

객체 인식을 활용한 시각장애인용 지하철 길 안내 시스템

윤성철*, 박중혁*, 주세환*, 한운원*, 김성완*, 김종득**

*삼육대학교 컴퓨터·메카트로닉스공학부, **LG U+

proattacker@naver.com, xl5600@naver.com, wntpgghks0526@naver.com,
wmogi9@syuin.ac.kr, swkim@syu.ac.kr jongdeug@gmail.com

Subway Guidance System for the Visually Impaired Using Object Recognition

Sungchul Yoon*, Jonghuyk Park, Yunwon Han*, Sehwan Joo*,
Sung Wan Kim*, Jongdeug Kim**

*Division of Computer and Mechatronics Engineering, Sahmyook University,

**LG UPLUS, Customer Service Department/Quality Revolution Center

요 약

본 논문에서는 시각장애인들의 지하철 이용의 불편함을 최소화할 수 있는 내비게이션 앱을 개발하였다. 스마트폰 카메라가 전방을 인식하여 사물을 판단 후 장애물 혹은 위험요소를 사용자에게 음성으로 전달한다. 또한, 사용자의 원활한 지하철 이용을 위해 공공데이터를 활용하여 지하철 환승 정보, 화장실, 출구 정보 등의 이동 편의를 위한 실질적인 정보를 제공한다. 시각장애인은 본 앱을 활용하여 지하철을 더욱 편하고 안전하게 이용할 수 있다.

1. 서론

교통약자의 안전하고 편리한 보행 및 이동에 대한 편의를 제공하도록 규정된 교통약자 이동편의 증진법 제5조(교통사업자 등의 의무)에 따라 버스, 지하철 등의 대중교통 시설에 대한 장애인 편의시설 개편이 이루어지고 있으나 시각장애인 및 교통약자들은 여전히 불편함을 호소하고 있다. 특히, 지하철 역사 내의 교통약자 편의시설의 부족으로 인해 시각장애인들이 지하철 역사 내에서 길을 헤매는 경우가 종종 발생하고 있다.[1]

시각장애인 및 교통약자의 이동 편의 증진을 위해 정부에는 시각장애인 길 안내 음성유도기를 도입한 바 있으나 전용 리모컨 사용의 불편함, 오류가 포함된 안내, 다른 소음으로 인한 청음의 어려움 또는 설치가 필요한 곳에 음성 유도기의 부재 등의 이유로 서비스 이용률이 매우 저조하며 제 기능을 수행하지 못하고 있다.[2]

한편, 스마트폰 보급의 확대에 의해 시각장애인들은 공공기관에서 개발되거나 개인이 출시한 다양한 길 찾기 앱을 많이 사용하고 있다. 그러나, 대부분 GPS를 기반으로 서비스가 제공되기 때문에 지하철 역사와 같은 실내 환경에서는 작동이 원활하지 않다. <표 1>은 공공기관과 업체에서 개발된 대중교통 앱에 대해 접근성 및 이용 편리성을 평가한 결과이다.[3] 특히, 시각장애인이 해당 앱을 사용하여 화면낭독 등의 프로그램을 이용하여 내용을 읽을 수 있는지, 누르기를 통해 모든 조작이 가능한지 등에 대한 접근성이 평가 요소로 활용되었다.

평가 결과 A+(우수) 1개, A등급(양호) 1개, B등급(미흡) 3개, C등급(매우 미흡) 5개, D등급(매우 미흡) 2개로 매우 미흡과, 미흡이 많았다. 이 평가에 따르면 서울대중교통 앱을 제외한 대부분의 앱이 시각장애인들이 이용하기에 불편하여 접근성 측면의 개선이 필요한 것으로 판단된다.

<표 1> 대중교통 앱의 접근성 평가[3]

순위	앱명	100점 환산점	등급
1	서울대중교통	98	A+
2	전국버스	92	A
3	경기버스정보2	86	B
4	다음 지도	84	B
5	스마트 지하철	80	B
6	지하철, 코레인전철톡	76	C
7	전국스마트버스	76	C
8	T map 대중교통	72	C
9	지하철 종결자	72	C
10	지하철	72	C
11	네이버 지도	68	D
12	공항버스	62	D

이에 본 연구에서는 저시력 시각장애인을 포함한 시각장애인을 대상으로 지하철 역사에서 길 안내 편의성을 제공하는 길 찾기 시스템을 개발한다. 개발 시스템에서는 스마트폰에 부착된 카메라를 통해 전방의 에스컬레이터, 계단, 개찰구 정보와 이정표 내에 있는 정보를 인공지능 기술을 통해 식별한 후 시각장애인 사용자에게 음성으로 제

공한다. 또한, 지하철 공공데이터, 지하철 경로 API를 이용해 사용자에게 길 안내 정보와 도착 예정정보, 실시간 위치 정보를 알려준다. 더 나아가 비콘을 통해 사용자 주변 편의시설, 화장실 등과 같은 정보를 추가로 음성으로 제공해 시각장애인들이 편리하고 안전하게 대중교통을 활용할 수 있도록 한다.

