

Electric Kick Scooter : Obstacle Detecting System

팀명 : I DECrease

INDEX

01 Motivation
과제 동기

Process
진행 과정 02

03 Outcome
과제 결과

Expectation
기대 효과 04

01 Motivation

과제 동기

과제 선정 이유

개인용 이동장치의 편리함 때문에 사용자가 늘어나면서 매년 전동 킥보드 사고가 급증하고 있다. 사고가 발생하는 원인의 절반 이상은 ‘운전 미숙 및 과속 운행’이다. 이 중에는 가드레일에 부딪히거나 과속방지턱 등에 걸려 넘어지는 사례가 많았다. 전동 킥보드가 가속된 상태에서는 도로 위의 작은 장애물에도 쉽게 큰 사고로 이어질 수 있다. 따라서, 본 프로젝트에서는 운행 중인 전동 킥보드 앞의 장애물을 감지하여 경고를 주거나 속도를 제한시켜 사고를 방지할 수 있도록 하고자 한다.

전동킥보드 등 개인형이동장치 교통사고 통계

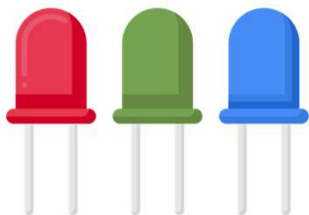
*PM 운전자가 가해자인 경우
(단위: 명, 건)



*자료: 경찰청, 도로교통공단
그래픽: 이지혜 디자인기자

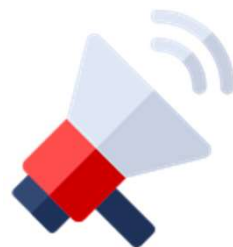
02 Process 진행 과정

02 진행 과정



LED

감지되는 장애물의 거리에 따라
점등되는 LED의 개수를 제어



경고음


장애물과의 거리에 따라 신호의 주파수
를 제어하여 경고음의 높낮이를 조절



브레이크

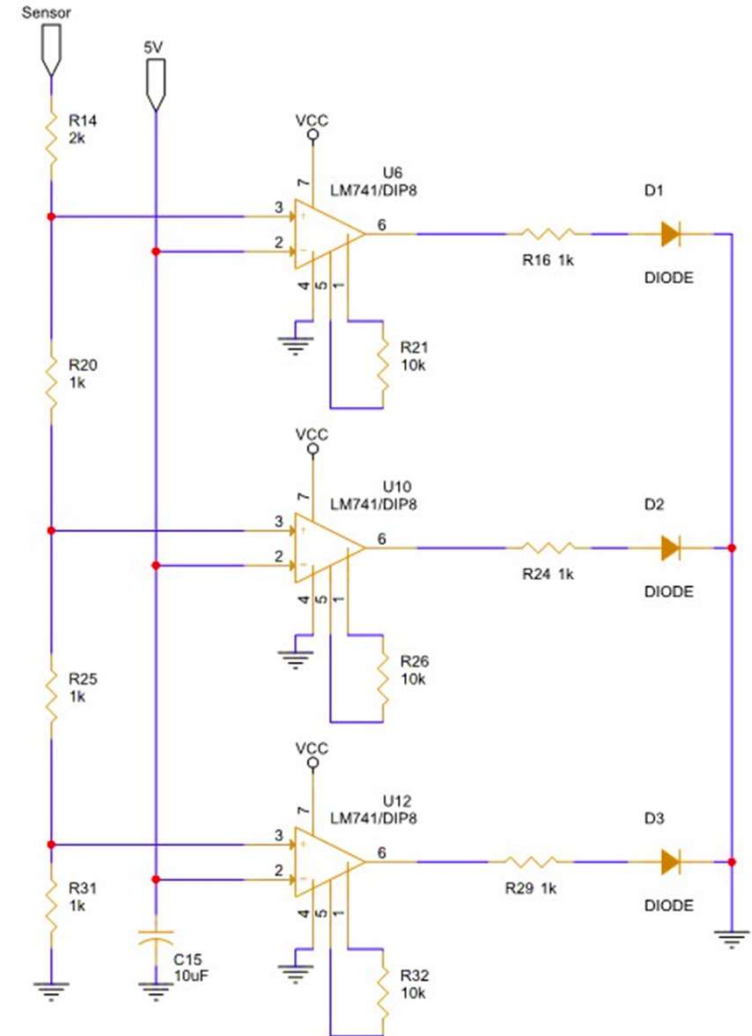
가까운 거리의 장애물이 감지되면
브레이크를 걸어 감속

초안 설계

distance	켜지는 LED 개수	Speaker 출력 주파수	Motor
> 5m	Not Sensed		
< 5m	0 (all OFF)	Low	OFF
< 3m	1		OFF
< 2m	2		OFF
< 1m	3 (all ON)	High	ON

