

# 캡스톤 디자인 I

## 종합설계 프로젝트

|        |                       |
|--------|-----------------------|
| 프로젝트 명 | 시각장애인을 위한 길안내 시스템     |
| 팀 명    | 기동차                   |
| 문서 제목  | 계획서-시각장애인을 위한 길안내 시스템 |

|         |             |
|---------|-------------|
| Version | 1.5         |
| Date    | 2019-APR-18 |

|      |          |
|------|----------|
| 팀원   | 김용태 (조장) |
|      | 성종욱      |
|      | 송성유      |
|      | 송영은      |
|      | 유영준      |
| 지도교수 | 윤성혜 교수님  |

### CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING

이 문서에 포함되어 있는 정보는 국민대학교 전자정보통신대학 컴퓨터공학부 및 컴퓨터공학부 개설 교과목 캡스톤 디자인 I 수강 학생 중 프로젝트 "시각장애인을 위한 길안내 시스템"을 수행하는 팀 "기동차"의 팀원들의 자산입니다. 국민대학교 컴퓨터공학부 및 팀 "기동차"의 팀원들의 서면 허락없이 사용되거나, 재가공 될 수 없습니다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 문서 정보 / 수정 내역

|                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| <b>Filename</b> | 중간보고서-시각장애인을 위한 길안내 시스템.doc |
| <b>원안작성자</b>    | 송영은                         |
| <b>수정작업자</b>    | 송영은, 김용태, 성종욱, 송성유, 유영준     |

| 수정날짜       | 대표수정자 | Revision | 추가/수정 항목 | 내 용                 |
|------------|-------|----------|----------|---------------------|
| 2019-04-09 | 송영은   | 1.0      | 최초 작성    | 목차 및 개요 초안 작성       |
| 2019-04-10 | 송영은   | 1.1      | 내용 추가    | 목표 및 계획서 상의 연구내용 작성 |
| 2019-04-11 | 송영은   | 1.2      | 내용 추가    | 수행내용 및 수정된 연구내용 작성  |
| 2019-04-15 | 송영은   | 1.3      | 내용 추가    | 향후 추진계획 및 초안 작성 마무리 |
| 2019-04-16 | 송영은   | 1.4      | 내용 작성    | 그림 추가               |
| 2019-04-18 | 송영은   | 1.5      | 최종 작성    | 내용 수정 및 그림 추가       |
|            |       |          |          |                     |

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 목 차

|       |                        |    |
|-------|------------------------|----|
| 1     | 프로젝트 목표 .....          | 4  |
| 2     | 수행 내용 및 중간결과 .....     | 5  |
| 2.1   | 계획서 상의 연구내용 .....      | 5  |
| 2.1.1 | 나만의 목적지명 저장 모듈 .....   | 6  |
| 2.1.2 | 목적지 설정 모듈 .....        | 6  |
| 2.1.3 | 점자블록지도 관리 모듈 .....     | 6  |
| 2.1.4 | 경로 탐색 모듈 .....         | 7  |
| 2.1.5 | 자율주행 모듈 .....          | 7  |
| 2.1.6 | 갈림길 모듈 .....           | 7  |
| 2.1.7 | 횡단보도 모듈 .....          | 8  |
| 2.1.8 | 장애물감지 모듈 .....         | 8  |
| 2.2   | 수행내용 .....             | 9  |
| 2.2.1 | 나만의 목적지명 저장 모듈 .....   | 9  |
| 2.2.2 | 목적지 설정 모듈 .....        | 10 |
| 2.2.3 | 점자블록지도 관리 모듈 .....     | 10 |
| 2.2.4 | 경로 탐색 모듈 .....         | 11 |
| 2.2.5 | 자율주행 모듈 .....          | 11 |
| 2.2.6 | 갈림길 모듈 .....           | 14 |
| 2.2.7 | 횡단보도 모듈 .....          | 14 |
| 2.2.8 | 장애물감지 모듈 .....         | 15 |
| 3     | 수정된 연구내용 및 추진 방향 ..... | 16 |
| 3.1   | 수정사항 .....             | 16 |
| 4     | 향후 추진계획 .....          | 17 |
| 4.1   | 향후 계획의 세부 내용 .....     | 17 |
| 4.1.1 | 나만의 목적지명 저장 모듈 .....   | 17 |
| 4.1.2 | 목적지 설정 모듈 .....        | 17 |
| 4.1.3 | 점자 블록 지도 관리 모듈 .....   | 18 |
| 4.1.4 | 경로 탐색 모듈 .....         | 18 |
| 4.1.5 | 자율주행 모듈 .....          | 18 |
| 4.1.6 | 갈림길 모듈 .....           | 18 |
| 4.1.7 | 횡단보도 모듈 .....          | 18 |
| 4.1.8 | 장애물감지 모듈 .....         | 18 |
| 5     | 고충 및 건의사항 .....        | 19 |

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 1 프로젝트 목표

본 프로젝트는 시각장애인의 음성을 인식하여 목적지를 설정하고, 목적지까지 자율주행을 통해 길 안내를 수행하는 시스템을 개발하는 것을 목표로 한다.

안내건의 경우 목적지까지의 경로를 오랜 시간동안 여러 번 학습해야 한다. 이를 해결하기 위해 점자 보도블록 상의 출발점블록, 목적지점블록, 분기점블록을 노드로 표현하여 점자블록지도를 만든다. 점자블록지도를 사용해서 길 안내를 수행할 수 있도록 한다.

안내건이 목적지까지의 최단 경로를 보장하지 못하는 문제를 해결하기 위해 점자블록지도를 바탕으로 현재 위치와 목적지 간에 최단 경로를 탐색하는 알고리즘을 개발한다.

점자블록지도를 참고하며 영상처리를 통해 점자 보도블록을 따라 자율주행하는 알고리즘을 개발한다. 주행 도중 횡단보도를 인식하고 신호에 맞춰 횡단할 수 있도록 한다. 또한, 장애물 등과 같은 돌발적인 상황을 음성을 통해 시각장애인과 주변 사람들에게 알리고 대처할 수 있게 한다.

