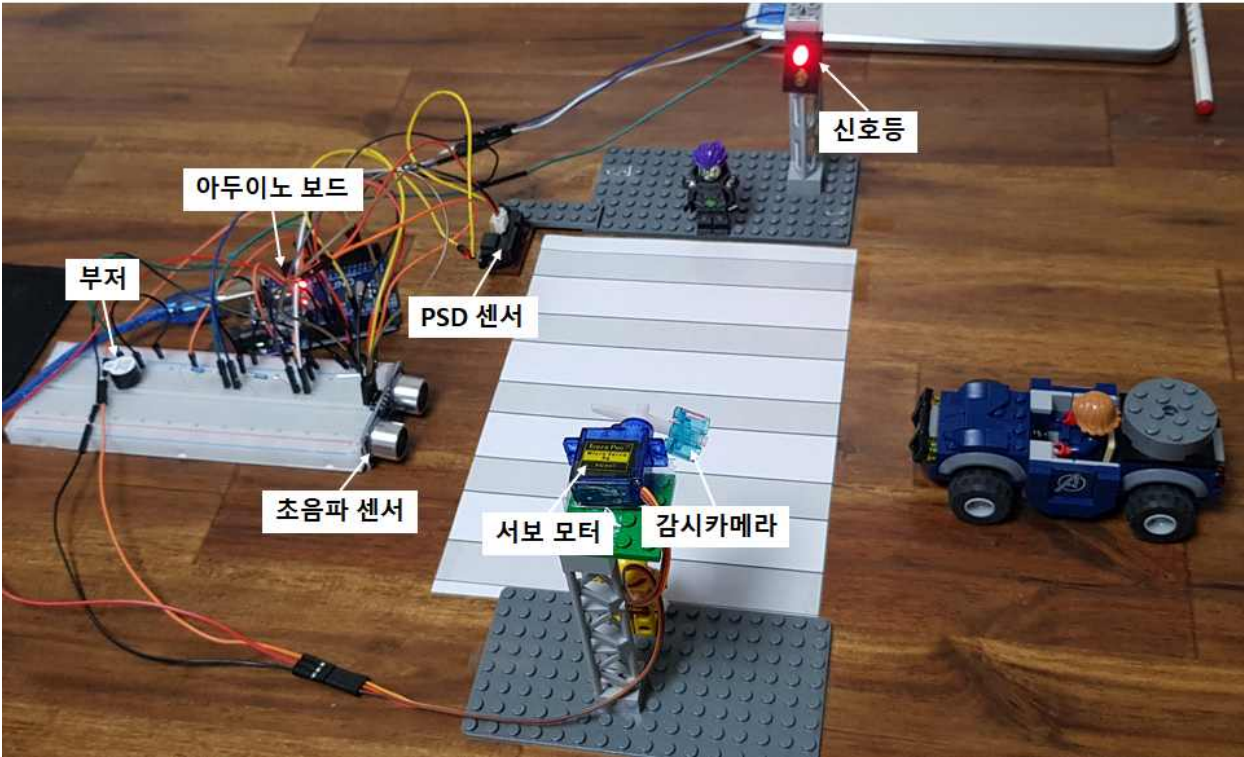


# 제18회 임베디드SW경진대회 개발완료보고서

[임베디드SW 주니어 메이커]

## □ 개발 요약

팀 명	BLACKFOREST
<h3>스마트 안전 신호등</h3>	
	
작품명	스마트 안전 신호등
작품설명 (요약)	본 작품은 LED 신호등, 초음파 센서, PSD 센서, 서보모터 및 능동 부저 등으로 구성된다. 핵심 아이디어는 LED 신호등에 연동하여 초음파 센서로 신호 위반하는 차량을 감지하고 위험을 경고할 뿐 아니라, 사고 뺑소니를 방지하기 위해 서보모터로 움직이는 차량을 추적하여 카메라로 촬영할 수 있도록 서보모터를 제어하는 것이다. 신호를 위반하는 차량과 그렇지 않은 차량을 구별하는 것이 핵심 기술이다. 또한, PSD (적외선 거리측정 센서)로 신호를 위반하는 무단횡단 보행자를 감지 및 경고하여 보행자의 안전을 지켜주는 기술이다.
시연동영상	<a href="https://youtu.be/4cn8r5WaEgl">https://youtu.be/4cn8r5WaEgl</a>

