

모바일기기를 이용한 상황인식-흰지팡이

전 동 회*, 전 준 옥*, 백 화 현*, 문 미 경*

Situation-awareness White Cane Using a Mobile Device

Dong-Hee Jeon*, Jun-Uk Jeon*, Hwa-Hyeon Beak*, Mi-Kyeong Moon *

요 약

흰지팡이는 시각장애인이 보행을 위하여 사용하는 지팡이이다. 시각장애인의 보행 안전성을 향상시키기 위해 스마트 전자 흰지팡이에 대한 연구와 개발이 꾸준히 진행되고 있다. 본 논문에서는 흰지팡이와 모바일기기 간의 통신을 통해 시각장애인의 보행활동에 도움을 줄 수 있는 몇 가지 상황들에 대해 안내해주는 상황인식 흰지팡이의 개발 내용에 대해 기술한다. 상황인식 흰지팡이에는 시각장애인이 손쉽게 누를 수 있는 형태로 버튼들이 설치되어 있고, 이를 누르면 시각장애인의 목에 걸려있는 스마트 모바일기기와의 블루투스 연동을 통해 상황인식 결과값을 음성으로 알릴 수 있다. 이를 통해 시각장애인의 보행 환경에 대한 불안전 요소를 감소시켜줄 수 있으며 그 결과 보행 안전성이 향상될 수 있을 것이다.

▶ Keywords : 시각장애인, 흰지팡이, 상황인식, 스마트 모바일기기

Abstract

A white cane is used by many people who are blind or visually impaired. The studies and developments in the field of smart electronic white cane have been progressed to improve walking safety of the visually handicapped person. In this paper, we describe a situation-awareness white cane which support and guide walking of the visually handicapped person by giving information of surrounding situation through connection of a white cane and a mobile device. There are easily accessible buttons in the situation-awareness white cane. These buttons is connected with the mobile device by blue-tooth, so by pushing these buttons, the visually handicapped person can receive sound-guidance. As a result, the visually handicapped person can walk more safely by getting more information of situation.

▶ Keywords : visually handicapped person, White-cane, Situation-awareness, Smart mobile device

•제1저자 : 전동회 •교신저자 : 문미경

•투고일 : 2014. 8. 29, 심사일 : 2014. 9. 2, 게재확정일 : 2014. 10. 17.

* 동서대학교 컴퓨터정보공학부(Division of Computer & Information Engineering, Dongseo University)

※본 연구는 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2011-0014556)

※본 과제는 교육부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력선도대학(LINC)육성사업의 연구결과입니다.

I. 서 론

현재 우리나라에 등록 된 장애인 수는 2012년 12월 말 251만 1천명으로 2000년 12월 말 95만 8천명에서 약 162%로 증가 하였고, 그 중 시각장애인의 증가는 약 180% 증가하였음을 통계조사를 통해 알 수 있다[1]. 현대사회가 발전함에 따라 대중교통, 자전거 그리고 사람이 다니는 인도 등이 더 편하게 변화되어 가고 있고, 내비게이션과 같은 길을 안내해주는 시스템 또한 다양하게 발전되어 사람들이 좀 더 편하고 안전하게 다닐 수 있게 되었지만, 장애인들처럼 몸이 불편한 사람들에 대한 시설과 장비들은 아직 많이 부족한 형편이다. 그 중에서도 시각장애인을 위한 보행 편의 시설인 점자 보도, 횡단 보도 음성 안내, 점자 표지판 등은 관리가 되지 않아 낙후된 곳이 많다. 시각장애인의 보행을 보조해 주기 위해 안내견을 동반하기도 한다. 그러나 이를 분양 받기 위해서는 절차가 복잡하고 안내견의 수도 많지 않아 보편화가 되어 있지 않다. 안내견은 오랜 기간 동안 특수한 교육을 받아야 하며 이러한 교육과정에는 상당한 금액이 들기 때문에 안내견을 분양 받을 때 드는 비용도 상당히 크다. 대기업에서 무료로 분양 시켜 주는 경우도 있지만 필요로 하는 사람보다 상당히 적어서 아직도 많은 시각장애인들이 혜택을 받지 못하고 있다.