점자블록지도의 노드들을 데이터베이스에 저장하고 출발지와 목적지 간의 최적 경로를 탐색하는 서버를 개발한다.



그림 1. 점자 보도블록이 설치된 모습

소형자동차를 작동시키는 주 사용자인 시각장애인의 편의를 위해 음성UI 기반의 애플리케이션을 개발한다. 초행길의 경우 시각장애인의 음성을 통해 목적지를 등록할 수 있도록 한다. 또한, 음성인식을 통해 목적지 설정 및 경로 취소를 할 수 있게 한다. 애플리케이션이 특정 정보를 시각장애인에게 음성으로 알릴 수 있도록 한다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 2 수행 내용 및 중간결과

### 2.1 계획서 상의 연구내용

본 프로젝트에서 수행할 내용은 음성인식 기반의 UI를 구축하고, 점자블록지도 생성에 필요한 노드를 위한 데이터베이스와 클래스를 구성하고, 구성된 점자블록지도를 이용하여 최단 경로 탐색 알고리즘을 통해 최단 경로를 탐색한 다음, 해당 경로에 맞추어 소형 자동차가 자율주행하는 기능을 개발하는 것이다.


본 프로젝트는 점자 보도블록을 기반으로 자율주행하기 때문에 점자 보도블록의 지리 정보를 가지고 있는 지도가 필요하다. 하지만 점자 보도블록에 대한 자료가 없기 때문에 커뮤니티 매핑 방식을 사용하여 점자블록지도를 만들고자 한다. 점자블록지도는 점자 보도블록의 갈림길, 종점, 횡단보도 등의 각 분기점을 노드로 저장하고 이웃 노드와 연결 관계를 표시한 그래프의 구조로 설계한다.

점자블록지도는 점자 보도블록의 갈림길, 종점, 횡단보도 등의 각 분기점을 노드로 저장한다. 해당 노드들은 사용자가 지정한 이름과 위치정보, 이웃노드들의 정보를 가지고 있으며 연결된 노드 간의 거리는 노드의 좌표를 이용하여 유클리드 거리로 구한다. 지도는 이웃 노드와 연결 관계를 표시한 그래프 구조로 설계한다.

저장된 노드는 데이터베이스에서 테이블로 관리된다. 노드 테이블의 스키마는 다음과 같다.

| 노드 | ID | 이름 | 좌표 (x,y) | 인접 노드 ID | 노드 타입 | 층계 정보 | 실내외 정보 |
|----|----|----|----------|----------|-------|-------|--------|
|----|----|----|----------|----------|-------|-------|--------|

본 프로젝트는 크게 다음과 같은 8개의 모듈로 나눌 수 있다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

### 2.1.1 나만의 목적지명 저장 모듈

주 사용자인 시각장애인이 시스템을 보다 편리하게 이용하기 위해 목적지를 설정할 때 음성인식을 사용하는데, 이때 인식률을 높이기 위해 목적지 후보군을 좁힐 필요가 있다. 따라서 목적지를 사전에 등록해 후보군을 좁히도록 한다.

나만의 목적지명 저장 모듈은 비시각장애인의 도움을 통해 점자 블록 지도상의 노드를 선택하고, 노드의 이름을 설정한 후, 주 사용자가 노드의 이름을 말할 때 정상적으로 인식할 수 있는지 확인한다.

### 2.1.2 목적지 설정 모듈

시각장애인 사용자가 시스템을 쉽게 조작할 수 있도록 목적지 설정은 음성인식 기술을 활용한다. 음성인식 결과가 등록된 목적지와 정확히 일치하지 않더라도, 그와 가장 유사한 목적지를 매칭하여 사용자에게 확인하도록 한다.

목적지 설정은 주 사용자가 목적지를 말하면, 등록된 목적지 중 가장 유사한 목적지를 매칭하여 음성으로 확인한 후, 올바르게 매칭되었다면 목적지로 설정하며, 그렇지 않을 경우 음성 인식을 다시 진행한다.

### 2.1.3 점자블록지도 관리 모듈

점자 블록 지도를 구성할 노드는 커뮤니티 매핑 방식을 사용하여 비시각장애인 사용자가 애플리케이션을 통해 등록할 수 있도록 한다. 노드의 등록은 자유롭고 잘못된 노드의 경우 수정 요청을 보낼 수 있다. 또한 허위정보를 반복적으로 등록한 유저의 경우 제재를 가한다.

노드의 등록은 애플리케이션의 지도에서 노드 등록 메뉴에 진입한 후 노드의 위치와 이웃 노드의 정보를 설정하는 과정으로 이루어진다. 그리고 노드의 수정 요청은 등록되어있는 노드를 선택한 후 오류 수정, 혹은 삭제를 요청하는 과정으로 이루어진다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

#### 2.1.4 경로 탐색 모듈

경로 탐색은 A\* 알고리즘을 이용한다. A\* 알고리즘은 시작 노드와 목적지 노드를 지정해 이 노드 간의 최단경로를 휴리스틱 하게 파악하는 알고리즘이다. 한 지점으로부터 인접 노드와의 실제 거리와 해당 인접 노드부터 목적지까지의 휴리스틱 거리의 합을 이용해 경로를 갱신해 나간다.

경로 탐색은 사용자가 목적지를 설정하고 안내가 시작되면, 사용자의 현재 위치를 파악하여 시작 노드와 목적지 노드 간의 최단경로를 서버에게 요청하고, 서버는 이를 A\*알고리즘을 이용해 계산하여 사용자에게 반환하는 과정으로 이루어진다.

#### 2.1.5 자율주행 모듈


구동체는 기본적으로 점자 보도블록을 따라 자율주행하며, 장애물이 감지되거나, 횡단보도 또는 갈림길과 같은 분기점을 만날 경우 해당 상황에 맞는 행동을 수행한다. 또한 주기적으로 현재 위치를 확인하고 올바른 경로로 이동하고 있는지 확인한다.

