



국민대학교
전자정보통신대학
컴퓨터공학부


캡스톤 디자인 I

종합설계 프로젝트

프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템
팀 명	기동차
문서 제목	수행결과보고서- 시각장애인을 위한 길안내 시스템

Version	1.4
Date	2019-MAY-28

팀원	김용태 (조장)
	성종욱
	송성유
	송영은
	유영준

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28


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.

문서 정보 / 수정 내역


Filename	수행결과보고서-시각장애인을 위한 길안내 시스템.doc
원안작성자	김용태, 성종욱, 송성유, 송영은, 유영준
수정작업자	김용태, 성종욱, 송성유, 송영은, 유영준

수정날짜	대표수정자	Revision	추가/수정 항목	내 용
2019-05-20	김용태	1.0	최초 작성	목차 및 개요 초안 작성
2019-05-22	성종욱	1.1	내용 추가	전체 내용 작성
2019-05-23	송성유	1.2	내용 추가	내용 추가
2019-05-24	송영은	1.3	내용 추가	사진 추가 및 매뉴얼 추가
2019-05-25	유영준	1.4	최종 작성	최종 마무리 작성

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

목 차

1	개요	4
1.1	프로젝트 개요	4
1.2	추진 배경 및 필요성	5
2	개발 내용 및 결과물	7
2.1	목표	7
2.2	연구/개발 내용 및 결과물	8
2.2.1	연구/개발 내용	8
2.2.2	시스템 기능 요구사항	11
2.2.3	시스템 비기능(품질) 요구사항	12
2.2.4	시스템 구조 및 설계도	13
2.2.5	활용/개발된 기술	17
2.2.6	현실적 제한 요소 및 그 해결 방안	17
2.2.7	결과물 목록	18
2.3	기대효과 및 활용방안	19
3	자기평가	20
3.1	최종 결과물	20
3.1.1	구동체 프로그램	20
3.1.2	애플리케이션	20
3.1.3	서버	21
3.2	사용 가능성 여부 판단	21
4	참고 문헌	22
5	부록	23
5.1	사용자 매뉴얼	23
5.2	도우미 매뉴얼	24
5.3	배포 가이드	26
5.4	테스트 케이스	26

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

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.

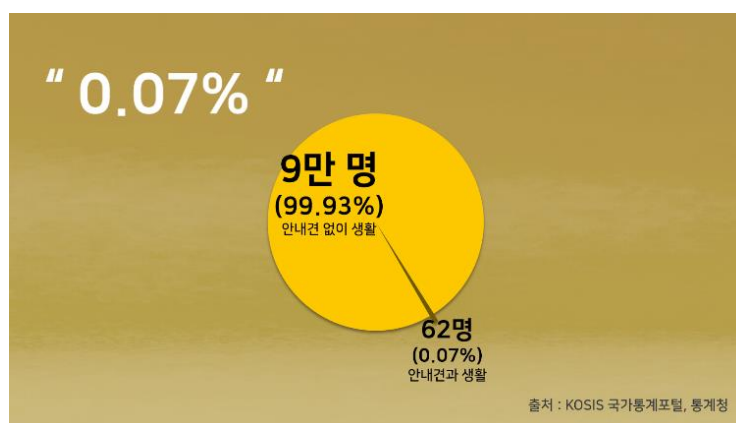
프로젝트 데모는 본 팀이 보유하고 있는 소형자동차(XyCar)를 안내 구동체로 사용하며, UI는 애플리케이션으로 제공한다. 이는 시각장애인을 위한 음성기반 UI와 도우미를 위한 시각기반 UI를 동시에 제공한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

1.2 추진 배경 및 필요성

시각장애인 안내견은 1 차 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 25 만 명 중에 안내견을 사용할 1~5 급 장애인이 9 만 명인 반면에, 현재 활동하고 있는 시각장애인 안내견의 수는 62 마리에 불과하다. 이는 한 마리의 안내견을 교육하는데 1 년 8 개월 정도의 시간과 약 1 억 원의 비용이 들고, 심지어 10 마리를 교육하면 1~2 마리만 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 쉽사리 받을 수 없다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

또한, 안내건의 도움을 받을 때 발생하는 여러 한계가 있다.

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

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


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

네 번째로, 안내건은 울통불퉁한 점자 보도블록을 싫어한다. 이는 점자 보도블록에 의존하는 시각장애인의 필요와 상충한다.

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

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

2 개발 내용 및 결과물

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. 장애물 등과 같은 돌발적인 상황을 음성을 통해 시각장애인과 주변 사람들에게 알리고 대처할 수 있게 한다.

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



<그림 3> 점자 보도블록이 설치된 모습

구동체를 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.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

2.2 연구/개발 내용 및 결과물

2.2.1 연구/개발 내용

본 프로젝트에서 개발한 내용은 시각장애인(이하 주 사용자)을 위한 음성인식 기반의 UI와 비시각 장애인(이하 보조사용자)을 위한 시각기반의 지도 UI 구축, 점자블록지도 생성에 필요한 노드를 위한 데이터베이스와 클래스 구성, 구성된 점자블록지도를 이용한 최단 경로 탐색 알고리즘을 통해 최단 경로 탐색, 해당 경로에 맞추어 소형 자동차가 자율주행하는 기능, 그리고 원활한 데이터 송수신에 필요한 네트워크와 블루투스 통신 서비스 등이다.

2.2.1.1 주 사용자를 위한 음성인식 기반의 UI 구축


안드로이드 스튜디오와 Google Speech API를 통하여 애플리케이션의 음성기반의 주요 기능을 작성하였다. 주 사용자가 애플리케이션을 실행시키면 어떤 기능을 사용할 수 있는지 음성으로 설명 받을 수 있는 '설명 듣기' 메뉴와 비시각장애인을 위한 '도우미 버전' 메뉴와 길 안내 서비스를 수행하는 '길 안내' 메뉴를 말함으로써 각 기능은 실행된다. '길 안내' 기능의 경우, 사용자로부터 현재 위치와 목적지 정보를 전달받으면 본격적으로 길 안내 서비스가 수행된다.

