

# 시각장애인을 위한 네비게이션 시스템 설계 및 구현

## Design and Implementation of a Navigation System for Visually Impaired Persons

장수민\*, 황동교\*, 강 수\*, 김은주\*, 박준호\*, 장기훈\*\*, 유재수\*  
충북대학교 정보통신공학과\*, (주)힘스인터내셔널\*

Sumin Jang(jsm@cbnu.ac.kr)\*, Dong-gyo Hwang(corea1985@gmail.com)\*,  
Soo Kang(biue31u@nate.com)\*, Eunju Kim(ejkim0422@gmail.com)  
Junho Park(junhopark@chungbuk.ac.kr)\*, Kihun Jang(jangkh@himsintl.com)\*\*,  
Jaesoo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)\*

### 요약

본 논문은 시각장애인들의 활동 범위를 확대하기 위해서 주변 시설물 검색서비스와 길안내 서비스를 제공하는 시각장애인을 위한 네비게이션 시스템을 설계하고 구현한다. 제안하는 네비게이션 시스템은 시각장애인을 위한 경로 생성 모듈 및 저장 모듈로 구성된다. 특히, 제안하는 네비게이션 시스템은 시각 장애인을 위한 인터페이스로 TTS(Text-to-Speech) 프로그램을 이용하여 음성을 통한 안내서비스를 위한 음성 모듈과 촉각을 이용하여 점자를 출력하는 점자모듈을 통하여 구현한다. 또한 최신 지도정보를 서비스하기 위해서 구글 맵 API들을 사용한다.

■ 중심어 : | 시각장애인 | 네비게이션 |

### Abstract

In order to extend the activity range of visually impaired persons, we design and implement a navigation system that supports road information services and points of interest. The proposed navigation system consists of route creation modules and storage modules for visually impaired persons. In particular, the main interface of the navigation system are implemented using TTS(Text-to-Speech) program for sound and braille module that outputs braille with sense of touch. We also use google map APIs that can provide latest map information for the navigation system.

■ keyword : | Visually Impaired Persons | Navigation |

## I. 서론

거동이 불편하거나 신체장애가 있는 사람들일수록, 비장애인과 똑같은 ‘인간다운 삶’과 자유로운 활동 환경을 즐길 권리가 주어져야한다. 이는 장애의 유무와 관계없이 인간의 보편적인 욕구와 권리의 차원에서 이

해되는 것이다[1]. 하지만 가까운 장소를 이동하는 경우에도 많은 제약을 받으며, 장애인들이 느끼는 자유로운 활동 환경은 협소하다. 장애인의 활동 환경을 넓혀 삶의 만족도를 향상시키는 다양한 보조 수단들이 활용되고 있다. 보청기, 휠체어, 맹인견, 점자책자, 맹인 지팡이 등이 그것이다. 최근 장애인의 이동을 돕기 위한 네

\* 본 연구는 2011년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임.(지역거점연구단육성사업/충북BIT연구중심대학육성사업단)  
접수번호 : #111026-005  
접수일자 : 2011년 10월 26일  
심사완료일 : 2011년 11월 24일  
교신저자 : 유재수, e-mail : yjs@chungbuk.ac.kr

비게이션도 활동 반경을 넓히기 위한 하나의 방법으로 개발 되었다. 장애인 전용 네비게이션은 일반 네비게이션과 크게 세 가지 차이점이 있다. 첫 번째로 시각 장애인은 시각을 통하여 부정확한 정보를 보정할 수 없기 때문에 보다 정확하고 세밀한 데이터 제공이 필수적이다. 두 번째로 장애인을 위한 주변의 시설 정보가 추가적으로 제공되어야 한다. 세 번째로 일반인을 위한 네비게이션과 달리 장애인을 위하여 음성과 점자 디스플레이를 이용한 점자 출력 형태로 변경되어야 한다.

정보 제공을 위해서는 정확한 데이터가 우선시 되어야 한다. 장애인 보행자에게 5미터나 10미터의 짧은 거리가 매우 중요한 문제가 될 수 있다. 보행자의 경험에 맞춘 상세한 지도가 필요하며, 이용하는 대상에 따라 보강해야 할 콘텐츠가 다양할 것이다. 장애인은 일반인보다 불규칙한 이동 패턴을 가지며 느린 속도로 이동하기 때문에 자신이 찾아가는 곳이 현재 위치에서 어디쯤인지 알기 위해서는 잠시 멈춰 네비게이션을 보아야 한다. 또한 느리게 이동하는 특성으로 인해 GPS 스캔을 통한 실시간 계산 성능은 일반 네비게이션처럼 방향을 위치의 연속적인 변화로부터 얻어내기 적합하지 않다. 이러한 장애인의 특성을 파악하여 정확한 데이터를 기반으로 안내해야 한다.

