

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.18.3.167>

IIBC 2018-3-22

## 시각 장애인을 위한 스마트케인 설계

### Design and Implementation of Smart Cane for Visually Impaired People

안정환\*, 이영두\*\*, 구인수\*\*\*

Jeonghwan Ahn\*, Young-Doo Lee\*\*, Insoo Koo\*\*\*

**요약** IT 기술의 급격한 발전에도 불구하고 여전히 시각장애인들은 보행보조 도구로써 단순한 형태의 지팡이를 사용하고 있으며 보다 발전된 보행보조 도구를 필요로 하고 있다. 인터넷 서비스 및 센서를 기반으로 개발된 스마트케인은 이러한 시각장애인들에게 주변정보 및 보행상황을 음성과 진동으로 전달함으로써 기존 시각장애이용 지팡이에 비해 높은 안전성과 편의성을 제공할 수 있다. 본 논문에서는 기존에 연구개발 되었던 스마트케인보다 사용자 편의가 고려된 실용적인 제품을 개발하기 위해 초음파를 이용한 거리측정에서 보다 먼 거리를 측정할 수 있고 음파의 반향파라는 특성으로 생기는 오차의 결과를 최적화 할 수 있는 알고리즘을 기반으로 거리 알람 신호를 촉각으로 전달하고 GPS 정보를 이용하여 현재 위치를 음성으로 알리는 동시에 인체 공학적인 형태로 디자인되어 사용자 친화적인 발전된 형태의 스마트케인을 제안하고 구현한다.

**Abstract** Despite the rapid development of IT technology, people with visual impairments still use simple forms of walking sticks and need more advanced walking aids. Smart Cane, which is developed based on Internet service and sensor, can provide high safety and convenience compared to existing sticks for visually impaired people by conveying peripheral information and walking situation to these visually impaired people through voice and vibration. In this paper, we propose and implement SmartKane to overcome lack of miniaturization, user friendly form, and sensing sensitivity, which have been pointed out as a problem of existing SmartKane.

**Key Words** : Smart Cane, IT technology, Internet, Sensor, Convenience

#### 1. 서론

보행은 인간에게 있어서 가장 기본적인 행동이지만 시각장애인은 제한된 시각으로 인하여 보행의 어려움을 겪고 있다. 이는 삶을 영위함에 있어서 가장 본질적인 요소가 제한 당하는 것이다. 시각 장애인의 안전한 보행을 도모하기 위해 안내인, 맹인안내견, 전화안내 서비스 등의 다양한 방법과 수단이 강구되어 왔으나 국내에서는

제한된 서비스, 부족한 지원, 안내인의 전문성과 인력의 부족 등으로 인하여 시각 장애인들의 보행 지원이 어려운 실정이다<sup>[1-3]</sup>.

IT 기술의 발전에 힘입어 시각장애인들을 위한 보행 보조기로서 다양한 스마트케인과 보행 보조 시스템 등이 개발되었다<sup>[4-8]</sup>. 국내에서는 전주 비전대에서 보행 진로에 있는 장애물 여부와 위치를 진동으로 알려주는 화이트 아이가 개발되어 엑스포에 출품되었고, 영국에서는

\*준회원, 울산대학교 전기공학부

\*\*정회원, 울산대학교 전기공학부

\*\*\*정회원, 울산대학교 전기공학부(교신저자)

접수일자: 2018년 4월 20일, 수정완료: 2018년 5월 20일

게재확정일자: 2018년 6월 8일

Received: 20 April, 2018 / Revised: 20 May, 2018

Accepted: 8 June, 2018

\*\*\*Corresponding Author: iskoo@ulsan.ac.kr

Dept. of Electrical Electronic Engineering, University of Ulsan, Korea

버밍엄 시티 대학교에서 얼굴인식 기능을 장착한 엑스플로어가 개발되었으나 상용화 되어 시장에 보급되지는 못하였다. 실제 개발되어 시장에 보급된 스마트케인으로는 인도의 assistech사에서 개발한 초음파 센서를 기반으로 근거리 장애물을 탐지하는 스마트케인이며 다른 제품은 개발만 되었을 뿐 실제로 장애인이 사용한 사례는 찾아보기 어렵다. 이외에 비콘을 이용한 시각장애인용 음성안내 내비게이션 랜턴이 개발되었지만 외국의 사례이며 안드로이드에서도 많은 시각장애인용 어플리케이션이 제작되고 배포되고 있지만 유독 내비게이션 어플리케이션은 지속적인 업데이트가 이루어지지 않아 실제적인 서비스가 어려운 실정이다. 또한 해외에서는 아이폰을 기반으로 TTS기술을 활용한 비교적 다양한 시각장애인용 어플리케이션과 제품들이 출시되었지만 외국어를 기반으로 한 낮은 접근성과 비싼 가격으로 인해 국내에서는 제대로 이용되지 못하고 있다. 상기의 정황들을 고려할 때 국내 스마트케인 관련 연구개발은 미비한 상황이라 볼 수 있으며, 따라서 다양한 형태의 스마트케인들의 출현을 통한 연구개발의 활성화가 필요한 시점이다.