2. 관련 연구

2.1 서울시 지하철 공공데이터 및 Open API

서울시에서는 공공의 가치 창출을 목적으로 서울시 연관 기관의 공공데이터를 ‘서울 열린 데이터 광장’ 서비스를 통해 활용할 수 있도록 하고 있다.[4] 공공데이터에는 보건, 일반행정, 문화/관광, 교육, 인구/가구, 교통 등 다양한 분야에서 발생하는 공공데이터를 제공하고 있으며 Open API를 통해 공공데이터를 활용한 서비스 개발을 지원하고 있다. 교통 공공데이터 중 지하철 실시간 도착 정보와 지하철 노선별 역별 승하차 인원 정보 등 지하철과 연관된 50여 개의 데이터를 활용할 수 있다.

2.2 ODSay API

ODsay는 대중교통 정보 플랫폼 서비스로 버스, 지하철, 열차, 항공 등 대중교통 데이터베이스를 가공하여 자체 API(즉, ODSayAPI)를 제공한다.[5] 이 중 지하철과 연관된 정보는 지하철역 세부 정보, 지하철역 환승 정보, 지하철역 전체 시간표 등의 정보를 제공하고 있으며 지하철 경로검색 조회 등의 서비스 구현에 활용할 수 있다.

2.3 iBeacon

iBeacon은 실내 위치 확인 및 측정을 위해 블루투스 저전력 기술을 활용한 근거리 데이터 통신 기술로 최대 70m 이내의 장치들과 교신을 할 수 있으며 5-10cm 단위의 구별이 가능할 정도로 정확성이 높다. 본 논문에서는 지하철 역사 내부에 설치하여 사용자의 편의 시설(화장실, 엘리베이터)의 위치 파악 및 거리 측정에 사용하였다. 사용자가 편의시설에 접근하면 1초에 한 번씩 비콘을 스캐닝하여 정보를 갱신한다. 이후 서버에 저장된 편의시설 정보를 사용자에게 음성으로 제공한다.

2.4 YOLO(You Only Look Once)

모바일 환경에서 카메라를 활용하여 실시간으로 사물을 검출하기 위해서는 사물의 종류뿐만 아니라 사물의 위치 정보도 판단해야 한다. YOLO(You only look once)는 이미지를 한 번만 보면 객체를 인식할 수 있다 하여 붙여진 이름으로 딥러닝 기반의 사물 인식 기술이다.[7] YOLO는 기존의 객체 검출 모델처럼 복잡한 파이프라인이 필요 없으며 하나의 회귀 문제로 교체하여 다른 실시간 객체 인식 모델보다 2배 이상의 mAP(mean average precision) 가지고 있으므로 실시간이나 모바일 환경에 적합하다.

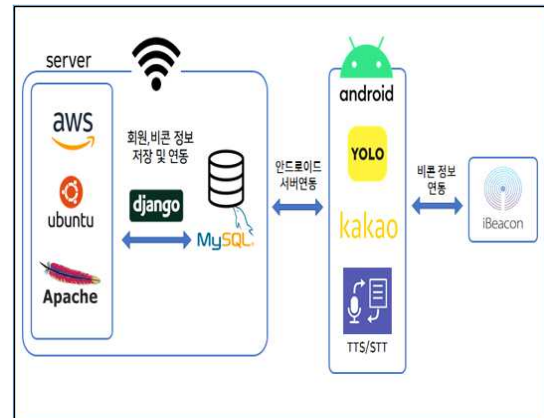
2.5 Kakao Vision API(OCR)

모바일 환경에서 카메라를 통해 실시간으로 검출된 객체에서 텍스트 정보를 추출하기 위해 카카오에서 제공하는 카카오 비전 API와 같은 오픈 소스를 활용할 수 있다. [7] 예를 들어 지하철 역사 내에서 검출된 이정표 이미지에서 Kakao Vision API를 통해 텍스트를 인식하고 추출한 뒤 음성으로 정보를 제공할 수 있다.