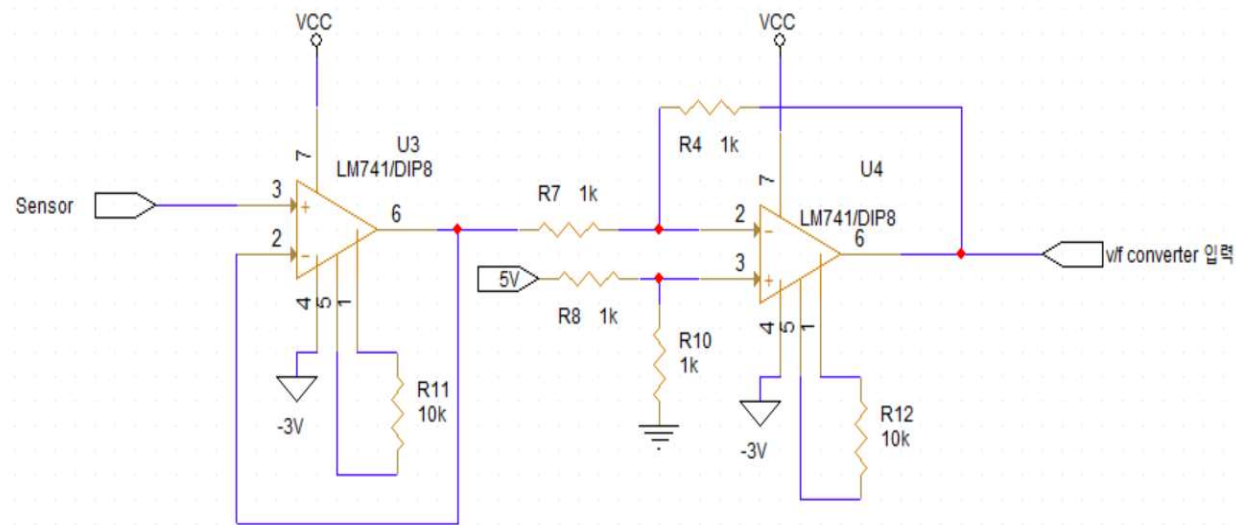
LED 점등 회로

- 초음파 센서는 5m 내에 있는 장애물을 감지하여 측정 거리에 비례하는 전압을 출력한다.
- 물체와의 거리가 가까울수록 출력 전압이 작아지고 멀수록 커진다.
- 이때, 출력값은 측정 거리에 대하여 연속적이므로 켜지는 LED의 개수를 결정하기 위한 기준이 필요하다.
- $\text{Distance} = \text{Vout(mV)} \times 520 / \text{Vin(mV)}$
- 비교기의 비반전 입력단에 1m, 2m, 3m에 해당하는 전압을, 반전 입력단에 Sensor 출력을 연결한다.
- 물체와의 거리가 기준 거리보다 작으면 비교기의 출력이 High, 기준 거리보다 크면 Low가 된다.
- 예를 들어, 물체와의 거리가 1.5m인 경우, 두 개의 LED가 켜지게 된다.



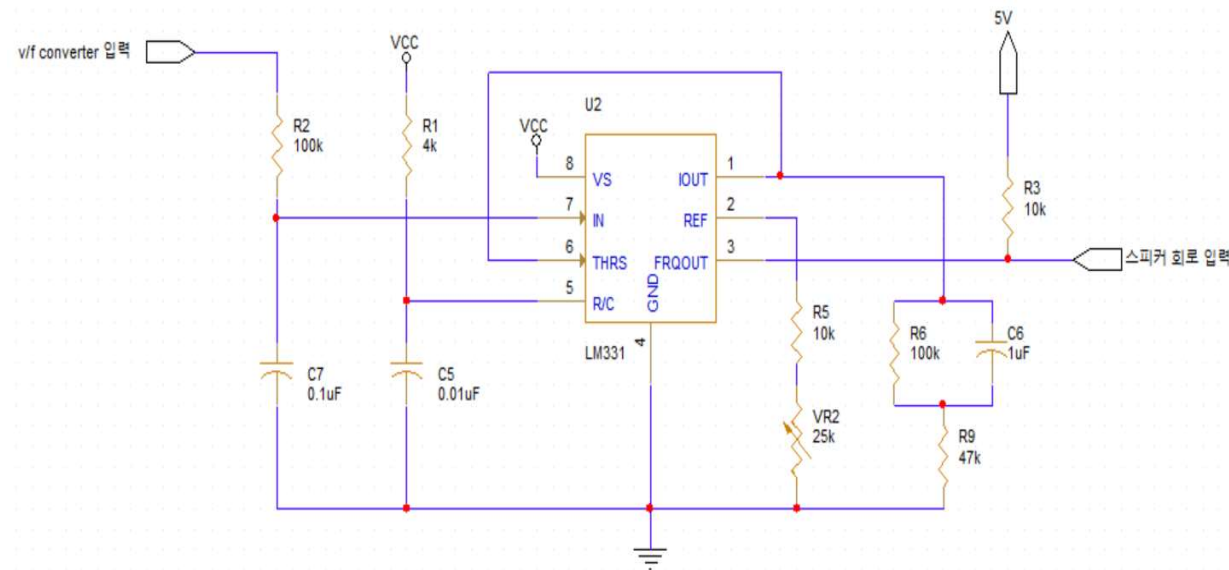
스피커 제어 회로 (1)

- 초음파 센서 출력을 voltage buffer에 연결하여 노이즈의 영향을 줄인다.
- 초음파 센서 출력은 물체와의 거리가 가까울수록 작아진다.
- 뒤에 연결할 v/f converter는 입력 전압에 비례하는 주파수를 출력한다.
- 하지만, 설계의 목적은 물체와의 거리가 가까울수록 높은 소리를 내는 것이므로 차동 증폭기를 이용하여 (5V-센서출력)을 v/f converter 입력으로 주었다.
- 이때, 차동 증폭기의 (+)단에 센서 최대 출력 전압보다 큰 5V를 주어 (5V-센서출력) > 0 이 되게 하였다.