2.2.1.2 보조사용자를 위한 시각기반의 지도 UI 구축

안드로이드 스튜디오와 Google Maps API 통하여 보조사용자를 위한 애플리케이션의 시각기반 UI를 구축하였다. 보조사용자는 애플리케이션 기본 화면에서 '도우미 버전'을 말하면 구글 맵스가 제공하는 지도와 등록된 점자 보도블록의 위치 정보를 확인할 수 있다. 또한 등록된 위치의 마커를 길게 누르면 해당 위치의 정보를 수정 및 삭제할 수 있고, 지도 상에 마커로 표시되지 않은 곳을 누르면 새롭게 마커가 표시되며, 또한 각 점자 보도블록 노드들 간의 이웃 관계를 설정 및 수정할 수 있고, 새로운 위치의 정보를 수정하고 업데이트 버튼을 누르면 서버에 전송되어 새롭게 등록된다.

2.2.1.3 점자블록지도 생성에 필요한 노드를 위한 데이터베이스와 클래스 구성

점자블록지도의 노드 데이터와 경로 데이터를 처리하고 저장하기 위한 AWS 서버와 Oracle 데이터베이스를 구축하였다. 서버에서는 사용자로부터 요청을 받아 노드등록, 노드 삭제, 노드 수정, 목적지 설정, 경로 탐색 등의 기능에 필요한 데이터를 받아 처리하고 저장이 필요한 경우 Oracle 데이터베이스에 저장한다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

2.2.1.4 구성된 점자블록지도를 이용한 최단 경로 탐색 알고리즘을 통해 최단 경로 탐색
경로 탐색은 A* 알고리즘을 이용하였다. A* 알고리즘은 시작 노드와 목적지 노드를 지정해 두 노드 간의 최단경로를 휴리스틱 하게 파악하는 알고리즘이다.

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 반환한다.

2.2.1.5 해당 경로에 맞추어 소형 자동차가 자율주행하는 기능

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

자율주행은 장애물을 감지하면 음성으로 알리고, 장애물이 감지되지 않을 때에는 현재 위치가 분기점인지를 파악한다. 분기점이 아닐 경우 점자보도블록을 따라 전진한다. 현재 위치가 분기점일 경우 어떤 분기점인지를 판단해 각각에 맞는 모듈을 사용하고, 경로를 갱신한다. 이와 같은 과정을 목적지에 도달하거나, 경로가 취소될 때까지 반복한다.


(a). 점자블록을 인식하는 기능

본 프로젝트의 자율주행은 엡지 영상을 토대로 수행하기 때문에 점자블록의 엡지를 추출하는 전처리가 필요하다. 우선 원본영상에서 엡지 영상을 추출하고, 원본영상을 점자 보도블록 색에 대해 이진화한 영상을 마스크로 사용하여 점자 보도블록의 엡지를 추출한다.

(b). 점자블록을 따라 조향각을 조정하는 기능

구동체는 5.1에서 구한 점자 보도블록의 엡지 영상을 따라 주행한다. 이때 이 영상은 카메라의 렌즈와 원근법에 의해 왜곡되어있다. 따라서 엡지 영상을 warping한 후 사용한다.

이후 sliding window 기법을 사용하여 라인을 검출하고 조향각을 설정하는데, 점자 보도블록 간의 틈, 그림자 등의 문제로 라인을 잘못 딸 가능성이 있다. 이를 해결하기 위해 우선 윈도우가 잘 잡혔는지 확인한다. 이전 윈도우들로 현재까지 검출된 선을 추정하고, 이번 윈도우가 선에서 크게 벗어날 경우 해당 윈도우 안에 여러 라인이 존재한다고 판단한다. 윈도우 안에 여러 라인이 존재할 경우 dbscan 알고리즘을 사용하여 해당 윈도우 안의 점들을 군집화 하

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

고, 각 군집에 대하여 윈도우를 만들어, 현재까지 검출된 선에 부합한 군집의 윈도우를 선택하고 다음 윈도우로 넘어간다.

마지막으로 검출된 선을 따라 PID 기법을 사용하여 조향각을 조정한다.

(c) 선형 블록과 점형 블록을 구분하는 기능

점자 보도블록은 선형 블록과 점형 블록으로 나뉘어 있는데, 이중 점형 블록은 갈림길, 종점, 신호등, 특정 구조물 앞 등을 알리는 용도로 사용된다. 선형 블록의 특징은 돌기의 수가 적고 모양이 길쭉한 것이며, 점형 블록의 특징은 돌기의 수가 많고, 원형 모양이라는 것이다. 따라서 블록 내에 원형 돌기가 많이 검출되면 점형 블록이라 판별한다.

돌기의 검출은 우선 OpenCV의 findContours 함수를 사용해 다각형을 검출하고, hull 함수를 사용해 오목한 점을 없애 그림자 등의 영향을 덜받도록 한다. 이후 넓이, 가로세로 비율, 사각형면적 대비 넓이의 조건을 걸어 부합하는 다각형 만을 남기고, 이를 점형 블록의 원형 돌기라고 판단한다.


블록 내에 원형 돌기가 일정 수 이상 검출될 경우 점형 블록이 존재한다고 판단한다.

2.2.1.5 원활한 데이터 송수신에 필요한 네트워크와 블루투스 통신 서비스

애플리케이션과 서버는 노드와 경로 데이터를 JSON 포맷의 스트링 데이터로 송수신한다.

애플리케이션과 구동체는 블루투스로 연결된다. 또한, 점자 보도블록을 기반의 길 안내 서비스를 목표로 하는 본 프로젝트에서는 점자 보도블록에 대한 자료가 없기 때문에 커뮤니티 매핑 방식을 통한 점자블록지도를 구성하였다. 점자블록지도는 점자 보도블록의 갈림길, 종점, 횡단보도 등의 각 분기점을 노드로 저장하고 이웃 노드와 연결 관계를 표시한 그래프의 구조로 설계하였다. 저장된 노드는 데이터베이스에서 테이블로 관리되며, 데이터는 앱과 구동체 사이에서 블루투스로 전송된다. 노드 테이블의 스키마는 다음과 같다.