장애인 네비게이션은 보행 시 주변의 정보를 안내받고, 확인, 검색할 수 있어 장애인의 자유로운 이동을 돕는다. 또한 보행이나 이동 시 자신이 있는 곳이 어디인지, 현재 주변에 위치한 상가나 건물이 무엇인지를 확인할 수 있어 이동 시 자신감과 함께 재화에 중요한 의미를 가져다준다. 이동 안내 시 장애인을 위한 시설 구비 여부 안내가 중요하다. 지하철 이용 시 몇 번 입구에 승강기가 설치되어 있는지, 장애인 편의 시설이나 의료 시설이 구비되어 있는지, 식당이나 관공서에 어느 입구에 휠체어 계단이 구비되어 있는지가 중요하며, 이러한 정보들을 네비게이션을 통해 안내하여 장애인 이용자의 편리성을 높여야 한다.

장애인 중 시각장애인의 경우 네비게이션의 안내 서비스 형태가 달라져야 한다. 기기 화면을 통한 위치 안내 기능보다 점자나 음성을 통한 기능을 강화해야 한다. 거리에서 시각 장애인이 걸음을 멈췄을 때, 시각 장

애인의 진행 방향을 보행 방향으로 설정하여 안내해야 하며, 정보를 음성이나 점자, 진동으로 전달해야 한다. 네비게이션 기기는 시각 장애인이 쉽게 휴대 할 수 있도록 장애인용 지팡이나 몸에 탈부착이 가능한 형태로 구성되어야 하며, 목적지를 찾아갈 때 미리 입력된 목적지를 선택할 수 있도록 하여 쉽게 목적지를 설정할 수 있는 기능을 제공해야 한다. 경로 이탈이나 목적지의 도착 예정 시간에 따라 일반 네비게이션과 다르게 안내 주기를 설정해야 한다. 실시간으로 화면을 통한 모니터링이 어렵기 때문에 경로이탈시 진동이나 음성을 통해 알려주고 목적지에 가까워짐에 따라 안내 주기가 변경되도록 해야 한다.

본 논문에서는 시각장애인들의 활동 범위를 확대하기 위해서 주변 시설물 검색 서비스와 길안내 서비스를 제공하는 시각장애인을 위한 네비게이션 시스템을 제안한다. 제안하는 네비게이션 시스템은 시각 장애인을 위한 경로 생성 모듈 및 저장 모듈로 구성된다. 특히, 제안하는 네비게이션 시스템은 시각 장애인을 위한 인터페이스로 TTS(Text-to-Speech) 프로그램을 이용하여 음성으로 안내 서비스를 제공하는 음성 모듈과 촉각을 이용할 수 있도록 점자를 출력하는 점자 모듈을 통하여 구현한다. 또한 최신 지도정보를 서비스하기 위해서 구글 맵 API들을 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시각 장애인을 위한 보조 공학기기에 대해서 분석한다. 3장에서는 제안하는 시스템 구조에 대해 기술한다. 4장에서는 제안하는 시스템의 구현 내용을 기술하고 마지막 5장에서는 논문의 결론에 대해 기술한다.

## 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[2-5]. 최근에는 이러한 시각장애인들의 정보 인지 특성을 고려하여 정보를 전달하기 위해

촉각을 중심으로 한 보조 공학기들이 개발 및 상용화되었다.

### 1. 시각장애인을 위한 보조 공학기기

시각장애인을 위한 보조 공학기기 중 점자정보단말기와 점자프린터는 시각장애인이 정보를 습득하는데 많이 사용되고 있는 중요한 기기이다[6]. 보조 공학기기를 이용하여 시각장애인에게 안내 서비스를 제공하기 위해서는 시각장애인들이 인지할 수 있는 수단이 필요하고 다음과 같은 두 가지 종류가 있다.

첫 번째 방법으로 TTS(Text-to-Speech)프로그램을 이용하여 음성으로 안내 서비스를 제공한다. TTS란 [그림 1]과 같이 사용자가 입력한 글자, 문장, 숫자, 기호 등의 텍스트 정보를 분석하여 각각의 운율을 제어하고 글자들의 합성 단위를 선택하여 단위를 연결시키고, 일반적으로 발생하는 형태의 음성으로 변환하는 것이다. 일반적으로 컴퓨터 및 다른 기기가 사용자에게 제공하고 싶은 정보를 사람이 들을 수 있는 음성으로 제공하는 기술 혹은 그 기술을 구현한 소프트웨어 및 하드웨어를 의미한다.

TTS 기술은 시각이 아닌 청각으로 정보를 전달하므로 정보에 대한 이해가 빠르다. 그러나 주로 음성을 통한 안내서비스를 제공한다면 교통신호 같은 중요한 정보를 얻지 못하고 목적지로 가는 도중 달리는 사람이나 자전거 같은 위험요소를 만났을 경우 대처를 할 수 없게 된다. 따라서 음성으로 안내를 하는 경우는 보조적인 방법으로 사용된다.

두 번째 방법으로 촉각을 이용할 수 있도록 점자로 출력하는 방법이다. 일반적으로 점자를 표시하기 위한 장치는 특수한 점자 부와 점자 셀로 구성되어 있다.