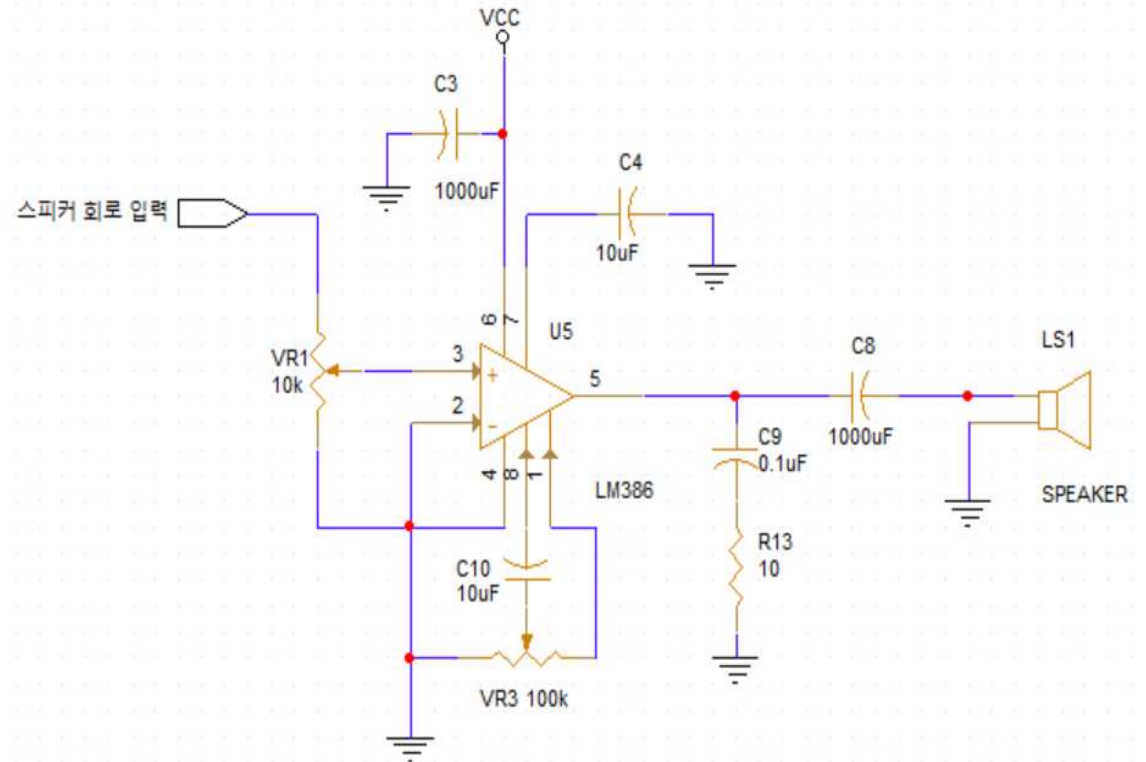
스피커 제어 회로 (2)

- v/f converter는 입력 전압에 비례하는 주파수를 출력하는 발진기이다.
- 출력 주파수의 범위가 가청주파수 범위 내에 있도록 RS, RL, Rt, Ct의 값을 정하였다.
- v/f converter 입력(VIN) : 0.2V ~ 4.2V
- $f_{OUT} = (V_{IN}/2.09V) \times (R_S/RL) \times (1/R_tC_t)$
 $\approx 4k \times V_{IN}$
 $\Rightarrow f_{OUT}$ 의 범위 : 837Hz ~ 17.6kHz
- 따라서, f_{OUT} 은 물체와의 거리가 가까울수록 높은 주파수를 가지게 된다.



스피커 제어 회로 (3)

- 스피커 회로 입력은 LM386 op amp를 통해 증폭되어 스피커로 들어가게 된다.
- C3은 전원의 노이즈를 줄이기 위해 사용하였다.
- Op amp의 입력단에는 가변저항 VR1을 사용하여 소리의 크기를 조절하였다.
- C10과 가변저항 VR3를 사용하여 LM386의 gain을 조절하였다.



