

## 2016 지능형모형차 경진대회 보고서

|     |             |
|-----|-------------|
| 학 교 | 경기대학교       |
| 팀 명 | 방금했던        |
| 유 형 | 본경기         |
| 팀 장 | 강일권 (전자공학과) |
| 팀 원 | 권준영 (전자공학과) |

# 1. 개요

## 1.1 설계 배경

한양대에서 개최하는 지능형 모형차 대회를 통해 그 동안 쌓아온 전자, 제어, 통신, 하드웨어, C 언어, 회로 등 전공에 관한 지식을 활용하여 만족할 만한 성과를 보이고 싶었다. 본 대회의 모형차에 적용되는 자율주행 기술을 현재 많은 자동차 제조 기업들의 최근 화두 이고 실제 미래기술이라 생각되어 왔던 이 기술이 실제로 상용화 이전에 있다. 이러한 자율 주행의 기술이 적용된 차는 구글 자동차와 같이 맹인을 위한 자율 주행이 가능할 것이다. 이와 같이 운전이 불편함이 있는 사용자들에게도 도움이 되는 혁신적인 기술로 발전할 수 있다는 가능성을 보았다. 이런 기능이 아니더라도 자동차가 지능을 갖는다는 것은 자동차 사고율을 줄이는 등 사회적으로 도움이 될 수 있다는 점에 매력을 느끼고 대회를 준비하게 되었다

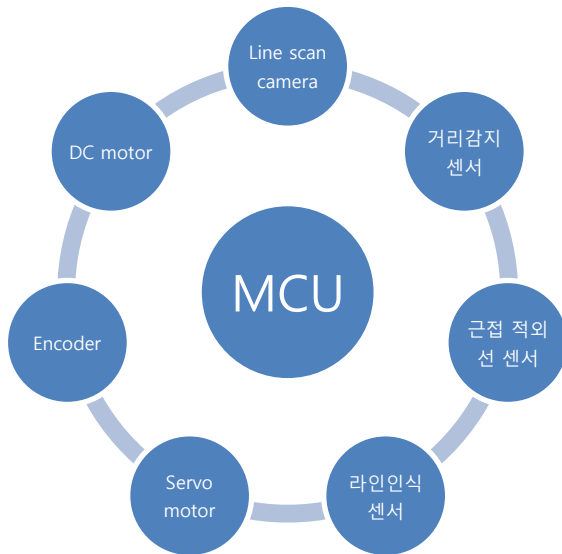
## 1.2 설계 목표

이번 대회의 목표는 트랙에 표시된 두 개의 검정색 라인을 카메라를 통하여 감지하여 빠르고 정확하게 목표 지점까지 코스 이탈 없이 주행하는 것이다. 최근 자율주행자동차 사고가 있었던 만큼 안정도가 가장 중요하다고 생각하였다. 이를 위하여 우리는 무리하게 빠른 속도를 내지 않고 커브 코스의 곡률에 따른 감속, 교차로와 언덕에서의 정확한 주행의 안정성에 초점을 맞추기 위해 두 개의 카메라로 Lane detecting 을 하였으며, 읽어낸 값을 토대로 servo 모터 제어하였다. 목표 속도에 빠르게 도달하고 정확하게 제어하기 위해 모터 제어 방식으로는 PID 제어를 활용하였다.