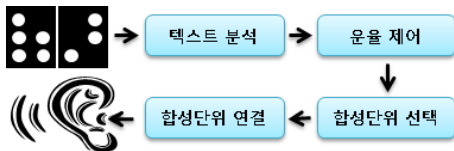


그림 1. TTS 기술의 흐름도

[그림 2]에 (1)은 점자 셀로서 점 모양의 부드러운 금

속이나 나일론으로 만들어진 핀들로 이루어져 있다[7]. 6개나 8개의 핀의 묶음으로 하나의 문자가 된다. 전기적인 신호에 의해 각각의 점들은 상승과 하강을 통해 점자를 만들고 출력해준다. (2)는 점자 셀들이 모여 글씨를 출력해주는 디스플레이로써 18개나 32개의 글자를 출력해 줄 수 있는 크기로 구성되어 있다.



그림 2. 점자 디스플레이 구성도

### 2. GPS(Global Positioning System)

GPS는 미국국방성에서 개발한 군용항법시스템이지만, 민간용으로 제한된 범위에서 사용할 수 있도록 한 인공위성을 이용한 전파 항법 시스템이다. 위성에서 수신기까지 전파 도달 시간을 측정해 정확한 3차원의 위치, 속도, 시각을 알려준다. 전 세계 하루 24시간 이용 가능하며, 무제한의 사용자가 이용할 수 있다는 특징이 있다. 이렇게 인공위성 기반의 위치 확인 시스템인 GPS는 크게 다음과 같은 3가지 요소로 이뤄져 있다.

1) Space Segment : 고도 2만 200km 상공에서 12시간 주기로 지구 주위를 맴도는 24개의 GPS 인공위성을 말한다. 이 중 21개가 주 위성이며, 나머지 3개는 예비용 위성이다. 수명이 다한 인공위성을 대체하기 위해 지속적으로 새 위성을 발사하고 있기 때문에 실제로는 24개 이상의 GPS 위성이 지구를 맴돌고 있다. 다른 인공위성이 그렇듯 GPS 인공위성들도 정해진 궤도를 따라 공전하는데, 한 개의 궤도면을 따라 4개의 인공위성이 공전을 하며, 이러한 궤도면이 모두 6개가 있다. 궤도면은 적도면과 55도 차이를 이루며 각 궤도면은 60도씩 떨어져 있다. 이런 위성의 배치로 인해 지구상의 어느 곳에서나 동시에 5개에서 8개의 위성을 볼 수 있다.

2) Control Segment : 세계 각지에 위치한 지상 관측소를 말한다. 지상 관측소에서는 GPS 인공위성이 보내

는 신호를 받아 위성의 위치와 속도, 위성에 있는 원자 시계 등을 지속적으로 모니터링 한다. 주 관측소에서는 정확한 위성의 위치와 시간 데이터를 계산해 결과 값을 주기적으로 인공위성에 송신한다.

3) User Segment : GPS 수신기와 사용자를 말한다. GPS 수신기는 인공위성으로부터 받은 신호를 위치, 속도, 시간 등의 정보로 변환한다.

자신의 위치를 알기 위해서는 위성의 위치, 위성까지의 거리를 알고 있어야 한다. 수신자의 정확한 위치를 알기 위해서는 최소 4개 이상의 위성으로부터 신호를 수신해야 한다. 3개 위성의 정확한 위치와 거리를 알고 있다면 삼각 측량의 원리로 수신기의 위치를 알 수 있다. 위성과 수신 기간의 거리는 빛의 속도와 신호 도달 시간을 곱하면 된다.

여기서 시간의 중요성이 부각되는데, 만약 위성과 수신기의 시계가 동기화되어 있지 않다면 당연히 거리 값에 오차가 발생한다. GPS 위성에는 원자시계가 장착되어 있지만 원자시계가 워낙 고가여서 수신기는 일반 시계를 사용한다. 이 때문에 시간을 동기화시키기 위해 1개의 위성이 추가로 필요하다.

따라서 구현한 네비게이션 시스템은 시각 장애인을 대상으로 하였기 때문에 정확한 위치 파악이 필요하다. 그렇기 때문에 4개 이상의 위성으로부터 수신을 받은 경우에만 정보를 사용하였고, 수신된 값으로 단말기의 시간을 업데이트시켜 정확한 시간을 유지하도록 구현하였다.

### III. 시각장애인 전용 네비게이션 시스템의 설계

장애인의 휴대성을 위하여 Windows CE의 운영 체제를 사용하는 휴대장비를 사용하였다. 그러나 일반적인 Windows CE을 사용하는 휴대장비는 저장 공간이 일반 데스크탑에 비하여 충분하지 않으며 일반인을 위한 정보 단말기나 모바일 장치에 최적화되어있다. 따라서 본 논문에서 제안하는 시각장애인 전용 네비게이션을 구현하기 위하여 전용 미들웨어, 구글 맵 API 모듈, SQLite을 이용한 저장 모듈과 같은 세 가지 주요 모듈

을 추가하였다. 전용 미들웨어는 기존 Windows CE 위에 점자로 출력하는 장치와 TTS 프로그램을 동작시키기 위한 중간 인터페이스 모듈이고 구글 맵 API 모듈은 위치정보 및 경로 정보를 제공하기 위한 지도관련 모듈이다. 마지막으로 SQLite을 이용한 저장 모듈은 관련 정보들을 데이터베이스에서 관리하기 위한 모듈이다.