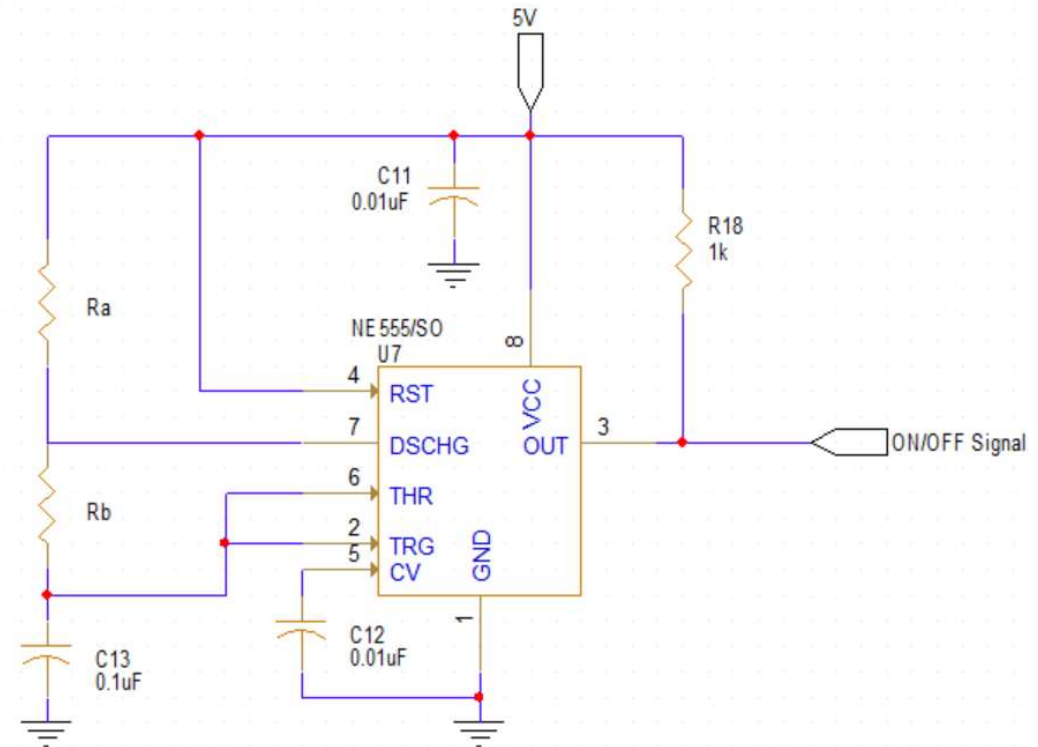
모터 구동 회로 (1)

- 서보 모터는 입력되는 PWM signal의 duty cycle에 따라 회전각이 달라진다.
- 다음과 같은 555 timer 회로를 사용하여 서보 모터의 ON/OFF를 제어할 구형파를 발생시킨다.
- $$t_H = 0.693(R_A + R_B)C$$

$$t_L = 0.693R_B C$$

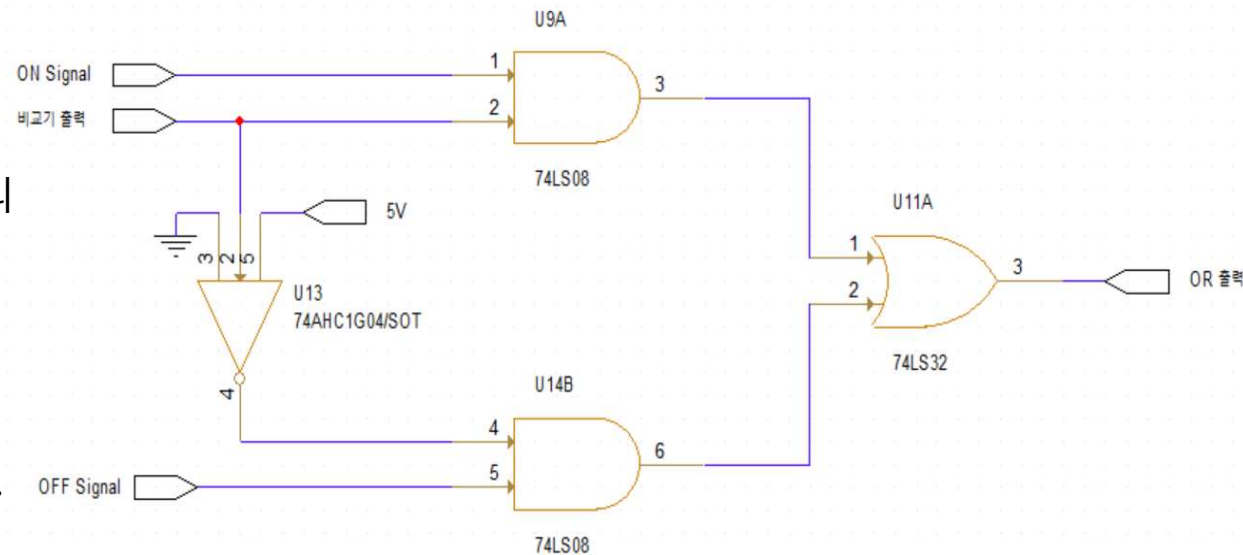
$$\text{Period} = t_H + t_L = 0.693(R_A + 2R_B)C = 20\text{ms}$$