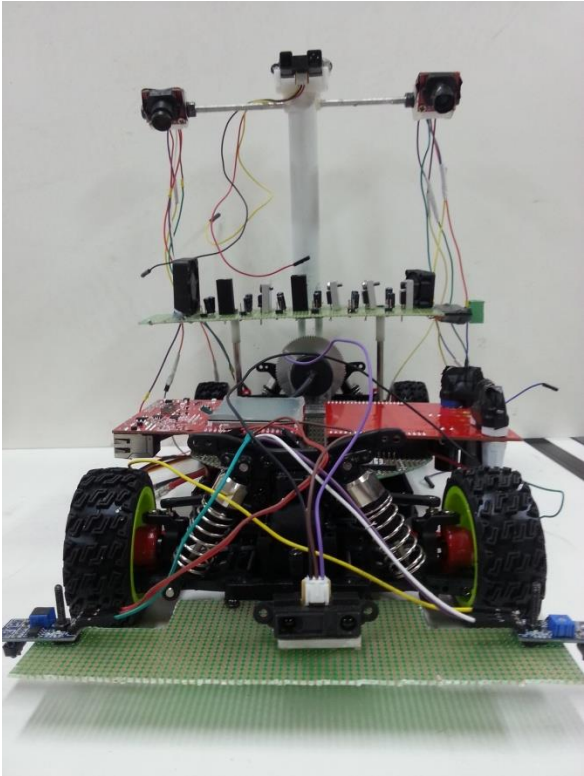
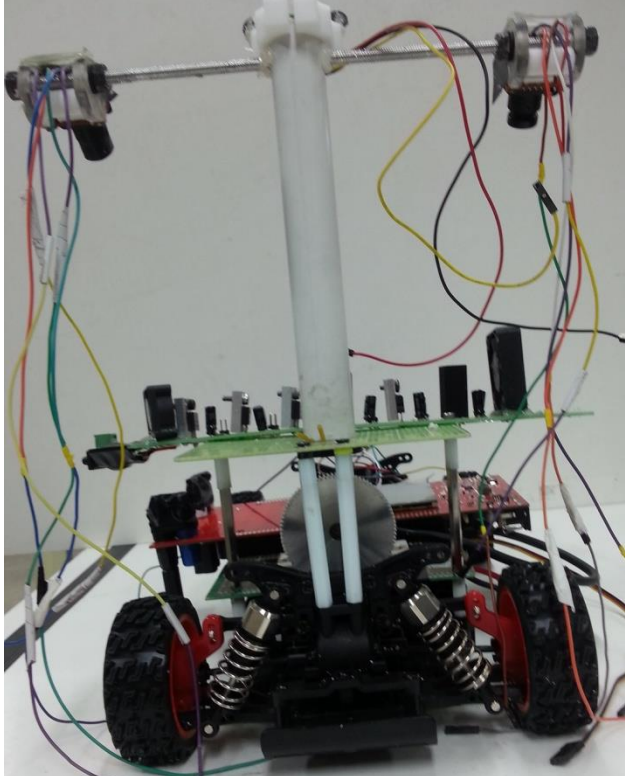
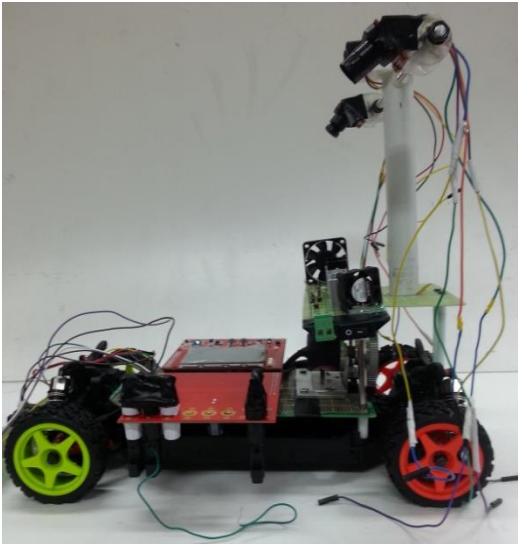
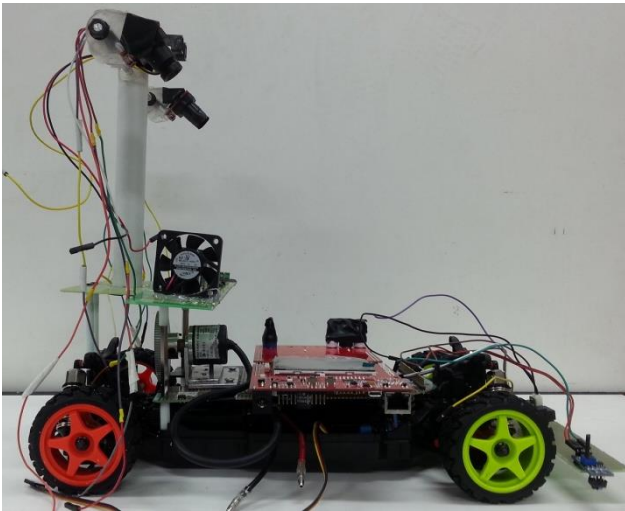
## 2. 설계 내용