일반적으로 시각 장애인은 보행을 위하여 흰지팡이를 사용한다[2]. 시각장애인이 흰지팡이를 들고 길에 나선 것은 남에게 의존하지 않고 보행할 수 있음을 나타내는 표시이다. 흰지팡이는 지면의 변화와 장애물에 대한 정보를 제공해 주는 안내나이며, 귀나 코와 같은 감각기로 생각할 수 있다. 이 감각기능을 효과적으로 발휘하기 위하여 미국을 비롯한 여러 나라에서는 흰지팡이 사용 기술에 대해 체계적으로 연구하고 있다. 그러나 아직까지 로봇팔, 홍채인식마우스 등 장애인용 첨단 보조기기가 속속 등장하고 있는 추세와는 달리, 시각장애인용 보조기구는 그동안 아날로그식 흰지팡이의 한계를 뛰어 넘지 못하고 있다. 최근 일본의 한 업체에서는 대학과 공동연구를 통해 초음파 센서 탑재 시각장애인용 흰지팡이인 '스마트 전자 흰지팡이'를 개발한 사례가 있었다[3]. 시각장애인의 보행 안전성을 향상시키기 위해 스마트 흰지팡이에 대한 연구와 개발이 꾸준히 진행될 필요가 있다.

시각장애인들은 근거리의 장소로 이동하는 경우에도 많은 제약이 따른다. 시각장애인들이 집을 나서서 목적지를 찾아가 갈 때면 자신이 보통 가는 길에서는 도로로 몇 발자국인지 생각하며 이동하게 된다. 이런 방식으로 버스 정류소, 지하철,

목적지를 찾아 가야하기 때문에 한번 길을 잘못 들어서게 되면 그 길이 잘못 된 길인지 인식하지 못하고 계속 걸어가게 되고, 결국 길을 잃어버리게 될 수도 있다. 이런 상황에서 시각장애인이 항상 손에 쥐고 있는 흰지팡이가 주위의 상황에 대해 정보를 줄 수 있다면 시각장애인의 보행활동에 큰 도움을 줄 수 있을 것이다. 예를 들어, 내가 현재 어디에 위치해 있는지, 내 주변에 어떤 건물이 있는지, 내 전방에 있는 건물이 무엇인지를 알 수 있다면 목적지까지 길을 가는데 도움이 될 것이다.

본 논문에서는 시각장애인들의 보행활동 안전성을 향상시키기 위해 자신의 주변 상황정보를 알려줄 수 있는 상황인식-흰지팡이의 개발내용에 대해 기술한다. 그림 1과 같이 상황인식-흰지팡이에는 시각장애인이 손쉽게 누를 수 있는 형태로 버튼들이 설치되어 있고, 이를 누르면 시각장애인의 목에 걸려있는 스마트 모바일기기와의 블루투스 연동을 통해 그 결과값을 알릴 받을 수 있다. 상황인식-흰지팡이는 시각장애인을 위한 인터페이스로 TTS (Text-To-Speech)를 이용하고 최신 지도정보 서비스를 제공하기 위해 Google Map API를 사용한다.

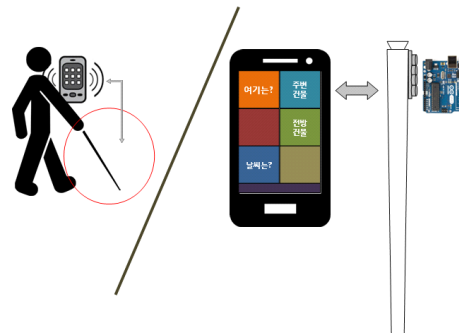


그림 1. 상황인식-흰지팡이 개념도
Fig. 1. Concept model for situation-awareness white cane

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 기술하고, 3장에서는 상황인식-흰지팡이에 대한 하드웨어와 소프트웨어 측면의 개발내용을 설명하고 4장에서는 본 시스템에 대한 결과 및 평가에 대해 기술하며 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

