

# 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-17

팀원	김용태 (조장)
	성종욱
	송성유
	송영은
	유영준

### CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING

이 문서에 포함되어 있는 정보는 국민대학교 전자정보통신대학 컴퓨터공학부 및 컴퓨터공학부 개설 교과목 캡스톤 디자인I 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> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 문서 정보 / 수정 내역

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

수정날짜	대표수정자	Revision	추가/수정 항목	내 용
2019-03-04	송영은	0.1	최초 작성	초안 작성
2019-03-05	송영은	0.2	개요 작성	프로젝트 개요, 배경 및 필요성 작성
2019-03-06	송성유	0.3	개발 목표 및 내용 작성	연구, 개발 내용 작성
2019-03-07	송성유, 성종욱	0.4	개발결과 작성	시스템 기능, 비기능 요구사항 등 작성
2019-03-08	김용태	0.5	배경 기술 작성	기술적 요구사항, 현실적 제한요소 작성
2019-03-09	유영준	0.6	프로젝트 비용 작성	프로젝트 비용 작성
2019-03-10	유영준	0.7	개발일정 작성	개발 일정, 자원 관리 작성
2019-03-11	김용태	0.8	참고문헌 작성	참고문헌 작성
2019-03-12	성종욱	0.9	오타 수정 및 부족한 내용 추가	오타 및 내용이 부족한 부분 보충
2019-03-13	송영은	1.0	최종 완성 (1차)	문서 최종 완성 (1차)
2019-03-13	송영은	1.1	사진 추가	문서 내용 설명 사진 추가
2019-04-15	김용태	1.2	내용 추가	노드 정의 및 설명 추가
2019-04-16	성종욱	1.3	내용 추가	각 플로우 차트 간의 연관 관계 추가
2019-04-17	유영준	1.4	내용 추가	데모 방법 추가
2019-04-17	송영은	1.5	최종 완성 (2차)	내용 수정, 오타 교정, 그림 추가


 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 목 차

<b>1</b>	<b>개요</b>	5
1.1	프로젝트 개요	5
1.2	추진 배경 및 필요성	6
<b>2</b>	<b>개발 목표 및 내용</b>	8
2.1	목표	8
2.2	연구/개발 내용	9
2.2.1	나만의 목적지명 저장 모듈	11
2.2.2	목적지 설정 모듈	12
2.2.3	점자블록지도 관리 모듈	13
2.2.4	경로 탐색 모듈	14
2.2.5	자율주행 모듈	15
2.2.6	갈림길 모듈	16
2.2.7	횡단보도 모듈	17
2.2.8	장애물감지 모듈	18
2.2.9	모듈 간 상관성	19
2.3	데모 시연 계획	20
2.3.1	갈림길 판단	20
2.3.2	횡단보도 주행	20
2.3.3	장애물 감지	20
2.4	개발 결과	21
2.4.1	시스템 기능 요구사항	21
2.4.2	시스템 비기능(품질) 요구사항	22
2.4.3	시스템 구조	23
2.4.4	결과물 목록 및 상세 사양	24
2.5	기대효과 및 활용방안	25
<b>3</b>	<b>배경 기술</b>	26
3.1	기술적 요구사항	26
3.2	현실적 제한 요소 및 그 해결 방안	27
3.2.1	하드웨어	27
3.2.2	소프트웨어	27
3.2.3	기타	27
<b>4</b>	<b>프로젝트 팀 구성 및 역할 분담</b>	28
<b>5</b>	<b>프로젝트 비용</b>	29
<b>6</b>	<b>개발 일정 및 자원 관리</b>	30
6.1	개발 일정	30

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

6.2	일정별 주요 산출물 .....	31
6.3	인력자원 투입계획 .....	32
6.4	비 인적자원 투입계획 .....	33
<b>7</b>	<b>참고 문헌</b> .....	<b>33</b>

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

# 1 개요

## 1.1 프로젝트 개요

2018년 통계청 자료에 따르면, 우리나라의 시각장애인 수는 25만 명을 훌쩍 넘으며 이 중에서도 안내견 수요자로 추정되는 1~5급 시각장애인의 수는 9만 명 이상에 이른다고 한다. 수많은 시각장애인의 안전한 보행을 위하여 안내견이 사용되고 있으나, 1~5급 시각장애인 9만 명 중에서 62명 만이 안내견을 사용하고 있으며 이 수치는 0.07%에 불과하다. 따라서 시각장애인의 안전한 보행에 도움을 줄 수 있는 대체 수단이 절실하게 필요한 상황이다.



그림 1. 시각장애인 안내견

본 프로젝트는 시각장애인 안내견의 기능을 대체, 보완할 임베디드 시스템을 개발하는 것을 목표로 한다. 시각장애인이 이 시스템을 사용하면 점자 보도블록을 따라 자율주행하는 구동체와 함께 안전하게 보행할 수 있으며 횡단보도를 차도로 벗어나지 않고 안전하게 건널 수 있다. 커뮤니티 매핑으로 제작된 점자 블록 지도를 통해 최적의 경로를 보행할 수 있으며, 주변에 인식되는 장애물을 음성으로 안내받을 수 있다. 또한 이 구동체는 음성인식을 통하여 조작할 수 있다.

프로젝트 데모는 본 팀이 보유하고 있는 소형자동차(XyCar)를 안내 구동체로 사용하며, UI는 애플리케이션으로 제공한다. 이는 시각장애인을 위한 음성기반 UI와 도우미를 위한 시각기반 UI를 동시에 제공한다.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 1.2 추진 배경 및 필요성

시각장애인 안내견은 1차 세계대전으로 인해 시각장애인이 증가함에 따라 그 필요성이 대두되었다. 안내견은 시각장애인들의 외출 빈도를 증가시키고, 외출에 대한 인식을 개선하여 몸과 마음에 긍정적인 효과를 가져다준다. 하지만 이러한 이점이 있음에도 불구하고 모든 시각장애인이 안내견의 도움을 받기 힘든 여러 요인이 있다. 그 내용은 다음과 같다.