자율주행은 장애물 감지 모듈을 사용해 장애물이 존재할 경우 대처하고, 장애물이 존재하지 않을 경우 현재 위치가 분기점인지를 파악한다. 분기점이 아닐 경우 점자 보도블록을 따라 전진한다. 현재 위치가 분기점일 경우 어떤 분기점인지를 판단해 각각에 맞는 모듈을 사용하고, 경로를 갱신한다. 위와 같은 과정을 목적지에 도달하거나, 경로가 취소될 때까지 반복한다.

#### 2.1.6 갈림길 모듈

갈림길에 대한 정보는 구동체가 바라보는 방향에 영향을 받지 않도록 방위를 기반으로 한다. 따라서 갈림길을 선택할 때 구동체의 지자기 센서를 보조지표로 사용한다.

갈림길 모듈은 현재 구동체가 바라보고 있는 방위와, 경로의 방위의 차이를 통해 진행 방향을 계산한 후 진행 방향으로 회전해 궤도에 들어서고 여러 지표를 이용해 위치를 보정하는 과정으로 이루어진다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

### 2.1.7 횡단보도 모듈

횡단보도의 횡단은 신호등에 설치된 음성유도기의 소리를 인식하여 횡단한다. 차후 개발 기간의 여유가 생긴다면 V2I나 영상처리를 통한 신호등 인식 등의 신호정보를 받아올 수 있는 기능을 추가하고자 한다.



그림 2. 횡단보도에 설치된 음성유도기

횡단보도 모듈은 구동체가 횡단보도 앞에 도달하고, 횡단보도를 건너야 하는 상황에서 작동한다. 우선 사용자가 횡단보도 리모콘으로 신호 알림 버튼을 누르면, 시스템은 알림 신호가 울릴 때까지 대기한다. 신호가 울리면, 그 소리를 시스템이 인식하고, 횡단보도를 완전히 건널 때까지 횡단보도를 따라 직진하는 과정으로 이루어진다. 이때 영상처리를 이용하여 차도로 나가지 않도록 특히 주의한다.

### 2.1.8 장애물감지 모듈

장애물과의 충돌 방지는 시각장애인에게 있어 꼭 필요한 기능이다. 본 프로젝트는 점자 보도블록을 따라 자율주행하기 때문에 정책상 경로에 고정적인 장애물이 없다고 가정할 수 있다. 따라서 장애물이 감지된 경우 회피하는 대신 장애물이 비켜나도록 유도한다. 장애물 감지에는 우선 비교적 간단한 적외선센서나 초음파센서를 사용하고, 차후 개발 기간에 여유가 생기면 라이다 센서를 추가로 활용하여 감지율을 높이려고 한다.

장애물 감지 모듈은 주행 중 장애물이 감지된 경우 우선 정지하고, 음성 알림을 통해 장애물이 비키도록 유도하며, 장애물이 사라질 때까지 기다리는 과정으로 이루어진다. 이때 센서의 오류로 인한 오작동을 방지하기 위해 센서의 값을 보정한다.



|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 2.2 수행내용

### 2.2.1 나만의 목적지명 저장 모듈

구글이 제공하는 Speech-to-Text API 음성인식 기술을 활용하여 사용자가 시스템을 음성으로 조작할 수 있도록 구성하였다. 사용자는 앱을 실행시킨 순간부터 앱을 음성으로 조작할 수 있다. '목적지 설정', '경로 취소' 등 사용자가 원하는 기능을 음성으로 인식하여 해당 기능을 수행하는 단계로 넘어가도록 구현하였다.

사용자가 말할 가능성이 높은 단어에 맞추어 음성 인식을 제어하기 위하여 사용자는 본인이 원하는 목적위치에 나만의 목적지명을 설정한다. 앱에서 서버로 목적지명과 목적지좌표를 전달하면 데이터베이스의 관련 테이블에 사용자가 설정한 나만의 목적지명을 저장하도록 설계하였다.

