
팀 프로젝트 제안서

우회전 전용 신호등 임베디드 시스템

팀 명 : A S P

조 원 : 201520883 이혜훈

201823784 신민선

201823782 안지영

제출일 : 2021. 05. 10

분 야 : 스마트 교통

1. 프로젝트 개요

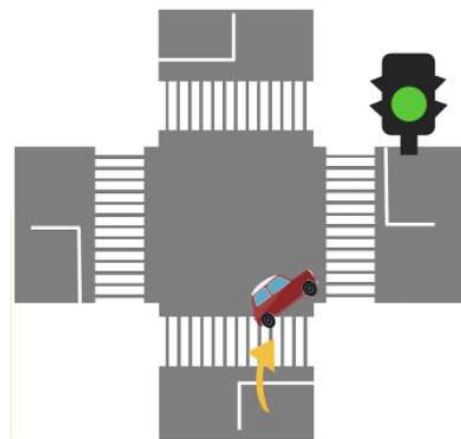
■ 주제 및 선정 배경

2018 년 OECD 회원국 교통사고 비교 조사에 따르면, 우리나라의 인구 10 만 명당 교통사고 사망자 수는 OECD 회원국 중 하위권인 29 위에 머물렀다. 특히, 후진국형 교통사고라 할 수 있는 보행 중 사고의 비율은 39.3%로 OECD 평균과 비교하면 2 배가량 높다. 이를 해결하기 위해 지난 4 월, 도심 속 차량의 제한속도를 50Km/h 로 제한하는 등 정부기관이 주도하여 다양한 교통안전정책을 추진하고 있다. 이러한 노력에도 불구하고, 교차로 우회전 상황에서 일어나는 사고에 관한 대책이 여전히 미흡한 실정이다.

경찰청 통계에 따르면, 2012 년부터 2016 년까지 신호 교차로에서의 사고 건수는 33,167 건이다. 이중 우회전 상황에서 발생한 사고는 5,753 건으로 전체 사고의 17.3%에 달한다. 더욱 큰 문제는 교차로 우회전 사고의 대다수가 차량과 사람 간 교통사고라는 점이다. 즉, 다른 진행 방향의 사고에 비해 보행자가 중상을 입거나, 사망할 확률이 높다. 우리나라에서 유독 교차로 우회전 사고의 비율이 높은 원인은 크게 두 가지로 분류할 수 있다.

(1) 모호한 도로교통법

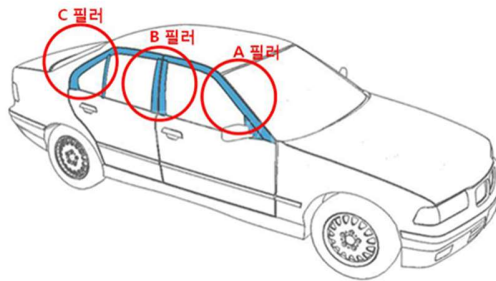
도로교통법에 따르면, 아래 그림 1 의 상황처럼 보행자가 없다고 판단되는 경우, 운전자는 보행 신호에 상관없이 서행으로 지나갈 수 있다. 이때 전동 킥보드, 자전거 등이 갑작스럽게 횡단보도에 진입하거나, 보행자가 건물 등에 가려져 운전자가 보행자를 미처 보지 못한 경우 사고가 발생할 위험이 크다. 운전자가 우선 정지한다고 하더라도, 뒤의 차량이 경적을 울려 갈등을 빚는 일도 있다. 특히 직진과 우회전 병행 차선에서는 이러한 상황이 빈번하다. 이렇듯 모호한 도로교통법은 원활한 차량흐름을 위해 마련된 것이나, 운전자나 보행자 모두에게 위험한 상황을 발생시킨다.



[그림 1]

(2) 차량의 구조적 문제로 인한 '사각지대'

운전자는 보행자 유무에 특별히 주의를 기울이더라도, 차량의 구조적 문제로 인해 보행자 유무를 파악하기 어렵다. 아래 그림 2 와 3 을 살펴보면, 운전자는 우회전 시 A 필러(차량 앞쪽 지지대)에 의해 시야가 일부 가려진다. 즉, 필러사각으로 인한 사각지대가 발생하는 것이다. 따라서 운전자는 정지하여 보행자 유무를 파악한 후 우회전을 하더라도, 어린이나 전동 킥보드, 자전거 등이 뛰어드는 경우 사고를 피하기 어렵다.