한국시각장애인연합회에 방문하여 시각장애인들이 생각하고 있는 스마트케인에 대한 의견과 설문을 조사 요약한 결과는 다음과 같다. 첫 번째로 스마트케인의 동작이 정확하게 이루어지지 않기 때문에 신뢰도가 떨어진 다. 두 번째로 일반 시각 장애인용 지팡이에 비해 지나치게 무거워 손과 어깨에 무리가 간다. 마지막으로 기존의 스마트케인은 감지거리가 짧아 실용성이 떨어진다.

상기 요구사항들에 대한 충족을 목표로 본 연구개발에서는 다음의 내용들을 기반으로 스마트케인을 구현하고자 한다. 거리감지 기능에 있어서 오차가 크기가 크면 클수록 상황에 따라서는 위험한 상황이 도래할 수 있으며 한번이라도 장애물에 부딪히게 된다면 시각 장애인에 제품에 대해 신뢰할 수 없을 것이다. 따라서 오차가 발생할 수 있는 가능성을 최대한 배제하여 최소의 오차를 줄이도록 설계되어야 한다. 스마트케인은 일상에서 사용되는 기구이므로 기능면에 있어서 우수하다 하더라도 사용하기에 불편해서는 안 된다. 기존의 스마트 케인들은 크기가 크고 무겁거나 모양이 투박하여 시각장애인들이 사용하기에 불편했다. 따라서 스마트케인은 장시간 사용하기에 편한 인체공학적 형태와 무게감을 가져야 한다<sup>[9-10]</sup>. 일반적으로 개발되어온 스마트케인은 거리 감지 센서를 사용하여 현재의 위치를 알려주는데 거리 감지 센

서는 생각보다 거리를 감별할 수 있는 거리가 짧다. 따라서 측정거리가 짧은 적외선 센서 보다는 좀 더 긴 초음파 센서가 채택되는데 초음파 센서의 해상도가 낮을 경우 최대 측정 거리에 대한 정밀성이 현저하게 줄어든다. 그러므로 기존 지팡이의 약 1미터의 측정거리를 넘어 보다 먼 거리의 장애물을 감지할 수 있어야 한다. 실용적인 시각장애인 어플리케이션으로 보이스아이(인쇄물 읽기 어플리케이션), 티티톡(음성메시지용 메신저 어플리케이션) 등이 있으나 내비게이션이나 위치확인 어플리케이션은 미미한 수준이다. 목적지까지의 보행 중에서 가장 중요한 정보는 현재 자신이 어디에 있는가에 대한 것이며 이에 따른 정보가 제공이 되는 것은 중요하다. 따라서 거리에서 사용하게 될 스마트케인은 보행 중에 즉각적으로 자신의 위치를 알 수 있어야 한다.

본 논문에서는 기존에 연구개발 되었던 스마트케인보다 사용자 편의가 고려된 실용적인 제품을 개발하기 위해 초음파를 이용한 거리측정에서 보다 먼 거리를 측정할 수 있고 음파의 반향파라는 특성으로 생기는 오차의 결과를 최적화 할 수 있는 알고리즘을 기반으로 거리 알람 신호를 촉각으로 전달하고 실질적인 기능으로서 GPS 정보를 이용하여 현재 위치를 음성으로 알린다. 또한 시각 장애인의 스마트케인 자체에 대한 사용편의를 높이고자 스마트케인의 형태를 인체 공학적으로 디자인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시각 장애인을 위한 스마트 케인의 시스템 설계에 관하여 기술한다. 3장에서는 설계된 스마트케인 시스템의 구현에 관하여 기술한다. 4장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. 시스템 설계

본 논문에서 고려하는 스마트케인의 전체 시스템 구성은 다음과 같다. 다양한 기능을 수행하기 위한 MCU와 거리 감지를 위한 초음파 센서, 감지된 거리를 표현하는 리니어 서보모터, 신호등과 통신하는 비콘, 위치정보를 받아들이는 GPS, Map Server와 연결하는 Wifi 모듈, 시스템을 동작시키는 배터리 등을 부착하였다.

거리센서의 경우 초음파 센서가 사용되는데 이는 초음파를 보내 돌아오는 반향파와의 시간을 측정하여 음파의 속력으로 나눈 값으로 장애물과의 거리를 도출해 낸다. 리니어 서보모터는 측정된 거리에 비례하여 움직여

사용자에게 장애물의 거리를 엄지손가락으로 알 수 있게 된다.