3. 시스템 설계

3.1 시스템 구성도

(그림 1)은 본 논문에서 개발한 시각장애인 길 안내 시스템에 대한 구성도이다.



(그림1)시각장애인 길 안내 시스템 구성도

3.1.1 서버

공공데이터 활용을 위한 API 호출 및 데이터 저장용 서버를 통해 이루어진다. 안드로이드 기기에서 지하철 정보를 요청하면 서버에 저장된 데이터를 json형태로 반환하며 Restful API를 통해 client와의 유기적인 연결을 구축한다.

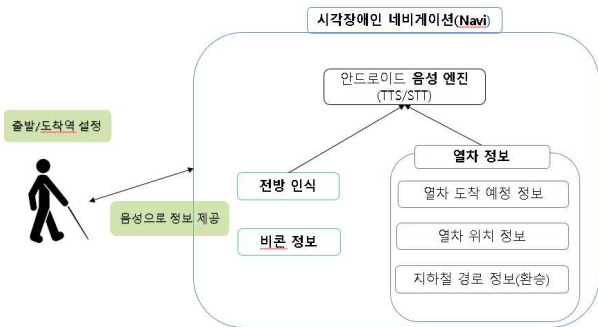
3.1.2 안드로이드 앱

시각장애인이 사용하는 안드로이드 기기의 앱에서는 스마트폰에 장착된 카메라를 통해 촬영된 사물을 YOLO 모델을 활용하여 인식하고 판별한다. 판별된 사물 정보는 안드로이드 음성 엔진 STT/TTS를 이용해 음성으로 변환하여 사용자에게 제공한다. 추가로 비콘의 전파 감지를 기반으로 서버에서 편의시설 정보를 가져와 사용자에게 정보를 제공한다.

3.2 서비스 구조도

(그림 2)는 본 논문에서 개발한 시각장애인 길 안내 시스템의 서비스 모듈 간 연관성을 나타낸 것이다. 우선, 사용자가 출발역 및 도착역을 설정하게 되면 열차 정보 데이터베이스를 기반으로 환승 경로 정보를 음성으로 제공한다. 이후 사용자가 지하철에 탑승하기 위해 이동하면서 만나는 장애물(개찰구, 계단 등)에 대한 정보를 Yolo 모델을 이용한 객체 인식 과정을 통해 ‘전방에 계단이 있습니

다.'와 같이 사용자에게 음성으로 제공한다. 또한, 지하철 역사 내 이정표를 Kakao Vision API를 활용한 식별 과정을 통해 사용자에게 편의시설, 갈아타는 곳의 위치 등 정보를 제공한다.



(그림 2) 서비스 구조도

한편, 안드로이드 기기의 카메라를 활용한 보행 보조의 한계점을 보완하기 위해 비콘 스캐닝을 통해 사용자 근처의 10m 이내에 있는 편의시설 정보를 제공한다. 지하철 탑승 이후 사용자가 열차 위치 정보를 요청하면 “현재 어떤 역에 정차합니다”와 같은 정보를 음성으로 제공해 사용자가 역사 내 혹은 열차 내에서 지하철을 편리하게 이용할 수 있게 시스템을 구성했다.

3.3 DB 설계

(그림 3)은 본 논문의 시스템 구현을 위해 공공데이터베이스로부터 추출하여 서버에 저장된 데이터베이스의 중 일부를 나타낸 테이블이다.

subwaynum	subwaysta
7362	마들
7364	광명사거리
7366	가산디지털단지
7368	장승배기
7370	부천시정

id	station	trainline	arrivetime	trainnum	waycode
49	먹골	도봉신행 - 태릉입구방면	120	7368	상행
50	먹골	도봉신행 - 태릉입구방면	480	7370	상행
51	먹골	석남행 - 중화방면	120	7405	하행
52	먹골	석남행 - 중화방면	960	7409	하행

id	startline	startwname	startwcode	exchaline	exchawname	exchawcode
1	장암	먹골	1	신내	태릉입구	2