[그림 2]



[그림 3]

상기의 두 가지 원인에 따르면, 교차로 우회전 사고의 책임은 운전자, 보행자 어느 한쪽에 책임을 넘길 수 없다. 보행자는 보행 신호에 따라 신호를 건넌을 뿐이고, 운전자는 보행자 보호 의무가 있다고 하더라도, 보행자가 없다고 판단하면 우회전할 수 있기 때문이다. 이에 따라 교차로 우회전 교통사고 예방을 위한 우회전 신호등 임베디드 시스템을 개발할 필요성을 느끼게 되어 본 프로젝트를 진행하게 되었다.

■ 개발목표 및 차별점

상기의 문제를 해결하고자 직진 대기 차량과 우회전 차량 간의 원활한 차량 흐름을 위해 아래 그림 4 와 같이 교통섬을 설치한 도로가 있다. 그러나 교통섬도 앞서 언급한 사각지대 문제를 해결하지 못하고 있다. 오히려 횡단 길이가 짧아 운전자나 보행자의 판단에 혼선을 불러일으킬 수 있다. 더불어, 도로 폭이 넓은 일부 도로에만 적용 가능하다는 문제가 있다.

그림 5 와 같이 양산시의 경우, 시 정책에 따라 우회전 전용 신호등을 곳곳에 설치한 곳도 볼 수 있다. 그러나 우회전 신호등이 설치된 곳은 가로등, 가로수, 표지판 등으로 가시성이 매우 떨어지며, 뒤의 차량 운전자가 신호를 보기 어렵다. 이로 인해 뒤의 차량이 경적을 울리는 등 갈등이 유발될 수 있다는 문제가 발생한다.



[그림 4]



[그림 5]

본 프로젝트는 이러한 기존 방안들의 문제점을 개선하여 효율적인 임베디드 시스템 개발을 목표로 한다. 초음파 센서를 활용하여 우회전 차량이 있음을 보행자에게 알리고, 운전자에게는 횡단보도 인근에 설치된 압력센서를 활용하여 보행자가 있음을 알릴 것이다. 신호 수단으로 LED 또는 Buzzer 를 활용할 것이다. 이를 통해 운전자의 보행자 유무 판단에 도움을 줄 뿐만 아니라, 보행자에게도 우회전 의도가 있는 차량의 유무를 알릴 것이다.

따라서 기존의 운전자 신호, 보행자 신호가 분리된 단방향 신호 체계에서 벗어나, 운전자와 보행자 양쪽에 동시에 신호를 알릴 수 있는 우회전 전용 신호등 임베디드 시스템을 구축할 것이다. 운전자 측 신호 수단으로, 가시성을 고려하여 바닥면 신호등을 적용하고, 보행자 측 신호 수단으로는 LED 와 스피커를 사용할 것이다. 라즈베리파이 환경에서는 LED 와 BUZZER 로 각각 대체하여 구현할 것이다.

2. 프로젝트 내용

■ 요구사항 및 기술 분석*

***본 항목에서는 추상화하지 않은 실제 프로젝트 적용 사례를 기준으로 기술한다.**

본 프로젝트는 압력센서, 초음파센서를 활용한 감지부와, 센서의 값에 따라 LED/스피커 출력을 제어하는 제어부로 구성된다.

감지부

(1) 보행자 감지부

- 보행자의 유무를 판단하기 위해 압력 센서를 활용한다.

- 정밀한 보행자 감지를 위해서는 인도의 모든 보도블록에 압력 센서를 설치해야 하지만, 비용 문제상 모든 보도블록에 센서를 설치한다는 것은 불가능에 가깝다. 따라서 보행자가 주로 대기하는 점자블록 안쪽 위치에 일체형 보도블록(패널)을 설치하고 그 아래에 여러 개의 압력 센서를 설치한다. 이를 통해 센서들을 구조적으로 연결하고 비교적 적은 수의 압력 센서로 보행자의 유무를 감지한다.

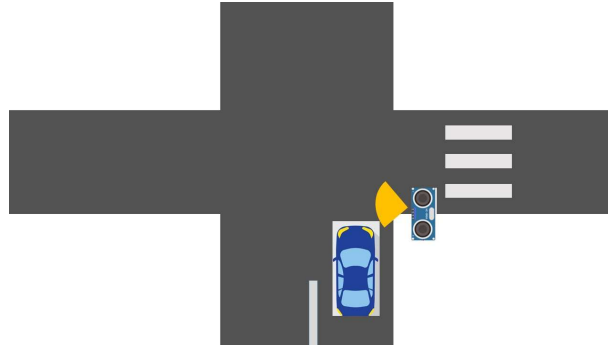


[그림 6] 일체형 보도블록 설치 예시

- 일반적인 보도블록의 형태에서는 압력 센서가 설치된 보도블록 위에 보행자가 있는 경우에만 감지할 수 있다. 반면, 본 프로젝트에서 새로 제안한 일체형 보도블록의 경우 보행자가 서 있으면 패널이 기울어지기 때문에 하나의 패널로 연결된 모든 센서들에 압력을 전달할 수 있다. 물론 해당 디자인이 각 압력 센서에게 균일한 압력을 전달하는 형태는 아니지만, 기존의 분리된 형태와 달리 센서들에 연결성을 부여할 수 있으므로 보행자 감지 시 사용되는 압력센서의 수를 줄일 수 있다.