## □ 개발 개요

### ○ 개발 작품 개요

- 본 작품은 신호등에서 발생하는 사고를 예방하기 위한 스마트 안전 신호등이다.
- 우리 동네에는 신호등 건널 때 배달 오토바이가 초록불 신호를 무시하고 위험하게 운전하여 어린이들의 안전을 위협하는 경우를 많이 본다.
- 이러한 문제를 해결하기 위한 방안을 생각하다가 '스마트 안전 신호등' 아이디어를 얻어 직접 구현하여 어린이 및 보행자의 안전을 지켜주고자 참여하게 되었다.



### ○ 개발 목표

- 신호등 색깔에 연동하도록 LED를 제어하는 기술을 개발한다.
- 초음파 센서 기반으로 차량이 접근하면 거리가 줄어드는 원리를 이용하여 신호 위반하는 차량을 감지하는 기술을 개발한다.
- 신호 위반 차량을 감지하면, 감시카메라가 차량을 추적하여 촬영할 수 있도록 서보모터를 제어하는 기술을 개발한다.
- 빨간불 신호에 무단횡단하는 보행자를 PSD 센서로 감지하여 위험을 경고하는 기술을 개발한다.

### ○ 개발 작품의 필요성

- '스마트 안전 신호등' 개발을 통해 횡단보도에서 보행자의 안전을 지켜주고, 신호 위반 차량 운전자에게 경각심을 주는 것이 필요하다.
- 보행자가 초록불 신호등을 건널 때 신호를 위반하는 차량을 감지하고 경고하여 보행자를 보호하기 위함이다.
- 또한, 신호를 위반하는 차량을 CCTV 카메라로 추적하여 촬영할 수 있도록 하여 뺑소니 사고도 방지하기 위함이다.
- 무단횡단하는 보행자를 감지하여 경고하는 기술을 개발하여 스마트폰을 보면서 신호를 미처 못보고 건너는 보행자 등을 보호하기 위함이다.

### ○ 작품 개발시 고려사항

- 본 작품은 센서의 성능 및 실제 적용시에 나타나는 문제를 최대한 극복하고자 할 것이며, 임베디드 SW를 통해 제약사항 등을 고려하여 개발하였다.
- 또한, 보행자의 안전을 위해 기획된 "스마트 안전 신호등" 작품으로 실생활에 적용할 수 있도록 작품의 완성도를 높이도록 개발하였다.

## □ 개발 환경 설명

### ○ Hardware 구성

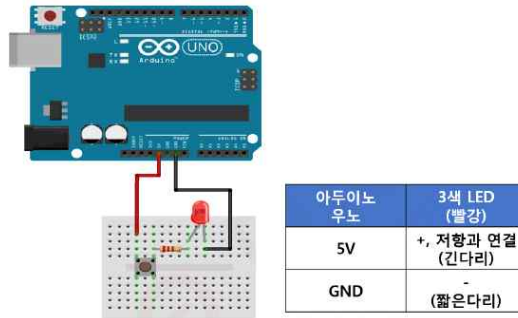
- 아두이노 보드 : 아두이노 보드 설치 및 S4A 프로그램에서 아두이노 보드를 연결함