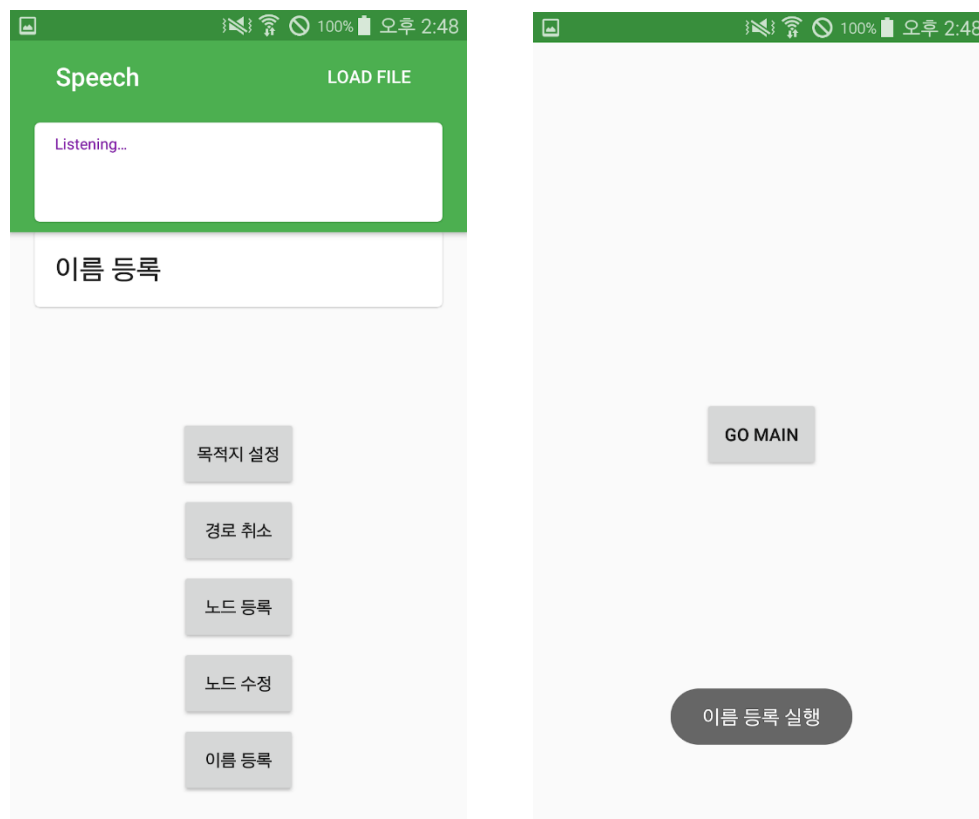



그림 3. 음성인식으로 메뉴를 선택한 모습

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 2.2.2 목적지 설정 모듈

앱이 실행되고 '목적지 설정'이라는 음성을 인식하면 목적지를 설정할 수 있는 화면으로 전환되게 구현하였다. 등록된 목적지 중 사용자가 원하는 목적지와 가장 유사한 목적지를 매칭하도록 설계하였다. 지도상에서 목적지를 매칭하기 위하여, 맞춤설정 기능과 시점 조작 기능 등을 제공하는 Google Maps Platform을 이용하였다.

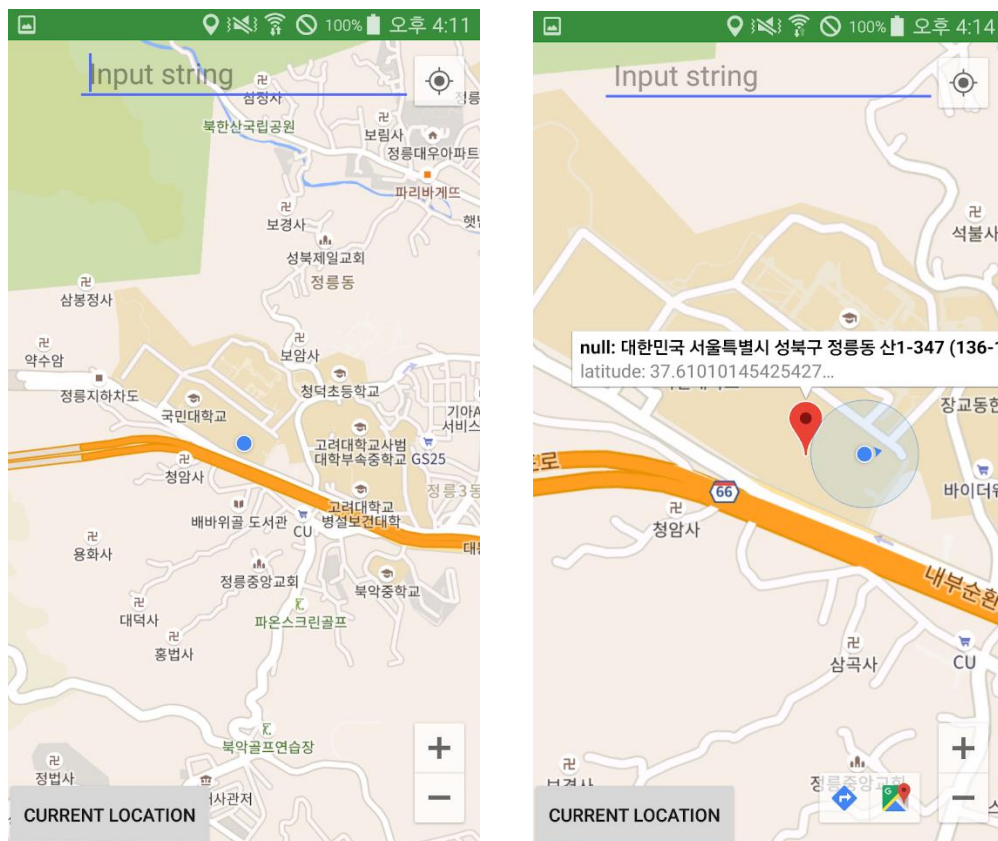



그림 4. 맵 API를 적용한 모습

## 2.2.3 점자블록지도 관리 모듈

해당 모듈은 비시각장애인 사용자가 앱을 통해 노드를 등록할 수 있게 음성 기반이 아닌 시각 기반의 UI로 설계하였다. 점자 보도블록의 갈림길, 종점, 횡단보도 등의 각 분기점을 노드로 저장하도록 설계하였으며, 앱과 서버의 통신을 이용하여 노드 저장 및 삭제의 기능을 구현할 예정이다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 2.2.4 경로 탐색 모듈

해당 모듈의 설계 내용은 다음과 같다. 사용자가 앱을 통해 목적지를 설정하면, 사용자의 현재 위치를 파악하여 시작 노드와 목적지 노드 간의 최단경로를 서버에 요청한다. 서버는 서버상에서 데이터베이스에서 얻은 모든 노드들로 이루어진 그래프 자료구조로 점자 블록 맵을 생성한다. 이 맵에서 A\*알고리즘을 통해 시작 노드와 목적지 노드 간의 최단경로를 계산한다. 최단경로상의 노드들을 앱으로 보내면 앱의 지도화면에서 최단경로상의 노드들을 연결한 최단경로가 표시되고 안내를 시작한다.

현재 개발 상황은 서버로 데이터베이스에서 모든 노드 데이터들을 가져오는 기능, 최단경로를 계산하는 A\* 알고리즘의 기능, 서버에서 앱으로 노드 정보를 JSON형식으로 보내어 앱에서 JSON 데이터를 받는 기능까지 개발하였다.

## 2.2.5 자율주행 모듈

구동체는 점자블록의 오른쪽에 오도록 위치시킨다. 시각장애인이 점자블록 위를 걸어야 하고, 오른손으로 구동체와 연결되어 있다고 가정하여 오른쪽으로 위치시켰다. 구동체의 주행 테스트 환경과 구동체가 인식하는 영상은 다음 그림과 같다.