(2) 차량 감지부

- 우회전 차량을 감지하기 위해 초음파 센서를 활용한다.
- 초음파 센서는 아래 그림 7 과 같이 차량 직진 방향과 수직을 이루도록 설치하여, 우회전 차량과 직진 차량을 구분한다. 직진 대기 차량은 진행 방향의 신호가 적색이면 정지하고 있기 때문에 초음파 센서에 감지되지 않지만, 우회전 차량은 우회전 하는 순간 초음파 센서에 감지가 된다. 즉, 초음파 센서의 값이 0 이면 직진 대기 차량이고 초음파 센서의 값이 m 이면 우회전 차량이라고 판단할 수 있다.



[그림 7] 초음파 센서의 설치 위치



[그림 8] 초음파 센서값에 따른 차량 판정 방법

제어부

(1) 보행 신호등과의 연동

차량 기준으로 진행 방향의 우측에 있는 보행 신호등과 연동하여, 보행자 신호가 녹색이면 신호 시스템이 작동하고, 보행자 신호가 적색이면 신호 시스템이 작동하지 않는다. 따라서 보행자 신호가 적색일 경우 다른 진행방향 차량의 영향을 받지 않으며, 보행자 신호가 녹색인 경우에만 센서로부터 측정값을 읽어와, 현재 보행자와 운전자의 상황을 파악하여 운전자 측 신호와 보행자 측 신호를 제어한다.

(2) 제어 신호 출력

- 압력센서와 초음파센서로부터 감지된 값과 보행 신호를 입력으로 하여 운전자 측 신호인 RGB LED와 보행자 측 신호인 스피커 또는 LED를 제어한다.
- 보행 신호가 적색인 경우, 신호 시스템을 작동시키지 않기 때문에 출력을 고려하지 않는다.
- 보행 신호가 녹색인 경우, 아래 표 1과 같이 각 상황에 맞는 출력을 수행한다.

상황	보행자 유무 (압력센서)	우회전 차량 유무 (초음파센서)	LED 색상 (운전자 측 신호)	스피커/LED (보행자 측 신호)
A	O(n)	O(m)	적색	O
B	O(n)	X(0)	적색	X
C	X(0)	O(m)	녹색	O
D	X(0)	X(0)	황색	-