Motor	Ra	Rb	C	Duty-cycle
ON	219k	35k	0.1uF	17.6ms
OFF	246k	21k	0.1uF	18.52ms



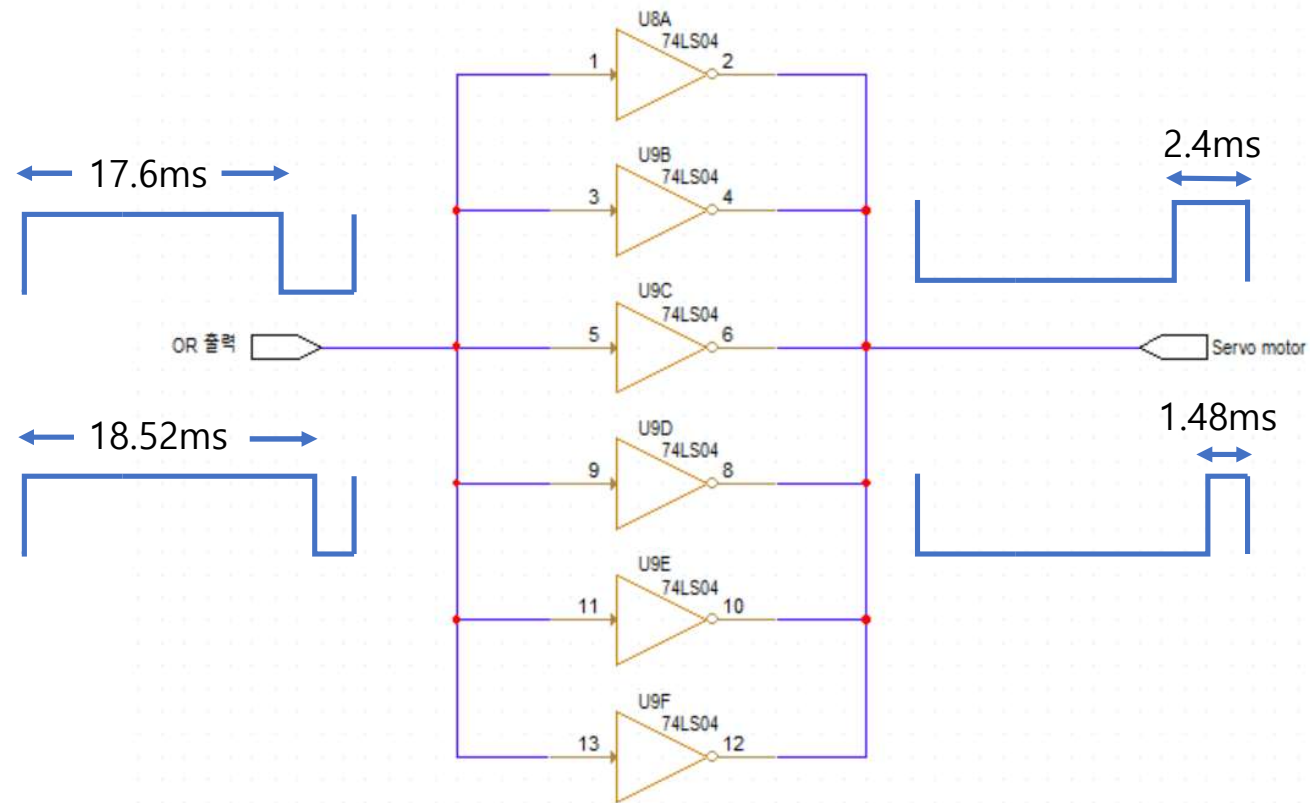
모터 구동 회로 (2)

- 가까운 거리의 장애물이 감지되면 모터가 90도로 회전하면서 바퀴에 마찰력을 가해 감속시키고, 감지되지 않을 때에는 모터가 다시 0도에 위치하여 브레이크를 풀어주는 동작을 설계하려고 한다.
- LED 시스템에서 언급한 기준 거리 중 가장 가까운 거리인 1m를 기준으로 모터의 on/off를 제어하려고 한다.
- 물체가 1m보다 가까우면 비교기 출력이 High가 되어 ON Signal이 OR gate로 들어가고, 비교기 출력이 Low일 때는 OFF Signal이 OR gate로 들어가게 된다.
- 즉, 비교기 출력이라는 Control 신호를 이용하여 모터의 입력으로 들어갈 ON 또는 OFF Signal을 선택할 수 있다.