먼저, 시각장애인 안내견의 보급률이 현저히 낮다. KOSIS 국가통계포털에 따르면, 국내 시각장애인 25만 명 중에 안내견을 사용할 1~5급 장애인이 9만 명인 반면에, 현재 활동하고 있는 시각장애인 안내견의 수는 62마리에 불과하다. 이는 한 마리의 안내견을 교육하는데 1년 8개월 정도의 시간과 약 1억 원의 비용이 들고, 심지어 10마리를 교육하면 1~2마리만 훈련을 통과할 정도로 안내견이 되는 절차가 까다로워서이다.

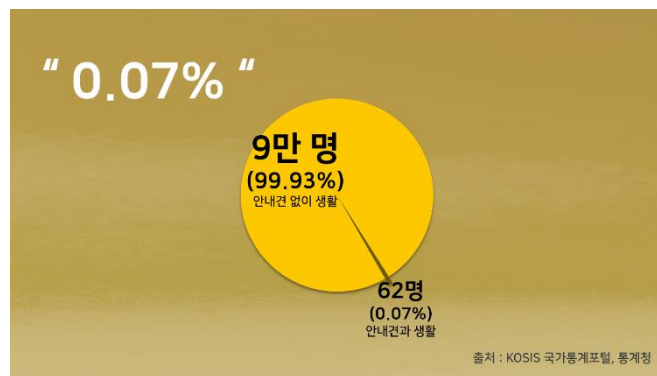


그림 2. 시각장애인의 안내견 분양 비율

두 번째로, 시각장애인이 안내견 관리 비용을 감당하기 힘들다. 안내견의 분양 비용은 무료이지만, 분양 이후부터는 양육 및 관리에 드는 모든 비용을 시각장애인이 부담해야 한다.

세 번째로, 관련 법규가 있음에도 불구하고 식당 등의 공공장소에서 안내견을 출입금지 하는 문제가 발생하고 있다. 장애인복지법에 따라 시각장애인 안내견은 모든 공공장소와 대중교통 수단에 출입할 수 있다. 하지만 식당 주인이 과태료 대상인 것을 알면서도 알레르기가 있다는 이유로 시각장애인을 문전박대하게 되면 그들은 부당한 대우를 받을 수밖에 없다.

네 번째로, 시각장애인이 동물에 대한 공포나 거부감을 가질 수 있다. 세계적으로 인구의 11%는 특정한 상황에 대해 두려움을 수반한 불안 장애가 있다고 한다. 중요한 감각 중에 하나인 시각에 장애가 있으면 불안 장애를 이겨내는 것에 더 어려움을 겪기 때문에 안내견의 도움을 쉽 리 받을 수 없다.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

또한, 안내견의 도움을 받을 때 발생하는 여러 한계가 있다.

첫 번째로, 안내견과 함께 초행길을 가기 위해서는 2~4주가량 경로를 학습할 시간이 필요하다. 학습은 시각장애인과 안내견이 도우미와 함께 오랜 기간 특정 길을 반복적으로 보행하며 길을 인지시키는 방식으로 진행된다. 각각의 안내견마다 모든 길을 학습시키는 것이 사실상 불가능하기 때문에, 시각장애인이 안내견과 함께 새로운 장소에 가는 것은 상당히 제한적인 일이다.

두 번째로, 시각장애인이 가고자 하는 목적지까지의 최단경로가 보장되지 않을 수 있다.

세 번째로, 훈련을 마친 안내견이라도 주변 환경(행인, 다른 동물들)에 의해 집중력이 저하될 수 있다. 이럴 때 돌발 상황이 발생하더라도 안내견이 즉각적으로 시각장애인에게 돌발 상황을 알릴 수 없다.

네 번째로, 안내견은 울퉁불퉁한 점자 보도블록을 싫어한다. 이는 점자 보도블록에 의존하는 시각장애인의 필요와 상충한다.

다섯 번째로, 안내견과 즉각적으로 정확한 의사소통이 힘들다. 예를 들어, 시각장애인이 목적지까지 가는 도중 화장실에 가고 싶은 경우나 목적지를 다른 곳으로 바꾸고 싶은 경우 그 사항을 안내견에게 정확하게 전달하기 힘들다.

여섯 번째로, 목적지까지의 길이 복잡하거나 주변 환경이 시끄러운 경우 현재 위치를 파악하기 힘들다.

따라서 본 프로젝트에서는 위와 같은 문제를 해결할 수 있는 시스템을 개발한다. 우리가 목표하는 시스템을 이용하면 보급의 확대, 저렴한 관리비용, 훈련의 간소화, 돌발상황 제한 등의 이점을 얻을 수 있기 때문에 시각장애인의 삶의 질을 개선할 수 있다.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2 개발 목표 및 내용

### 2.1 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.

점자블록지도는 점자 보도블록의 갈림길, 종점, 횡단보도 등의 각 분기점을 노드로 저장한다. 해당 노드들은 사용자가 지정한 이름과 위치정보, 이웃노드들의 정보를 가지고 있으며 연결된 노드간의 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	노드 ID	노드 이름	노드 좌표 (x,y,z)	인접 노드 ID	노드 타입
----	-------	-------	---------------	----------	-------



 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기똥차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17



그림 3. 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, 음성 인식을 통해 목적지 설정 및 경로 취소를 할 수 있게 한다. 애플리케이션이 특정 정보를 시각장애인에게 음성으로 알릴 수 있도록 한다.

## 2.2 연구/개발 내용

본 프로젝트는 시각장애인 안내건과 관련하여 상당히 많은 제약과 문제가 있음을 인지하고 소프트웨어적으로 연구하여 그 제약사항들을 해결하려 한다. 개괄적인 계획은 다음과 같다.