노드	노드 ID	노드 이름	노드의 X 좌표	노드의 Y 좌표	실내외 여부	총	노드 타입	인접 노드 ID
----	-------	-------	----------	----------	--------	---	-------	----------

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

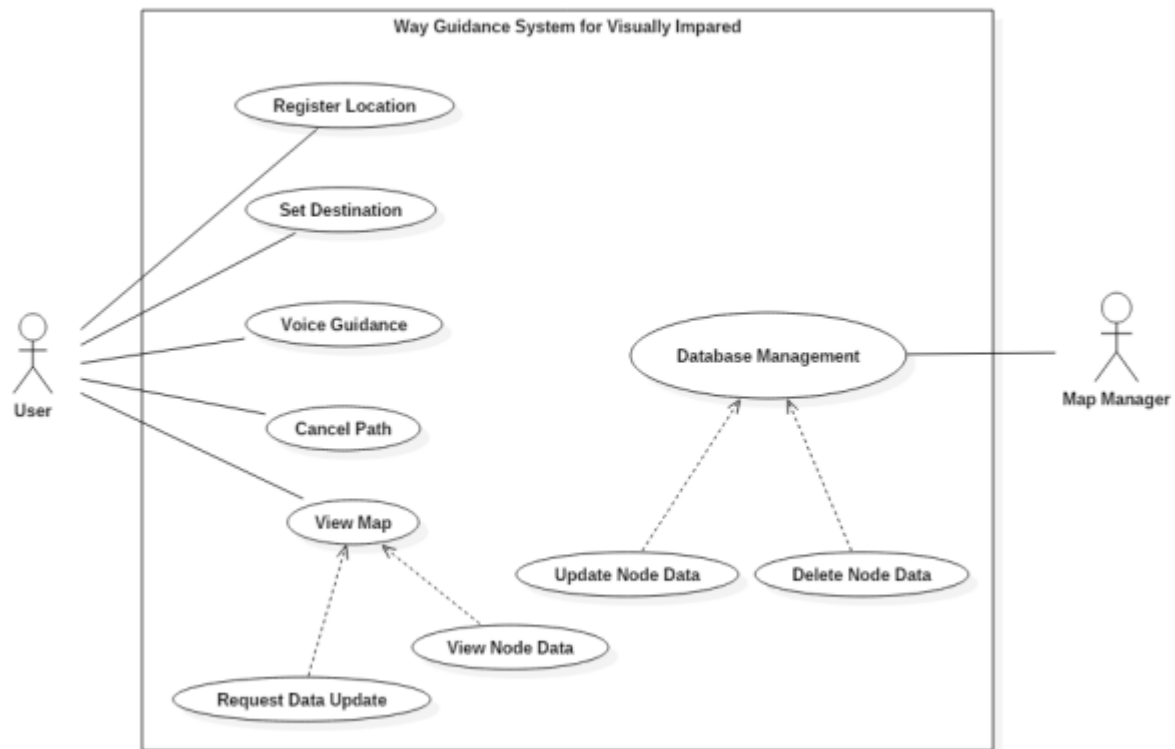
2.2.2 시스템 기능 요구사항

<완료사항>

- 구동체는 점자 보도블록을 따라 자율주행 한다.
- 구동체는 전방에 있는 장애물을 감지한다.
- 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.

<미완료사항>

- 구동체는 주행 중 횡단보도를 인식한다.
- 구동체는 횡단보도의 알림 신호 음성을 인식한다.
- 구동체는 횡단보도를 횡단한다.
- 구동체는 주변의 소음을 측정해 자동으로 안내 음성의 볼륨 조절을 한다.