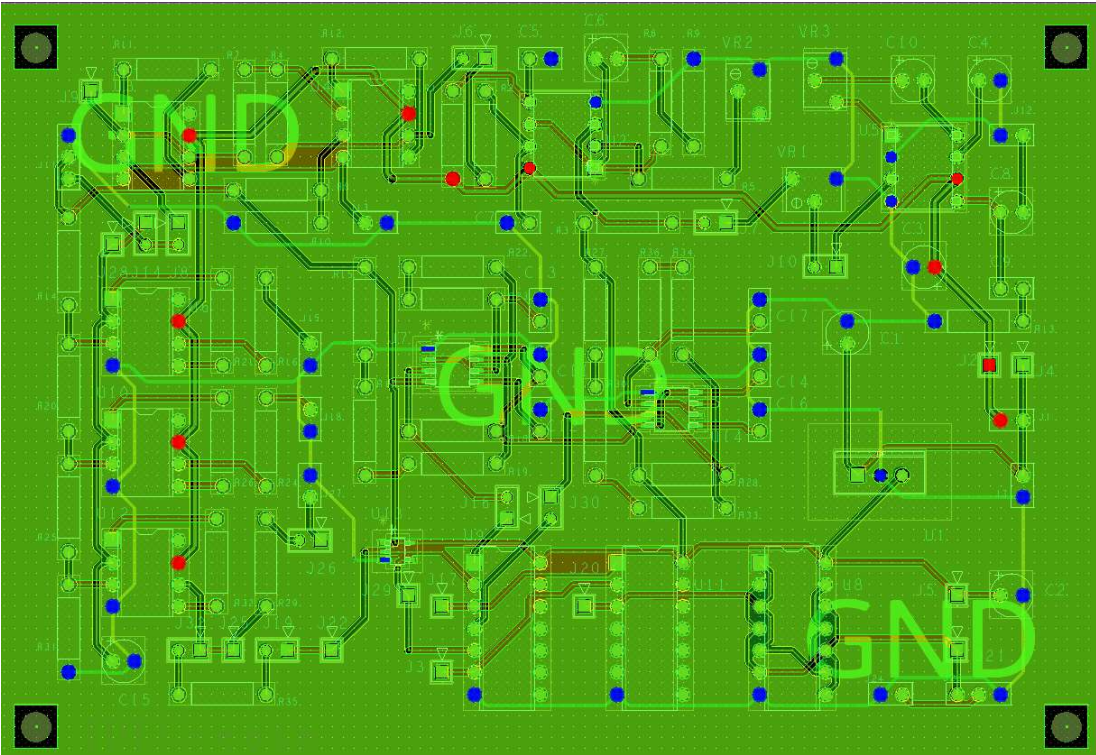
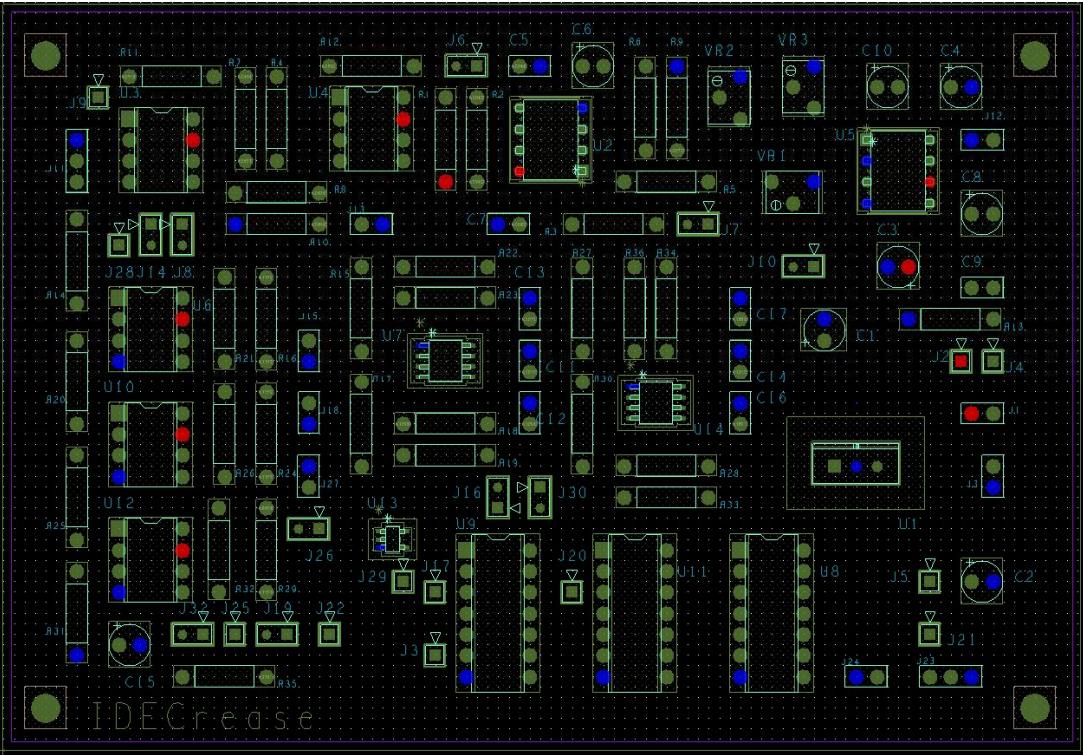
모터 구동 회로 (3)

- SG90 Servo motor는 PWM signal의 duty cycle이 2.4ms일 때 90도, 1.48ms일 때 0도로 회전한다.
- 555 timer로 발생시킨 ON/OFF Signal 각각을 반전시켜야 모터가 원하는 동작을 수행하므로 OR gate의 출력과 모터 사이에 inverter를 연결한다.
- 74LS04 inverter를 최대한 이용하여 회로의 출력 저항을 작게 함으로써 모터의 입력을 안정시켰다.