시각장애인들은 신체의 오감 중 대부분을 촉각과 청각을 사용하여 정보를 인지한다. 일반적으로 두 감각 중에 촉각을

통하여 전달되는 정보로 전반적인 의미를 분석하거나 이해하고, 청각은 이에 대한 이해를 돕는 역할을 수행한다[4]. 이러한 시각장애인들의 특성을 고려하여 정보를 전달하기 위해 많은 애플리케이션이 개발되고 있다. 그 중에서도 시각장애인을 위한 다양한 알람 애플리케이션들이 있다. 첫 번째로 버스알림 애플리케이션이다[5]. 이 애플리케이션은 시각장애인의 오감 중 청각을 이용하여 만들어진 것이다. 시각장애인이 자주 사용하는 정류소와 버스 번호를 등록하게 되면 버스 도착 시간과 현재 위치를 알람으로 알려준다. 소리로 자신이 등록한 정류소로부터 몇 번째 전 정류소를 버스가 출발 하였는지 계속 알려주고 있다. 그러나 이 애플리케이션은 현재 서울, 경기도 버스에서만 사용이 가능하다. 두 번째로 블라인드스퀘어 애플리케이션이 있다[6]. 이는 시각장애인이도 손쉽게 사용할 수 있는 위치기반 SNS를 이용해 마음에 드는 장소를 발굴하거나 찾아갈 수 있게 도와준다. 아이폰이나 아이패드 내에 장착된 GPS와 나침반을 이용해 시각장애인이 현재 있는 장소를 측정하여 이용자 이동 경로에 따라 주변 정보를 찾아 음성으로 안내를 해준다. 현재 있는 곳을 알려주거나 가까운 교차로와 방향 등을 알려주는 방식이다. 세 번째로는 컬러 아이덴티파이어(Color Identifier) 애플리케이션이 있다[7]. 이는 시각장애인이 임의의 방향으로 폰을 비추면 그 곳의 색 이름을 카메라를 이용하여 실시간으로 알려주는 애플리케이션이다. 사용자의 주위에 색상의 이름을 발견 할 수 있는 새로운 증강 현실 애플리케이션이다. 이러한 애플리케이션들은 다양한 주위 상황들을 시각장애인에게 제공해주고 있지만, 특별히 보행활동에 도움을 주는 것은 아니다.

현재 시각장애인의 보행을 위한 제품으로는 아키타 세이코사와 아키타현립대학이 공동으로 개발한 초음파 센서를 탑재한 '스마트 전자 환지팡이'가 있다. 이 전자 환지팡이는 지팡이의 그림 하부에 전방과 상방의 장애물을 감지하는 2개의 초음파 센서가 부착되어있다. 전방에 있는 장애물을 감지했을 때는 그림 부분이, 상방에 있는 장애물을 감지했을 때는 리스트 밴드가 진동하여 시각장애인에게 신호를 전달한다. 이러한 초음파센서를 이용한 보행용 제품들이 현재 시판되고 있지만 가격이 상당히 높은 편이라서 많은 시각장애인들에게 보편화 되지 못하고 있다. 또 다른 제품으로 국내 중소기업이 개발한 RFID(Radio Frequency Identification) 기술을 이용한 전자지팡이와 시각장애인 안내용 점자블록이 있다[8]. 이는 보도·점자블록에 전·후·좌·우 방향 안내정보, 위험정보, 주변정보 등을 담은 정보 송신용 RFID카드를 탑재하고, 수신용 RFID 태그를 부착한 시각장애인용 전자지팡이를 통해 사용자의 현재위치와 진행방향을 음성으로 안내한다. 이

제품 또한 현실화되기 위해서는 보도 블록에 태그를 부착하고 환지팡이에 RFID 리더기를 장착해야 하는데 이에 대한 비용이 많이 소요될 것으로 예상된다. 본 논문에서 개발한 상황인식-환지팡이는 시각장애인의 대부분이 가지고 있는 환지팡이에 현재 대중화되어 있는 모바일기기를 연동시켜 기능을 수행 시킴으로써 비용절감에 효과가 있어 많은 시각장애인들에게 보편화 될 수 있다.

III. 개발내용

3.1 시스템 구성도

그림 2는 본 시스템의 구성도이다. 환지팡이에 부착될 초음파 센서(*ultrasonic waves sensor*)와 버튼(*button*), 블루투스 센서(*bluetooth sensor*)들은 브레드보드를 사용하여 아두이노(*arduino*)에 연결된다.

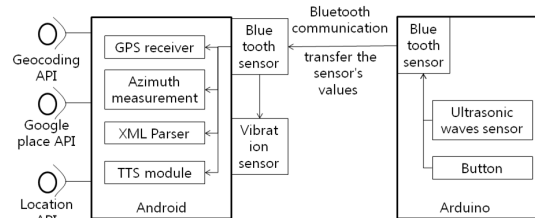


그림 2. 시스템 구성도
Fig. 2. System Architecture

그림 3은 그림 2의 아두이노 부분을 실제 연결한 모습이다. 그림 3의 A는 초음파센서이며 이는 환지팡이 중간 상단 부위에 부착된다. 그림 3의 B는 4개의 버튼이며 환지팡이의 손잡이 가까이 부착된다. 각 버튼을 누르면 그 종류에 따라 현재 주위 상황에 대한 정보를 안내한다. 그림 3의 C는 아두이노이며 오픈소스를 기반으로 한 단일 보드 마이크로컨트롤러로써 연결된 초음파센서, 버튼, 블루투스센서를 컨트롤 하는 역할을 한다. 그림 3의 D는 블루투스센서이며 측정된 초음파 센싱값과 각 버튼의 값을 모바일기기로 전송하기 위한 무선통신 모듈이다.