비콘의 경우 발신기는 일정 데이터를 설치된 공간에서 지속해서 퍼트리며 장치이며 수신기는 이 데이터를 받고 어떤 정보가 있는지 확인하는 장치이다. 신호등 내부의 비콘 발신기가 시시각각 변하는 신호등 정보를 비콘 정보로 퍼트리며 스마트케인의 사용자가 신호등 근처로 왔을 때 이 비콘 데이터를 받아들이고 신호등에 대한 정보(신호 위치와 현재 신호, 남은 시각)를 음성으로 사용자에게 전달한다.

GPS모듈은 위성을 통해 지속적으로 현재 위치에 대한 위도, 경도, 고도, 속도 등 다양한 정보를 받는다. 하지만 위도와 경도로는 현재 위치를 수치로 밖에 알 수 없기 때문에 정확한 주소를 찾을 필요가 있다. 따라서 Wifi모듈을 통해 구글 지도에 접속하고 추출된 위도와 경도 값을 통해 현재 주소 값을 도출해 낸다. 현재 위치 주소 또한 음성 모듈을 통해 사용자에게 전달한다.

이러한 센서들을 제어하는 장치가 MCU (Micro Control Unit)이며 해당 시스템은 아두이노 IDE를 기반으로 프로그래밍 되었다.

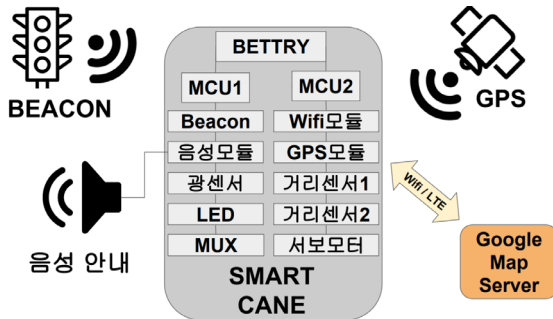


그림1. 전체 시스템의 구성도  
 Fig. 1. System configuration

스마트 케인에 들어가는 각종 센서들이 MCU와 시그널 통신을 통하여 위험할 수 있는 정보를 사용자에게 진동 또는 모터를 통해 전달하고 인터넷과 비콘 정보를 수신하여 유용한 정보를 사용자에게 음성으로 전달한다.

디자인 설계 주안점으로 사용된 센서와 모듈이 지팡이 내부에 위치하도록 하였다. 이를 통해 기존에 센서나 모듈이 밖에 나와 조잡하던 스마트케인의 디자인과는 차별성을 두었다. 또한 소형이지만 센서의 해상도와 크기 등을 고려하여 기존의 스마트케인 보다 향상된 서비스를

제공하도록 하였다.

본 논문에서 설계하고자 하는 구체적인 기술 서비스는 총 4가지이며 구현방법과 실제 기능들은 다음과 같다.

### 1) 거리 측정 알림 및 장애물 탐지 서비스

스마트케인에 내장되어 있는 2개의 초음파 센서, 그리고 진동모터와 서보모터를 이용해 사용자에게 장애물에 관한 정보를 알린다. 아래 부분에 위치하는 계단이나 턱과 같은 발에 걸릴 수 있는 장애물이 일정 거리 근처로 오게 되면 손잡이 부분에 내장되어 있는 진동모터가 작동하여 사용자에게 위험을 알려준다. 윗부분의 초음파 센서는 전방 장애물의 거리를 측정하고 측정된 거리에 따라 스마트케인 손잡이의 엄지손가락 부분에 위치한 서보모터가 작동한다. 전방 장애물 거리는 엄지손가락에 축지 되는 서보모터의 움직임을 통해 직관적으로 알 수 있기 때문에 좀 더 안전한 보행을 가능케 할 수 있다.

### 2) 위치정보 음성 알림 서비스

스마트케인 손잡이에 달려 있는 버튼을 클릭하면 스마트케인에 내장되어 있는 GPS모듈의 GPS정보를 MCU에 전달한다. MCU는 wifi 기능을 사용하여 인터넷에 접속하고 구글이나 다음 맵에 GPS정보를 검색하여 현재의 위치정보를 얻는다. 그리고 현재위치 정보를 음성모듈을 통하여 사용자에게 전달하여 시각장애인에게 현재 위치에 대한 편의성을 증대시킨다.

### 3) 비콘을 통한 신호등알림 서비스

일정한 시간 간격으로 정보를 뿌리는 비콘이 신호등에 설치되어 있고 MCU는 연결된 비콘을 통해 신호등의 비콘 정보를 수신한다. 수신된 정보는 현재 신호등이 어느 신호등인지 현재 신호가 무슨 색이며 몇 초가 남았는지에 대한 것이다. 음성모듈을 통해 이러한 정보가 시각장애인에게 전달됨으로서 안전한 신호등 이용을 가능케 한다.