본 프로젝트에서 수행할 내용은 음성인식 기반의 UI 를 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.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

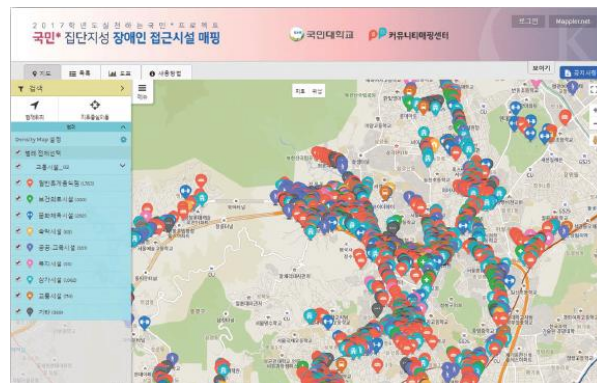


그림 4. 커뮤니티 매핑 예시 - 국민대학교의 장애인 접근시설 지도

본 프로젝트는 크게 8 가지 모듈로 나눈다.

- (1) 나만의 목적지명 저장 모듈
- (2) 목적지 설정 모듈
- (3) 점자 블록 지도 관리 모듈
- (4) 경로 탐색 모듈
- (5) 자율주행 모듈
- (6) 갈림길 모듈
- (7) 횡단보도 모듈
- (8) 장애물감지 모듈

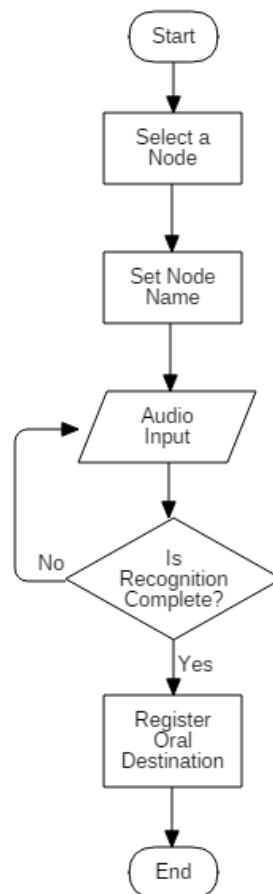
각 모듈에 대한 설명은 다음과 같다.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

### 2.2.1 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 확인하는 과정으로 이루어진다.



Register Oral Destination Flowchart

그림 5. 나만의 목적지명 저장 모듈 순서도

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2.2.2 목적지 설정 모듈

앞서 말했듯이 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.



Set Destination Flowchart

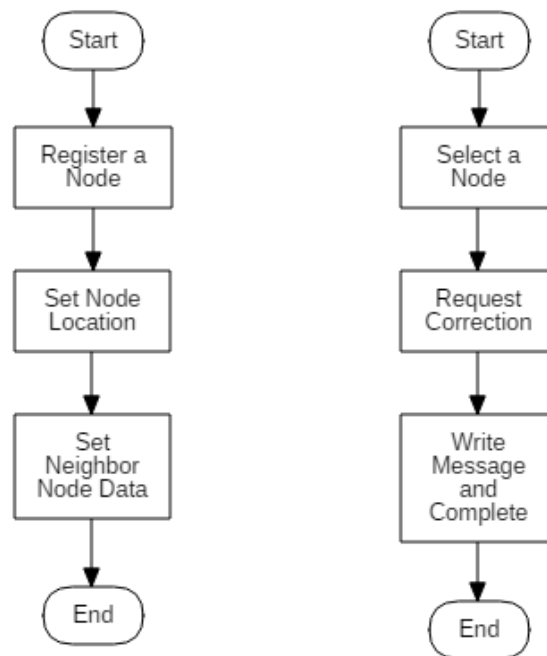
그림 6. 목적지 설정 모듈 순서도

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

### 2.2.3 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.



Register Node Flowchart

Request Node Correction Flowchart

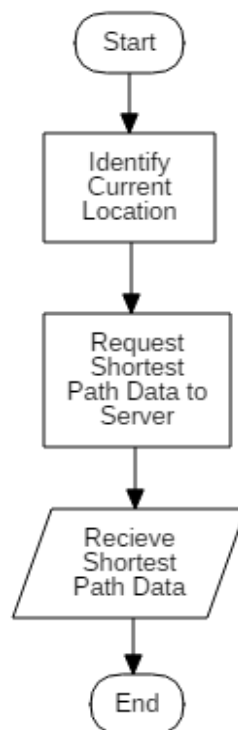
그림 7. 점자블록지도 관리 모듈 순서도

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2.2.4 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.



Path Navigation Flowchart

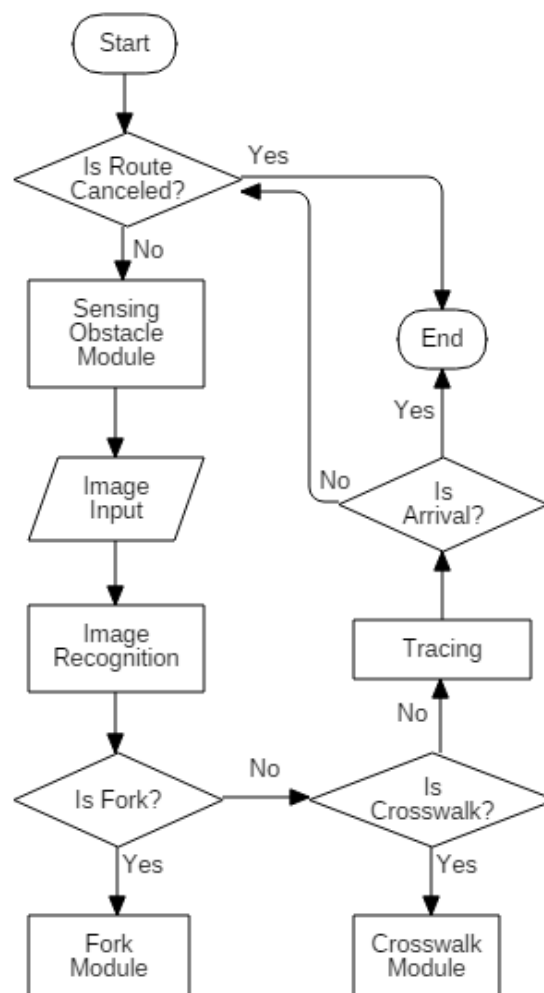
그림 8. 경로 탐색 모듈 순서도

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2.2.5 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.