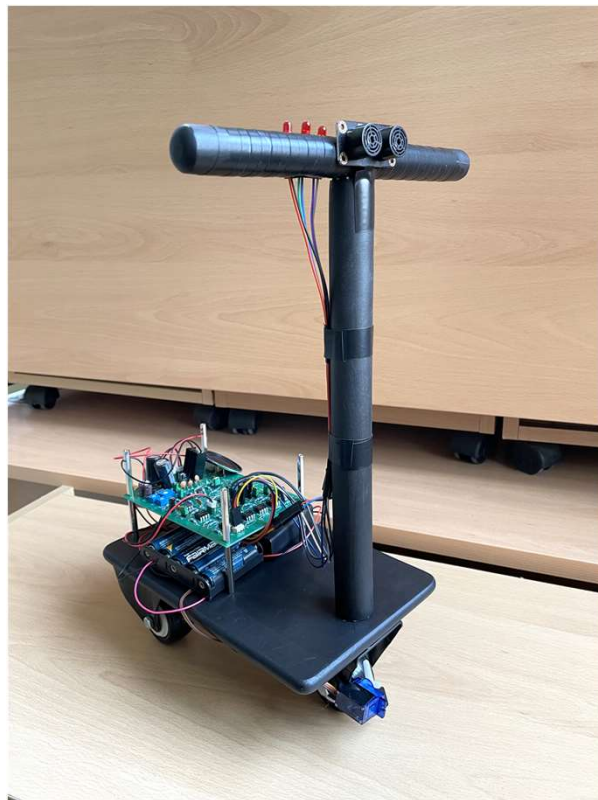
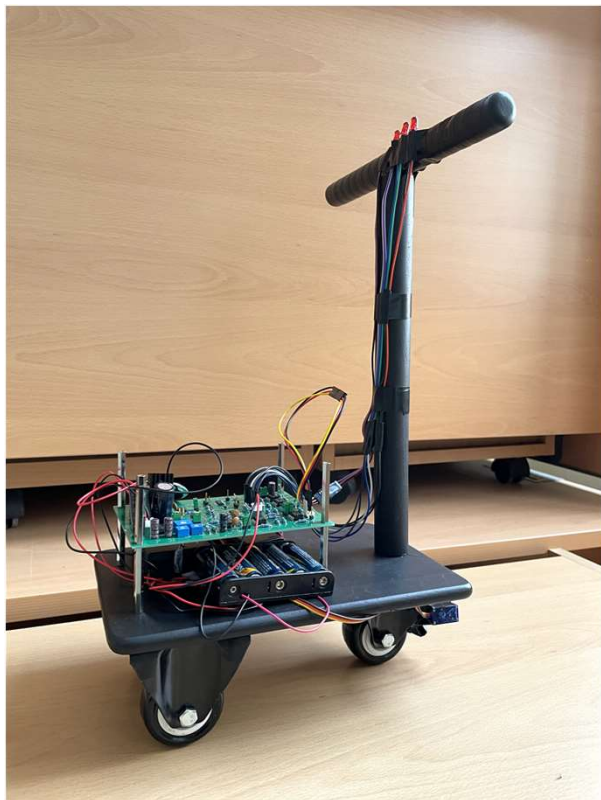
02 진행 과정

전체 회로



02 진행 과정

시작품 제작

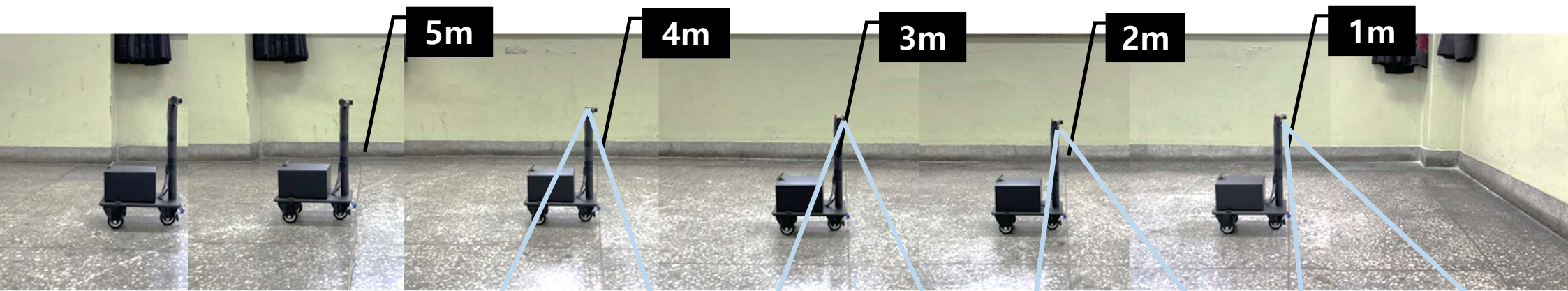


03 Outcome

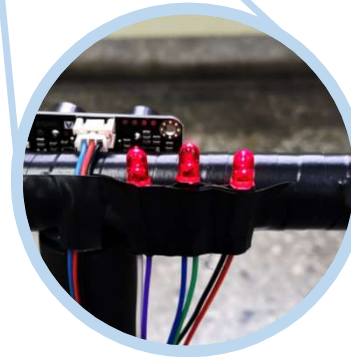
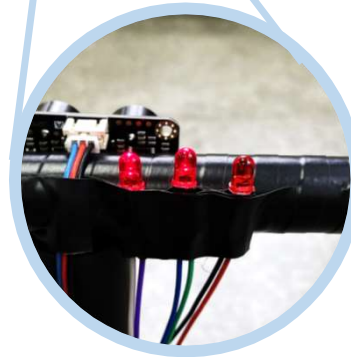
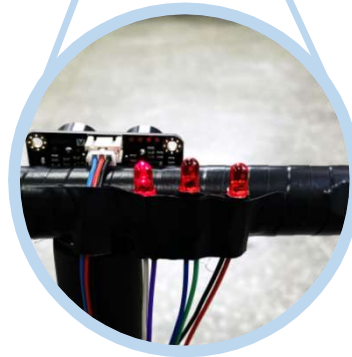
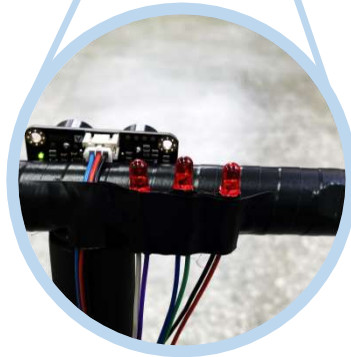
과제 결과