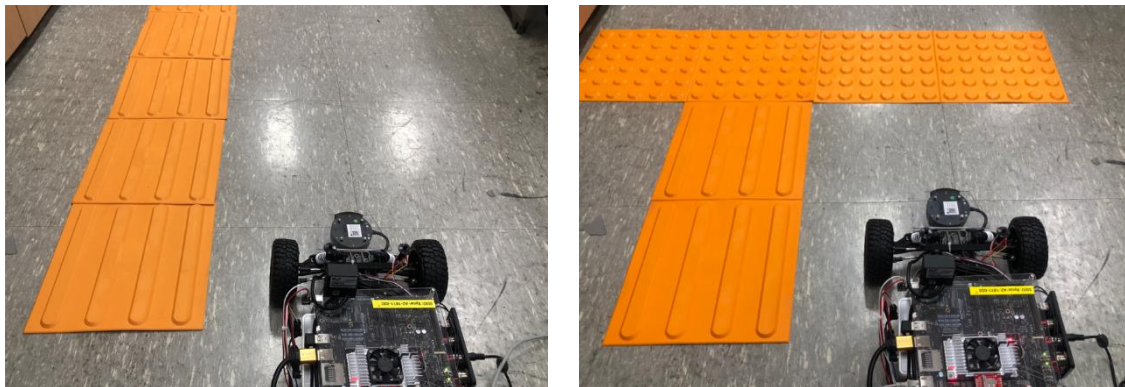


그림 5. 구동체와 점자블록 테스트 환경

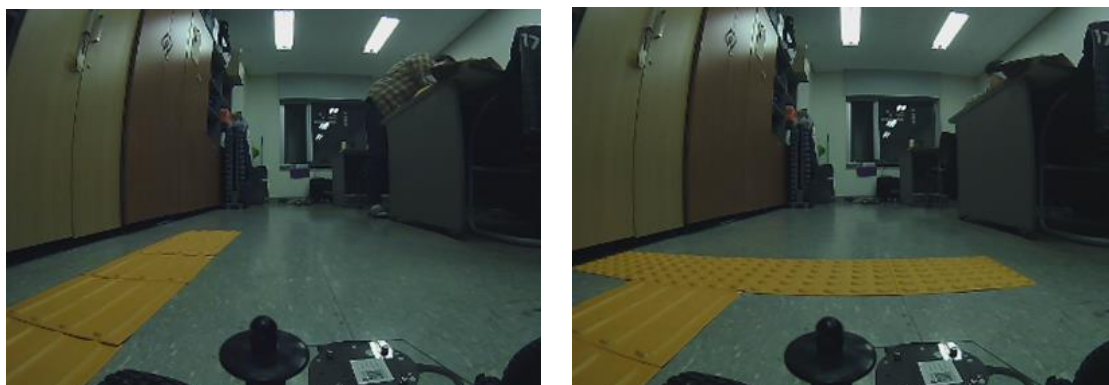


그림 6. 구동체가 인식하는 영상

구동체는 점자보도블록을 3 차원에서 바라보고 있기 때문에 원본 영상에서는 직선과 원이 왜곡되어 보이게 된다. 따라서 이미지의 기하학적 변형인 이미지 와핑 단계를 거쳐 점자보도블록을 위에서 바라보는 듯한 영상으로 처리해야한다. 또한 점자블록의 색상은 원칙으로 황색을 사용하게 되어있다. 본 프로젝트에서는 구동체가 주행 중에 전방 1m~2m 에 있는 점자블록을 검출하기 위하여 색상 정보를 이용하여 영상으로부터 점자보도블록의 영역을 추출한다.

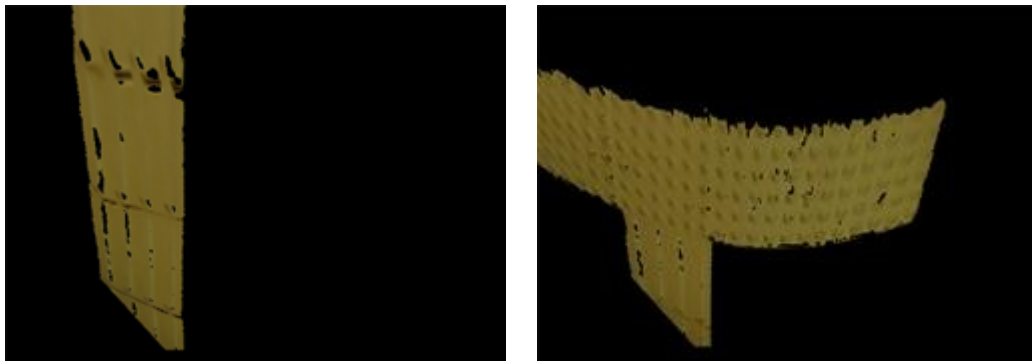


그림 7. 이미지 와핑 후 색상을 이용하여 추출한 영역

입력된 영상에서 점형블록은 원을 검출하고, 선형블록은 라인을 검출하여 점자보도블록의 종류를 판단하는 영상처리과정을 거친다. 점자보도블록에서 돌출된 부분의 픽셀은 주위 픽셀보다 어둡거나 조명을 받으면 더욱 밝아지는 현상이 있다. 이는 윤곽검출을 통하여 돌출부분의 형태를 나타낼 수 있다. 에지 검출을 위한 세 가지 기준과 구현 프로세스의 단순성을 충족시키기 위해 최적화가 이루어진 캐니 에지 알고리즘을 사용하였다.