(그림 3) Open API를 통해 정제된 데이터

첫 번째 테이블은 “지하철 실시간 위치 정보” API에서 제공되는 각 열차의 열차번호와 열차가 향하는 역의 위치만 추출해 저장한 SUBWAY 테이블이다. 두 번째 테이블은 “지하철 열차 도착 예정정보” API에 “먹골역”과 같은 매개변수 값으로 호출해 역에 도착하는 열차의 방향과 도착시간, 열차번호만 추출해 저장한 Arrival 테이블이다. 세 번째 테이블은 ODSayLab에서 제공하는 대중교통 Open API이다. 출발역과 도착역, 출발역에서 탑승해야 하는 방

향과 환승역, 환승 이후 탑승해야 하는 열차 방향만을 추출해 저장한 Destination 테이블이다. 이러한 테이블들은 AWS RDS(Amazon Relational Database Service)를 이용하여 DB를 구축하였다. 그리고 Update query문을 통해 지속적으로 열차 정보가 갱신될 수 있게 구성했다.

3.4 UI 설계



(그림4) UI설계

시각장애인은 스마트폰의 '시각장애인 모드'를 활용하여 사용하기 때문에 일반인들처럼 기본적인 스마트폰의 사용이 가능하다. 다만 화면 구성에 대해서는 폰트는 22포인트 이상 크기의 명조체로 명도와 채도 대비가 명확한 블랙과 화이트 컬러 사용하며, 버튼의 크기는 48*54(pixel) 이상으로 가로 및 세로 2cm 정도 크기로 제공해야 하는 등의 기본 설정이 요구된다. [8] 본 논문에서는 이러한 설정을 참고하여 (그림 4)와 같이 폰트는 검정색 고딕체 24포인트, 버튼의 크기는 가로 3cm, 세로 2cm 이상으로 구현하여 시각 인지성을 높였다. 또한 '경로설정', '열차 도착 정보 듣기' 등 중요한 기능을 스마트폰 볼륨 상, 하 버튼에 연결하여 간단한 조작으로도 사용할 수 있게 구현했다.

4. 시스템 구현 및 활용

본 시스템의 구현을 위해 “서울 열린 데이터 광장”에서 제공하는 API중에서 “서울시 지하철 실시간 도착 정보”와 “서울시 실시간 열차 위치 정보”를 사용하였다. 또한, ODSay에서 제공하는 API 중 ‘지하철 경로검색 조회(지하철 노선도) (SUBWAY_PATH)’의 1개 항목을 사용하였다.

역사 내 편의시설 탐지를 위한 iBeacon은 (주)현승의 E 7 모델을 사용하였고 지하철 내부 설치 통해 사용자의 편의 시설(화장실, 엘리베이터) 위치 파악 및 거리 측정에 사용하였다. 또한, 사물 인식을 위해 약 700장의 데이터셋(사진)을 이용하여 Yolo모델을 학습시켰다.

본 논문의 시스템은 안드로이드 스튜디오를 사용하여 안드로이드 OS를 탑재한 스마트 기기에서 작동하며, YOLO모델, iBeacon, Server 모두 안드로이드 스튜디오를 통

한 통합적인 개발이 이루어졌다. 객체 인식을 구현하기 위해 “Android Camera2 API”를 활용하였고, 그 중 Camera2 API의 미리보기(Preview) 속성을 기존화면에서 새로운 뷰로 위를 감싸주는 ‘프래그먼트(fragment)방식’을 사용했다.

본 논문에서 개발된 시스템의 활용 시나리오는 다음과 같다. 서비스를 이용하기 전 사용자는 회원가입을 하여 계정을 생성한다. 생성한 계정으로 로그인을 하면 메인 화면 페이지로 전환 된다. 메인 화면 페이지는 (그림 5)의 좌측과 같이 객체 인식을 확인하기 위한 카메라 프리뷰와 OCR로 추출한 텍스트가 담긴 텍스트 박스가 있으며 열차 도착 정보, 전방인식, 경로설정과 서브 페이지 버튼으로 구성하였다.



(그림5)메인 화면과 서브 페이지 UI

서브 페이지 버튼 터치 시 서브 페이지 화면으로 전환되고 환승 정보, 열차 도착 정보가 표시되며 현재 정보 듣기 버튼과 긴급버튼으로 구성하였다. 경로설정 버튼을 터치하거나 볼륨조절 하키를 눌러 출발역과 도착역을 음성으로 입력한다. 입력된 정보를 바탕으로 소요시간, 환승, 실시간 열차 정보를 사용자에게 제공한다. 시각장애인의 이동 편의성을 위해 출발역과 도착역을 설정한 뒤에는 스마트폰을 몸에 부착된 거치대에 고정한다.

