 경보 등의 소리이다. 이를 위해서 앞서 2장에서도 언급한 것 처럼 여러 종류의 보조 도구들이 개발되었다. 각각의 경우별로 센서를 달아서 점멸되는 조명이나 진동으로 알려주게 되는데 가정에서 일어나는 여러 상황과 모든 장소에서 알려주기에는 번거롭고 비용이 많이 드는 문제가 있다.

다른 방법으로는 청각 장애인들이 훈련된 보청건을 분양 받아서 같이 생활 하고 있다. 하지만, 동물을 싫어하는 사람도 있을 수 있고 관리를 해야 하는 부담도 또한 크다는 것이 문제

이다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 손목에 착용하는 방식의 청각 장애인용 단말기인 SmartWatch를 개발하였다. SmartWatch는 청각장애인이 가정에서 사용하는 기존의 경보장치나 보청건을 대신하여 청각 장애인이 가정 내에서 발생하는 중요한 소리 - 아기 울음소리, 노크나 초인종 소리, 물 끓는 소리, 화재 경보 등 - 을 인식할 수 있도록 하는 장치이다.

먼저 송신모듈에 부착된 두개의 마이크로폰을 통해 입력된 소리를 블루투스 무선통신을 통해 가정 내에 설치된 노트북 컴퓨터로 전송한다. 노트북 컴퓨터에서는 음향인식 소프트웨어에 의해 전송된 소리와 미리 등록된 소리를 비교하여 아기울음소리, 초인종소리, 전화벨 소리, 그리고 주전자 물끓는 소리를 감지하게 된다 (그림 5).

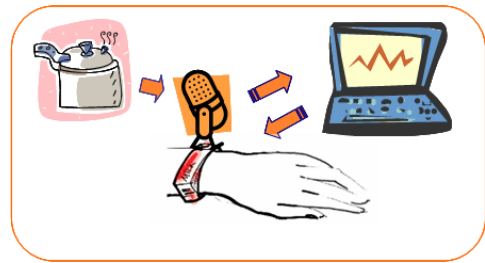


그림 5. SmartWatch의 작동 원리

이후에 노트북 컴퓨터에서는 감지된 소리의 종류를 적절한 제어신호로 바꾸어 다시 무선통신을 통해 SmartWatch로 전송한다. SmartWatch는 감지된 소리의 종류를 내장된 진동자를 통해 해당하는 진동패턴으로 알려주고 단말기 상단의 LED를 켜서 시각정보로 표시해준다 (그림 5).



그림 6. SmartWatch를 착용한 모습

그림 6에서 SmartWatch를 착용한 모습을 보여준다. 청각 장애인은 손목에 시계처럼 SmartWatch를 차고 송신모듈은 옷 주머니 등에 부착한다.

## 4.2 SmartWand의 구성

SmartWatch는 손목시계 형태로 제작되어 청각장애인이 실내에서 위화감 없이 자연스럽게 사용할 수 있도록 디자인되었다. 이 장치는 앞부분에 4가지 다른 소리의 종류를 표시해 주는 LED 표시창, 내부에 제어부와 전원부, 시계줄 부분의 진동모듈 등으로 구성되어 있다. 감지된 소리 정보는 청각장애인의 손목의 옆에 위치한 진동자를 통해 진동패턴을 느낄 수 있고, 앞 부분의 LED를 통해 발생된 소리의 종류를 확인할 수 있다 (그림 7(a)).