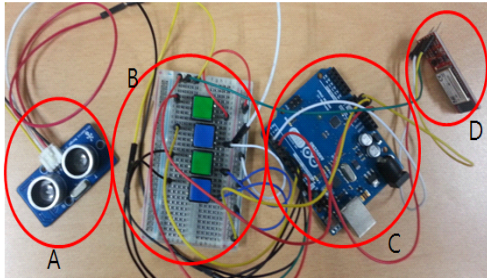


그림 3. 아두이노와 센서들
Fig. 3. Arduino and sensors

아두이노로부터 송신된 값은 안드로이드 블루투스를 통해 수신되어 그 값에 따라 각 기능들이 수행된다. 안드로이드기 반 모바일 기기에는 상황인식을 위해 필요한 모듈들로 구성된다. *GPS receiver*은 현재 위치값을 수신하기 위한 모듈이고, *azimuth measurement*는 자신이 향하고 있는 전방 건물 상황인식을 위한 방위각 측정 모듈, *XML Parser*는 날씨값을 받아와서 필요한 정보를 추출하기 위한 모듈이다. *Geocoding API*, *Google Place API*, *Location API*는 목적지까지 남은 거리, 주변 건물 등의 정보를 가져오기 위해 호출하게 된다. 그리고 모든 결과값을 음성으로 변환하기 위한 *TTS* 모듈이 있다.

3.2 장애물 상황인식 방법

초음파센서는 두 개의 눈이 쌍으로 동작하여 초음파센서 전면에 위치한 장애물로부터 반향된 신호를 계산하여 장애물까지의 거리를 인식한다. 그림 4에 표현된 바와 같이, 인식된 거리가 시각장애인의 일정한 범위(dm) 안에 들어오게 되면 그 값을 블루투스센서를 통해서 모바일기기로 전송한다. 모바일기기는 진동과 음성으로 장애물이 감지되었음을 알려준다. 본 시스템에서는 시각장애인은 장애물 인식거리(dm)를 더

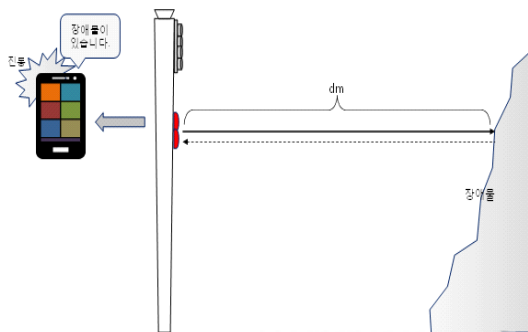


그림 4. 초음파센서를 통한 장애물 탐지
Fig. 4. Obstacle detection by Ultrasonic sensor

짧게 또는 더 길게 설정할 수 있으며, 장애물 알람에 대해서도 진동 또는 음성안내 수신으로 선택할 수 있다. 이는 사람이 많이 다니는 길을 갈 때는 지나다니는 사람을 장애물로 인식하여 계속 알람을 줄 수도 있기 때문에 이럴 때는 진동 알람을 끌 수도 있도록 한 것이다.

3.3 내 위치 및 목적지까지의 남은 거리

시각장애인이 현재 자신이 위치한 곳을 알고자 할 때, 상황인식-원지팡이에 장착된 버튼을 누르게 되면 *Location API*을 통해서 현재 위치값(위/경도)을 받아 올 수 있다. 만약 현재 위치값의 위/경도값이 아래와 같다면, 이 위/경도값은 *Geocoding API*를 통해서 실제 주소로 변환된다. 변환된 주소값은 *TTS*를 통해 음성으로 안내한다.