[표 1] 감지부 센서 값에 따른 LED 점등 변화

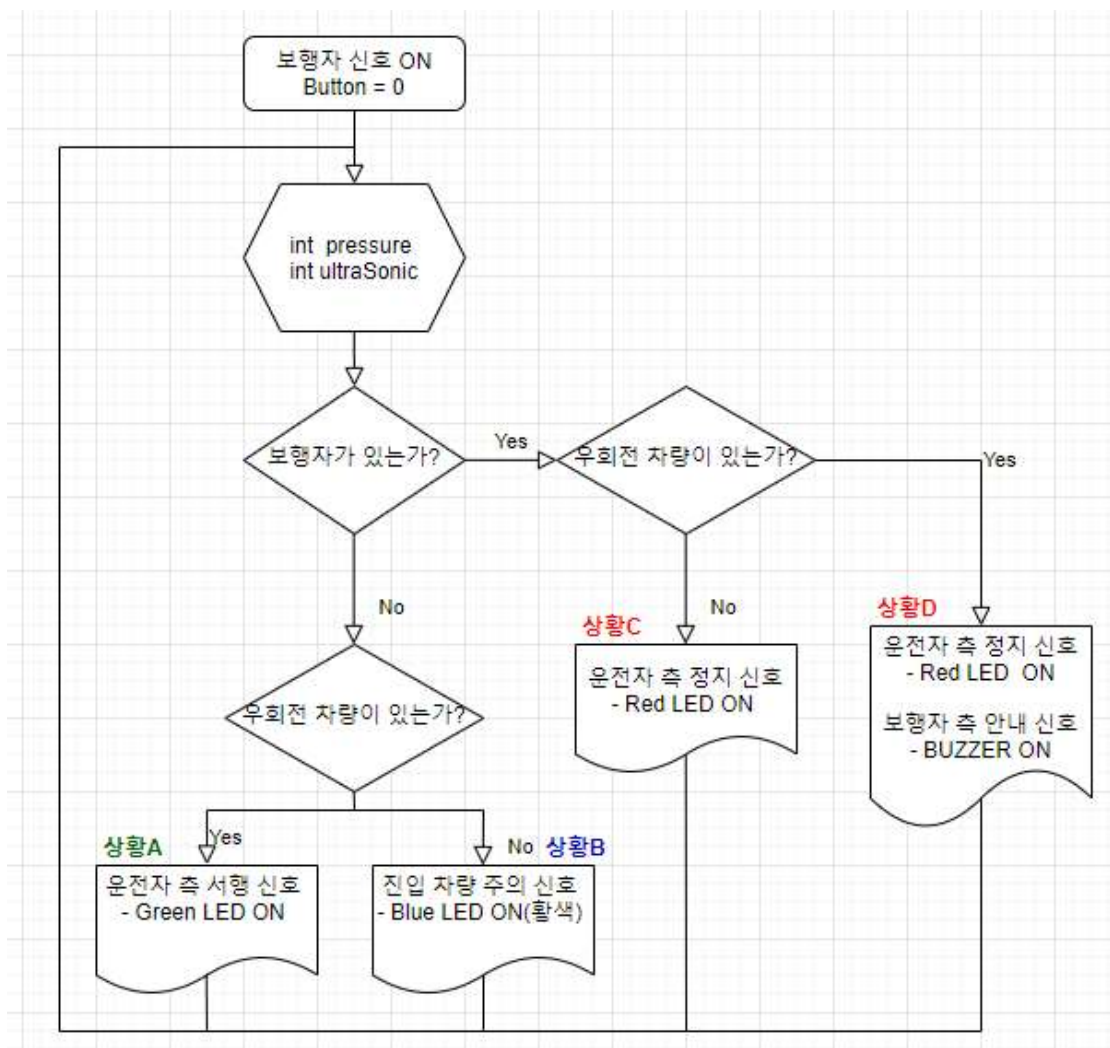
- 상황 A, B 는 보행자와 우회전 차량의 유무에 따른 출력을 나타낸다.
- 상황 C 에서 실제로 대기하고 있는 보행자가 없을 수 있음에도 불구하고 보행자 측 신호(LED/스피커)를 활성화하는 이유는, 갑작스럽게 횡단보도에 뛰어드는 보행자에게 우회전 차량이 있음을 알리면 사고를 미연에 방지할 수 있기 때문이다.
- 상황 D 는 보행자와 우회전 차량 모두 감지되지 않지만, 운전자에게 서행하여 미연의 사고를 방지하라는 의미로 운전자 측 RGB LED 만 황색으로 점등한다.

■ 예상 시나리오

*본 항목은 라즈베리파이 개발 및 구현 환경을 기준으로 예상 시나리오를 구성하였으며, 구현 환경에 맞게 일부 추상화하여 기술한다.

라즈베리 파이	사용 센서	인터페이스
Sensor1 (보행자 감지부)	압력센서	SPI (with ADC) : Serial Peripheral Interface Bus
Sensor2 (차량 감지부)	초음파센서	GPIO : General- Purpose Input/Output (다용도 입출력 포트)
Actuator (제어부)	버튼, LED/BUZZER	PWM : Pulse width Modulation, GPIO

[표 2] 라즈베리 파이별 수행 내역



[그림 9] 프로그램 순서도

그림 9 를 살펴보면, 먼저 보행자 신호가 녹색일 때, Sensor1 라즈베리 파이에서 압력센서값을 읽는다. 이때 2 개의 압력센서 중 하나라도 값이 n 이 되면 보행자가 있는 것으로 판단하며, 손가락으로 누르는 행위 등으로 추상화한다. 그 후 읽은 값을 Actuator 라즈베리 파이로 전송한다.

Sensor2 라즈베리 파이 또한 초음파 센서의 값을 읽는다. 초음파 센서는 400cm 이내의 물체의 거리를 측정한다. 200cm 이내에 물체가 들어오는 경우 우회전 차량이 있는 것으로 추상화하여 판단한다. 읽은 값은 Actuator 라즈베리 파이로 전송한다.