### 2.1 하드웨어 구성

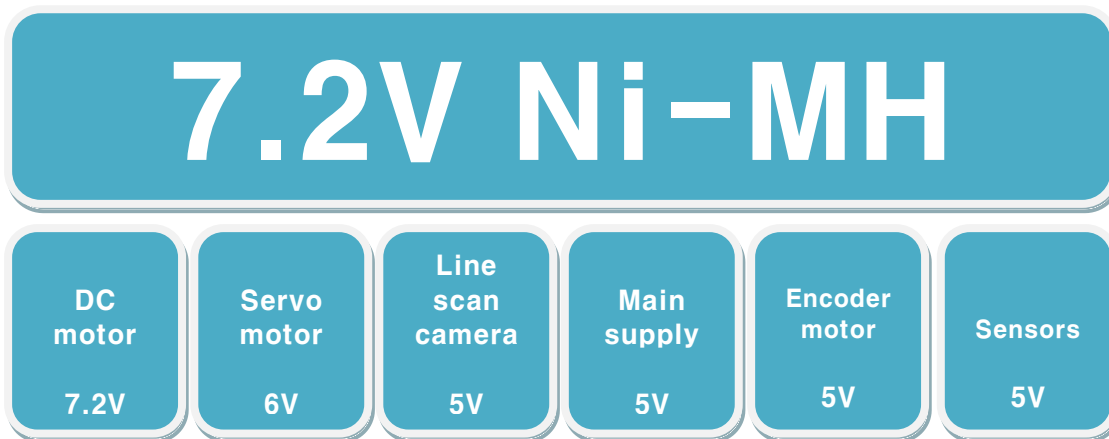
#### 2.1.1 전체 하드웨어 구성도



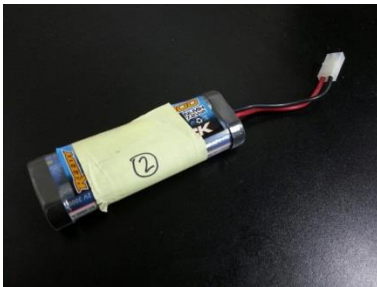
## 2.1.2 전체 외관

| 정면  | 후면   |
|---|--|
|   |   |
| 좌측면   | 우측면  |
|  |  |

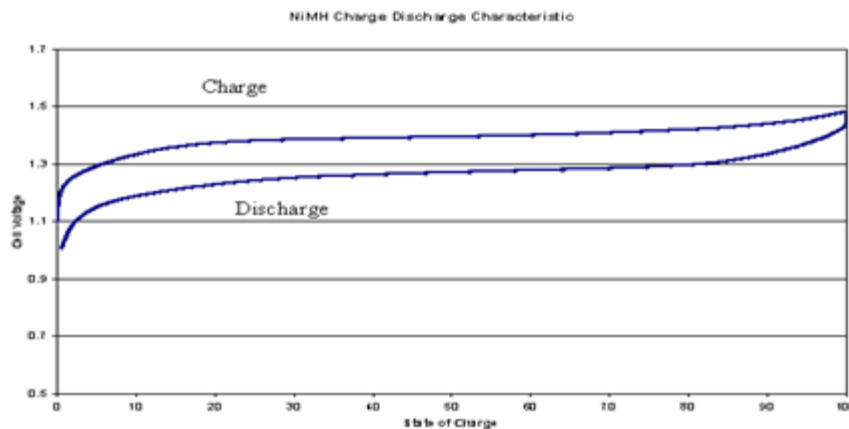
### 2.1.3 전원부



#### 2.1.3.1 Ni-MH battery



자동차의 전원공급원으로는 7.2V 3000mAh Ni-MH battery(1.2V 6cell)를 주문제작하여 사용하였다. Ni-MH 타입의 배터리의 장점은 높은용량(NiCd 전지의 약 2배)과 작은 메모리 효과, 저렴한 가격, 과방전·과충전에 잘 견디며 급속충·방전 가능, 친환경성 등을 들 수 있다. 또한 배터리를 사용할 때 자가방전률이 높은 편이므로 수시로 충전하는 방법으로 관리하였다.



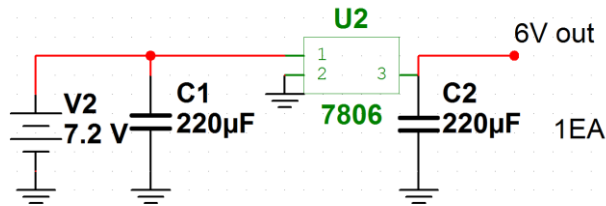
#### -NiMH battery의 사용시 전압변화그래프,

Li-Ion battery 는 사용시 80%의 전압으로 떨어지면 제 기능을 못하는 단점이 있는 반면 Ni-MH battery 는 오랜 시간 일정 전압으로 사용이 가능하다.

#### 2.1.3.2 DC motor

DC 모터의 경우 7.2V 의 높은 전압을 요구하므로 regulator 를 거치지 않고 모터드라이브에 바로 연결하였다.

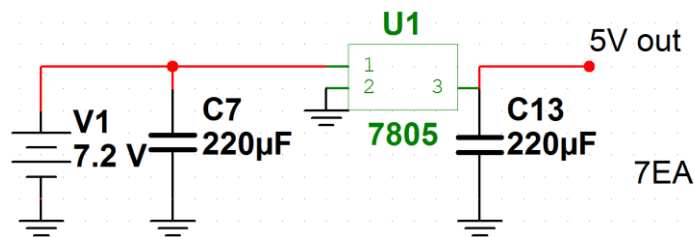
### 2.1.3.3 6V regulator



- 6V regulator 부 회로도

서보모터를 0.16 sec/60 °로 제어하기 위해서는 6V의 전압이 필요하다. 안정적으로 전원을 공급해주기 위하여 Regulator인 LM7806를 선택하였다. 인가전압과 출력 전압의 차이가 작더라도 문제가 되지 않는다. 서보가 동작할 때 전류가 많이 발생하는 편이므로 수용전류가 3A로 충분함을 확인하였다.