현재 위치: 위도 값(35.144056)/경도 값(129.010565)
변환된 주소값: "대한민국 부산광역시 사상구 주례2동"

만약 시각장애인이 가고자 하는 목적지를 사전에 등록해 놓았다면, 다른 버튼을 통해 목적지까지의 남은 거리를 계산하여 알려줄 수 있다. 이는 *Location API*를 이용하여 현재 위치값을 알아오고, *Google Place API*의 *calcRoute*(위도, 경도, 목적지) 함수를 이용하여 등록된 목적지까지의 거리를 구한다. 예를 들어 목적지가 '사상구청'으로 등록이 되어 있다면, "현재 위치에서 목적지까지의 남은 거리는 1.4킬로미터입니다"라고 알려준다.

3.4 주변건물, 전방건물 상황인식

시각장애인이 보행 중, 갑자기 약국을 가야하는 상황이 발생할 수 있다. 그러나 시각장애인은 주위를 살펴보면 약국을 찾을 수 없기 때문에 이에 대한 안내를 필요로 할 수 있다. 시각장애인이 현재 위치한 곳의 주위에 어떤 건물들이 있는지를 알고 싶을 때 원지팡이에 있는 버튼을 누르면 일정한 범위 안에 있는 건물들의 이름을 알려준다. 이는 *Location API*를 이용하여 현재 위치값을 알아오고, *Google Place API*의 *round_building*(위도, 경도) 함수를 이용하여 주변건물을 탐색한다. 이때 현재위치로부터의 제한거리와 건물유형을 지정할 수 있다. 현재위치가 위의 예와 동일하다면("대한민국 부산광역시 사상구 주례2동") 거리 100m, 모든 유형의 주변 건물은 "은하약국, 한국외환은행 주례동지점, 파리마케트 부산주례, 세광아크릴, 경동나비엔 사상대리점, 인디안 주례점, 큰사랑약국, 타이어뱅크, 세종종합피아노, 가나안교회, 주단학 주례대리점"을 음성으로 전부 알려준다.

만약 시각장애인이 특정 카테고리에 해당하는 건물만을 알고 싶을 때는, 카테고리를 상점, 은행, 병원 등('store',

'bank', 'cafe', 'church', 'city_hall', 'car', 'movie', 'university')으로 설정할 수 있다. 만약 위의 예에서 카테고리로 은행을 선택하면 “한국외환은행 주례동지점”만을 알려준다.

또한 시각장애인은 주변건물들 중, 자신이 향하고 있는 방향 바로 앞에 있는 건물(전방 건물)이 무엇인지 알고자 할 때가 있다. 이 전방 건물정보를 획득하기 위해서는 시각장애인의 현재위치(I위도, I경도)와 주변건물(B위도, B경도) 두 지점간의 방위각을 구하는 알고리즘을 다음과 같이 사용한다.

- ① 시각장애인 현재 위치 좌표값과 건물의 좌표값에 $\frac{\pi}{180}$

값을 곱하여 준다. 이는 위/경도 좌표값은 지구 중심을 기반으로 하는 각도이기 때문에 라디안 각도로 변환하기 위해서이다.

- ② 두 지점 사이의 라디안으로 방위거리(Lr)를 다음 공식을 사용하여 구한다.

$$Lr = \text{Math.acos}((\text{Math.sin}(I\text{위도}) \times \text{Math.sin}(B\text{위도})) + (\text{Math.cos}(I\text{경도}) \times \text{Math.cos}(B\text{경도}) \times \text{Math.cos}(I\text{경도} - B\text{경도})))$$

- ③ 위의 공식으로부터 계산한 두 지점 사이의 라디안거리(Lr) 값을 사용하여 방위각을 구한다. 방위각을 구하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{Math.acos}\left(\frac{(\text{Math.sin}(B\text{위도}) - \text{Math.sin}(I\text{위도}) \times \cos(Lr))}{(\text{Math.cos}(B\text{경도}) \times \text{Math.cos}(Lr))}\right)$$

- ④ 360 분법의 각도로 변환하기 위해서 구해진 방위각에 $\frac{180}{\pi}$ 를 곱한다.

- ⑤ 만약 $\text{Math.sin}(B\text{경도} - I\text{경도})$ 의 값이 0보다 작을 경우, 360을 빼준다.