Autonomous Tracing Flowchart

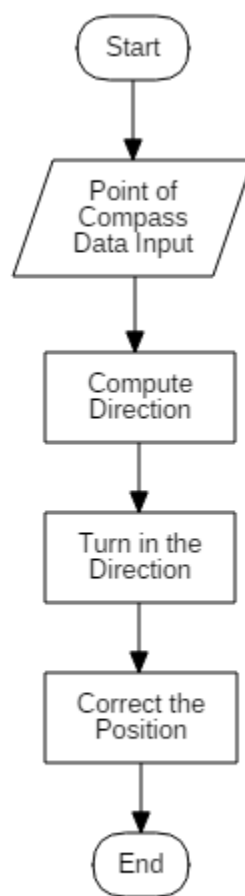
그림 9. 자율주행 모듈 순서도

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2.2.6 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.



Fork Flowchart

그림 10. 갈림길 모듈 순서도



 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

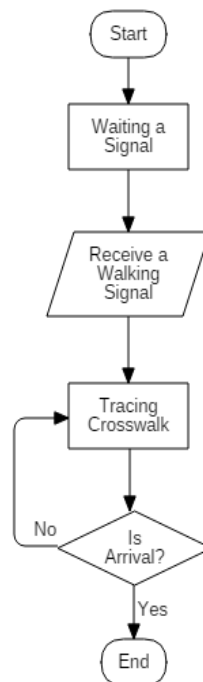
## 2.2.7 횡단보도 모듈

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 11. 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.



Crosswalk Flowchart

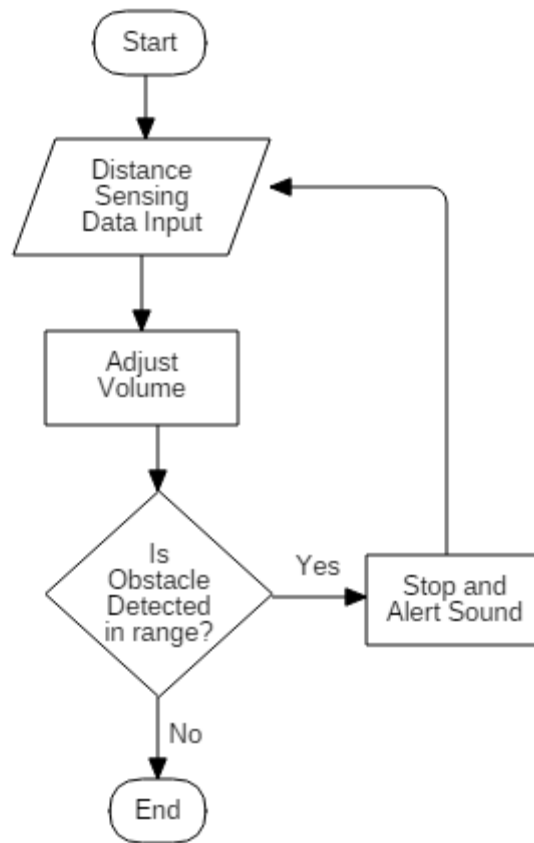
그림 12. 횡단보도 모듈 순서도

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

### 2.2.8 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 높이하고자 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.



Sensing Obstacle Flowchart

그림 13. 장애물감지 모듈 순서도

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2.2.9 모듈 간 상관성

기본적으로 사용자가 앱을 통하여 시스템의 이용을 시작하면 다음 메뉴를 마주한다.

1. 나만의 목적지명 저장
2. 목적지 설정
  - 3-1. 위치 정보 등록(점자 블록 지도 관리 1)
  - 3-2. 위치 정보 수정(점자 블록 지도 관리 2)

사용자가 이 중에서 메뉴를 선택하면 해당하는 모듈의 기능이 작동된다.

이때 '목적지 설정'을 선택하면, 현재 위치로부터 목적지 까지의 경로를 탐색하는 [경로 탐색 모듈]의 기능을 동작시킨다. 그리고 사용자가 주행을 시작하면 [자율주행 모듈]이 동작된다.

길을 안내하는 구동체가 자율주행을 수행하면서 갈림길 및 횡단보도를 만나면 [갈림길 모듈] 또는 [횡단보도 모듈] 기능을 동작시킨다. 그리고 자율주행하는 동시에 장애물을 인식하기 위한 [장애물 감지 모듈]의 기능을 상시로 동작시킨다.

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 높이고자 한다.

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

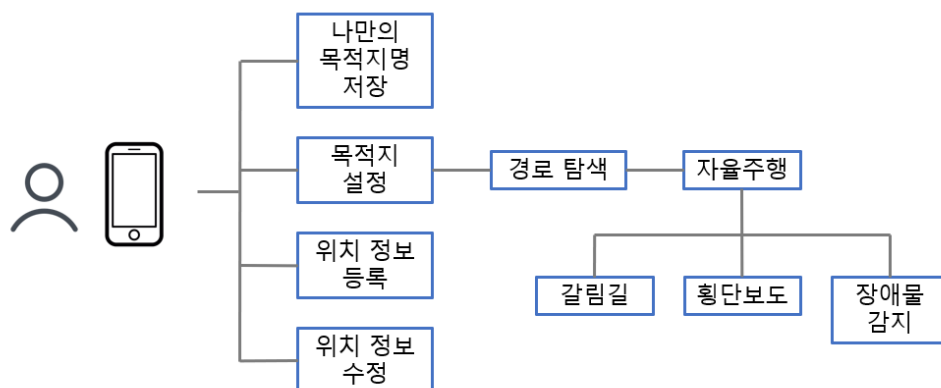


그림 13. 모듈 간 상관성

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2.3 데모 시연 계획

### 2.3.1 갈림길 판단

- (1) 평평한 바닥에 T자 모양으로 선형블록과 점형블록을 그림과 같이 배치한다.