#### 1. 미들웨어

Windows CE는 비장애인을 대상으로 하는 그래픽 기반 운영체제이다. 시각장애인들은 점자나 음성을 통한 방법으로 정보를 인지하기 때문에 그래픽을 기반으로 하는 프로그램은 사용할 수 없다. 그래서 관련된 모든 정보들은 점자 디스플레이에 출력되어야 한다. 이러한 요구사항을 바탕으로 제안하는 시스템은 기존의 운영체제 위에 시각화된 그래픽 정보들을 텍스트로 변환할 수 있는 미들웨어를 두었다.

미들웨어를 구성하는 컴포넌트들은 [그림 3]과 같다. [그림 3]을 보면 기존에 존재하는 컴포넌트들을 볼 수 있다. 컴포넌트들은 기존의 기능을 수행하지만 그래픽 기반의 출력이 아니라 텍스트 기반의 출력이고 각각은 TTS을 이용한 음성과 점자 디스플레이를 이용한 점자로 출력된다. 그리고 옵션을 두어 음성과 점자 출력을 조절할 수 있도록 구현하였다. 입력기의 경우는 시각장애인이 점자 키를 통해 점자로 입력하기 때문에 점자를 프로그래밍 언어가 사용가능한 문자로 변환해야 한다. 출력할 경우에는 다시 점자로 변환해서 출력해야 하기 때문에 이러한 특성을 고려하여 구현하였다. 프로그래이스 컨트롤의 경우에도 시각장애인에게 프로그램이 진행 중인지, 멈추었는지, 입력을 대기하고 있는지를 알려줘야 한다. 따라서 점자나 소리를 이용하여 현재의 처리 상태를 알려주는 기능을 구현하였다. 시각장애인이용 단말기는 기존의 키보드와 마우스 대신 점자 키보드를 이용하여 입력을 수행한다. 따라서 점자 키보드를 처리할 수 있는 함수가 필요하고, 점자 키보드에 의해 창들 간의 전환이나, 문장의 구성이 이루어져야 한다. 따라서 점자 키 컴포넌트를 구현하였다. 그리고 각각의 점자 키와 점자 키들의 조합, 기능키를 미리 정의하여 처리할 수 있도록 구현하였다.

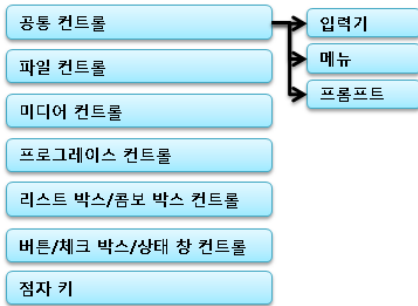


그림 3. 미들웨어 컴포넌트 구성도

## 2. 구글 맵 API

기존의 네비게이션은 독립적인 지도 모듈을 가지고 있어서 지도 모듈을 이용하여 안내 서비스를 제공한다. 하지만 기존의 지도 모듈들은 시각적인 출력을 제공한다. 그리고 이러한 모듈들은 상용제품들이고, 꾸준한 업데이트를 제공 받아야한다. 그러나 시각장애인 전용 네비게이션을 제공하는 업체는 지속적인 갱신 비용을 부담하기 힘든 환경에 처해 있다. 이를 개선하기 위하여 본 논문에서는 현재 위치의 주소정보나 주변의 주소정보를 알기위해서 구글 맵 API를 사용하였다.

구글 맵 API는 별도의 모듈 없이도 HTTP URL을 호출함으로써 텍스트 정보를 받아오기 때문에 시각 장애인을 위한 네비게이션에 적합하다. 구글은 다양한 맵 API를 제공하고 있다. 이 중에서 본 논문에서는 Geocoding API, Directions API, Places API 세 가지 API를 사용하였다.

Geocoding API는 주소<->좌표의 정보를 제공하고 Directions API는 출발지, 경유지, 도착지를 입력하면 출발지->경유지->도착지의 경로를 생성하여 준다. Places API는 주변의 특정 반경 안의 식당, 병원 등의 지역 정보들을 제공한다. 이 모든 정보는 XML 형태로 제공하고 있다. 본 논문에서는 이러한 XML문서에 포함된 다양한 정보 중에서 시각장애인 전용 네비게이션의 특성상 필요한 정보들만 추출하는 파싱 모듈을 구현하였다.