① 아두이노 IDE (통합개발환경) 설치함

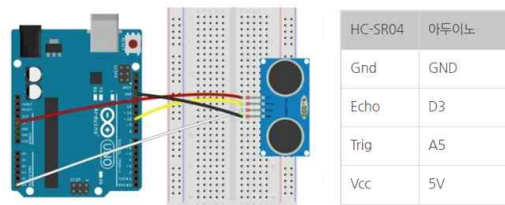
② 아두이노 호환보드 드라이버를 설치함

③ PC와 아두이노 우노 보드를 연결하고 시리얼 포트 넘버 (COM6)를 확인함

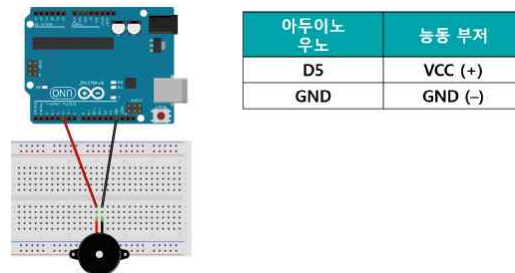
- LED 신호등 : 신호등을 구현하기 위해 LED ON/OFF 제어하기 위한 회로를 구성함



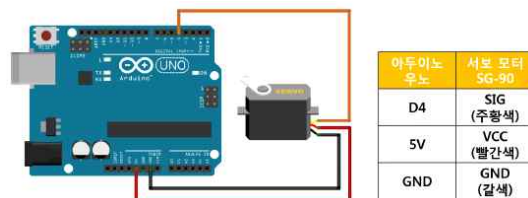
- 초음파 센서 : 차량을 감지하기 위해 초음파 센서를 연결하는 회로를 구성함



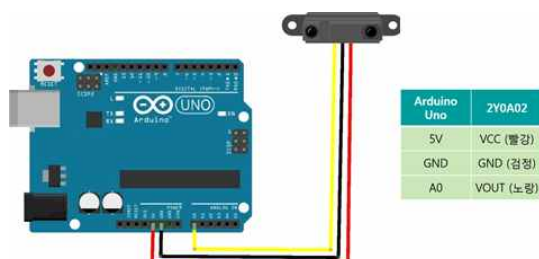
- 능동 부저 : 사고 위험을 부저로 경고하기 위해 능동 부저를 연결하는 회로를 구성함



- 서보모터 : 감지된 차량을 카메라로 추적하기 위해 서보모터를 연결하는 회로를 구성함



- PSD 센서 : 보행자를 감지하기 위해 PSD 센서를 연결하는 회로를 구성함



○ Hardware 기능 (제어 방법 등 서술)