그림 14. T자 교차, 3 방향


- (2) 목적지로 향하는 자동차가 점형블록을 인식하면 다음 행동을 판단한다.  
(3) 목적지를 향하는 방향으로 자동차가 회전하여 경로를 따라 주행한다.

### 2.3.2 횡단보도 주행

- (1) 횡단보도의 신호가 초록불이 되면 구동체가 주행을 시작하도록 사용자가 신호를 보낸다.  
(2) 횡단보도의 가로의 수평 직선을 자동차가 인식하면 이에 수직으로 주행한다  
(3) 횡단보도의 양 끝이 영상에 인식되면 횡단보도를 벗어나는 일이 일어나지 않도록 횡단보도의 중앙으로 가는 방향으로 사용자를 유도한다.

### 2.3.3 장애물 감지

- (1) 직선으로 점자 블록을 배치하고 그 위에 30X30cm 크기의 장애물을 배치한다.  
(2) 주행하던 자동차가 주행경로에서 0cm 정도의 거리에서 장애물을 감지하면 주행을 멈춘다.  
(3) 장애물을 감지하면 자동차의 신호를 받은 앱이 사용자에게 장애물을 알려준다.  
(4) 장애물이 주행경로에서 사라지면 사용자에게 알려주고 다시 주행을 시작한다.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2.4 개발 결과

### 2.4.1 시스템 기능 요구사항

- 구동체는 점자 보도블록을 따라 자율주행 한다.
- 구동체는 전방에 있는 장애물을 감지한다.
- 구동체는 주행 중 횡단보도를 인식한다.
- 구동체는 횡단보도의 알림 신호 음성을 인식한다.
- 구동체는 횡단보도를 횡단한다.
- 구동체는 주변의 소음을 측정해 자동으로 안내 음성의 볼륨 조절을 한다.
- 구동체는 애플리케이션과 통신한다.
- 구동체는 특정 정보를 애플리케이션으로 송신한다.
- 구동체는 갈림길(점자보도블록의 분기점)을 인식해 올바른 방향으로 회전한다.
- 애플리케이션은 현재 위치를 갱신한다.
- 애플리케이션은 특정 정보를 사용자에게 음성으로 알려준다.
- 애플리케이션은 서버에 점자블록지도의 정보를 요청한다.
- 애플리케이션은 서버로부터 점자블록지도의 정보를 수신한다.
- 애플리케이션은 서버에 점자블록지도의 정보 갱신을 요청한다.
- 애플리케이션은 초행길의 경우 음성 인식을 통한 나만의 목적지명을 저장한다.
- 애플리케이션은 음성 인식을 통한 목적지 설정을 한다.
- 애플리케이션은 경로 취소를 한다.
- 애플리케이션은 구동체에서 특정 정보를 수신한다.
- 서버는 디바이스와 통신 연결을 한다.
- 서버는 최단경로 탐색을 한다.
- 서버는 노드(점자보도블록의 분기점)를 저장한다.
- 서버는 애플리케이션으로부터 점자블록지도의 정보 요청을 수신한다.
- 서버는 애플리케이션으로 점자블록지도의 정보를 송신한다.
- 서버는 애플리케이션으로부터 점자블록지도의 정보 갱신 요청을 수신한다.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

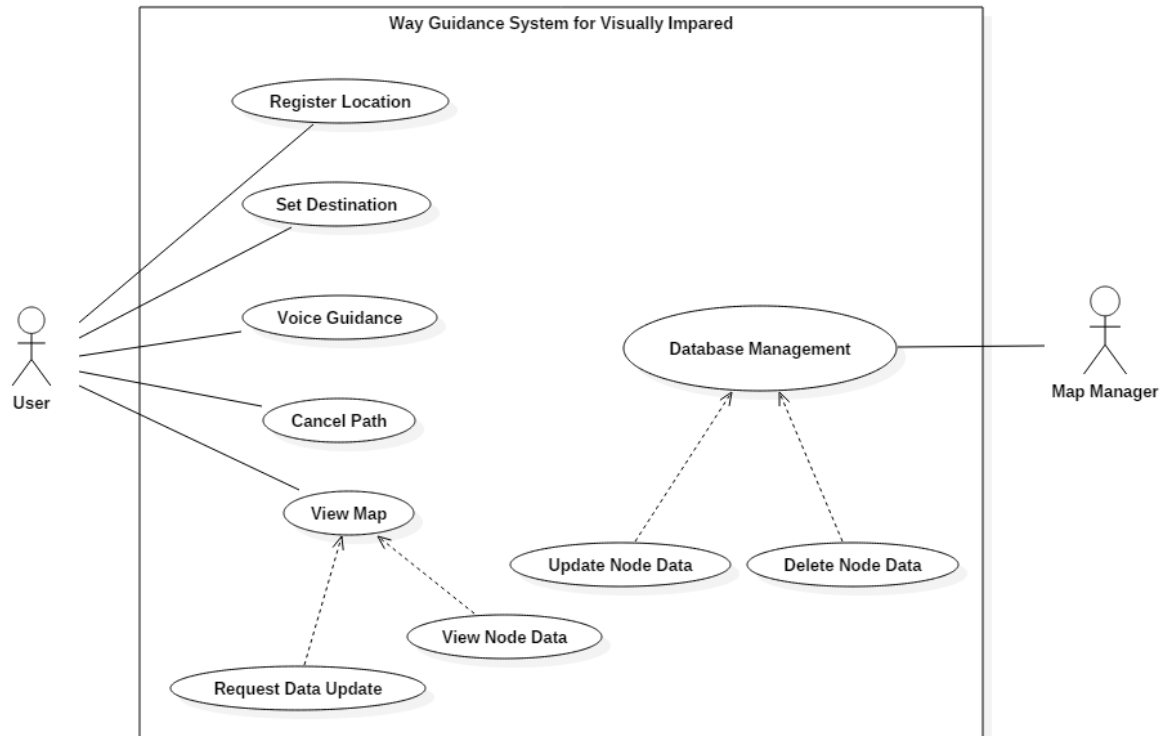


그림 15. Use case 다이어그램

#### 2.4.2 시스템 비기능(품질) 요구사항

- 실제 주행하는 경로가 목표 경로와 99% 일치해야 한다.
- 현재 위치를 정확히 파악해야 한다.
- 경로 탐색 시간은 1초 이내여야 한다.
- 1미터 이내에 있는 장애물은 반드시 탐지해야 한다.
- 애플리케이션의 기능을 사용하기 편해야 한다.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