### 4) 야간 위치 알림 서비스

시각장애인은 시야가 제한되어 있기 때문에 야간과 주간이 동일하게 보이지 않는다. 하지만 야간에는 일반 보행자들의 시야가 제한되기 때문에 시각장애인과 불필요한 충돌이 발생할 수 있다. 따라서 일반인들에게 스마

트케인을 사용하는 시각장애인을 가시적으로 알리는 수단으로서 야간이 되면 자동으로 LED를 작동시키고 일반 인과의 충돌을 막을 수 있다. 상기 설계 내용을 총괄한 스마트 케인의 전체 구상도는 그림 2과 같다.

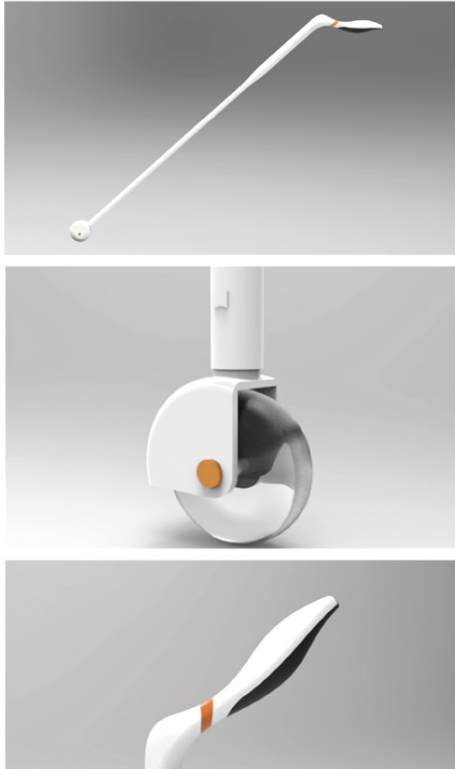


그림 2. 제안하는 스마트케인의 전체 구상도  
Fig. 2. Overall concept of the proposed smart cane

### III. 시스템 구현

스마트케인을 실제 구현하는데 있어서 다음의 요소들이 고려되었다. 기존 지팡이와 같이 가벼울 것, 간편하고 오래 사용가능할 것, 인체공학적인 디자인일 것, 기능구현에 충실할 것.

MCU의 경우 2개가 사용되었으며 센서의 경우는 초음파센서 2개, 광센서, 그리고 비콘, 서보모터, 진동모터, GPS모듈, 음성모듈까지 총 8개의 모듈이 사용되었다.

8개의 장치를 하나의 MCU로 동작시키기에는 사용된 MCU가 가지고 있는 아날로그 핀과 디지털 핀의 개수가 부족하였다. 또한 MCU의 가용한 전류량이 부족하여 센

서 구동이 불규칙하게 되어 전체 시스템 작동이 불안정해지는 등의 여러 가지 문제점들이 발생하여 이를 해결하고 효율적인 연산처리 및 통신 충돌을 막기 위해 총 2개의 MCU를 이용하여 제작되었다.

하나의 MCU는 비콘, 음성모듈, 광센서 그리고 LED를 제어하도록 구성하였다. 신호등의 비콘 발신 신호를 수신하여 음성모듈을 통해 사용자에게 신호등 상태 및 횡단보도 등의 정보를 알린다.

나머지 MCU는 GPS, 초음파 센서, 음성 센서, 서보모터를 제어하도록 구성하였다. 스마트케인 상 하단에 설치된 초음파 센서의 감지 정보를 기반으로 선형 서보모터를 통해 사용자에게 장애물과의 거리를 통보한다.

GPS모듈을 통해 얻은 위도와 경도 값을 주소로 변환하기 위해 인터넷 접속이 필수적이므로 WIFI 기능을 탑재한 ESP8266 기반의 Wemos MCU를 사용하였다.



그림 3. WIFI기능이 통합된 MCU (Wemos)  
Fig. 3. MCU with integrated Wifi function (Wemos)상기 시스템 설계를 기반으로 세부적인 구현은 다음과 같다.

#### 1) 거리 측정 알림 및 장애물 탐지 구현

H/W : 거리 측정 알림과 장애물 탐지에서 사용된 거리 센서로 초음파센서를 사용하였다. 근접 장애물을 측정하고 이를 경고 하기 위한 스마트케인 하단 센서와 장애물까지의 거리를 측정하여 사용자에게 알려주기 위한 상단센서로 나누어 구현하였다. 사용된 초음파 센서는 Maxbotix XL-MaxSonar-EZ4으로 4미터 까지 측정되는 높은 해상도와 낮은 전력으로 동작되기 때문에 일반적인 스마트케인에서 자주 사용되는 저가형 초음파센서인 HC-04와는 차별성을 둘 수 있다.