(a) 위도와경도를 주소로 변환하는 과정

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <GeocodeResponse>
  <status>OK</status>
  - <result>
    <type>street_address</type>
    <formatted_address>398 1st Ave, Docena</formatted_address>
    - <address_component>
      <long_name>398</long_name>
      <short_name>398</short_name>
      <type>street_number</type>
    </address_component>
    - <address_component>
      <long_name>1st Ave</long_name>
      <short_name>1st Ave</short_name>
      <type>route</type>
    </address_component>
```

(b) 좌표->주소 결과 XML파일

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <GeocodeResponse>
  <status>OK</status>
  - <result>
    <type>route</type>
    <formatted_address>Rte 1, Abbevi</formatted_address>
    + <address_component>
    + <address_component>
    + <address_component>
    + <address_component>
    + <address_component>
    + <address_component>
    + <address_component>
    - <geometry>
      - <location>
        <lat>31.5715282</lat>
        <lng>-85.2805643</lng>
      </location>
```

(c) 주소->좌표 결과 XML파일

그림 4. Geocoding API

Geocoding API의 경우는 [그림 4](a)와 같이 사용자가 자신의 현재 위치인 위도와 경도를 구글 맵 API에게 전송하면 구글 맵 API 서버는 현재 위치의 주소를 XML이나 JSON 파일로 반환해준다.

[그림 4](b)의 XML 파일에서 <address\_component> 태그를 파싱하면 현재 위치에 대한 주소 값을 얻을 수 있다. 주소는 8단계로 상세한 주소 정보를 표현한다.

이와 반대로 주소를 가지고 위도, 경도 정보를 알고 싶을 경우, 주소 정보를 구글 맵 API에게 URL의 참조 값으로 전송하면 [그림 4](c)와 같은 XML파일이 반환되고 <geometry>태그를 파싱하면 현재 위치의 주소와

주소를 통한 현재 위도, 경도를 얻을 수 있다.

GPS를 이용하여 위도, 경도 정보만 있을 경우 구글 맵 API를 통해 현재 위치의 주소를 얻을 수 있고, 주소를 알고 있다면 구글 맵 API를 통해 위도, 경도 값을 얻을 수 있다.

시각장애인의 특성상 주변의 사람들에게 길을 물어볼 경우가 많고 자신의 현재 위치를 알고 싶을 경우가 많으므로 현재의 위치를 주소로 받아오는 Geocoding API를 사용하였다.

Directions API를 사용하는 경우는 출발지, 경유지, 도착지를 입력하면 출발지부터 경유지를 거쳐 도착지까지의 경로를 받아 올 수 있다.

[그림 5](a)와 같이 사용자는 자신의 위치정보나 주소를 이용하여 출발지부터 목적지까지의 경로를 URL의 참조 값으로 넣어 구글 맵 API에게 전송하면 [그림 5](b)와 같은 XML 파일로 구성된 경로 정보를 텍스트화 된 결과로 얻을 수 있다. 경로 정보는 <leg>와 <step>정보로 표현되며 <leg>는 출발지, 도착지, 경유지의 개수를 의미하고, <step>의 정보는 <leg>안의 경유 포인트로 나누어져 있다. 각각의 <leg>와 <step>정보는 출발지<start\_location>, 도착지<end\_location>, 이동시간<duration>, 이동거리<distance>, 안내 문구<html\_instructions>으로 구성되어 있다.

XML 파싱 모듈을 사용하여 각 step마다 출발지, 도착지 주소와 이동시간, 이동거리, 안내 문구를 파싱하여 사용하였다. <leg>정보를 통해 사용자가 경로에 대한 요약된 정보를 볼 수 있도록 파싱하여 사용하였다. XML 파일에는 더 자세한 내용들이 포함되어 있지만 시각장애인 전용 네비게이션에 필요한 정보들만을 파싱하여 사용하였다.

출발지와 목적지의 경우 각각의 지점에 대한 주소정보도 함께 제공되어 있어서 시각장애인들이 필요한 주소 정보로 이용할 수 있다. 시각장애인 전용 네비게이션은 시각화된 정보보다는 텍스트화된 정보를 사용해야 하므로 경로 생성을 위해 Direction API를 사용하였다.