<그림 4> Use case 다이어그램

2.2.3 시스템 비기능(품질) 요구사항

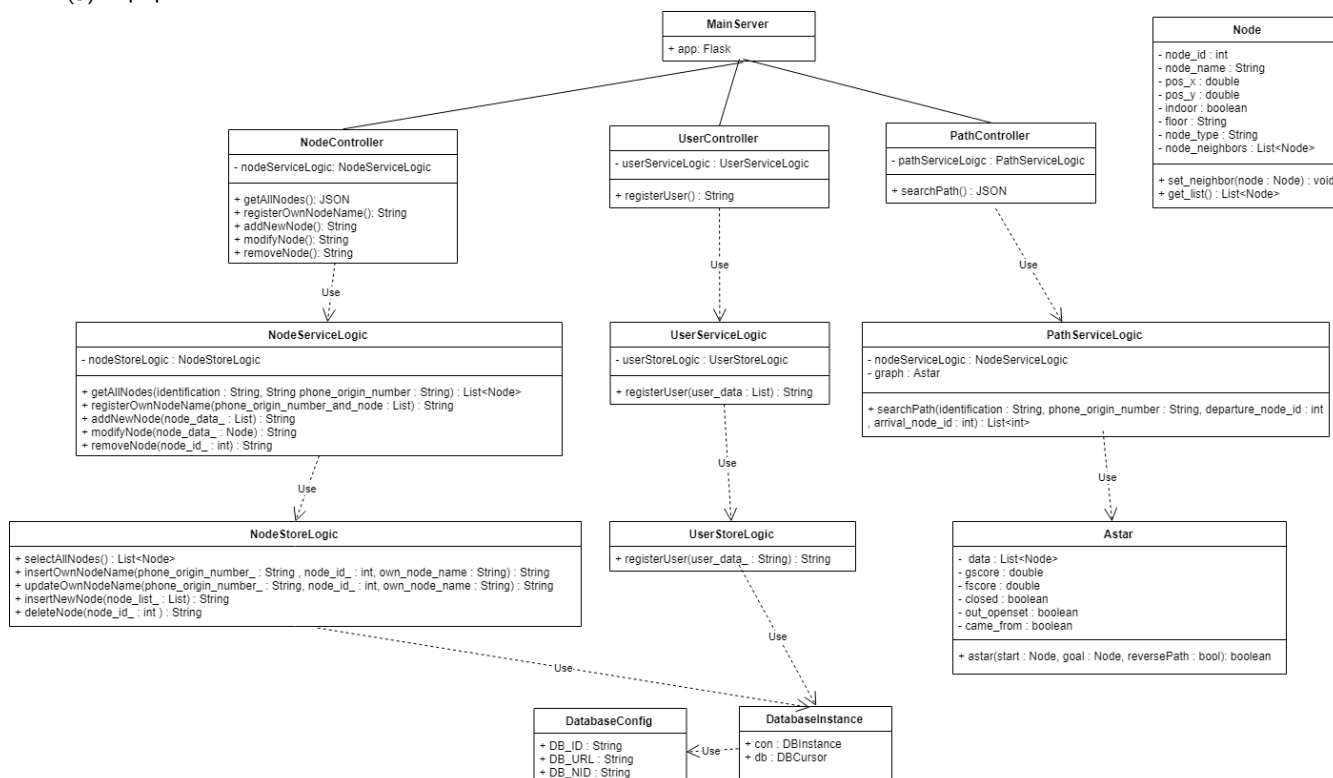
<달성사항>

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

2.2.4 시스템 구조 및 설계도

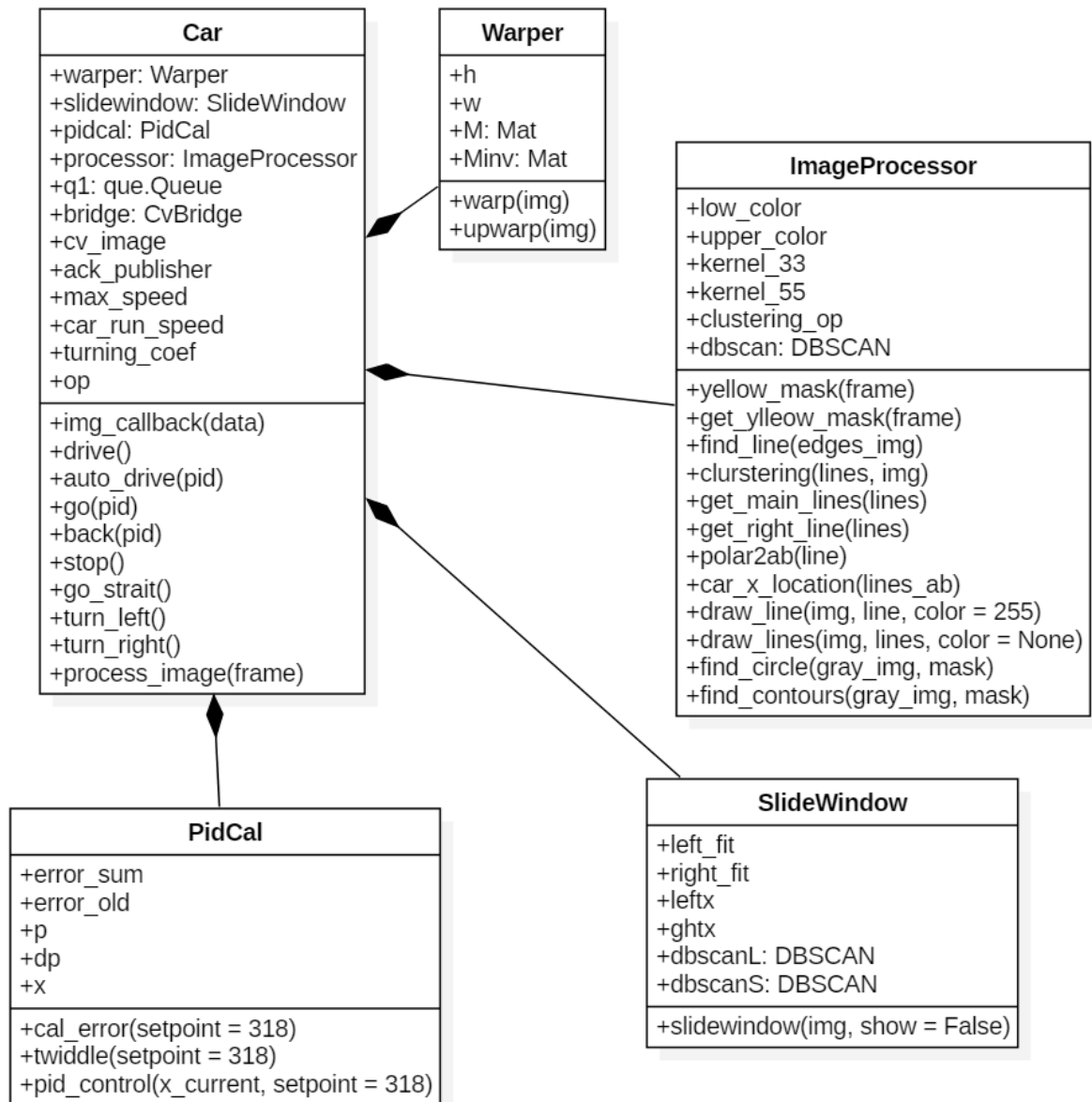
2.2.4.1 클래스 다이어그램


(a) 서버



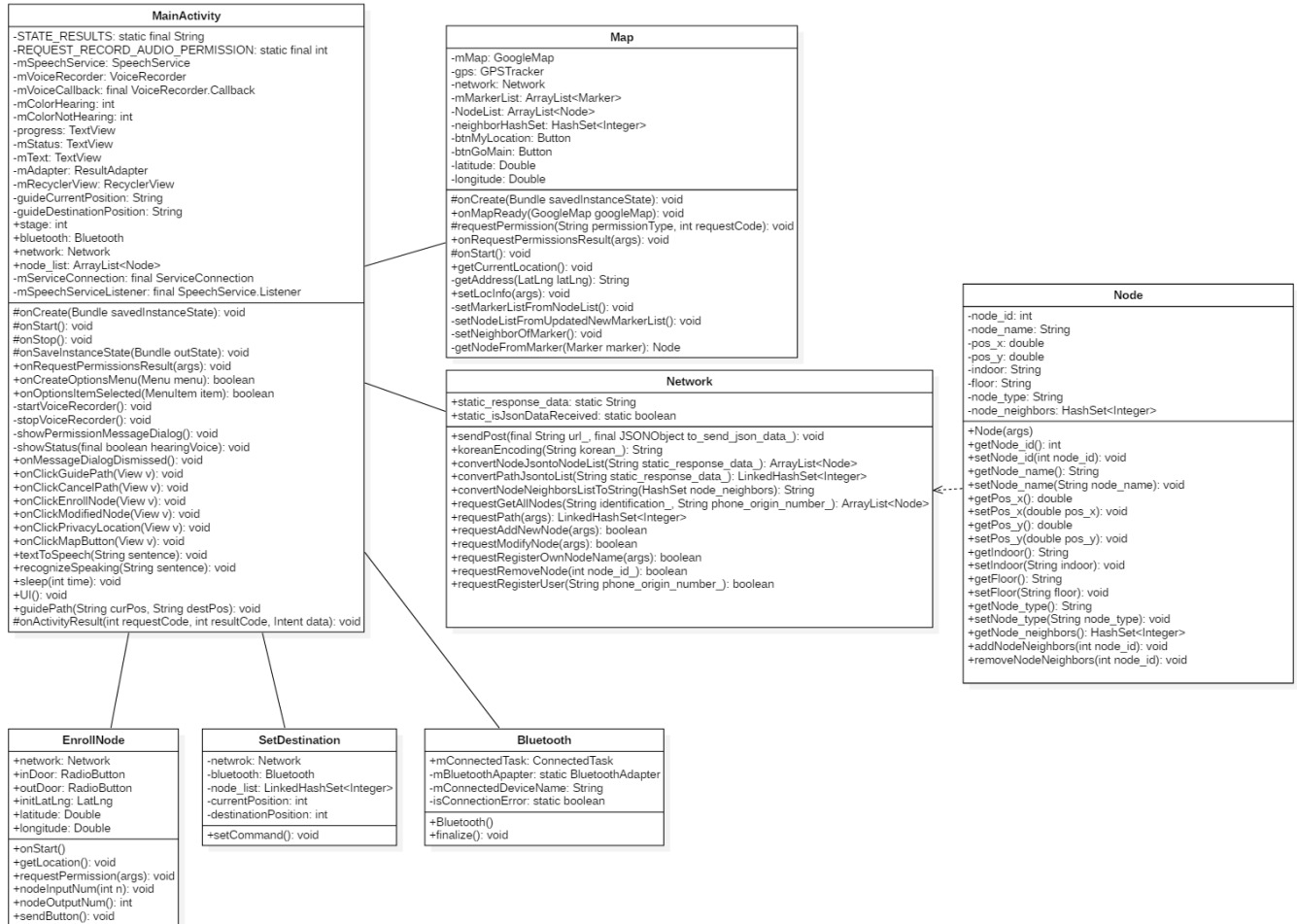
 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28