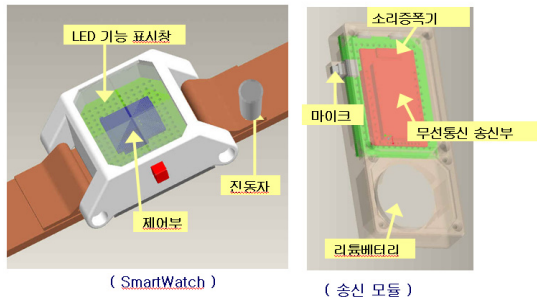


그림 7. SmartWatch(a)와 송신모듈(b)의 구조도

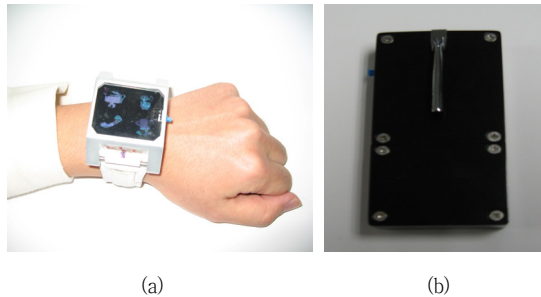


그림 8. 개발된 SmartWatch(a)와 송신모듈(b)의 시제품

모듈 명칭	주요 사양
MCU	- PIC16LF87_SO - 동작전원: 2.0 ~ 5.5V - 타이머: 8bit-2개, 16bit-1개 - PWM: 10bit-1개
전원모듈	- 리튬전지, - 3.0V/540mAh 24.5(직경) X 5(두께)
마이크로폰	- EM4530 - 증폭 IC: MAX9812
무선통신모듈	- FB561TX (스테레오 음성 송신 모듈) - FB155BC (블루투스 시리얼 송수신)
LED 모듈	- Chip LED 사용, - 4 가지 소리로 형상화된 ICON 사용
진동자모듈	- 원형 박형 진동모터 - 직경: 10.5 Ø - 동작전원: 3.0V, 40mA - 회전속도: 10000~15000RPM

표3. SmartWatch 단말기 사양

송신모듈은 소리 입력을 위한 두개의 마이크로폰, 소리증폭기, 블루투스 무선통신 모듈, 그리고 리튬배터리의 전원부로 구성되어 있다(그림 7(b)).

본 연구에서 개발된 SmartWatch와 송신모듈 시제품은 그림 8에서 보여지고, SmartWatch의 각 세부 모듈의 사양은 표 3에 기술되어 있다.

## 5. 결론

본 논문에서는 시각 장애인과 청각 장애인들의 일상 생활에서 겪는 어려움을 덜어줄 수 있는 착용형 단말기인 SmartWand와 SmartWatch를 소개하였다. SmartWand는 시각 장애인의 지팡이에 탈 부착하는 형태이고 보행시에 전방의 장애물의 여부 및 거리 정보, 주변 환경의 명암 정보, 그리고 사물의 색깔 정보 등을 진동과 음성으로 알려준다. SmartWatch는 청각장애인이 가정 내에서 위험상황이거나 인지가 필요한 소리를 실시간 감지하여 진동과 시각적인 정보로 알려줄 수 있다. 기존의 제품들이 갖고 있지 않았던 착용성, 기능성 면에서 많은 개선이 있었고 특히 한국인의 체형과 상황을 고려하여 개발되었다.

앞으로 개발된 단말기들의 실제 장애인들을 대상으로 한 사용성 평가를 실시할 예정이다. 이를 바탕으로 개발된 단말기들을 개선하고 실용적인 면에서 더욱 소형화/경량화에 대한 연구를 진행 할 예정이다. 또한 기능적으로도 감지하는 정확도를 개선하고자 한다.

본 연구에서 개발된 시각 및 청각 착용형 단말기들을 통해 장애인의 일상 생활의 안정성과 편의성이 증대되기를 기대한다.

## 참고문헌

- [1] 보건복지부 자료실, <http://www.mohw.go.kr>
- [2] 한국농아인협회, "청각장애인 착용형 단말 인터페이스 기술개발을 위한 욕구조사 분석", 2005.12
- [3] 한국정보문화진흥원, "컴퓨터 접근성 및 보조기술의 필요성과 효과", 2004.12
- [4] UltraCane, <http://www.soundforesight.co.uk/>
- [5] Christophe Jacquet, Yacine Bellik and Yolaine Bourda, "Electronic Locomotion Aids for the Blind: Towards More Assistive Systems". Intelligent Paradigms for Assistive and Preventive Healthcare, Apr 2006. pp. 133-163. N. Ichalkaranje, A. Ichalkaranje and L.C. Jain, editors. Springer-Verlag.
- [6] Farcy, R., Bellik, Y.: Locomotion assistance for the

blind. In Keates, S., Langdom, P., Clarkson, P., Robinson, P., eds.: Universal Access and Assistive Technology, Springer (2002) 277–284

[5] 청각장애인 보조기기, 사단법인 한국장애인정보격차협의회, "장애인 정보통신 기기 현황조사", 2002년 6월

[6] 박진영, 안정근, 김래현, 하성도, 박세형, “청각장애인을 위한 웨어러블 단말 인터페이스 기술”, 차세대 컴퓨팅 학회 논문지 Vol 2 No. 3, 2006