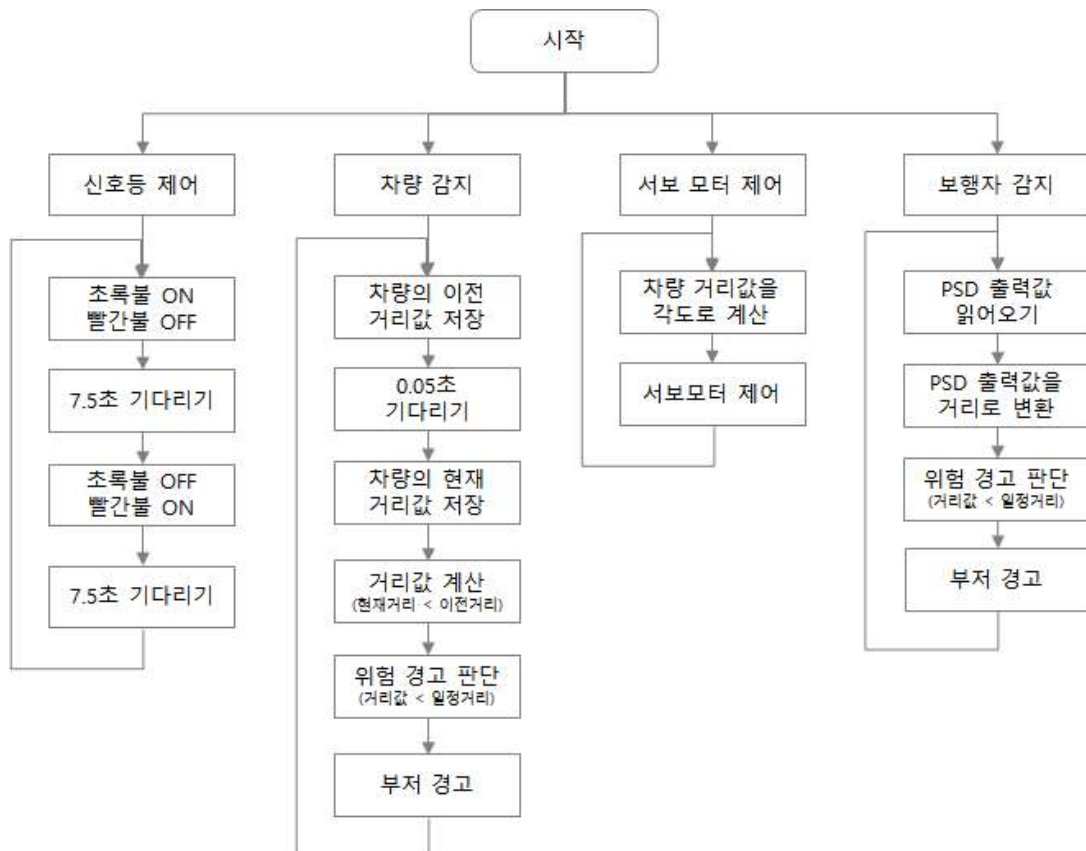
- 신호등 LED 색상에 연동하여 초록불인 경우에는 초음파 센서로 차량/오토바이와의 거리를 감지하고 위험을 경고해주며, 신호 위반 차량을 CCTV 카메라로 추적하도록 서보모터를 제어하는 장치를 구성함
- LED 신호등 구현 : 신호등 색깔에 연동하도록 LED를 제어한다. 빨간색, 초록색 LED가 10초간 번갈아 켜지고 꺼지도록 LED ON/OFF 제어 SW를 구현함
- 차량 감지 기능 구현 : 초음파 센서를 기반으로 차량이 접근하면 거리가 줄어드는 원리를 이용하여 차량을 감지한다. 시간에 따른 거리 변화량을 계산하여 신호를 위반하는 차량을 감지하는 SW를 구현함
- 위험 경고 기능 구현 : 차량/보행자가 신호를 위반하면 능동 부저로 경고하는 SW를 구현함. 차량은 부저 경고음 1회, 보행자는 연속적으로 부저 경고함
- 감시카메라 추적 기능 : 초음파 센서 기반으로 차량의 거리를 감지하면, 신호위반 차량을 감시 카메라가 추적하도록 서보모터를 제어한다. 감지된 차량의 거리에 따라서 서보모터의 각도를 제어하는 SW를 구현함
- 보행자 감지 기능 구현 : PSD 센서를 기반으로 일정거리 이내의 보행자를 감지한다.

○ Software 구성

- LED 신호등 제어 SW 모듈
- 초음파 센서 기반 차량 감지 및 위험 경고 SW 모듈
- 카메라 추적을 위한 서보모터 제어 SW 모듈
- PSD 센서 기반 보행자 감지 SW 모듈

○ Software 설계도

- SW는 신호등 제어, 차량 감지, 서보모터 제어, 보행자 감지 모듈로 구성됨



○ Software 기능

- LED 신호등 제어 SW 모듈

: LED 신호등은 초록불, 빨간불을 각각 7.5초씩 LED ON/OFF 한다.

- 초음파 센서 기반 차량 감지 및 위험 경고 SW 모듈

: 0.05초마다 차량의 거리가 가까워지는지를 판단하여 차량을 감지하고, 차량의 거리값을 리스트에 저장하여 일정거리 이내에서 2번 연속 차량의 거리가 가까워지면 위험 차량으로 판단한다.