(b) 구동체



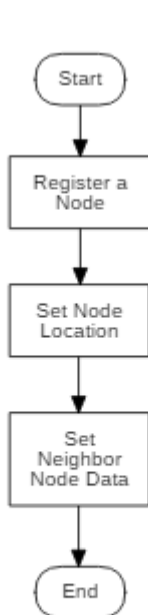
 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

(c) 애플리케이션

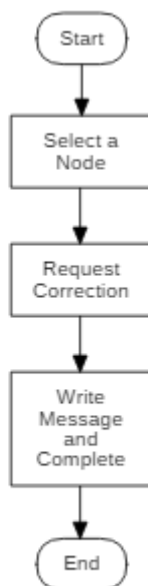


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

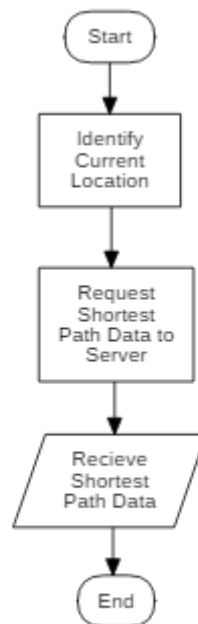
2.2.4.2 플로우 다이어그램



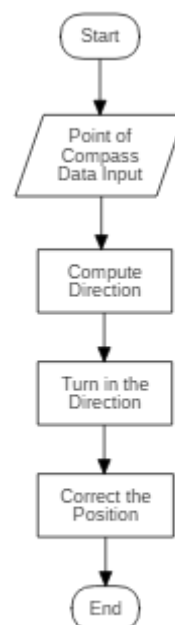
Register Node Flowchart



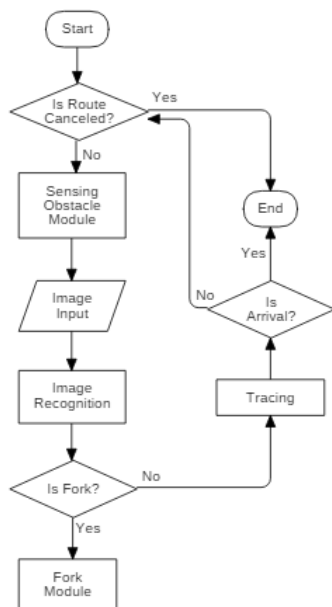
Request Node Correction Flowchart



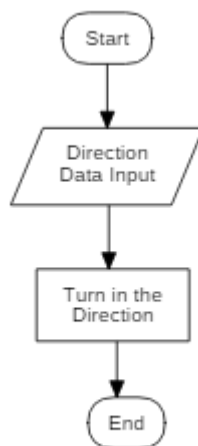
Path Navigation Flowchart



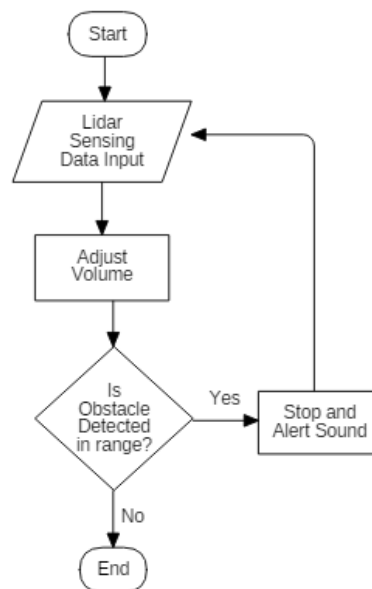
Fork Flowchart




Autonomous Tracing Flowchart



Fork Flowchart



Sensing Obstacle Flowchart

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

2.2.5 활용/개발된 기술

2.2.5.1 OpenCV 라이브러리

- 구동체의 점자보도블록 라인트레이싱을 구현하기 위해 영상처리가 필요하다고 판단하여 오픈 소스 컴퓨터 비전 및 기계 학습 소프트웨어 라이브러리인 OpenCV를 사용하였다.

2.2.5.2 블루투스 통신

- 구동체와 디바이스 간에 주고받아야 하는 데이터가 필요해서 인터넷연결에 영향을 받지 않는 블루투스 통신 기술을 사용하였다. 이를 사용해 구동체가 갈림길을 만났을 때 목적지로 가기 위한 정확한 방향을 디바이스로부터 전달받는다.

2.2.5.3 Google Speech API

- 시각장애인이 본 시스템의 주 사용자임으로 편리한 사용을 위해 Google Speech API를 사용하여 음성인식 기반의 애플리케이션을 만들었다. 사용자로부터 목적지를 설정 받을 때 사용되는 STT(Speech To Text)기술과 애플리케이션의 안내 사항을 사용자에게 전달할 때 사용되는 TTS (Text To Speech) 기술을 사용하였다.

2.2.5.4 AWS(Amazon Web Service)

- 사용자가 언제 어디서든지 서버를 통해 점자보도블록 맵의 정보를 얻고 목적지까지의 경로 탐색을 할 수 있도록 AWS를 사용해 서버를 구축하였다.


2.2.5.5 Google Map API

- 안내인이나 비시각장애인들도 해당 시스템을 이용해야 하므로 현재 위치 정보 또는 경로에 대한 정보를 제공하기 위하여 Google Map API를 사용하였다. 길안내 시스템에서 경로를 탐색하는데 사용되는 노드 맵 정보를 제공하거나, 기본 기능을 음성인식을 통하지 않고 작동하는 것에 사용 된다.