### 2.1.3.4 5V Regulator



- 5V Regulator 회로도

5V 전압이 필요한 부품으로는 Encoder, 거리측정적외선센서, 방열팬, 근접적외선센서가 있다. 고주파 부품들이 함께 연결할 경우 잡음이 생기거나 순간적으로 부하가 걸렸을 경우 과전류나 큰 전압 강하로 인해 주행에 차질이 생길 수 있기 때문에 독립적으로 전원을 구성하였다. Encoder, 적외선센서, 방열팬, 근접적외선센서에는 KIA7805A 를 사용하였다.

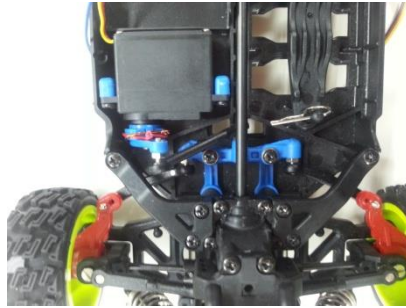
### 2.1.4 조향부



Steering Servo motor 로는 HITEC 에서 나온 H-311 을 사용하였는데 스펙은 대략 다음과 같다.

|      |                  |               |
|------|------------------|---------------|
| 인가전압 | 4.8V             | 6V            |
| 속도   | 0.19 sec/60 °    | 0.15 sec/60 ° |
| 토크   | 3 kg-cm          | 3.5 kg-cm     |
| 크기   | 40 X 20 X 36.5mm |               |
| 무게   | 43g              |               |

원만한 조향을 위해선 높은 토크와 빠른 반응 속도가 필요하다. 따라서 서보모터의 레귤레이터로부터 6V 를 인가하여 사용하였다.



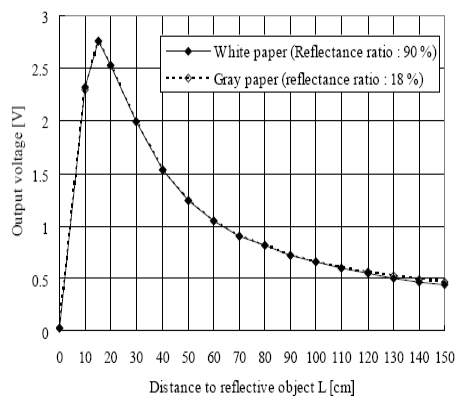
-서보모터 장착 후의 사진

## 2.1.5 센서부

### 2.1.5.1 적외선거리감지센서



장애물을 인식하여 비상 제동하는 시스템이 필요하다. 따라서 적외선 거리감지 센서를 이용하여 장애물을 인식하고 브레이크 시스템을 이용해 비상제동시스템을 구현하였다. 전방에 장애물이 있을 경우 적외선 거리감지 센서가 동작하여 DC 를 PID 제어로 역으로 힘을 가해 목표 값인 0 에 도달하여 제동을 하게 구현하였다.

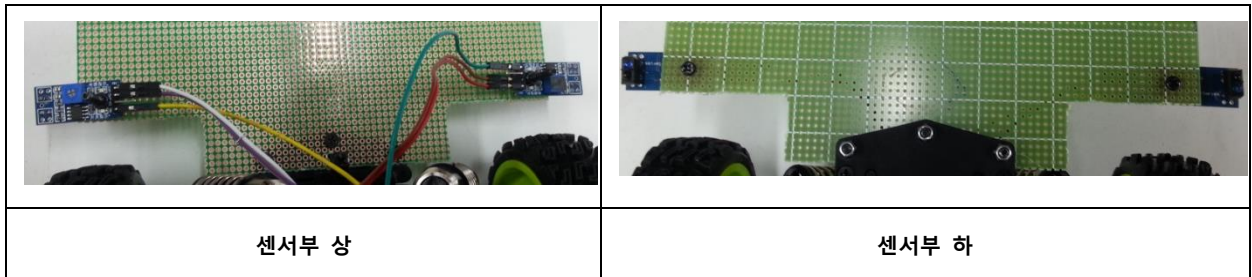


- 거리감지센서의 출력전압그래프, 거리감지센서 장착 후의 모습

### 2.1.5.2 근접적외선 센서



속도 제한 구역에서 장애물을 인식 했을 시 회피로를 사용 하여 주행하여야 한다 우리는 TCRT5000 을 사용하여 차선의 이탈 을 확인하는 용도로 사용하였고 속도제한 구역의 진입과 이탈 의 확인 또한 이 센서를 이용하였다.



### 2.1.5.3 적외선 거리 센서



(GP2Y0A02YK0F)

언덕 주행시 라인센서가 주행로를 놓치는 경우가 발생한다. 그 상황을 방지하기 위해 적외선 거리센서를 설치하여 언덕을 인식시키고 인식된 경우 조향을 제한하는 역할을 하였다.

### 2.1.6 모터드라이브 및 보드



대회 주최측에서 지급받은 KIT\_AURIX\_TFT\_EXT 에 내장된 BTN8982TA 로 구성된 H-bridge 회로를 사용하였다. Normal Operation 전압 범위가 8~18V 로 배터리의 전압에 비해 높았지만 주행시 문제는 없었다.