### 2.4.3 시스템 구조

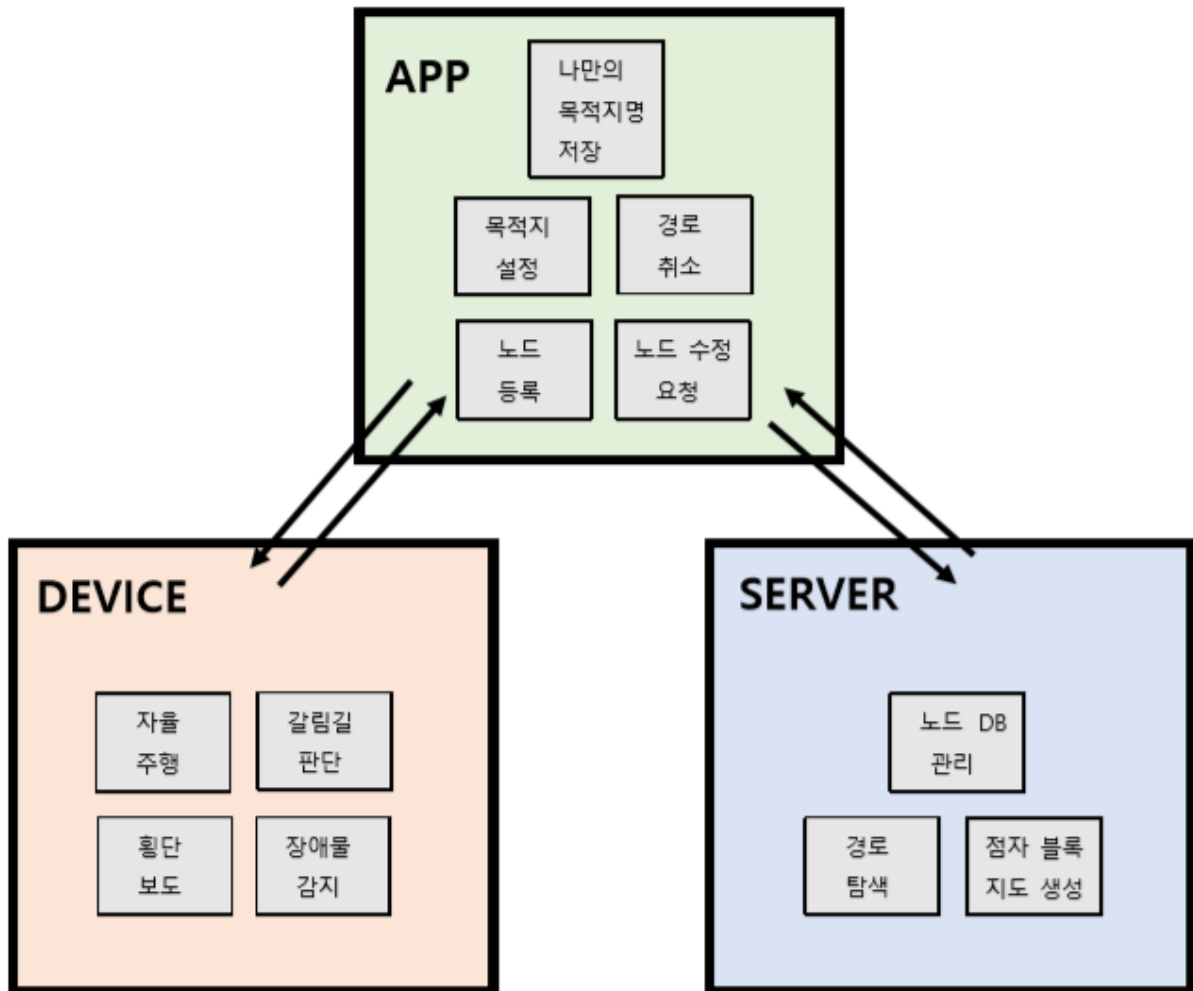


그림 16. 시스템 구조

- 애플리케이션 : Android Studio(개발툴), Google Speech API, Daum Map API
- 서버 : AWS, Oracle(데이터베이스)
- 디바이스 : Xycar(구동체), NVIDIA Tx2, USB Camera, 초음파 센서, IMU 센서

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

#### 2.4.4 결과물 목록 및 상세 사양

대분류	소분류	기능	형식	비고
UI	나만의 목적지명 저장	자주가는 목적지에 나만의 이름을 등록한다.	함수	
	목적지 설정	목적지를 설정한다.	함수	
	경로 취소	현재 진행 중인 경로를 취소한다.	함수	
	노드 등록	DB에 없는 위치를 노드로 등록한다.	함수	
	노드 수정 요청	DB상의 노드 정보를 수정 요청한다.	함수	
	음성 안내	특수한 상황을 음성으로 안내한다.	함수	
DB	점자블록지도 정보	점자블록지도 정보를 저장한다.	Database	
알고리즘	최단경로알고리즘	최단 경로를 탐색한다.	함수	
자율주행 구동체	라인트레이싱	점자 보도블록을 라인트레이싱한다.	함수	
	장애물 인식	범위 내의 장애물을 인식한다.	함수	
	상황 판단	경로 상의 특수 상황을 판단한다.	함수	



 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 2.5 기대효과 및 활용방안

본 프로젝트에서는 시각장애인의 길 안내를 시스템을 탑재한 구동체가 수행함으로써 기존의 안내견과 비교해 여러 이점을 기대할 수 있다.