그림 5와 같이 시각장애인의 현재위치와 방향센서를 이용하여 시각장애인이 바라보고 있는 방향을 알아낸다. 시각장애인이 바라 볼 수 있는 최대각이 360도 일 때 이를 크게 4등분으로 나누어서 시각장애인이 바라보는 방향이 0도~89도, 90도~179도, 180도~269도 또는 270도~359도 인지 알 수 있다. 시각장애인이 바라보고 있는 방위각을 알고 있다면, 앞에서 언급한 알고리즘에 현재위치와 각 주변건물 위치값을 입력하여 방위각(θ)과, 건물과의 거리(l)을 알 수 있다. 그림 4처럼 시각장애인이 바라보고 있는 방향 값이 약 315도 라고 가정하면 270도~359도에 속하는 값이 된다. 알고리즘을 통해 시각장애인과 주변에 있는 건물들 간의 방위각(θ)을 구하여 그 값이 270도~359도안에 들어가는 A, B 건물만을 추려낸다. 이처럼 범위 안에 들어가는 건물이 두 개 이상 일 경우에는

시각장애인과 건물 간의 거리를 구한 뒤 가장 가까운 A 건물의 이름을 알려준다. 위에 기술한 예제를 적용시켜보면 시각장애인의 전방건물로는 “파리바게트 부산주례”를 알려준다.

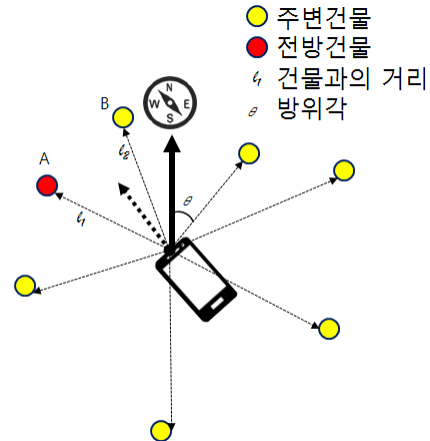


그림 5. 전방건물 상황인식

Fig. 5. Situation awareness about the front buildings

3.5 날씨 상황인식

일반인은 현재 주변의 맑기만 보아도 날씨를 대략 짐작할 수 있다. 그러나 시각장애인은 지금의 날씨를 확인 할 수 있는 방법이 어렵다. 본 시스템에서는 Location API를 통해 획득한 시각장애인의 현재 위치값(위/경도)을 쿼리 스트링으로 합쳐 기상청 시스템에 GET방식으로 보내어 날씨 정보를 받아온다. 쿼리 스트링은 ("http://www.kam.go.kr/wid/queryDFS.jsp?gridx="+위도+"&gridy="+경도) 형태이며, XML형태로 이 곳의 날씨정보를 받아올 수 있다. 날씨 정보에는 현재 온도, 최고 온도, 최저 온도, 현재 날씨, 강수 확률, 풍량 등이 포함된다. 받아 온 날씨 정보는 XML파서를 통해 필요한 정보를 추출하고 이를 또한 TTS 서비스를 통해 음성으로 알려준다. 날씨 상황인식의 예로 “현재온도 18.5도, 비가 올 확률 18.2%, 현재 날씨 구름 많음”이라고 알려준다.

IV. 결과 및 실험평가

그림 6의 왼쪽은 모바일 애플리케이션의 메인화면이고 오른쪽은 완성된 상황인식-원지팡이의 모습이다. 원지팡이에 초음파센서와 버튼이 설치되어 있으며, 사용자의 왼쪽 손에는 모바일기기를 가지고 있다. 상황인식-원지팡이와 모바일기기는 처음 시작 시, 블루투스 통신을 통해 서로 연결된다.

- identifier-iphone-app-helps-blind-to-see-colors/
 [8] MoneyToday News in Korea, "Pusung Recycling,
 New Technology Development of Raised Block
 and Electronic Cane for the Blind", 2014.05.22.

저 자 소 개



전 동 희

2008~현 재: 동서대학교
 컴퓨터정보공학부 재학 중
 관심분야: 웹 프로그래밍 및
 모바일 애플리케이션 개발
 Email : jdh9177@naver.com



전 준 욱

2008~현 재: 동서대학교
 컴퓨터정보공학부 재학 중
 관심분야: 웹 프로그래밍 및
 모바일 애플리케이션 개발
 Email : wnsdnr90@nate.com



백 화 현

2011~현 재: 동서대학교
 컴퓨터정보공학부 재학 중
 관심분야: 웹 애플리케이션 개발
 Email : ghkgus789@gmail.com



문 미 경

이화여자대학교 전자계산학과 이학사.
 이화여자대학교 전자계산학과 이학석사.
 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2008~현 재: 동서대학교
 컴퓨터정보공학부 부교수
 관심분야: 소프트웨어공학,
 프로덕트라인공학,
 IoT 시스템 개발 및
 품질평가 프레임워크
 Email : mkmoon@dongseo.ac.kr