2.2.6 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안

2.2.6.1 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 이번 프로젝트에서는 기존에 차량에 부착 되어있는 일반 카메라를 사용해 구현하였다. 다양한 환경에서 사용하기 위해서는 적외선 카메라를 사용해 광량에 영향을 받지 않도록 하는 방법이 있을 것으로 생각된다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

2.2.6.2 소프트웨어

- 프로젝트 시작 전에는 음성인식 API의 음성 인식률이 저조할 수 있다고 생각했지만 사용자의 사용에 불편함이 없을 정도의 음성 인식률을 보여주었다.


2.2.6.3 하드웨어

- 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 장애물이 진행경로의 점자보도블록에서 없어질 때까지 운행을 멈추고 기다린다.

- 점자 보도블록은 현재 제작·시공·관리상의 문제점들을 갖고 있다. 과거에 설치했던 KS규격에 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, 근본적으로 시각장애인의 편의시설에 대한 사회의 인식 개선이 병행되어야 한다.

2.2.7 결과물 목록

- 시각장애인 안내용 소프트웨어 (기술문서 무 / Android 용 apk 파일)
- 구동체에 탑재될 소프트웨어 (기술문서 무)

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

2.3 기대효과 및 활용방안

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


- 1) 안내견의 훈련비용에 비해 초기비용이 저렴하기 때문에 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.

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.



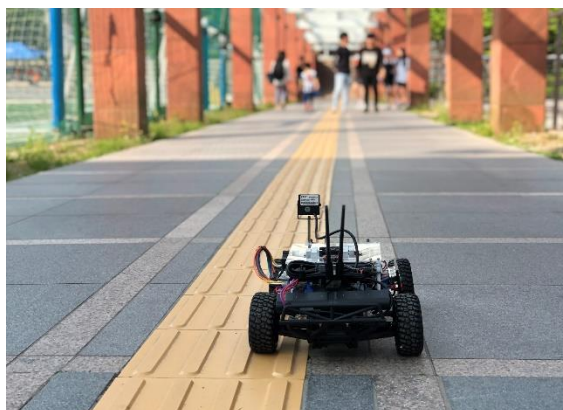
<그림 5> V2I 기술

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

3 자기평가

3.1 최종 결과물

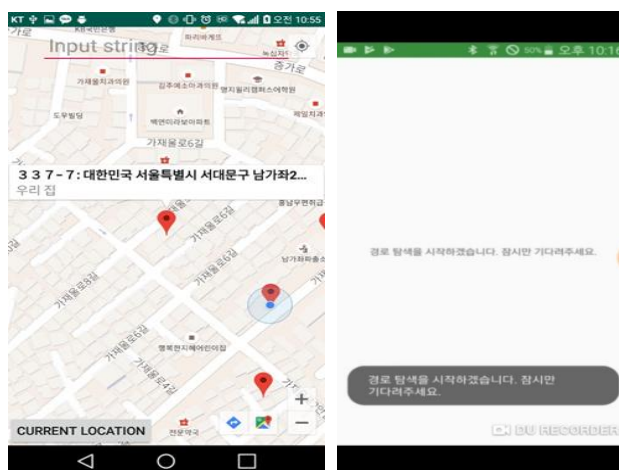
3.1.1 구동체 프로그램



<그림 6> 주행중인 구동체의 모습

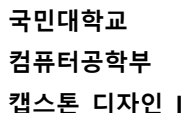
점자블록지도를 참고하며 영상처리를 통해 점자 보도블록을 따라 자율주행하는 알고리즘을 개발하였다. 점자보도블록을 라인트레이싱하고 갈림길 판단을 할 수 있다. 또한, 장애물 등과 같은 돌발적인 상황을 인식해 주행을 멈추어 시각장애인에게 알릴 수 있다.

3.1.2 애플리케이션



<그림 7> 애플리케이션 실행 화면

애플리케이션의 경우 음성기반의 UI로 음성안내를 하고 주 사용자인 시각장애인이 편리하게 음성을 통해 목적지 설정 및 길 안내 시작을 명령할 수 있다. 또한, 시각장애인의 도우미가 노드 등록 및 노드 수정을 할 수 있게 시각기반의 UI로도 기능을 수행할 수 있다. 허위노드 및 노드가 더 이상 사용될 수 없는 경우에는 관리자가 해당 노드를 삭제할 수 있다.




결과보고서		
프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
팀 명	기동차	
Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

```

C:\Users\H17-91-16> cd /server/2019-eai-2019_1/src/ServerCodeTest && python3 MainServer.py
* Serving Flask app "MainServer" (lazy loading)
* Environment: production
WARNING: Do not use the development server in a production environment.
Use a production WSGI server instead.
* Debug mode: on
* Running on http://0.0.0.0:5000/ (Press CTRL+C to quit)
* Restarting with stat
* Debugger is active!
* Debugger PIN: 137-613-526
(1, '일반', '진', 0, 0, '2/3', 'False', None), (2, '일반', '점자예요', 0, 1, '1/4', 'False', None), (3, '일반', '점자예요', 0, 5, 0, '1/4', 'False', None),
(4, '미끼음', (1, '너네잡입니다'), (5, '덜었음'))
{"node_id": 4, "own_node_name": "버킷들", {"node_id": 1, "own_node_name": "너네잡입니다"}, {"node_id": 5, "own_node_name": "덜었음"}}
208.175.112 -- [27/May/2019 11:05:47] "POST /getAllNodes HTTP/1.1" 200 -
(1, '일반', '진', 0, 0, '2/3', 'False', None), (2, '일반', '점자예요', 0, 1, '1/4', 'False', None), (3, '일반', '점자예요', 0, 5, 0, '1/4', 'False', None),
(4, '미끼음', (1, '너네잡입니다'), (5, '덜었음'))
{"node_id": 4, "own_node_name": "버킷들", {"node_id": 1, "own_node_name": "너네잡입니다"}, {"node_id": 5, "own_node_name": "덜었음"}}
208.175.112 -- [27/May/2019 11:10:43] "POST /getAllNodes HTTP/1.1" 200 -
(1, '일반', '진', 0, 0, '2/3', 'False', None), (2, '일반', '점자예요', 0, 1, '1/4', 'False', None), (3, '일반', '점자예요', 0, 5, 0, '1/4', 'False', None),
(4, '미끼음', (1, '너네잡입니다'), (5, '덜었음'))
{"node_id": 4, "own_node_name": "버킷들", {"node_id": 1, "own_node_name": "너네잡입니다"}, {"node_id": 5, "own_node_name": "덜었음"}}
208.175.112 -- [27/May/2019 11:14:26] "POST /getAllNodes HTTP/1.1" 200 -
(1, '일반', '진', 0, 0, '2/3', 'False', None), (2, '일반', '점자예요', 0, 1, '1/4', 'False', None), (3, '일반', '점자예요', 0, 5, 0, '1/4', 'False', None),
(4, '미끼음', (1, '너네잡입니다'), (5, '덜었음'))
{"node_id": 4, "own_node_name": "버킷들", {"node_id": 1, "own_node_name": "너네잡입니다"}, {"node_id": 5, "own_node_name": "덜었음"}}

```


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

점자보도블록 맵의 노드들을 생소한 이름이 아닌 본인이 잘 아는 이름으로 지칭할 수 있게 하여 사용자의 원활한 사용에 도움을 주었다.