### 2.1.7 방열팬



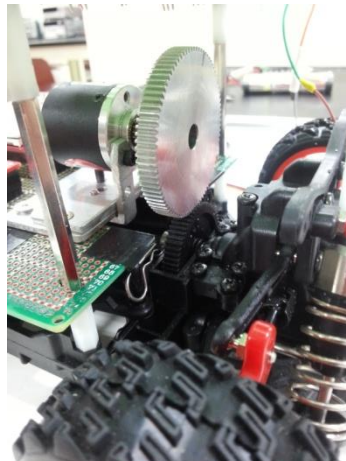
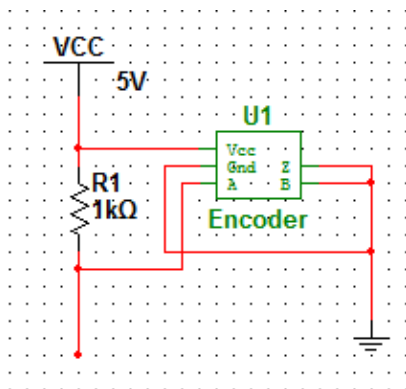
전원부 회로에는 Linear Regulator 가 많이 사용되는데, Linear Regulator 는 열이 많이 발생하여 소자가 파손될 수 있음을 알게 되었다. 이를 방지하기 위하여 전원부 회로쪽에 ADDA 사의 AD0405UB-G73 방열팬을 설치하여 보완하였다.



## 2.1.8 Encoder

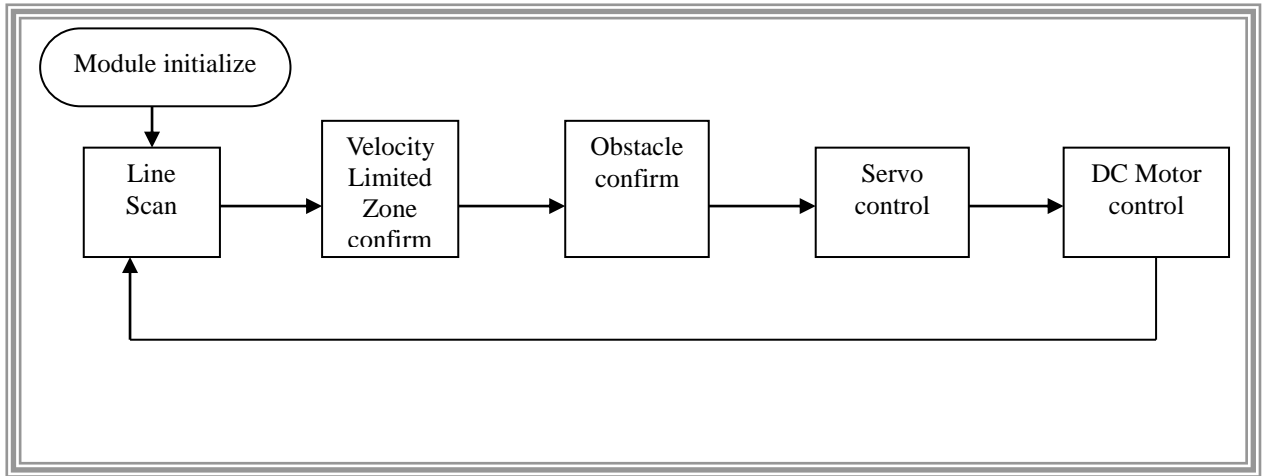


PID 제어를 위해 Autonic 社の E30S4-200-3-N-5 를 사용하였다. 5V 의 동작전압과 출력을 가지며 한 바퀴 회전당 100 개의 펄스를 발생시킨다.



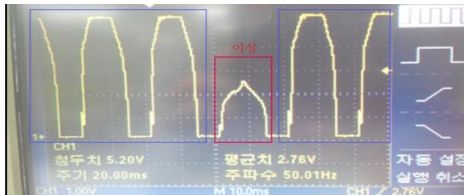
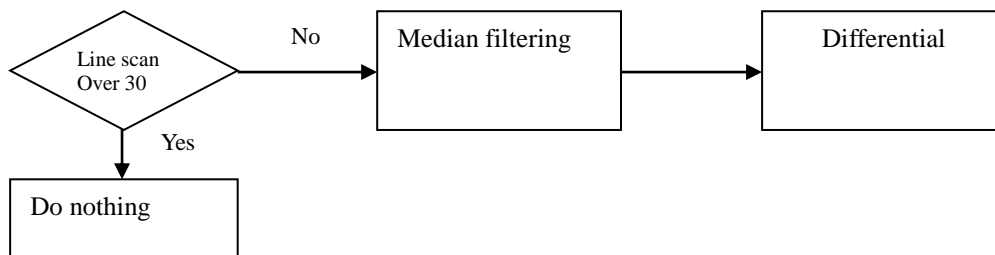
- Encoder 부 회로도, Encoder 장착 후 모습