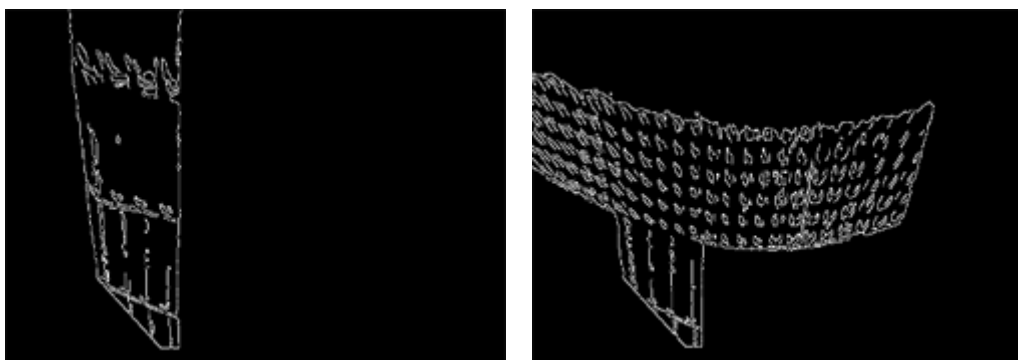


그림 8. 그림 7 에서 윤곽선을 추출한 결과

허프변환은  $x$  축과  $y$  축으로 이루어진 2 차원 공간의 영상을 어떤 다른 매개변수의 공간으로 변환하여 기하학적 도형을 표현하는데 쓰이는 방법으로 직선, 원 및 타원을 검출할 때 사용하며, 본 연구에서는 입력 영상의 관심 영역에서 점형 블록과 선형 블록을 구분하기 위해 허프변환을 사용하였다.

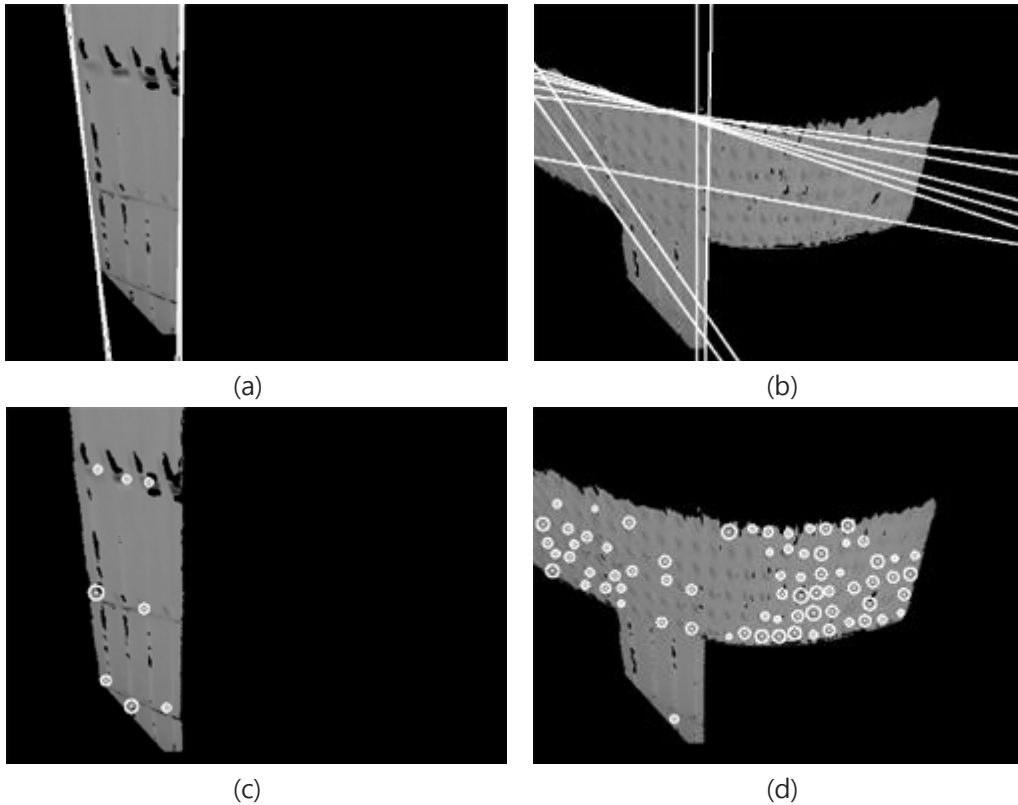



그림 9. (a) 선형블록의 직선검출 결과, (b) 점형블록의 직선검출 결과  
(c) 선형블록의 원검출 결과, (d) 점형블록의 원검출 결과

원 검출 시행 후, 원의 개수가 일정 개수 이상이면 점형블록으로 판단하고, 원의개수가 일정개수 이하이며 직선이 일정 각도 내로 여러 개 인식되면 선형블록으로 판단한다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  | 중간보고서                   |                   |             |
|   | 프로젝트 명                  | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | 팀 명                     | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 2.2.6 갈림길 모듈

각 노드의 위치를 (x, y) 좌표로 저장하여, 갈림길에서 방향을 판단할 때 이 좌표를 이용하도록 다음과 같이 설계하였다. 먼저, 현재 노드와 다음 노드의 좌표를 이용하여 이동해야 할 방향을 계산한다. 다음으로, 구동체에 부착된 지자계 센서를 이용하여 구동체의 현재 방향을 인식한다. 이때 인식한 방향이 이동해야 할 방향이 되도록 구동체가 회전하여 주행한다.