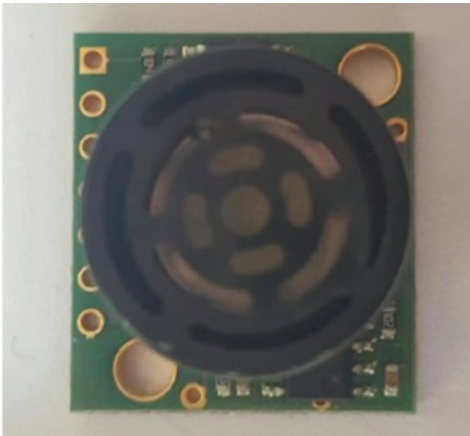


그림 4. 초음파 센서 Maxbotix XL-MaxSonar-EZ4  
 Fig. 4. Ultrasonic sensor Maxbotix XL-MaxSonar-EZ4

또한 측정된 거리를 알려주기 위한 수단으로 시각장애인들에게 익숙한 점자모형을 사용하려했으나 점자 컨트롤 모듈의 단종으로 초소형 서보모터를 대신 사용하였다. 초소형 서보모터는 직선으로 움직이며 성인 엄지손가락 정도의 범위에서 움직일 수 있기 때문에 상단 센서에서 측정되는 장애물의 거리에 따라 서보모터가 움직이면 사용자는 엄지손가락의 감각으로 장애물의 거리를 직관적으로 판단할 수 있다.

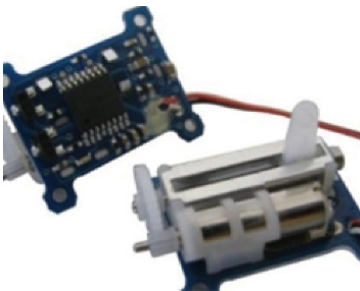


그림 5. 소형 리니어 서보모터  
 Fig. 5. The linear servo motor

S/W : 초음파 센서의 측정값 오류를 일으키는 주요한 문제점인 반향파를 해결하기 위하여 프로그램에서 거리를 측정하는 변수를 3개 지정하여 순차적으로 거리 측정값을 넣고 평균값을 구해 하나의 Stack으로 지정했다. 총 3개의 Stack 값으로 비교하여 그 차이에 해당하는 델타값을 계산하고 비정상적인 Stack 값을 제외하고 나머지에 대해 거리 값을 추정하였다.

```
//거리 측정
distance = analogRead(anPin1)/2;

if(start==0){
    distance_P2 = distance;
    distance_P1 = distance;
    distance_P0 = distance;
    distance_aver = distance;
}
else if(start==1){
    distance_P1 = distance_P0;
    distance_P0 = distance;
    distance_aver = (distance_P2 + distance_P1 + distance_P0) / 3;
}
else{
    distance_P2=distance_P1;
    distance_P1=distance_P0;
    distance_P0=distance;
    distance_aver = (distance_P2 + distance_P1 + distance_P0) / 3;
}

delay(1000);

for(int i = 0; i<average; i++){
    //적외선 센서값 수신
    sensorValue = analogRead(sensor1R);
    ...
}
```

그림 6. 스택부분의 소스코드의 일부  
 Fig. 6. part of stack source code

## 2) 위치정보 음성 알림 시스템

H/W : ESP8266기반으로 제작된 Wemos MCU는 자체적으로 WIFI 기능을 가지고 있어 인터넷 연결이 가능하기에 GPS 센서를 통해 받은 좌표 정보를 인터넷을 통해 현재 위치로 변환할 수 있다. 이후 해당 위치 정보를 음성모듈을 통해 사용자에게 이어폰으로 전달한다.