: LED 신호등이 초록불이면 감지된 위험 차량을 부저로 경고하고, LED 신호등이 빨간불이면 경고하지 않는다.

- 카메라 추적을 위한 서보모터 제어 SW 모듈

: 차량의 거리 정보를 서보모터의 각도로 변환하여 각도 제어량을 계산한다.

- 보행자 감지 SW 모듈

: PSD 센서의 출력값을 거리값 (cm)으로 변환하여 신호등이 빨간불일 경우 일정거리 이내 보행자가 감지되면 경고한다.

○ 프로그램 사용법 (Interface)

- 아두이노 보드를 연결하고 S4A 프로그램을 실행한다.

- 실행하면 빨간색 LED가 켜지고, 약 7.5초 이후에 빨간색에서 초록색 LED로 변경된다.

- 초록색 LED는 보행 신호이므로, 차량이 정지하지 않고 일정거리 이상 가까워지면 부저가 울린다.

- 이 때, 서보모터에 달려있는 카메라는 감지된 차량을 추적하도록 서보모터가 제어된다.

○ 개발환경 (언어, Tool, 사용시스템 등)

- S4A (Scratch for Arduino)

## □ 개발 프로그램 설명

### ○ 파일 구성

- S4A 1개의 파일로 구성 : smart traffic light.sb

### ○ 함수별 기능

- 신호등 제어 함수 : 신호등 LED를 7.5초마다 초록불/빨간불로 번갈아 켜도록 제어한다.
- 차량 감지 함수 : 초음파 센서로부터 차량의 거리를 감지한다. 차량이 신호 위반시 거리가 가까워지는 원리를 이용하여 신호위반 여부를 판단한다. 차량 신호위반시 부저에서 경고음을 낸다.
- 서보모터 제어 함수 : 초음파 센서 거리 정보를 이용하여 카메라가 추적하도록 서보모터의 각도를 계산하여 제어한다.
- 보행자 감지 함수 : PSD 센서로부터 보행자의 거리를 감지한다. 보행자가 신호 위반시 일정 거리 이내의 보행자를 감지하여 부저로 경고한다.

### ○ 주요 함수의 흐름도

- 신호등 제어함수, 차량 감지 함수, 서보모터 제어함수, 보행자 감지 함수

신호등 제어함수

```

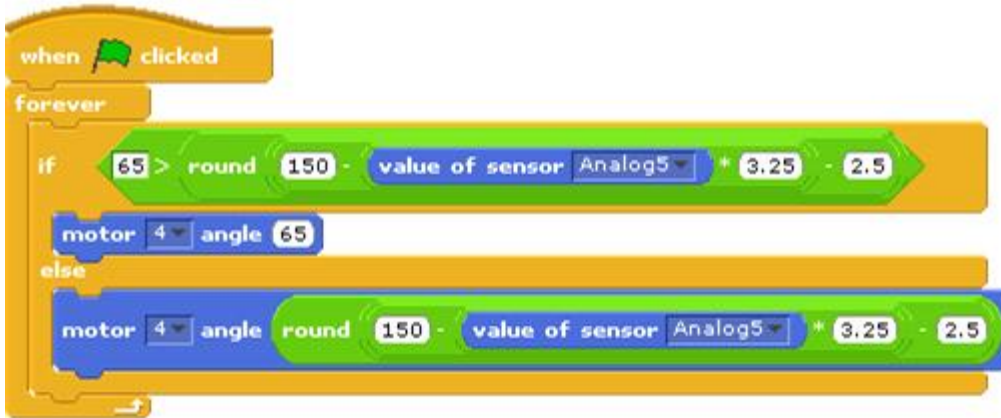
when clicked
  show
  forever
    digital 13 on
    digital 12 off
    set digital to 1
    wait 7.5 secs
    digital 13 off
    digital 12 on
    set digital to 0
    wait 7.5 secs
  