보행자 신호가 녹색일 때만 출력 여부를 판단한다. 이는 버튼으로 추상화하며, Actuator 라즈베리 파이는 버튼 값이 0 인 경우에만 두 개의 센서로부터 값을 Read 하여 각 상황 A, B, C 에 맞는 LED 점등, Buzzer 출력을 한다. 버튼값이 1 일 경우 출력은 수행되지 않는다.

① **상황 A**: 횡단보도에 보행자가 없는 경우이다. Sensor1 (보행자 감지부) 라즈베리 파이에서 압력센서에 값이 입력되지 않으므로 0 을 제어부로 전달한다. Sensor2 (차량 감지부) 라즈베리 파이에서 초음파 센서의 값 m 을 제어부로 전달한다. 이 경우 서행으로 지나갈 수 있으므로, 운전자 측 **녹색** LED 를 출력하고, 보행자 측 LED/Buzzer 를 출력한다.

② **상황 B**: 횡단보도에 보행자가 없는 경우이다. Sensor1 라즈베리 파이는 상황 A 와 같이 0 을 제어부로 전달하고, 우회전 차량이 없으므로 Sensor2 라즈베리 파이 또한, 0 을 제어부로 전달한다. 향후 진입 차량에 주의 신호를 보내기 위해 **청색**(실제 황색을 대체) LED 를 출력한다.

③ **상황 C**: 횡단보도에 보행자가 있는 경우이다. Sensor1 (보행자 감지부) 라즈베리 파이에서 압력센서값 n 을 읽는다. 이 값을 Actuator (제어부) 라즈베리 파이로 전달한다. Sensor2 (차량 감지부) 라즈베리 파이가 초음파 센서의 값을 읽는다. 이때 200cm 이내에 물체가 없으므로 차선에 차량이 없거나, 직진 차량으로 판단하며, 0 을 Actuator (제어부) 라즈베리 파이로 전달한다. 즉, 보행자는 있으나, 현재 우회전 차량이 없는 상황이므로 **적색** LED 를 출력한다.

④ **상황 D**: 횡단보도에 보행자가 있는 경우이다. 상황 B 와 동일하게 Sensor1 라즈베리 파이에서 압력센서값 n 을 읽어 Actuator 라즈베리 파이로 전송한다. Sensor2(차량감지부)에서 200cm 이내에 물체가 들어왔으므로 우회전 하는 차량으로 판단한다. 거릿값 m 을 Actuator 라즈베리 파이로 전달한다. 보행자와 우회전 차량이 모두 있으므로, 운전자 측 LED 에는 **적색**을 출력하고, 보행자 측에서는 LED, Buzzer 를 출력한다. (스피커를 Buzzer 로 추상화)

3. 수행계획

■ 팀원별 역할

- 조원별로 보행자 감지부, 차량감지부, 제어부를 각각 구현하되, 정기회의를 통해 학습 내용을 공유하고, 비대면 실습을 추가로 진행하여 프로젝트의 이해를 돕고, 빠른 이슈 해결을 도모하며, 주차별로 추가 기능을 검토한다.

조원	역할
안지영	<ul style="list-style-type: none">- SPI (with ADC) 인터페이스 학습 및 리뷰- 압력센서의 동작(예제 코드) 학습 및 리뷰- 라즈베리파이 간 Socket 통신 구현- 보행자 감지부 구현 및 리뷰
신민선	<ul style="list-style-type: none">- GPIO 인터페이스 학습 및 리뷰- 초음파센서의 동작(예제 코드) 학습 및 리뷰- 라즈베리파이 간 Socket 통신 구현- 차량 감지부 구현 및 리뷰
이혜훈	<ul style="list-style-type: none">- PWM 인터페이스 학습 및 리뷰- 패시브 부저의 동작(예제 코드) 학습 및 리뷰- 라즈베리파이 간 Socket 통신 구현- 제어부 학습, 구현, 리뷰

■ 진행 일정

주차	진행 내용
1 주차 (5/10 ~ 5/16)	<ul style="list-style-type: none">- 비동기 입출력 학습- 초음파 센서, 압력 센서, Buzzer 예제 코드 이해 및 실습- SPI, PWM 인터페이스 학습
2 주차 (5/17 ~ 5/23)	<ul style="list-style-type: none">- 라즈베리 파이 간 Socket 통신 실습- 감지부 구현 및 코드 리뷰- 감지부 동작 및 통신 제어 실습
3 주차 (5/24 ~ 5/30)	<ul style="list-style-type: none">- 제어부 구현 및 코드 리뷰- 기타 이슈 해결 및 테스트
4 주차 (5/31 ~ 6/4)	<ul style="list-style-type: none">- 기능 추가 검토 및 논의- 시연 동영상 및 보고서, 발표 자료 제작