## 2.2 소프트웨어구성



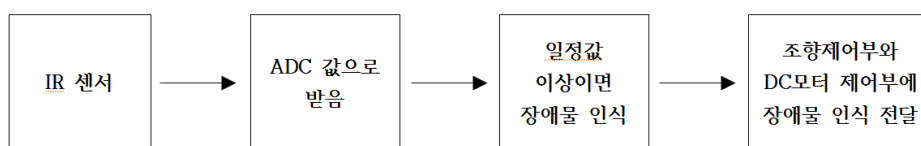
< 전체 반복 순서도. 주기는 20ms 이며 같은 작업을 반복한다. >

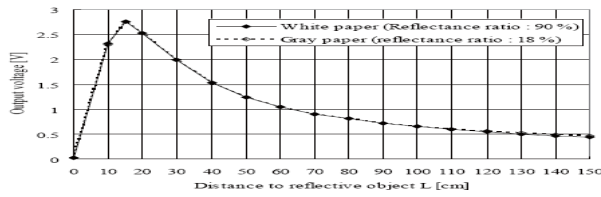
### 가. Line search 부



- ① 위와 같이 속도제한 미션에 들어 갔을 때 30 개 이상의 값의 변화가 있을 경우 미션구역으로 판단, 그전의 상태의 조향 (survo PWM) 과 속도(DC PWM) 값을 그대로 사용한다
- ② 30 개가 넘지 않는 경우 미디안필터를 적용시켜 고주파 성분을 제거 한다.
- ③ 트레쉬홀드 값을 기준으로 라인을 인식 할 경우 주변 밝기 변화에 따라 트레쉬 홀드 기준값이 변해야 함으로 미분을 사용, 가장 기울기가 큰 값을 라인으로 인식하기로 했다.

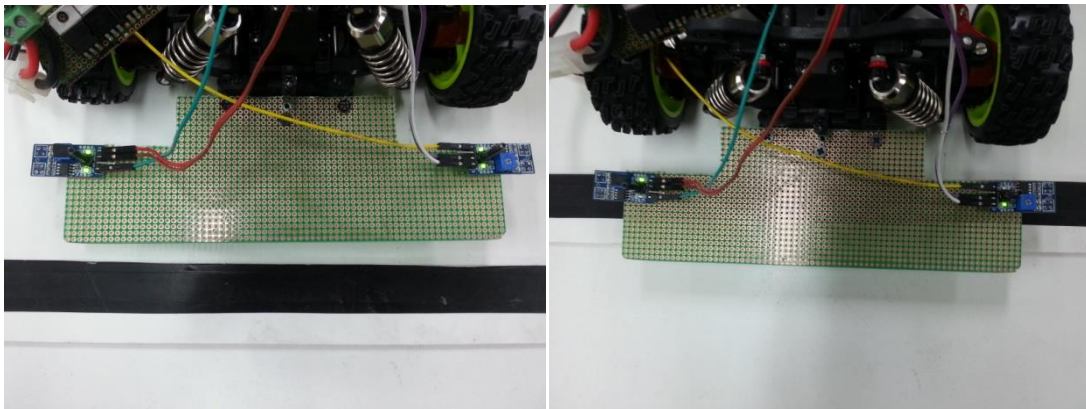
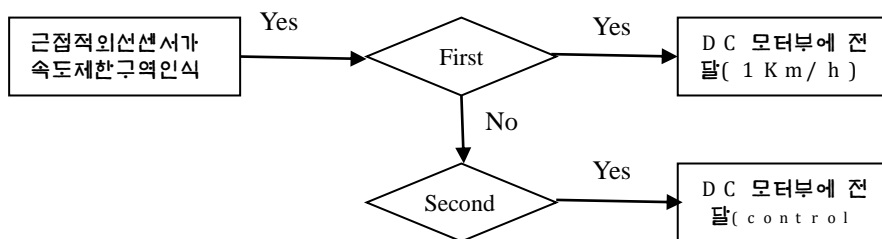
### 나. 장애물 인식 부





- ① IR(적외선) 센서가 작동하여 거리(cm)에 따른 전압이 나온다.
- ② 전압을 ADC 처리하여 디지털 값으로 변환하여 받는다 ( 0V = 0, 5V = 1023)
- ③ 디지털 값이 일정 값 이상이면 장애물을 인식한 것으로 판별
- ④ 장애물 판단하여 <조향 제어부>와 <DC 모터 제어부>에 전달한다.