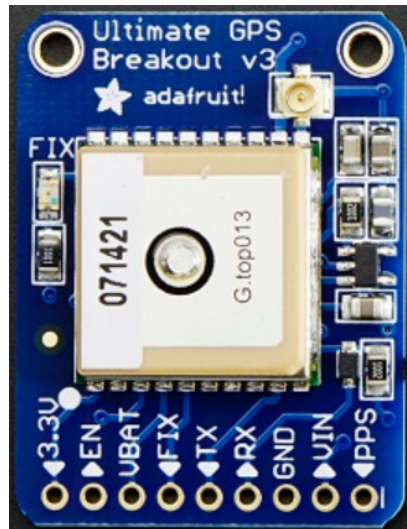


그림.7 GPS 모듈  
 Fig. 7. GPS module

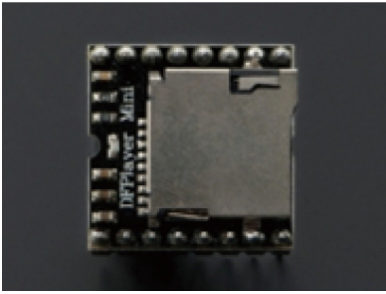


그림 8. DFPLAYER 음성모듈  
Fig. 8. DFPLAYER voice module

S/W : MCU의 부팅 시에 스케치된 프로그램을 통해 사용자 스마트기기의 데이터 테더링(tethering) 서비스를 통해 인터넷에 접속하게 된다. 그리고 엄지손가락 근처의 버튼이 눌러질 때 현재 위치에 대한 GPS 좌표 값을 구글이나 다음맵 API를 통해 전송하게 되면 현재 위치에 대한 정보가 HTML 형식으로 수신되고 필요한 위치 정보에 관한 값만 파싱(parsing) 과정을 통해 현재 위치에 대한 정보를 음성 모듈로 사용자에게 알린다.

```
//서버와 연결
void connectToServer(TinyGPS &gps) {
  while (WiFi.localIP() == INADDR_NONE) {
    Serial.print(" ");
    delay(300);
  }
  Serial.println("W");
  printWiFiData();

  float latitude, longitude;
  // Then call this function
  gps.f_get_position(&latitude, &longitude);
  // You can now print variables latitude and longitude
  Serial.print("Lat/Long: ");
  Serial.print(latitude, 5);
  Serial.print(" ");
  Serial.println(longitude, 5);

  String lat = String(latitude, 5);
  String lon = String(longitude, 5);
  int year;
  byte month, day, hour, minute, second, hundredths;
  gps.crack_datetime(&year, &month, &day, &hour, &minute, &second, &hundredths);
  // Print date and time
  Serial.print("Date: "); Serial.print(month, DEC); Serial.print("/");
  Serial.print(day, DEC); Serial.print("/"); Serial.print(year);
}
```

그림 9. GPS 정보 수신 소스코드  
Fig. 9. Source code for receiving GPS information

```
Serial.println("connecting to server...");
String content = "";
if (client.connect(hostIp, 80)) {
  Serial.println("Connected! Making HTTP request to api.daum map " + location + "...");
  Serial.println("W");
  Serial.println(lat);
  Serial.println(lon);

  client.println("GET /loc1/geo/coord2addr?apikey=614746107957254ac61d5d72799950e8&longitude=" +
  lon + "&latitude=" + lat + "&inputCoordSystem=WGS84&output=xml");
  //위에 지정된 주소와 연결한다.
  client.println("HOST: apis.daum.netW");
  client.println("User-Agent: launchpad-wifi");
  client.println("Connection: close");

  client.println();
  Serial.println("My Location information " + location);
}
```

그림 10. 역 지오코딩 소스코드  
Fig. 10. Source code for reverse geocoding

```
if (client.connected()) {
  while (client.available()) {
    //전송된 데이터가 있을 경우 데이터를 읽어들인다.
    char inChar = client.read();
    //읽어온 데이터를 inChar에 저장한다.
    currentLine += inChar;
    //inChar에 저장된 Char변수는 currentLine이라는 String변수에 쌓이게 된다.

    //라인피드(줄바꿈)문자열이 전송되면 데이터를 보내지 않는다.
    if (inChar == '\n') {
      //Serial.print("clientReadLine = ");
      //Serial.println(currentLine);
      currentLine = "";
    }

    //데이터가 전송되었는지 확인
    if (currentLine.endsWith("FullName=")) {
      //현재 스트림이 "<fullName="로 끝났다면 현재주소를 받을 준비를 한다.
      readingLocal = true;
      LocalString = "";
    }
  }
}
```

그림 11. 주소를 파싱하는 소스코드  
Fig. 11. Source code for parsing addresses

그림 9, 10, 11은 GPS의 정보를 수신하여 역 지오코딩을 통해 주소 값을 저장하고 이를 통해 음성모듈로 재생하는 소스코드를 나타낸다.

### 3) 비콘을 통한 신호등알림 시스템

H/W : 비콘 발신 기능을 가진 신호등은 신호의 변화에 따른 비콘 신호를 지속적으로 방송(broadcast)한다. 따라서 스마트케인 내부 비콘 센서가 신호등의 비콘 신호를 일정거리 내에서 수신할 경우 신호등 정보를 음성 모듈로 사용자에게 안내한다.

```
if (digitalRead(btn2) == HIGH) {
  BT.listen();
  String ibeacon_list;
  ibeacon_list = getIbeaconList();
  String stringSub = ibeacon_list.substring(58, 66);
  String stringSub2 = ibeacon_list.substring(136, 144);
  String stringSub3 = ibeacon_list.substring(214, 222);
  BT.flush();
  Serial.println(ibeacon_list);
  Serial.println(stringSub);
  Serial.println(stringSub2);
  Serial.println(stringSub3);
  myMP3.listen();
  delay(10);
  if (stringSub == "0903050C" || stringSub2 == "0903050C" || stringSub3 == "0903050C")
  { Serial.println("ok");
  myMP3.listen();
  delay(10);
  mp3_play(100); //현재 신호는 빨간불입니다. 대기시간은 약 30초 입니다.
  delay(6000);
  }
  else if (stringSub == "090309C4" || stringSub2 == "090309C4" || stringSub3 == "090309C4")
  {
  delay(10);
  mp3_play(101); //현재 신호는 빨간불입니다. 대기시간은 약 20초 입니다.
  delay(6000);
  }
}
```

그림 12. 비콘에 대한 소스코드  
Fig. 12. Source code for the beacon

S/W : 블루투스4.x 기반의 비콘은 발신부와 수신부로 구분된다. 클래식 블루투스와 달리 비콘 발신 부는 총 20개의 코드를 100m 내의 공간에 방송하며 방송반경 내의 비콘 수신 부는 해당 신호를 받아 해당 신호 정보를 확인



한다. 신호등 근처 4m 이내에 접근 할 경우 미리 설정해 놓은 코드에 따라 신호등의 위치와 현재 신호등 상태 정보 및 신호 변경까지의 남은 시간 등의 정보를 음성모듈로 사용자에게 전달한다.