- 1) 안내견의 비싼 훈련비용에 대비해 초기비용이 저렴하기 때문에 보다 많은 시각장애인에게 보급될 수 있다.
- 2) 안내견과 대비해 관리비용이 상대적으로 저렴해서 시각장애인들의 경제적 부담이 줄어든다.
- 3) 주변 사람들이나 시각장애인에게 안내견보다는 거부감을 일으킬 가능성이 작다. 따라서, 공공장소에서도 무리 없이 사용할 수 있다.
- 4) 경로 학습에 대한 시간이 거의 생략된다. 새로운 경로에 대해서는 무조건 학습을 해야 하는 안내견과 달리 초행길도 갈 수 있다.
- 5) 목적지까지의 최단 경로가 보장된다.
- 6) 주변 환경에 영향을 덜 받기 때문에 돌발상황을 어느 정도 제한할 수 있다.
- 7) 도중에 화장실을 가거나 목적지를 변경하는 등의 복잡한 의사소통을 즉각적으로 할 수 있다.
- 8) 현재 위치를 바로 파악할 수 있다.
- 9) 커뮤니티 매핑 방식을 통하여 사용자 주도적인 시스템의 상향식 서비스 발전 가능성이 있다.

활용방안으로는 시스템을 소형자동차 대신 전동휠체어에 적용하면 돌발적인 상황에 더욱 빠르게 대처할 수 있을 것이다. 또한, 시각장애인 뿐만 아니라 몸의 거동이 불편한 사람의 이동에도 도움이 될 수 있다.

또한, 현재 IoT 기술을 활용한 지능형 교통 시스템 연구가 활발하게 진행되고 있는데, 미래에는 이를 적극적으로 활용할 수 있을 것이다. V2I(Vehicle to Infra) 기술을 이용해 버스 도착 정보나 신호정보 등 교통 정보를 활용할 수 있게 되면 높은 수준의 서비스를 제공할 수 있을 것이다.



그림 17. V2I 기술

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기똥차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 3 배경 기술

### 3.1 기술적 요구사항

#### 1) Android Application

사용자가 길을 안내 받을 수 있는 인터페이스 환경을 제공한다.

음성 기반 UI 를 통해 애플리케이션을 조작한다.

#### 2) Android Application 개발환경

Android Studio 0.0

#### 3) 서버 프로세스

Map 정보를 저장하고, 최적 경로 탐색 알고리즘 수행한다.

Application 에 최적 경로를 전송한다.

#### 4) 서버 프로세스 개발 환경

AWS Cloud, Linux, Django

#### 5) 자율주행 자동차

(1) 프로세서 : NVIDIA TX2

(2) 관성센서(IMU) : 가속도센서, 자이로센서, 지자기센서

(3) USB Camera

(4) LiDAR : 12m Range, 0.2cm distance resolution

(5) 초음파센서

(6) 블루투스 Dongle

#### 6) 개발 언어

Python, Java

#### 7) 사용 라이브러리

OpenCV Library - 영상 처리용

A\* Library - 최적 경로 계산용

#### 8) 테스트 환경

Android(Application), Ubuntu(자동차 OS)

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 3.2 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안

### 3.2.1 하드웨어

- 새벽이나 야간같이 광량이 부족한 경우 점자 보도블록 인식률이 떨어질 가능성이 있으며, 이를 해결하기 위해 빛에 크게 영향을 받지 않는 적외선 카메라를 이용하는 방식으로 바꿀 수 있다. 하지만 구현 과정 상에서 기술적으로 큰 차이가 존재하지 않기 때문에 우선은 기존에 차량에 부착 되어있는 일반 카메라를 사용해 구현하고, 차후 개발기간에 여유가 생기면 적외선 카메라를 사용해 광량에 영향을 받지 않도록 한다.

### 3.2.2 소프트웨어

- 음성인식 API 의 음성 인식률이 저조할 수 있으므로 이를 해결하기 위해 인식한 음성을 텍스트로 변경한 다음 저장된 목적지 후보들의 텍스트들과 비교해 제일 유사한 텍스트와 매칭하는 방법을 사용한다.

### 3.2.3 기타

- 점자 보도블록 위에는 법적으로 어떠한 구조물도 설치할 수 없기 때문에 보행 중 장애물을 마주칠 경우 해당 장애물은 스스로 움직일 수 있다고 가정한다. 또한 점자 보도블록을 벗어나게 될 경우 사용자에게 보행 방향 혼동 등의 무리가 있을 수 있기 때문에 장애물에게 직접 비켜달라는 안내 음성을 재생한다.
- 점자 보도블록은 현재 제작·시공·관리상의 문제점들을 갖고 있다. 과거에 설치했던 KS 규격에 맞지 않는 점자블록들이 교체되지 않은 채 그대로 있으며, 점자블록을 횡단보도 입구 및 장애물과의 안전거리를 두지 않고 시공하였고, 정기적으로 수선되어야 함에도 점자블록의 손상 등이 그대로 방치되고 있어 시스템 동작에 큰 장애를 끼친다. 이러한 장애를 기술적으로 극복할 수도 있겠으나, 시각장애인의 편의시설에 대한 사회의 인식 개선이 병행되어야 한다.