서버의 경우, 애플리케이션과 인터넷으로 연결되어 점자보도블록 맵과 유저의 정보 등과 같은 최소한의 필요한 정보들만을 데이터베이스에 저장하였다. 시스템의 정보들이 사용자의 스마트폰에 저장되는 것이 아니라 서버를 통해 데이터베이스에 저장됨으로써 만일 사용자가 스마트폰을 잃어버리거나 어플리케이션을 삭제했을 경우에 다시 기존정보를 받아올 수 있게끔 하였다.

4 참고 문헌

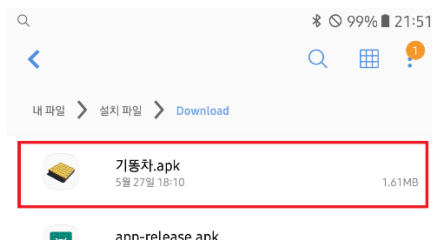
번호	종류	제목	출처	발행년도	저자
1	서적	모바일 테크놀로지	진한 엠앤비	2007	김상욱
2	서적	영상처리 프로그래밍	FREELEC	2013	이희석
3	보고서	시각장애인을 위한 로봇 안내건	전남대학교	2011	허정
4	논문	시각장애인의 안내건 이용 전후의 삶의 변화에 대한 연구	연세대학교 행정대학원	2009	정재영
5	기사	시각장애인 두 번 올리는 도우미견	The First Media	2014	김민정
6	기사	가장 똑똑한 개, 맹인안내견	Naver post	2018	데일리벳
7	통계표	장애인현황:등록장애인수-시도별,장애유형별,장애등급별,성별	http://kosis.kr/	2018	통계청
8	웹페이지	이삭도우미개학교 폐교 위기	한국동물보호연합	2006	이슬기
9	웹페이지	시각장애인 편의시설 문제점 및 개선 방향	한국시각장애인복지관		한국시각장애인복지관
10	웹페이지	AWS에 FLASK를 활용한 PYTHON에 서버구축하기	http://yonggari.com/set_to_python_server/	2018	Yonggari's Lab
11	웹페이지	AWS에 RDS ORACLE Database 생성하기	https://luji.tistory.com/28	2018	루지
12	웹페이지	JSON 개념 이해	https://onlyformylittlefox.tistory.com/7	2017	라디양의 개발세상
13	웹페이지	Github 사용법	https://dejauwing.tistory.com/	2016	리얼스토리

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

5 부록

5.1 사용자 매뉴얼

사용자에게 간단한 실행/사용 방법을 안내하기 위한 매뉴얼이다. 안드로이드 OS기반의 스마트폰에서만 실행이 가능하다.



1) "기동차"라는 이름의 apk 파일을 설치하고 실행한다.



2) 애플리케이션을 실행하면 어떤 기능을 실행할지 음성으로 묻는다.

도우미 버전에서는 음성이 아닌 시각 기반의 UI를 사용해 기능을 실행할 수 있다.



3) "길 안내"라고 대답하면 길 안내 기능을 시작하며 현재 있는 곳을 음성으로 물어본다.

사용자는 현재 있는 곳을 대답한다.



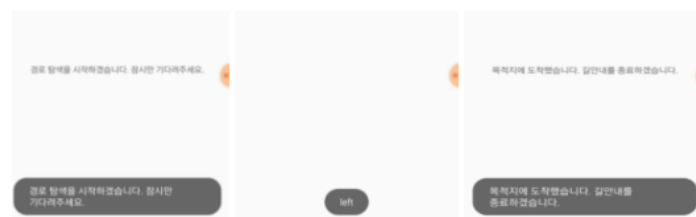
4) 사용자의 대답을 인식한 후 다시 사용자의 대답이 올바르게 인식되었는지 물어본다.

"네"라고 대답하면 다음 순서로 넘어간다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28



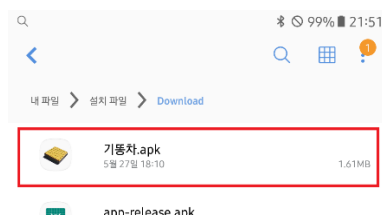
5) 사용자의 현재 위치가 인식된 다음에는 목적지를 설정한다. "목적지를 말해주세요"라는 음성이 들리면 목적지를 말한다. 목적지를 올바르게 인식했는지 확인하는 음성이 들리고 올바르게 인식 되었으면 "네"라고 대답하면 경로탐색을 시작한다.



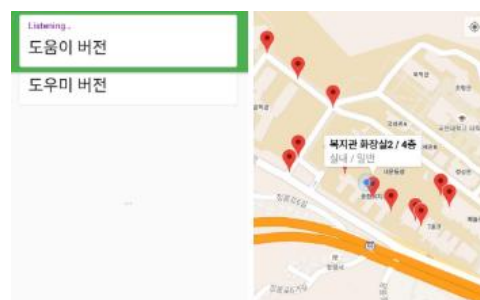
6) 경로탐색을 시작하고 경로탐색이 되면 길안내를 시작한다.
 목적지에 도착하면 길안내를 종료한다는 음성안내를 하고 길 안내가 종료된다.

5.2 도우미 매뉴얼


시각장애인과 동행하는 도우미에게 간단한 실행/사용 방법을 안내하기 위한 매뉴얼이다. 안드로이드 OS기반의 스마트폰에서만 실행이 가능하다.



1) "기동차"라는 이름의 apk 파일을 설치하고 실행한다.