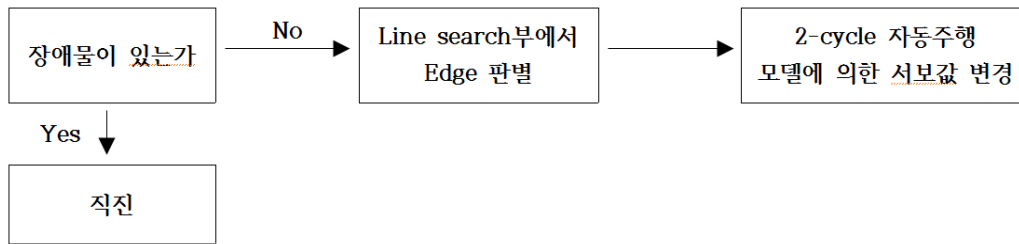
#### 다. Speed control zone 인식 부



-속도 제한 구역 인식 전 , 후 ( LED 가 꺼짐으로서 인식되고 있음을 알수있다.)

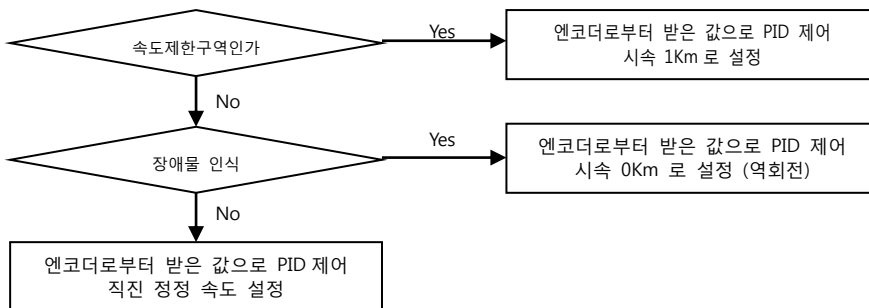
- ① Speed control zone 을 인식을 위해 근접 적외선 센서 설치,
- ② 양쪽 근접적외선 센서가 인식 됐을 때 speed control zone mode 돌입
- ③ 속력 1Km/h 제한 및 장애물 인식시 회피로 이용
- ④ 2 번째 speed control zone line 이 찍히기 전까지 시속 1km 로 주행

## 라. 조향 제어 부



- ① 장애물이 있다면 직진조향을 한다.( IR 센서가 장애물을 계속 찍도록한다.)
- ② <Line search 부> 에서 받은 Edge 를 근거로 servo 모터의 PWM 을 변화시킨다.

## 마.DC 모터 제어부



- ① 속도 제한 구역을 최우선으로 하고 장애물이 있다고 판별되면 PID 제어를 통해 속도를 1Km/h 로 한다
- ② 속도 제한 구역이 아닐 때 장애물이 있다고 판별되면 PID 제어를 통해 속도를 0 로 하고 역회전 방향으로 설정한다.

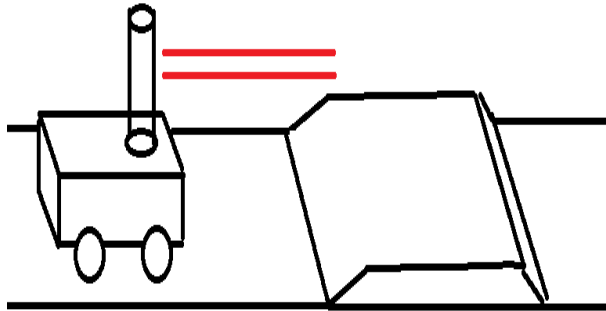
우리의 엔코더는 1 바퀴당 100 개의 펄스를 내는데(연결 톱니바퀴의 비는 1:1 이다)  
모형차 바퀴의 지름은 6.5cm 이고 바퀴의 원주는  $3.14 \times 6.5\text{cm} = 20.41\text{cm}$  이다.  
즉 우리 엔코더는 15.7cm 를 갈 때 100 개의 펄스를 낸다.  
시스템의 주기가 20ms 이고  $1\text{Km/h} = 0.555\cdots \text{cm}/20\text{ms}$  이다.

$0.555 : 20.41 = \chi : 100$ , 그리고  $\chi = 2.7192$  개의 펄스가 나오도록 해야되는데 펄스의개수는 정수 이고 1km/h 의속도 보다 빠르면 안되므로 우리는 2 개의 펄스가 유지되도록 PID 제어 한다.

- ③ 직진일 때 우리가 원하는 속도, 엔코더의 펄스를 유지하도록 PID 제어한다.

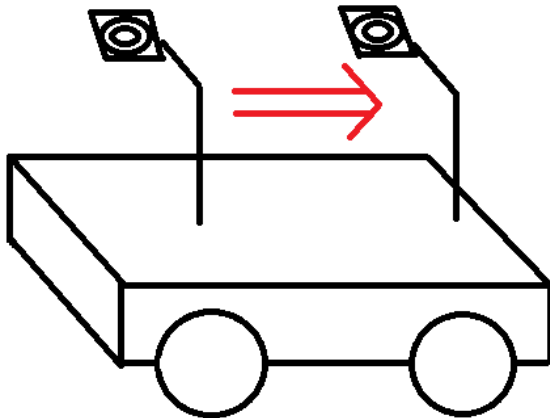
### 3. 주요 장치 이론 및 적용 방법

#### 3.1 적외선 거리 감지 센서의 언덕 및 장애물 식별



자율 비상 제동 구간을 위해 적외선 거리 감지 센서를 사용하게 되는데, 차의 아래쪽에 센서를 장착할 경우 언덕 코스를 장애물로 인식하고 모형차가 정지할 위험이 있다. 따라서 지면으로부터 10cm 이상 이격시켜 설치하여 언덕을 장애물로 인식하지 않게 하였다.