(a) 출발지 목적지로 경로를 생성하는 과정

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <DirectionsResponse>
  <status>OK</status>
  <route>
    <summary>AL-53 N/US-231 N and I-65 N</summary>
    <leg>
      <step>
        <travel_mode>DRIVING</travel_mode>
        <start_location>
          <lat>31.5715300</lat>
          <lng>-85.2805600</lng>
        </start_location>
        <end_location>
          <lat>31.5886700</lat>
          <lng>-85.2784600</lng>
        </end_location>
        + <polyline>
        <duration>
          <value>78</value>
          <text>1 min</text>
        </duration>
        <html_instructions>Head <b>north</b> on <b>
        <distance>
          <value>1921</value>
          <text>1.2 mi</text>
        </distance>
        </step>
        <duration>
          <value>13190</value>
          <text>3 hours 40 mins</text>
        </duration>
        <distance>
          <value>317323</value>
          <text>197 mi</text>
        </distance>
        + <start_location>
        + <end_location>
        <start_address>State Highway 1, Abbeville, AL 36311
        <end_address>398 1st Ave, Docena, AL 35060, USA<
        </leg>
        <copyrights>Map data ©2011 Google</copyrights>
        + <overview_polyline>
        + <bounds>
        </route>
</DirectionsResponse>
```

(b) 경로 생성 결과 XML파일

그림 5. Directions API

### 3. SQLite를 이용한 데이터베이스 구축

앞에서 구글 맵 API를 이용하여 받아온 정보들을 저장하기 위해 별도의 데이터베이스 프로그램이 필요하다. 하지만 시각장애인 전용 네비게이션을 위해 사용한 단말기는 처리속도가 느린 임베디드 장치이기 때문에 임베디드 환경에 적합한 데이터베이스를 사용하여야

한다. 따라서 임베디드에 적합한 SQLite[7]를 사용하였다.

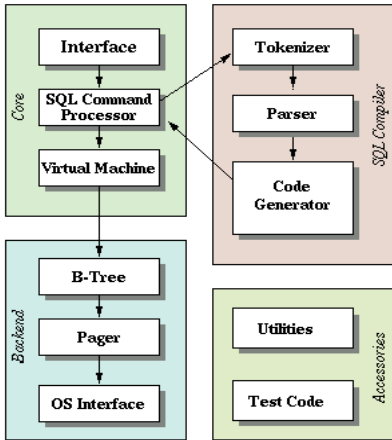


그림 6. SQLite의 기본 구조

SQLite는 오픈 소스로 임베디드를 위한 SQL 데이터베이스 엔진으로 서버 구동 없이 동작이 가능한 임베디드 기반의 데이터베이스 관리 시스템이다. SQL92 표준을 대부분 지원하며 기존의 데이터베이스처럼 각 트랜잭션은 원자성(atomicity), 일관성(consistency), 고립성(isolation), 지속성(durability)을 보장한다.

[그림 6]에서 보는 바와 같이 SQLite는 크게 세 부분인 Core, SQL Compiler, Backend로 구성된다. Core 영역은 각 실행 코드에 대한 실행 계획을 세우고, SQL Compiler 영역은 SQL문을 해석하고, Backend 영역은 버퍼관리자 및 저장 장치 기능을 수행한다.

SQLite를 이용하여 사용자가 정확한 주소를 입력해야 하기 때문에 주소 테이블을 구현하였고, 사용자가

필요하고 흥미로운 지점을 저장하는 POI 테이블을 구현하였다. 그리고 안내 서비스를 위한 경로를 저장하는 테이블을 설계하였는데 사용자의 편의를 위해 자동으로 n개까지의 정보가 저장되는 히스토리 테이블과 사용자가 생성한 경로를 다음에 다시 사용할 수 있도록 사용자만의 경로 이름을 붙여 저장할 수 있는 즐겨찾기 테이블을 구현하였다.

[그림 7]은 시각 장애인 전용 네비게이션을 위한 데이터베이스 스키마를 보여준다. 즐겨찾기 테이블은 사용자가 지정한 이름을 저장하고 있어서 사용자가 다시 이용할 경우 경로를 재구성하지 않고 저장된 경로를 통해 안내 서비스를 받을 수 있다. 히스토리 테이블은 최근에 생성된 경로들을 자동으로 20개까지 저장하므로 사용자가 최근에 생성된 경로에 대해 안내를 받고 싶은 경우 히스토리 테이블의 정보를 통해 안내 서비스를 제공할 수 있다. 각각의 히스토리, 즐겨찾기 정보들은 route와 step테이블로 구성되어 있다. route테이블은 경로의 대표적인 내용이 들어있어 경로를 선택할 때 사용되고, step테이블은 출발지부터 목적지까지의 모든 경로들이 저장되어 있다. 시각장애인의 특성상 자신의 위치를 주소 정보로 알고 있어야 하기 때문에 모든 정보에는 주소 정보를 포함시켰다.