#### 4) 음성모듈

H/W : 하나의 MCU로 WIFI 모듈과 비콘 모듈을 동시에 제어할 경우 발생하는 원활하지 않은 정보수신 문제를 해결하기 위해 본 구현에서는 2개의 MCU를 사용했다. MCU 출력 단자의 기생 전류로 인해 유도되는 음성 모듈의 노이즈 출력 문제를 해결하기 위하여 2채널 Mux를 설치 후 조작하였다.

#### 5) 야간 위치 알림 서비스

H/W : 들어오는 빛의 양에 따라 저항 값이 변화하는 광센서의 동작원리를 이용하여 일정 임계 저항 값 이상이 될 경우 고광도 LED가 동작하도록 구현하였다.

S/W : 광센서에 들어오는 아날로그 값을 확인하여 일정 임계값 이하이면 고광도 LED가 작동하도록 프로그램하였으며 사용된 임계값은 노을이 지고 난 직후의 광량을 실험적으로 산정해 설정되었다. 또한 효과적인 가시화를 위해 패턴을 달리하는 점멸을 구현하였다.

#### 6) 인체공학적 디자인 및 편의성

본 논문에서 제작된 스마트 케인은 설계요소를 따라 사용자의 편의를 위한 디자인이 고려되었다. 손잡이는 손으로 잡기 편하게 유려하게 제작되었으며 사용자의 신장에 따라 길이를 조절 가능하게 제작되었다. 그림 13에서는 스마트 케인의 손잡이와 바퀴 파츠(parts)의 설계를 3D모델링한 설계도이다.

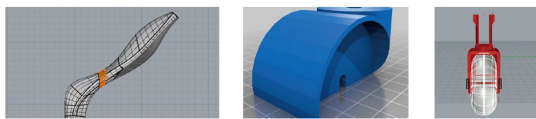


그림. 13. 스마트 케인의 손잡이와 바퀴 부분의 설계도  
Fig. 13. Design for smart cane handles and wheels

제작된 스마트케인은 소형 소자들을 사용해 제작되었음에도 배터리로 인해 무거워질 수 있으며 두드러지면서 앞의 장애물을 판단하는 일반적인 지팡이와는 다르게 초음파 센서를 통해 장애물을 감지하는 작동방식으로 인하여 안정적인 각도가 유지되어야 했다. 따라서 견고하고

턱을 보다 쉽게 넘어갈 수 있도록 바퀴를 제작하여 부착하였으며 이는 하중이 바퀴로 인해 분산되어 가볍고 시스템의 안정적인 동작을 이끌어낼 수 있었다.

스마트케인의 배터리는 일반적으로 보조배터리에 많이 사용되는 18650 리튬이온 배터리를 사용하였으며 충방전의 용이성을 도모하기 위해 스마트폰 충전단자인 5pin으로 충전할 수 있도록 하였다.

그림 15는 본 논문에서 구현한 스마트 케인을 나타낸다.

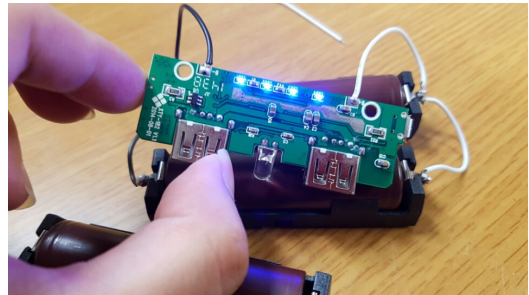


그림 14. 5pin 충전 모듈 및 18650 배터리  
Fig. 14. 5pin charge module and 18650 battery



그림. 15. 제작된 스마트케인  
Fig. 15. The implemented smart cane

## IV. 결론

본 논문에서 제안된 스마트 케인은 지팡이의 기본적인 기능과 IT기술을 접목시켜 효과적인 시각장애인의 주행보조를 수행할 수 있는 가능성을 제시한다.

구현한 스마트 케인은 크게 4가지의 기능을 가지고 있다. 기존에 제시되어 왔던 장애물을 거리센서 기반의 장애물 감지 서비스를 보다 고도화하고 인터넷을 이용한 현재 위치 알림과 비콘을 이용한 신호등 알림 시스템 또한 내장하고 있다. 야간이 되면 자동으로 불빛이 들어오게 되어 타인에게 자신의 위치를 알려줄 수 있게 되어 사용자의 안전성을 높일 수 있다.