03 과제 결과

LED

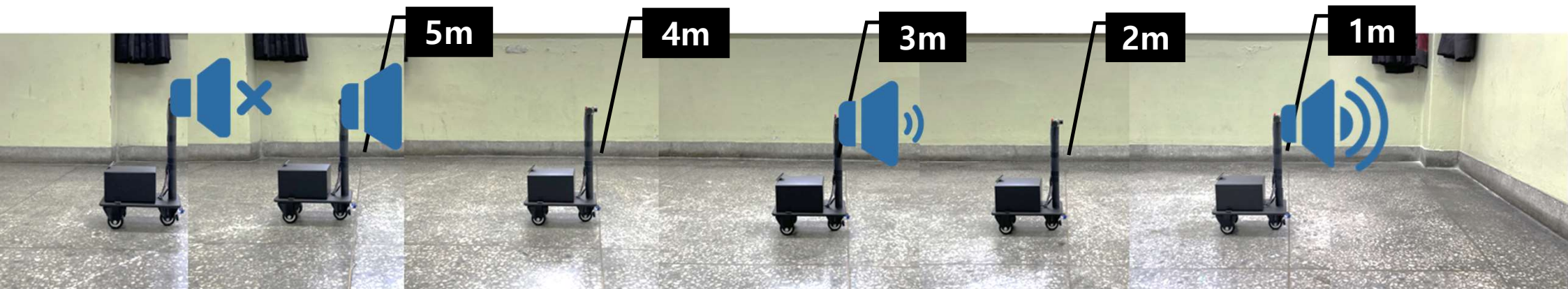


distance	켜지는 LED 개수
> 5m	X
< 5m	0 (all OFF)
< 3m	1
< 2m	2
< 1m	3 (all ON)



03 과제 결과

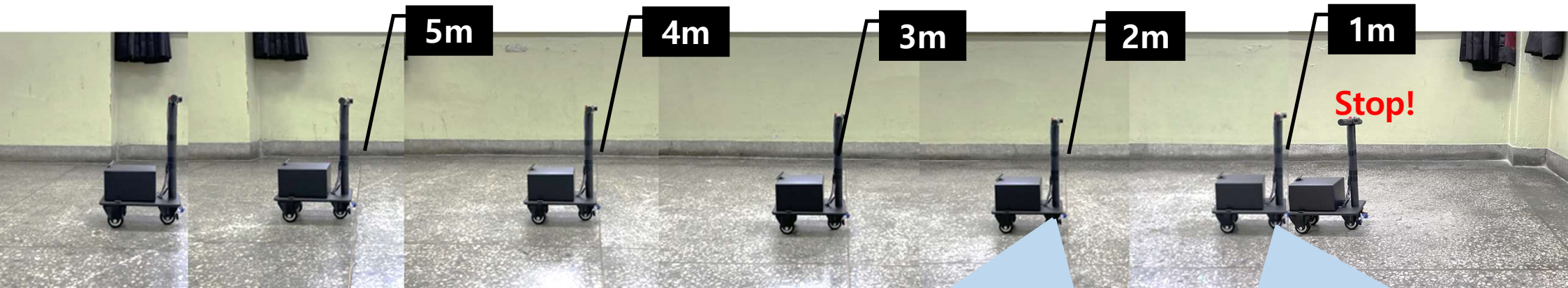
Speaker



distance	경고음의 높낮이
> 5m	소리 X
< 5m	낮다
< 3m	↓
< 2m	↓
< 1m	높다

03 과제 결과

Motor



distance	Motor
> 5m	X
< 5m	0°
< 3m	0°
< 2m	0°
< 1m	90°



최종 결과

먼저, 초음파 센서가 벽 이외의 물체를 장애물로 인식하게 하지 않도록 탁 트여 있는 공간에서 구현을 진행하였다. 벽을 기준으로 거리가 5m보다 약간 먼 지점에서부터 벽을 향해 시작품을 전진시켰다. 5m보다 먼 거리에서는 센서가 벽을 감지하지 못하기 때문에 아무런 변화가 일어나지 않았다. 5m에 도달하는 순간, 스피커에서 경고음이 나기 시작했고 앞으로 나아갈수록 소리가 높아졌다. 그 후, 3m에 도달했을 때 LED 한 개가 켜졌고, 2m에 도달했을 때는 LED 2개가 켜졌다. 벽과의 거리가 1m에 도달했을 때는 LED 3개가 모두 켜짐과 동시에 모터가 0도에서 90도로 회전하였다. 모터에 부착한 일종의 마찰제가 바퀴에 마찰력을 주어 급격히 속도가 줄어들었고 얼마 가지 못해 멈춘 것을 확인하였다.

04 Expectation 기대 효과

04 기대 효과

도로 위 무법자, ‘킵라니’ 사라지나 ...?

킵라니란 '킵보드'와 '고라니'의 합성어로, 고라니처럼 갑자기 불쑥 튀어나와 다른 차량 운전자나 보행자를 위협하는 전동 킵보드 운행자를 일컫는 말이다. 전동 킵보드, 전동 스케이트보드 등의 개인형 이동수단 이용자가 증가하면서 이들이 일으키는 사고가 빠르게 급증하여 사회 문제가 되고 있다.

본 프로젝트의 아이디어에서 착안하여 개인형 이동수단에 전조등과 경음기를 부착하고 컨트롤러에 긴급 브레이크 기능을 추가한다면, 이용자와 보행자 모두 미처 대처하지 못하는 위험한 순간에서도 안전사고로부터 보호받을 수 있을 것이다.