#### IV. 시각장애인 전용 네비게이션 구현

기본 작동 원리는 GPS를 활용하여 현재 위치에 대한 정보를 획득하고 현재 위치로부터 원하는 목적지까지의 경로 정보를 활용한 길 안내 서비스와 시각장애인을 위한 주변 시설물 검색 서비스를 제공한다. 또한 이 시



그림 7. 시각 장애인용 네비게이션을 위한 데이터베이스 스키마

시스템은 다양한 길 안내 정보를 제공하기 위하여 임의의 위치를 출발지로 설정 가능하도록 구현하였다.

[그림 8]은 시각장애인 전용 네비게이션을 위한 단말기이다. 단말기 뒷면에는 퍼킨스 스타일의 키보드, 4개의 기능키, 32칸의 점자 셀과 커서 키, 4개의 스크롤 버튼, LCD 스크린과 스피커가 있다. 맨 위쪽 가운데는 단말기의 작동 상태를 표시하는 LCD창(3)이 있으며, 그 좌우에 소리가 출력되는 스피커(1)가 있다. 점자 키보드(2)는 왼쪽과 오른쪽에 각각 네 개의 키가 있고 가운데 키가 하나 있다. 왼쪽부터 오른쪽으로 백스페이스, 3점, 2점, 1점, 4점, 5점, 6점, 엔터의 순서로 키가 이루어져 있고 1점과 4점 사이에 놓인 길게 생긴 키는 스페이스이다. 스크롤 키는(4) 점자 셀 양쪽 끝에 캡슐 모양의 버튼이다. 이 버튼은 위, 아래로 나뉘어져 있으며, 점자 셀에 나타나 있는 메뉴나 점자를 이동시킬 때 사용한다. 점자 디스플레이(7)는 32칸의 점자 셀로 이루어져 있으며, 점자 셀은 왼쪽에서 오른쪽으로 읽을 수 있도록 출력되고, 각각의 칸마다 여덟 개의 점으로 이루어져 있다. 커서 키(6)는 점자 셀 바로 위에 점자 셀의 칸수와 같은 32개의 작은 키로 구성되어 있으며, 커서를 이동하거나 단축키로 사용된다. 기능키(8)는 스페이스를 중심으로 좌우측에 2개씩 있는 키이며 좌측부터 우측으로 나열하면 F1, F2, F3, F4키에 해당한다.



그림 8. 시각장애인 전용 네비게이션을 위한 단말기

[그림 9]은 시각장애인을 위한 전용 네비게이션의 주요 메뉴 화면들이다. 본 단말기의 메뉴 이동은 스크롤 키나 커서 키로 작동하도록 설계되었으며 주요 메뉴로 도구, POI(Point Of Interest) 관리, 기존 경로 설정 및 안내, 기존 경로 설정 및 안내, 새 경로 설정 및 안내

안내, 새 경로 설정 및 안내로 구성되어 있다. 도구(1) 메뉴는 Wifi 설정 및 GPS 설정을 할 수 있는 메뉴이다.

POI관리(2) 메뉴는 POI 등록, POI 삭제, POI 업데이트를 하기위한 부분이다. 기존 경로 설정 및 안내(3) 메뉴는 기존에 설정해 놓았던 경로에 대한 히스토리 검색과 사용자가 즐겨 찾는 곳을 저장해놓고 검색을 통해 경로를 설정하고 안내를 받기 위한 메뉴이다. 마지막으로 새 경로 설정 및 안내(4) 메뉴는 사용자가 새로운 출발지, 목적지, 경유지를 설정하고자 할 때 주소 검색, 카테고리 검색, GPS 검색, POI 검색, 주변 검색 등을 통하여 설정하고 출발지와 목적지의 사이의 경로에 대해서 안내를 한다. [그림 9]의 LCD 스크린은 한소넷의 작동 상태를 보여주며, 이러한 작동 상태는 시각 장애인이 인식할 수 있도록 점자 디스플레이와 음성으로 동시 출력이 가능하다.

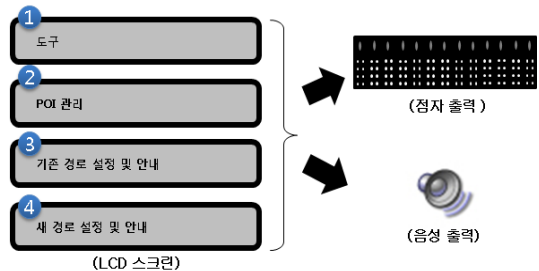


그림 9. 시각장애인 전용 네비게이션의 주요 메뉴화면

[그림 10]은 길 안내서비스를 위한 화면을 보여준다. 경로 설정을 위하여 그림 10(a)와 같이 새 경로 설정 및 안내(1) 메뉴를 선택하면 출발지(2), 도착지(3), 경유지(4)와 같은 순으로 설정하고 경로 생성 및 안내(5) 메뉴를 통하여 실제적인 경로가 생성되고 길 안내 서비스가 시작된다. 안내 서비스 부분은 그림 10(b)와 같이 “경로 안내를 시작하겠습니다.”라는 안내 멘트(1) 출력 후 출발지에서 목적지까지의 도달 예상 시간(2), 전체 경로에서 목적지까지의 남은 거리(3)를 안내한다.

일반인을 위한 네비게이션의 안내와 달리 장애인을 위한 길 안내는 “전방 몇 m 앞으로 이동하세요.”, “좌회전 하세요.” 등과 같이 시각장애인에게 무엇을 하라고



지시하는 문구를 사용하지 않는다. 앞서 보이지 않는 시각 장애인들에게 어떠한 지시를 하게 되면 방향감이 없기 때문에 위험한 상황이 발생할 수가 있으므로 장애인이 확인하거나 판단할 수 있도록 기본적인 방향, 거리, 사용자의 위치 등의 정보만을 제공한다.

또한 본 논문에서 구현한 네비게이션은 장애인이 모든 메뉴 화면에서 특정 키를 사용하여 자신의 현재 위치와 목적지까지의 남은 거리, 자신이 가고자 하는 방향 등을 실시간으로 확인 가능하도록 구현하였다.

자신이 현재 위치를 파악하고 주변 시설에 대한 정보를 효율적으로 제공하는 POI 등록 및 검색 기능은 장애인을 위한 네비게이션에 있어 매우 중요한 기능 중 하나이다. POI 등록 및 검색 서비스는 시각 장애인이 즐겨찾는 곳을 POI 명칭과 함께 사용자가 직접

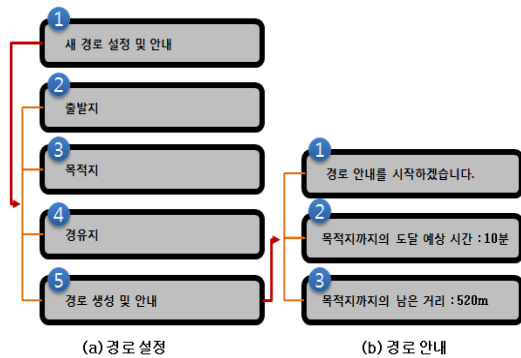


그림 10. 길 안내 서비스를 위한 화면