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 4 프로젝트 팀 구성 및 역할 분담

이름	역할
김용태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Software Project Leader</li> <li>- Application 개발</li> <li>- App-Car / App-Server 통신</li> </ul>
성종욱	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Application 개발</li> <li>- 음성인식 API</li> <li>- 지도 API</li> </ul>
송성유	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Map Data Structure 개발</li> <li>- 자율주행 기능 개발</li> </ul>
송영은	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 영상처리</li> <li>- Application Design</li> </ul>
유영준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 서버 개발</li> <li>- 데이터베이스 관리</li> </ul>

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 5 프로젝트 비용

항목	예산치 (MD)
이슈 분석	15
아이디어 구상	25
음성인식 API 연구	20
맵 API 연구	20
통신시스템 연구	25
전체 시스템 설계	25
점자블록 맵 자료구조 설계	10
최단 경로 알고리즘 설계	10
라인트레이싱 알고리즘 설계	10
장애물 판단 알고리즘 설계	10
횡단보도 주행 알고리즘 설계	10
DB Schema 설계	10
애플리케이션 개발	25
서버 개발	20
Database 개발	20
최단경로 알고리즘 개발	10
영상처리 구현	25
시스템 테스트	25
보고서 작성	15
<b>합</b>	<b>330</b>

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 6 개발 일정 및 자원 관리

### 6.1 개발 일정

항목	세부내용	1월	2월	3월	4월	5월	비고
요구사항분석	이슈 분석						
	아이디어 구상						
관련분야연구	영상처리 연구						
	음성 API 연구						
	통신 시스템 연구						
	맵 API 연구						
설계	전체 시스템 설계						
	DB Schema 설계						
	점자블록 맵 자료구조 설계						
	최단 경로 알고리즘 설계						
	라인트레이싱 알고리즘 설계						
	장애물 판단 알고리즘 설계						
	횡단보도 주행 알고리즘 설계						
구현	영상처리 구현						
	애플리케이션 개발						
	최단경로 알고리즘 개발						
	서버 개발						
	Database 개발						
테스트	시스템 테스트						
최종 발표	발표 준비 및 발표						

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 6.2 일정별 주요 산출물

마일스톤	개요	시작일	종료일
계획서 발표	개발 환경 완성 (AWS 준비, 구동체 준비) <b>산출물 :</b> 1. 프로젝트 수행 계획서	~	2019-03-15
중간 자문 평가	점자블록 맵 구조 설계 라인트레이싱 알고리즘 설계 장애물 판단 알고리즘 설계 횡단보도 주행 알고리즘 설계 <b>산출물 :</b> 1. 프로젝트 중간 보고서 2. 기능별 소스 코드	2019-03-16	2019-04-19
구현 완료	프로젝트 구현 완료 <b>산출물 :</b> 1. 각 기능 소스 코드	2019-04-20	2019-05-18
전시용 자료 제출	전시용 자료 준비 <b>산출물 :</b> 1. 포스터 및 소개 책자	2019-05-19	2019-05-22
온라인 평가용 자료 제출	온라인 평가용 자료 준비 <b>산출물:</b> 1. 온라인 평가용 자료	2019-05-23	2019-05-28
최종 결과 보고서	최종 결과 보고서 준비 <b>산출물:</b> 1. 최종 보고서 2. 프로젝트 최종 소스코드	2019-05-29	2019-06-07

 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 6.3 인력자원 투입계획

이름	개발항목	시작일	종료일	총개발일(MD)
전원	이슈 분석	2019-01-02	2019-01-31	15
전원	아이디어 구상	2019-01-02	2019-02-28	25
김용태	음성인식 API 연구	2019-02-01	2019-03-31	20
성종욱	맵 API 연구	2019-02-01	2019-03-31	20
김용태 성종욱 유영준	통신시스템 연구	2019-02-01	2019-03-31	25
전원	전체 시스템 설계	2019-02-01	2019-03-31	25
송성유	점자블록 맵 자료구조 설계	2019-02-01	2019-03-31	10
송성유	최단 경로 알고리즘 설계	2019-02-01	2019-03-31	10
송영은 송성유	라인트레이싱 알고리즘 설계	2019-02-01	2019-03-31	10
송영은 송성유	장애물 판단 알고리즘 설계	2019-02-01	2019-03-31	10
송영은 송성유	횡단보도 주행 알고리즘 설계	2019-02-01	2019-03-31	10
송성유	DB Schema 설계	2019-02-01	2019-03-31	10
김용태 성종욱	애플리케이션 개발	2019-03-01	2019-04-30	25
유영준	서버 개발	2019-03-01	2019-04-30	20
유영준	Database 개발	2019-03-01	2019-04-30	20
송영은 송성유	최단경로 알고리즘 개발	2019-03-01	2019-04-30	10
송영은 송성유	영상처리 구현	2019-03-01	2019-04-30	25
전원	시스템 테스트	2019-05-01	2019-05-22	25
전원	보고서 작성	2019-05-15	2019-05-22	15



 <b>국민대학교</b> <b>컴퓨터공학부</b> <b>캡스톤 디자인 I</b>	<b>계획서</b>		
	<b>프로젝트 명</b>	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	<b>팀 명</b>	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2019-APR-17

## 6.4 비 인적자원 투입계획

항목	Provider	시작일	종료일	Required Options
AWS	Amazon	2019-03-01	2019-05-31	
개인 노트북 5대	삼성, MSI, LG	2019-03-01	2019-05-31	
Xycar(소형모터카)	Xytron	2019-03-01	2019-05-31	
스마트폰	삼성	2019-03-01	2019-05-31	Android OS
초음파 센서		2019-03-01	2019-05-31	
블루투스 동글		2019-03-01	2019-05-31	

## 7 참고 문헌

번호	종류	제목	출처	발행년도	저자	기타
1	서적	모바일 테크놀로지	진한 엠앤비	2007	김상욱	
2	서적	영상처리 프로그래밍	FREELEC	2013	이희석	
3	보고서	시각장애인을 위한 로봇 안내건	전남대학교	2011	허정	
4	논문	시각장애인의 안내건 이용 전후의 삶의 변화에 대한 연구	연세대학교 행정대학원	2009	정재영	
5	기사	시각장애인 두 번 울리는 도우미건	The First Media	2014	김민정	
6	기사	가장 똑똑한 개, 맹인안내견	Naver post	2018	데일리벳	
7	통계표	장애인현황:등록장애인수-시도별,장애유형별,장애등급별,성별	<a href="http://kosis.kr/">http://kosis.kr/</a>	2018	통계청	
8	웹페이지	이삭도우미개학교 폐교 위기	한국동물보호연합	2006	이슬기	
9	웹페이지	시각장애인 편의시설 문제점 및 개선 방향	한국시각장애인복지관		한국시각장애인복지관	