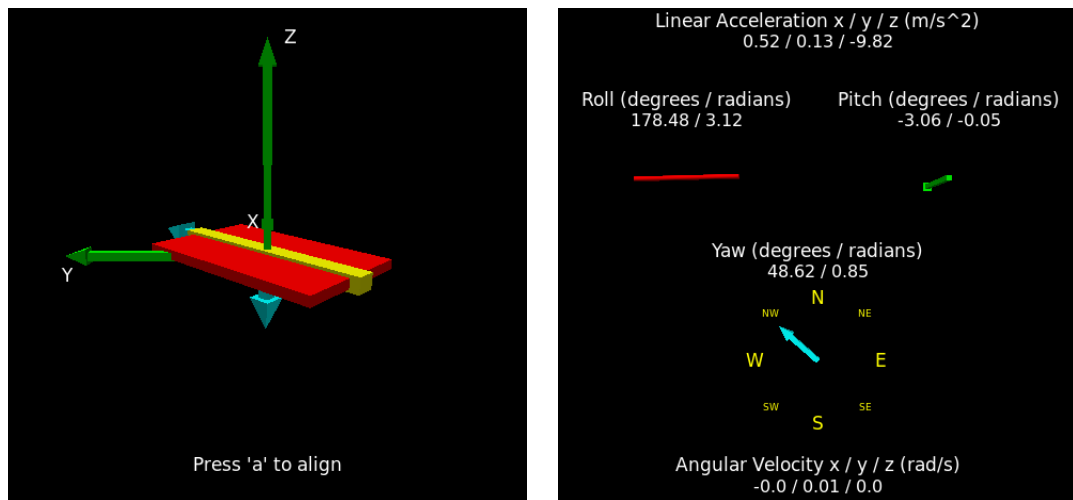


그림 10. 지자계센서(IMU 센서) 인식 화면

## 2.2.7 횡단보도 모듈

해당 모듈의 설계 내용은 다음과 같다. 입력 영상에 허프변환을 적용하여 횡단보도의 라인을 검출한다. 횡단보도의 양 끝이 영상에 인식되지 않으면 수평 라인을 검출하여 사용자가 수평 라인에 수직하게 보행할 수 있도록 횡단보도 위를 안전하게 주행한다. 이와 달리 횡단보도의 양 끝이 영상에 인식되면 횡단보도를 벗어나는 일이 일어나지 않도록 횡단보도의 중앙으로 가는 방향으로 사용자를 유도한다.



|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 2.2.8 장애물감지 모듈

구동체는 주행 중 나타나는 임의의 장애물을 검출하고 장애물과의 충돌을 피해야 한다. 장애물의 발생 정보는 센서에 의해 얻을 수 있다. 일반적으로 초음파 센서, 레이저 센서 등을 사용한다. 초음파 센서는 가장 많이 사용하는 반면, 고유 문제인 지향성, 물체로부터의 산란과 센서의 부정확성을 가지고 있어서 이러한 정보로는 정확한 장애물에 대한 정보를 제공받기 어렵다. 따라서 레이저를 이용한 라이더 센서를 사용하여 부정확성에 대해 보완한다. 이렇게 산출된 정보를 통해 시각 장애인에게 장애물의 존재 여부를 안내할 수 있도록 장애물을 인식하였다.

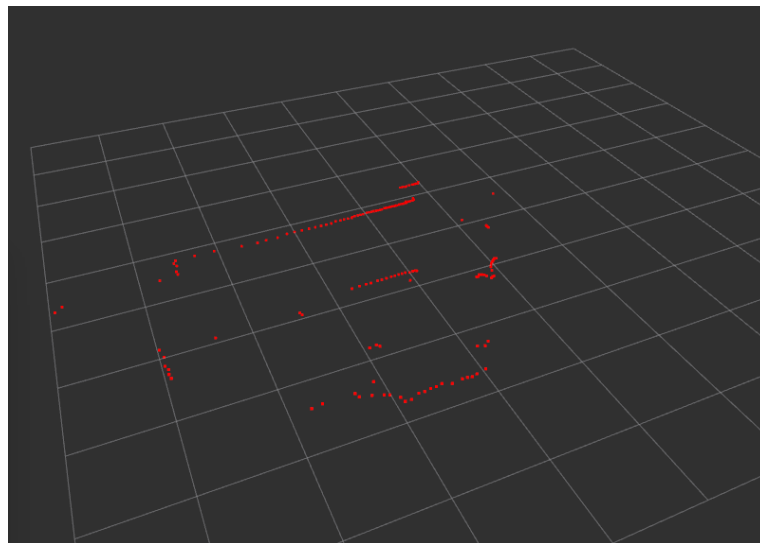



그림 11. 라이더센서가 인식하는 장애물



그림 12. (a) 장애물이 범위 밖에 있을 때, (b) 장애물이 범위 내로 들어왔을 때

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

### 3 수정된 연구내용 및 추진 방향

#### 3.1 수정사항

제안서에 기술된 내용 중에 삭제 및 수정된 사항은 다음 2가지이다.

##### 1) 횡단보도 모듈 - 초록불 신호 인식 삭제

제안서에는 구동체가 횡단보도를 인식하면, 초록불 신호에 맞춰 보행을 유도하기 위해서 신호등 한 칸에 설치된 음성유도기의 소리를 인식하여 횡단보도를 주행하기 시작한다고 언급했다. 하지만 현장 조사 단계에서, 주변 소음으로 인해 음성유도기의 소리가 묻혀 소리 인식에 한계를 느꼈다. 따라서 해당 기능은 본 프로젝트에서 배제하도록 결정하였다. 이는 V2I 서비스를 활용하거나 딥러닝을 이용한 신호등 이미지 학습을 이용하여 신호등의 초록불 신호를 인식하는 방법으로 대체할 수 있으나, 본 프로젝트에서 다루기에 시간이 부족하기 때문에 초록불 신호 인식과 관련한 내용은 삭제기로 한다.

이를 대신하여 현재로서는 횡단보도를 벗어나지 않게 유도하는 기능을 구현하는 것에 중점을 두기로 하였다. 시각장애인편의시설지원센터의 김홍진 선임연구원님께 전화로 문의한 결과, ①시각장애인이 신호등을 건널 때 음성유도기를 리모콘으로 동작시켜 초록불 신호를 스스로 인식할 수 있는 점, ②시각장애인이 횡단보도를 건널 때 차도로 벗어나지 않게 보행하는 것에 큰 어려움을 느끼는 점을 새롭게 알았다. 따라서 이 두 가지 사항을 고려하여 초록불 신호를 인식하는 기능보다 횡단보도를 안전하게 건널 수 있도록 유도하는 기능에 중점을 두어 구현할 예정이다. 초록불 신호의 인식은, 음성유도기등을 통해 사용자가 초록불임을 인식하고, 어플을 이용하여 구동체에게 신호를 전송하는 방법으로 대체한다.