등록하는 기능을 제공한다. 또한 주변시설에 대한 보다 다양한 검색 서비스를 제공하기 위해 분류 검색, 키워드 검색, 범위 검색을 제공한다.

## V. 결론

본 논문은 거동이 불편하거나 시각장애가 있는 사람들을 위한 전용 네비게이션 시스템을 설계하고 구현하였다. 이를 통하여 장애인을 위한 주변 시설물 검색 서비스와 길 안내 서비스를 제공함으로써 시각장애인들이 보다 활동적인 삶을 영위할 것이다. 향후 연구로는

기존 시스템과의 시뮬레이션을 통해 안내 시스템의 정확도를 평가하는 것이다. 뿐만 아니라, 보다 정확하고 많은 정보를 제공하기 위하여 본 시스템 사용자 간의 정보 공유 서비스를 개발하는 것이다.

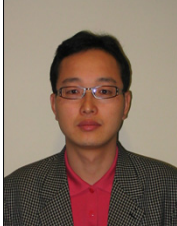
## 참고 문헌

- [1] 고등영, 전병운, “지체장애학생을 위한 지능형 입력 장치의 설계와 구현”, 한국콘텐츠학회논문지, 제7권, 제4호, pp.199-205, 2007.
- [2] 박인정, 박덕제, “RFID를 이용한 시각장애인 횡단보도 보행안내 시스템에 관한 연구”, 대한전자공학회논문지, 제47권 CI편, 제6호, pp.124-130, 2010.
- [3] 강준희, 안성수, 김진영, “시각장애인을 위한 RFID 의약품 음성안내 단말기 개발”, 대한전자공학회논문지, 제47권 IE편, 제3호, pp.19-25, 2010.
- [4] 김민경, 금요찬, 박용찬, “주거 공간 계획을 위한 시각장애인의 행위에 따른 동작특성에 관한 연구”, 한국실내디자인학회논문집, 제15권, 제2호, pp.99-107, 2006.
- [5] 구양희, 정무용 “시각장애인의 공간지각, 인지특성과 Wayfinding 측면을 고려한 건축계획에 관한 연구”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제23권, 제2호, pp.303-306, 2003.
- [6] 이근민, 김인서, “장애인 컴퓨터 대체접근의 현황, 전망, 그리고 활성화 방안에 대한 연구”, 한국지체부자유아교육학회, 제41권, pp.221-252, 2003.
- [7] <http://www.himsintl.com>
- [8] <http://www.sqlite.org>

저 자 소 개

장 수 민(Sumin Jang)

정회원



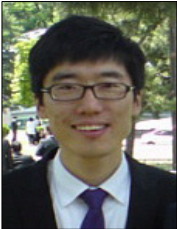
- 1997년 2월 : 목포대학교 전산통계학과(이학사)
- 1999년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2007년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)

▪ 2007년 9월 ~ 현재 : BK21 Post Doc

<관심분야> : 분산처리, 데이터베이스, 게임, 정보검색, 분산 객체 컴퓨터 등

황 동 교(Dong-gyo Hwang)

준회원



- 2011년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신학과 석사과정

<관심분야> : 데이터베이스, 센서네트워크, 분산 처리 시스템 등

강 수(Soo Kang)

준회원



- 2010년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신학과 석사과정

<관심분야> : 데이터베이스, P2P 시스템, 센서네트워크, 분산 처리 시스템 등

김 은 주(Eunju Kim)

준회원

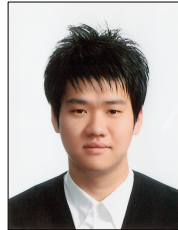


- 2009년 2월 : 배재대학교 전자상거래학과(학사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정

<관심분야> : 무선 센서 네트워크, 데이터베이스 시스템

박 준 호(Junho Park)

정회원



- 2008년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2010년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 무선 센서 네트워크, 차세대웹, LMS, LCMS, 바이오인포메틱스

장 기 훈(Kihun Jang)

준회원



- 2004년 2월 : 충북대학교 컴퓨터교육과(교육학사)
- 2003년 9월 ~ 현재 : ㈜힘스인터내셔널

<관심분야> : 모바일 프로그램 개발, 시각 장애인을 위한 UI 개발

유 재 수(Jaesoo Yoo)

중신회원



- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1991년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 석사(공학석사)
- 1995년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 박사(공학석사)

▪ 1996년 9월 : 충북대학교 전기전자공학부 부교수  
 ▪ 2006년 4월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자공학부 교수  
 <관심분야> : 데이터베이스시스템, 멀티미디어 데이터베이스시스템, 정보검색, 분산 객체 컴퓨터 등