또한 사용자의 편의성을 고려하여 인체 공학적으로 설계되었다. 가볍고 저전력으로 동작하도록 구성하였으며 기존의 스마트케인과는 차별화된 기능과 5pin 충전과 같은 세세한 편의성을 고려하여 제작되었다. 바퀴를 통해 손목에 무리가 가지 않고 안정적으로 시스템이 동작할 수 있도록 제품을 디자인하였다.

## References

- [1] Sumin Jang, Dong-gyo Hwang, Soo Kang, Eunju Kim, Junho Park, Kihun Jang and Jaesoo Yoo, "Design and Implementation of a Navigation System for Visually Impaired Persons", JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION, Vol. 12, No. 1, pp. 38-47, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.01.038>
- [2] Jonggu Kang, "An Exploration of International Academic Journals(JVIB and BJVI) Regarding Orientation and Mobility of People with Visual Impairments", THE KOREAN JOURNAL OF VISUAL IMPAIRMENT, Vol. 31, No. 3, pp. 107-126, 2015. DOI: <http://www.riss.kr/link?id=A100938408>
- [3] Song, Jiwon and Yang, Sungho, "A study on the Indoor Walking Behavior and Cane Usage of Visually Impaired", Journal of Digital Design, Vol. 10, No. 1, pp. 331-340, 2010. DOI: <https://doi.org/10.17280/jdd.2010.10.1.032>
- [4] Hyo-Gwan Kim and Young-Gyu Choi, "Study on the Development of Working Safety Device for Visually Impaired Person", Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology, Vol. 9, No. 4, pp. 366-372, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17661/jkiiect.2016.9.4.366>
- [5] C. M. Yang, J. Y. Jung and J. J. Kim, "Walking Assistive Shoes for Visually Impaired Person Using Infrared Sensor and Pressure Sensor", Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology, Vol. 11, No. 2, pp. 147-156, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21288/RESKO.2017.11.2.147>
- [6] Hyun-Seung Lee, In-Moon Choi, Soon-Ja Lim, "Development of a Portable Card Reader for the Visually Impaired using Raspberry Pi", Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.18, No.10, pp.131-135, 2017. DOI : <http://www.riss.kr/link?id=A103691086>
- [7] OhYong Kwon, TaeYong Sim, JinYoung Yun, Do GeunLim, Jonghee Kim, EunTaek Lee and HongTeak Ju, "The Walk Help Glasses for Blind Using Obstacle Recognition And GPS", Korean Institute of Information Scientists and Engineers Conference, pp. 1708-1710, 2017. DOI: <http://www.riss.kr/link?id=A105084755>
- [8] Seong-Joo Lee, Seok-Hoon Kim, Won-Seok Jang, JeongWoo Jwa and Soon-Whan Kim, "Smart Cane for the blind interworking with Sound Signal Generator", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 17, No. 6, pp.137-143, Dec. 31, 2017. DOI: <http://www.riss.kr/link?id=A105089919>
- [9] Lim Chaihong, "A Study on Design development of Sensor Cane for the Blind", Journal of Digital Design, Vol. 11, No. 1, pp. 1-8, 2011. DOI: <https://doi.org/10.17280/jdd.2011.11.1.001>
- [10] Wong, Yi Vonn and Yang, Sungho, "A Study on Design-guidelines to Redefine Cane Design for First Time Users", Journal of Integrated Design Research, Vol. 16, No. 2, pp. 21-32, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21195/jidr.2017.16.2.002>



## 저자 소개

### 안 정 환(준회원)



- 2018년 8월 : 울산대학교 전기전자시스템 공학부 졸업 (학사)
- <관심분야: IoT 기반 시스템, Cloud 기반 네트워크, 무선센서 네트워크>

### 이 영 두(정회원)



- 2007년 : 울산대학교 전기전자정보시스템 공학부 (학사)
- 2009년 : 울산대학교 전기전자정보시스템 공학부 (석사)
- 2013년 : 울산대학교 전기전자정보시스템 공학부 (박사)
- 2013년 ~ 현재 : 울산대학교 전기공학부 (리서치펠로우)

<관심분야: 인공지능 기반 네트워크, 무선인지 네트워크, 수중 센서 네트워크, 차세대 통신 시스템>

### 구 인 수(정회원)



- 1996년 : 건국대학교 전자공학과 졸업 (학사)
- 1998년 : 광주과학기술원 정보통신공학과 졸업 (석사)
- 2002년 : 광주과학기술원 정보통신공학과 졸업 (박사)
- 2002년 ~ 2004년 : 광주과학기술원 연구교수

- 2003년 ~ 2004년 : 스웨덴왕립공과대학 박사 후 연수과정
  - 2005년 ~ 현재 : 울산대학교 전기공학부 교수
- <관심분야: 차세대 통신 시스템, 무선센서 네트워크>