#### 3.3 Line Scan Camera 의 위치 선정



처음에 Line scan camera 를 차체의 가운데에 위치시켜 센싱을 하였는데 센싱점과 차체와의 거리가 좀 있다(약 30cm). 소프트웨어에서 딜레이를 주어 제어해도 읽어낸 값과 제어 시간과의 사이에 오차가 발생하였는데 카메라의 위치를 뒤쪽으로 이동시킴으로써 해결하였다. 또한 더 넓은 범위의 라인을 스캔할 수있으므로 회전시 놓칠 수 있는 라인을 잡을 수 있었다.

## 4. 결론 및 토의

### 4.1 결론

학과 공부와 함께 4 달에 걸친 장기간 대회 준비로 인해 피로할 것을 대비하여 매주 화, 목, 토로 주 3 일, 시험기간 1 주를 제외하고 모임을 갖는 것을 기본으로 하였다. 대회 막바지에는 만족할 만한 성과를 얻기 위하여 실험실에 다같이 모여 숙식을 해결하며 밤낮으로 모형차의 데이터 값을 추출하고, 제어 알고리즘을 구상하며, 하드웨어적인 방안을 수정에 수정을 거듭 하였다. 이렇다 보니 자연히 서로 의지하며 친해지고 전공에 대한 지식뿐만 아니라 그 외의 자동차에 관련된 지식이 늘어날 수 밖에 없었다. 문제점이 해결 불가능일 때는 연구실에 있는 석, 박사님과 교수님에게 자문을 구하고 학교 산업체에 있는 연구원분 에게도 찾아가 자문을 구하는 등 가능한 모든 수단을 동원하여 해결을 해냈다. 어떤 일이라도 하고자 하는 의지가 강하다면 해결이 가능하다는 것을 알게 되었고, 이론과 실체는 큰 차이가 있어 많은 보완이 필요함을 몸으로 체험할 수 있었다.

### 4.2 개선할 점

레귤레이터의 발열로 인한 회로 손상을 막는 것이 큰 관건이었다. 다행히 사전에 조사를 많이 한 뒤 회로를 설계한 덕에 회로 손상이 일어나지는 않았지만 차를 시험 주행하면서 불안한 마음은 덜 수 없었다. switching Regulator 로 대체하여 사용 할수 있지만 노이즈가 커짐으로 사용하지 않았다. 기회가 된다면 회로를 공부하여 더 효율적인 설계를 해보고 싶다.

### 4.3 체크리스트

| ★한양대지능형모형차체크리스트★ |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|                  | 7/2 | 7/3 | 7/4 | 7/5 | 7/6 | 7/7 | 7/8 | 7/9 | 7/10 |
| 배터리충전상태&         | ○   | ○   | ○   |     |     | ○   | ○   | ○   | ○    |
| 배터리출력확인          | ○   | ○   | ○   |     |     | ○   | ○   | ○   | ○    |
| 서보모터연결           | ○   |     | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○    |
| DC모터연결           | ○   |     | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○    |
| 카메라연결            | ○   |     | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○    |
| 카메라초점확인          |     |     | ○   | ○   |     | ○   | ○   |     | ○    |
| 적외선센서동작확인        | ○   |     | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○    |

모형차 완성 이후 체크리스트를 작성하여 작동상태, 개선할 점을 찾아내고 보완하는데 활용하였다. 표로 만들어서 인쇄 후 보면서 하나씩 체크하니 시험 주행의 효율이 더 높아졌던 것 같다.

## Appendix –부품 목록

| 제조사               | 부품명                  | 수량 | 사용목적                |
|-------------------|----------------------|----|---------------------|
| infineon          | TC-237               | 1  | Main board          |
| infineon          | KIT-AURIX-TFT-MC-EXT | 1  | Motor driver        |
| Freescale         | Line scan camera     | 2  | Line scan camera    |
| HITEC             | H-311                | 1  | Steering Servobotor |
| Sharp             | GP2Y0A02YK           | 2  | 적외선 센서              |
| Autonics          | E30S4-200-3-N-5      | 1  | Encoder             |
| Reedy             | Ni-MH battery        | 1  | battery             |
| Texas instruments | LM7806               | 1  | 전원부                 |
| Texas instruments | LM7805               | 5  | 전원부                 |
|                   | TCRT5000             | 2  | 라인센싱용               |
| ADDA              | AD0405UB-G73         | 2  | 방열팬                 |