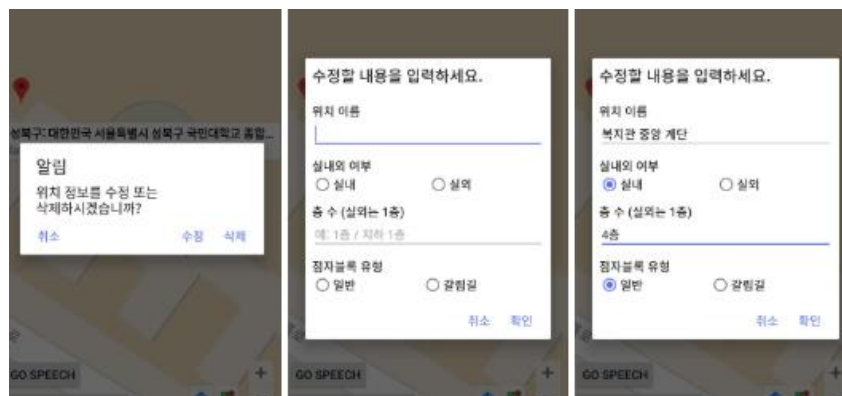
2) 어플리케이션을 실행하여 '도우미 버전' 이라고 말하면 맵을 확인할 수 있다. 서버로부터 전송 받은 노드 데이터가 맵에 빨간 마커로 점자보도 블록의 노드들이 표시되고 마커를 누르면 노드

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

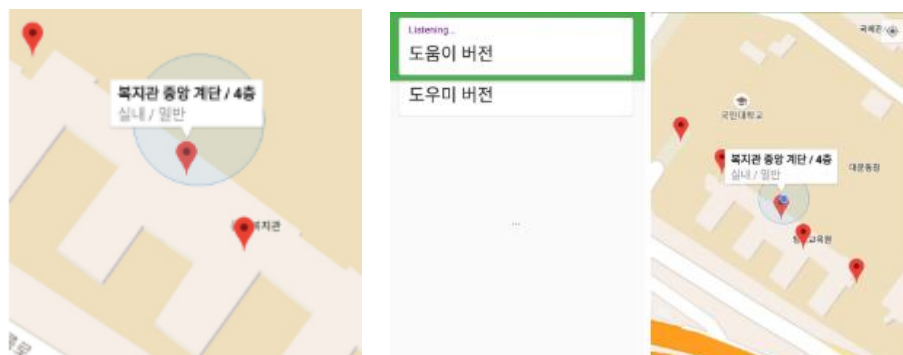
정보를 확인할 수 있다.




3) 마커가 표시되지 않은 지도에 원하는 위치를 누르면 새로운 마커가 표시된다.

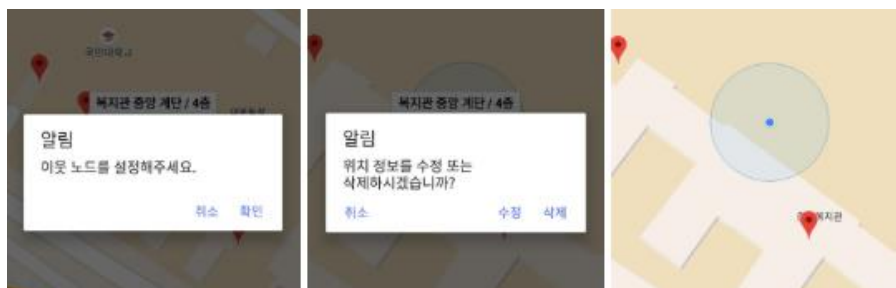


4) 마커를 길게 누르면 마커 및 노드 데이터를 수정 및 삭제할 수 있다. 수정 버튼을 누르면 다음과 같은 입력 창을 확인하게 된다. 입력란과 버튼으로 데이터를 수정할 수 있다.



5) 맵 화면의 왼쪽 하단의 "GO SPEECH" 버튼을 눌러 기본화면으로 넘어간다. 이후 다시 지도 화면으로 접속하면 새롭게 추가한 마커와 해당 노드 데이터가 그대로 저장되어 있는 것을 확인할 수 있다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28



6) 원하는 마커를 수정한 뒤에 원하면 이웃 노드 관계를 설정할 수 있다. 그 외에 수정이 아닌 삭제 버튼을 누르면 해당 마커와 노드 데이터가 사라지는 것을 확인할 수 있다.


5.3 배포 가이드

https://github.com/kookmin-sw/2019-cap1-2019_1

위 주소에 접속하면, Android OS 스마트폰용 apk파일이 저장된 zip파일을 다운받아 실행할 수 있다.

5.4 테스트 케이스

대분류	소분류	기능	테스트 방법	기대 결과	테스트 결과
구동체 소프트웨어	영상처리	라인트레이싱	실내와 실외에 설치된 점자보도블럭의 방향대로 주행하는지 해당 함수를 실행한다.	점자보도블럭의 오른쪽에 위치하며 방향대로 직진주행을 한다.	성공
구동체 소프트웨어	센서 인식 (라이다)	장애물 감지	점자보도블럭 상에 장애물을 놓고 구동체가 장애물을 인식하고 주행을 멈추는 함수를 실행한다.	구동체가 주행하다 장애물을 인식하고 주행을 멈춘 뒤 장애물이 없어지면 다시 주행한다.	성공
시각장애인 안내용 소프트웨어	노드 관리	노드 등록	임의의 좌표를 설정하고 그 위치에 노드를 등록하는 함수를 실행한다.	해당 노드에 대한 정보가 서버로 보내지고 데이터베이스에 저장된다.	성공

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	시각장애인을 위한 길안내 시스템	
	팀 명	기동차	
	Confidential Restricted	Version 1.4	2019-MAY-28

시각장애인 안내용 소프트웨어	노드 관리	노드 수정	지도 상에서 임의의 노드를 선택해 노드 이름이나 노드 타입을 수정하는 함수를 실행한다.	해당 노드에 대해 수정한 정보가 서버로 보내지고 데이터베이스에서 수정된다.	성공
시각장애인 안내용 소프트웨어	노드 관리	노드 삭제	지도 상에서 임의의 노드를 선택해 해당 노드를 삭제하는 함수를 실행한다.	해당 노드에 대한 정보가 서버로 보내지고 데이터베이스에서 삭제된다.	성공
시각장애인 안내용 소프트웨어	경로 탐색	경로 탐색	임의로 현재위치와 목적지를 설정하고 경로 탐색을 요청한다.	현재 위치와 목적지에 대한 정보가 서버로 보내지고 최단경로탐색을 수행해 경로상의 노드들의 정보를 애플리케이션으로 전달한다.	성공