```

차량 감지 함수

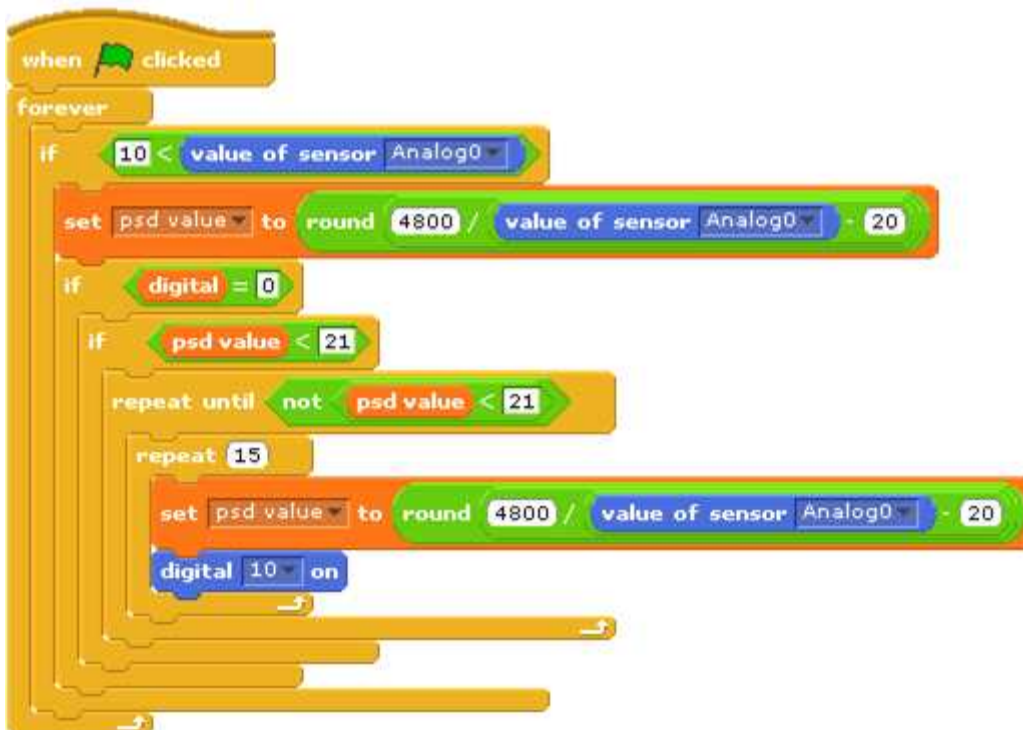
```

when clicked
  forever
    set value to value of sensor Analog5
    set last value to value
    wait 0.05 secs
    set value to value of sensor Analog5
    if <digital = 1 and value of sensor Analog5 < 20>
      if value < last value
        add value to value_
        if 1 < length of value_
          repeat 19
            digital 10 on
          repeat length of value_
            delete 1 of value_
      if value = last value or last value + 1 < value
        delete 1 of value_1
    digital 10 off
  
```

## 서보모터 제어함수



## 보행자 감지 함수



### ○ 기술적 차별성

- 차량의 거리 정보만 이용해서 신호를 위반하는 차량을 감지하는 방법이 아닌, 리스트를 활용하여 이전 거리값과 현재 거리값 차이를 계산하여 접근하는 차량을 우수하게 감지할 수 있음
- 신호위반 차량을 감시 카메라가 추적하도록 감지된 차량의 거리정보를 서보모터의 각도 정보로 변환하여 서보모터를 제어하는 기술을 구현함
- 신호등에 연동하여 신호위반 차량뿐 아니라, 빨간 신호등에 무단횡단하는 보행자를 PSD 센서로 감지하여 경고하는 기술을 구현함

## □ 개발 중 장애요인과 해결방안

### ○ 신호 위반 차량 감지 방법

- 초음파 센서의 거리 오차로 인해 처음에는 차량의 거리 정보만 이용해서 신호를 위반하는 차량을 감지하기 어려웠지만, 시간에 따른 거리 변화량을 계산하는 로직을 추가하여 빠르거나 느리게 접근하는 차량을 감지할 수 있었음
- 초음파 센서의 거리 오차로 인해 신호를 위반하는 차량과 그렇지 않은 차량을 구별하는 것이 어려웠지만, 차량이 횡단보도 앞에서 정차하면 경고하지 않도록 적절한 경고 구간을 설정하였다.