##### 2) 장애물감지 모듈 - 초음파 센서를 사용하지 않고 라이다 센서를 사용하기로 수정

제안서에는 장애물을 감지하기 위해 비교적 사용하기 간단한 초음파센서를 사용한다고 작성하였다. 하지만 초음파 센서는 장애물 감지에 가장 많이 사용하는 반면, 고유 문제인 지향성, 물체로부터의 산란과 센서의 부정확성을 가지고 있어서 이러한 정보로는 정확한 장애물에 대한 정보를 제공받기 어렵다. 초음파 센서의 가장 큰 한계는 지향각의 한계로, 이로 인해 넓은 영역에서의 방향, 크기, 거리를 구하는데 어려움이 있다.



|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

반면 레이저를 사용하는 라이다 센서를 사용할 경우, 센서가 360도 회전하며 모든 방향에서의 장애물 여부를 판단할 수 있기 때문에 보다 넓은 영역에서의 장애물 검출이 용이하다. 보다 빠른 개발을 위해 초음파 센서를 사용하기로 결정했던 것을 라이다 센서로 변경하여 더욱 향상된 기능을 제공할 수 있게 되었다.

### 3) 노드 데이터베이스 – 층과 관련된 정보를 추가

제안서에는 노드의 층계정보를 포함하고 있지 않았다. 이로 인해 실내외에 존재하는 여러 층으로 인해 노드들의 구분을 정확히 할 수 없었다. 노드를 기반으로 한 경로탐색인 만큼 정확한 노드의 정보가 필요하여 해당 정보를 추가하기로 하였다. 데이터베이스에 추가된 내용은 실내외 정보와 층계정보이다. 실내와 실외에서의 노드 탐색 방법이 다르기 때문에 실내외 정보를 추가하였고, 층계정보를 추가함으로써 같은 x,y 좌표를 가진 곳에서 정확성을 가지게 되었다.

## 4 향후 추진계획


### 4.1 향후 계획의 세부 내용

#### 4.1.1 나만의 목적지명 저장 모듈

사용자가 말할 가능성이 높은 단어에 맞추어 음성 인식을 제어하기 위하여, 사용자는 본인이 원하는 목적위치에 나만의 목적지명을 음성을 이용하여 설정한다. 앱에서 서버로 목적지명과 목적지좌표를 전달하는 기능을 어플리케이션에 적용하여야 한다.

#### 4.1.2 목적지 설정 모듈

인식된 음성을 나만의 목적지명 리스트에서 검색 후 해당 노드의 번호, 좌표 등 경로 탐색에 필요한 정보들을 서버로 보내준다. 이 때, 현재 위치에 대한 정보도 같이 서버로 보내준다. 이후 서버에서 탐색된 경로를 다시 받아 이를 차에 전달해주는 기능을 구현할 예정이다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

#### 4.1.3 점자 블록 지도 관리 모듈

앱에서 비시각장애인 사용자가 점자 보도블록의 갈림길, 종점, 횡단보도 등의 각 분기점을 노드로 등록하는 기능을 제공한다. 앱에서 서버로 전송되어 저장되는 노드의 정보는 노드 아이디, 노드의 이름, 노드의 위도, 노드의 경도, 인접 노드, 노드의 타입이다. 등록뿐만 아니라 수정 및 삭제도 가능하도록 구현할 예정이다.

#### 4.1.4 경로 탐색 모듈

앱을 통해 시작지점과 도착지점을 설정하고 서버에 경로를 요청하면, 서버에서 최단경로를 계산하고 응답한다. 앱은 응답받은 경로를 지도에 적용시켜 보여주고, 구동체가 주행할 때 경로를 정해준다.

#### 4.1.5 자율주행 모듈

인식한 점자블록 종류가 선형블록이면 선형블록의 방향에 맞게 주행한다. 점형블록일 경우 정지하고, 새로운 분기점에 도달했다고 판단한다. 앱에 경로이탈 여부와, 다음 경로, 또는 행동을 요청하고, 응답받은 내용에 맞는 행동을 수행한다. 사용자의 보행속도를 다양하게 실험하여 알맞은 속도를 정한다.

#### 4.1.6 갈림길 모듈

점형블록을 마주했을 때 다음 노드와 현재 노드의 좌표값을 이용하여 방향을 계산한다. 해당 방향과 구동체의 지자기센서를 이용하여 인식한 방향의 차이를 이용하여 구동체를 회전시켜 다음 노드까지 주행하도록 한다.

#### 4.1.7 횡단보도 모듈

횡단보도의 패턴을 이용하여 횡단보도 바깥으로 나가지 않고 일자로 주행하도록 한다. 횡단보도의 측면을 통해 횡단보도 위에서 구동체의 위치를 파악하고, 횡단보도의 중앙으로 사용자를 유도한다.

#### 4.1.8 장애물감지 모듈

장애물 감지 시 일단 정지후, 장애물을 향해 시각장애인이 보행중임을 알리는 알림음을 발생시킨다. 장애물이 사라지면 주행을 재개하도록 한다.

|   |                         |                   |             |
|---|-------------------------|-------------------|-------------|
|  <b>국민대학교</b><br><b>컴퓨터공학부</b><br><b>캡스톤 디자인 I</b> | <b>중간보고서</b>            |                   |             |
|   | <b>프로젝트 명</b>           | 시각장애인을 위한 길안내 시스템 |             |
|   | <b>팀 명</b>              | 기동차               |             |
|   | Confidential Restricted | Version 1.5       | 2019-APR-18 |

## 5 고충 및 건의사항

지난 계획서 발표 때 전체적인 프로젝트의 내용을 설명하기에 발표시간이 부족했습니다. 다음에 있는 최종발표에서는 좀 더 프로젝트의 내용을 자세하게 설명할 수 있게 발표시간이 좀 더 주어 졌으면 좋겠습니다.