사용자가 지하철 탑승까지 도보로 이동 중 전방에 대한 정보가 궁금하거나 멈춤을 뜻하는 점형 유도 블록에 도착하여 전방인식 버튼을 터치하면 카메라에서 인식된 객체에 대한 정보와 이정표에서 추출한 정보를 음성으로 제공한다. 사용자가 지하철 탑승 대기 중 지하철 도착 정보 버튼을 터치하면 실시간으로 서버로부터 지하철 도착 정보를 호출하며 데이터를 음성으로 받는다. 서브 페이지를 터치하고 현재 정보 듣기 버튼을 터치하면 사용자는 언제든지 환승 정보와 실시간 열차 도착 정보를 받을 수 있다. 사용자가 위급하거나 도움이 필요한 상황이 생겼을 경우 긴급버튼을 터치하면 근처 역 센터의 번호를 서버에서 입력받아 통화 연결을 시도한다.

한편, 앱 실행 시 비콘 스캐닝을 위한 블루투스 ON/OFF를 음성으로 안내하고 블루투스 ON을 실행할 시 비콘 스캐닝을 통해 거리 내에 존재하는 비콘을 스캔한다. 사용자가 편의시설에 부착된 비콘에 10m 이내에 접근하면 비

콘 전과 값 스캐닝을 통해 인근 편의시설의 정보가 음성으로 제공받게 된다.

5. 결론

본 논문에서는 인공지능 기술, 비콘 기술 등을 활용한 시각장애인을 위한 길 안내 시스템을 개발하여 시각장애인들이 편리하고 안전하게 대중교통을 활용할 수 있도록 하였다. 특히, 시각장애인에게 시각적인 요소를 식별해 청각적인 요소로 변환 후 제공한다는 점에서 이전 기술들과는 차별화된 새로운 길 안내 플랫폼으로의 특징을 제공한다. 이는 시각장애인의 안전사고와 관련해 전방의 장애물 객체를 판단해 사용자에게 알려주어 시각장애인의 안전한 지하철 이용을 보조할 수 있다는 점에서 의미가 크다. 뿐만 아니라 시각장애인이 활용할 수 없는 이정표 정보를 음성으로 제공해 시각장애인들이 역무원의 도움 없이 스스로 지하철을 편리하게 이용할 수 있다는 점에서 시각장애인에게 최적화된 길 찾기 플랫폼이라고 할 수 있다.

더 나아가 지하철 역사 내를 넘어 보건소, 도서관 등과 같이 GPS를 활용할 수 없는 실내 편의시설 이용을 위한 서비스 개발을 통해 시각장애인들이 장애로 인한 이동 제한을 완화하고 삶의 질을 향상 시킬 수 있는 기반 기술로 활용될 수 있다.

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다. 또한, 본 프로젝트는 연계형 프로젝트로 인수인계를 도와준 홍익대 팀원들에게 감사를 표합니다.

참고문헌

[1] 김용만, “지하철에서 갈 길 잃은 시각장애인..교통약자 이동권 보장 시급“, 신아일보, 2018.10.1.
<http://www.shinailbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=1107888>
 [2] 이수아, “무용지물 시각장애인 음성유도기...리모컨이 없어서“, MBN뉴스, 2018. 4. 20
<https://www.mbn.co.kr/pages/vod/programView.mbn?bcastSeqNo=1181285>
 [3] 황현희, 대중교통앱 평가... 서울대중교통 앱 최고점, 공항버스 앱 최하점, 웰페어뉴스, 2016. 4. 6
<http://www.welfarenews.net/news/articleView.html?idxno=56356>
 [4] 서울시, 서울 열린데이터 광장, <https://data.seoul.go.kr>
 [5] ODSay Lab, <https://lab.odasay.com>
 [6] Joshph Redmon 외, “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection“, 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016
 [6] 김지성, 김용갑, “RSSI 측정 결과 필터링을 이용한 거리계산 보정“, 한국인터넷방송통신학회 논문지, 17권 1호, p.25-31, 2017
 [7] 고은비 외, “이미지 내 텍스트 추출 및 검색을 위한 안드로이드 모바일시스템 구현“, 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 12권 1호, p.57-67, 2011.
 [8] 이윤혁. “시각장애인을 위한 앱(App) 디자인 사용성 향상 연구.“ 중앙대학교 대학원 석사학위 논문, 2020