### ○ 감지된 차량의 카메라 추적을 위한 서보모터 제어 방법

- 감지된 차량을 카메라가 추적하도록 서보모터 각도를 제어하는 것이 어려웠지만, 초음파 센서의 감지거리와 서보모터 각도값을 여러 번의 테스트 수행을 통해 미세 조정하여 해결하였음

### ○ 무단횡단 보행자 감지 방법

- 아두이노 보드에 초음파 센서 2개를 동시에 연결하는 방법을 찾지 못해서 초음파 센서 1개로 차량만을 감지하고, 처음 계획 대비 신호를 위반하는 보행자를 감지하는 방법을 구현하지 못했으나, PSD 센서 (적외선 거리측정 센서)를 이용하여 보행자를 감지할 수 있었다.
- 또한, PSD 센서값은 아날로그값 (0~1023)으로 출력되기 때문에 거리값 (cm)으로 변환하는 것이 필요하다. 이것은 구글링을 통해서 변환식을 찾을 수 있었다.

Distance (cm) = 4800 / (SensorValue - 20)

[https://www.eztronics.nl/webshop2/catalog/Sensor/Distance-Range?product\\_id=598](https://www.eztronics.nl/webshop2/catalog/Sensor/Distance-Range?product_id=598)

## □ 개발결과물의 차별성

### ○ 신호위반 차량 감지 기술

- 신호등에 연동하여 신호를 위반하는 차량과 신호를 위반하지 않은 차량을 구별하여 위험 경고를 해주는 것이 핵심 기술이다.
- 차량의 거리 정보만 이용해서 신호를 위반하는 차량을 감지하는 방법이 아닌, 시간에 따른 거리 변화량을 계산하는 로직을 추가하여 빠르거나 느리게 접근하는 차량을 우수하게 감지할 수 있었음

### ○ 신호위반 차량 추적을 위한 서보모터 제어 기술

- 초음파 센서 기반으로 차량의 거리를 감지하면, 신호위반 차량을 감시 카메라가 추적하도록 서보모터를 제어하는 기술을 구현하여 뺑소니 사고를 막을 수 있음
- 감지된 차량의 거리에 따라서 서보모터의 각도를 제어하는 SW를 구현함
- 감지거리와 서보모터 각도값을 여러 번의 테스트 수행을 통해 미세 조정하여 정밀도를 높임

### ○ 신호위반 보행자 감지 기술

- 신호등에 연동하여 신호위반 차량뿐 아니라, 빨간 신호등에 무단횡단하는 보행자를 PSD 센서로 감지하여 경고하는 기술을 개발함. 스마트폰을 보면서 신호를 미처 못보고 건너는 보행자 등을 사고로부터 보호할 수 있다.

□ 개발 일정

No	내용	2020年			
		6月	7月	8月	9月
1	아이디어 구체화/보완	■			
2	HW 시스템 구성		■		
3	센서 동작 원리 분석			■	
4	기능 구현 및 개발			■	■
5	시험 평가 및 테스트				■

## □ 팀 업무 분장

No	구분	성명	참여인원의 업무 분장
1	팀장	정의진	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 아이디어 구상 및 구체화</li> <li>- HW 시스템 구성</li> <li>- 센서 동작 원리 분석</li> <li>- 임베디드 SW 구현</li> <li>- 테스트 및 디버깅 수행</li> </ul>