

2019지능형모형차 경진대회 보고서

학 교	한양대학교 ERICA
팀 명	팀명정할려면술마셔야하는데
유 형	본 경기
팀 장	강동혁 (소프트웨어학부)
팀 원	남현실 (소프트웨어학부) 신재복 (소프트웨어학부) 김나연 (소프트웨어학부) 이하영 (소프트웨어학부)

1. 개요

1.1 설계 배경

현대에는 4차 산업혁명으로 여러 기술들이 생겨나고 특히 인공지능을 이용한 자율주행 자동차에 대한 전세계적으로 사람들의 관심이 높아졌다. 또한, 국내에서 자율 주행 자동차는 국토교통부에서 8대 혁신 성장 동력으로 선정할 정도로 각광받는 분야이다. 자율 주행 자동차란 인간의 운전 없이 알고리즘에 의해 자동으로 주행할 수 있는 자동차로, 레이더, LIDAR, GPS, 카메라등 주변 보조장치와 센서로 주위의 환경을 인식하여 목적지를 지정하는 것만으로 자율적으로 주행할 수 있는 것을 말한다. 컴퓨터로 제어를 하기 때문에 운전자의 부주의로 인한 사고 확률을 줄여주고 교통 혼잡 해소에 기여하며, 나아가 연료 소비량까지 줄일 수 있다. 그러나 최근 우버 자율 주행 자동차 사고 사례에서 알 수 있듯이 상용화되기 위해서는 기술적인 문제를 극복해야 한다는 과제가 존재한다. 이러한 흐름에 맞춰 모형 자율 주행 자동차를 설계해 봄으로써 자율 주행 자동차 개발에 기여할 수 있을 것으로 생각하여 관심을 갖게 되었다. 자율 주행 자동차를 제어하기 위한 임베디드 제어 시스템을 직접 개발하고 센서를 다뤄 각자의 전공 지식을 활용하고 발전시킬 수 있는 기회라고 생각하여 대회에 참여하게 되었다.

1.2 설계 목표

주행 중 차선을 이탈하지 않게 하기 위해 총 세대의 라인 스캔 카메라를 사용하였다. 좌우에 달린 카메라는 양끝의 차선을 인식하여 모형차가 차로를 잘 달릴 수 있게 하고, 가운데 카메라는 커브 등의 차로 모양을 인식하여 바퀴를 제어할 수 있게 한다. 이를 통해 모형차가 차선에서 벗어나지 않고 안정적으로 주행할 수 있도록 설계하였다.

라인 스캔 카메라는 기본적으로 실선을 인식하여 차로를 파악하는데, 속도 제한 구역을 감지하기 위해 검은 선과 흰색 선이 번갈아가며 배치된, 점선으로 된 미션 구간을 판단하도록 하였다. 또한 속도 제한 구역과 자율비상제동 구간을 주행하던 중 적외선 센서를 사용하여 장애물을 감지하여 적절한 행동을 취하도록 했다. 이때 속도 제한 구역에서는 라인 스캔 카메라를 통해 모형차의 양쪽 차선을 인식하여 어떤 방향으로 장애물을 회피할 것인지 결정하게 하고, 자율비상제동 구간에서는 비상 정지하도록 알고리즘을 설계했다. 위 설계 목표에서 광범위하게 사용되는 속도 제어 기능을 위해 엔코더를 활용하여 현재 속도를 알 수 있게 했고, 구간별 목표에 맞춰 안정적으로 주행할 수 있도록 PID 제어를 통해 원하는 속도로 빠르고 정확하게 조절할 수 있도록 설계하였다.

2. 설계 내용

2.1 하드웨어 구성

2.1.1 하드웨어 개요도

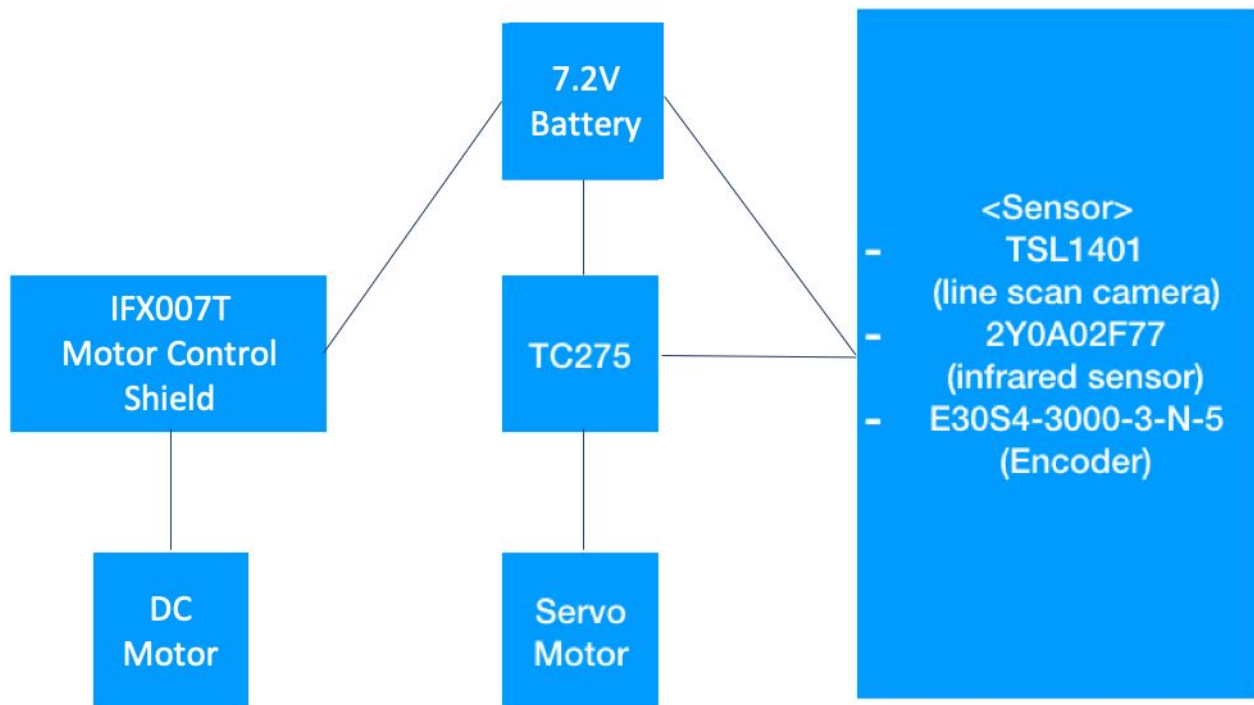


Figure 1. 하드웨어 개요도

7.2V 배터리를 각각의 보드(IFX007T, TC275)와 센서(TSL1401, 2Y0A02F77)에 연결해 전력을 공급했다. TC275는 메인 보드로 IFX007T와 센서들, 서보 모터를 제어하고, IFX007T는 U, V 값을 TC275로부터 얻어 DC모터와 연결하여 주행속도를 제어했다. 브레드보드를 이용하여 라인 스캔 카메라(TSL1401), 적외선 센서(2Y0A02F77), 엔코더(E30S4-3000-3-N-5)를 TC275와 연결하여 데이터를 받았다. 라인 스캔 카메라는 총 세 대를 사용했고, 중앙과 양 옆에 달아 차선을 인식하게 했다.

2.1.2 회로도

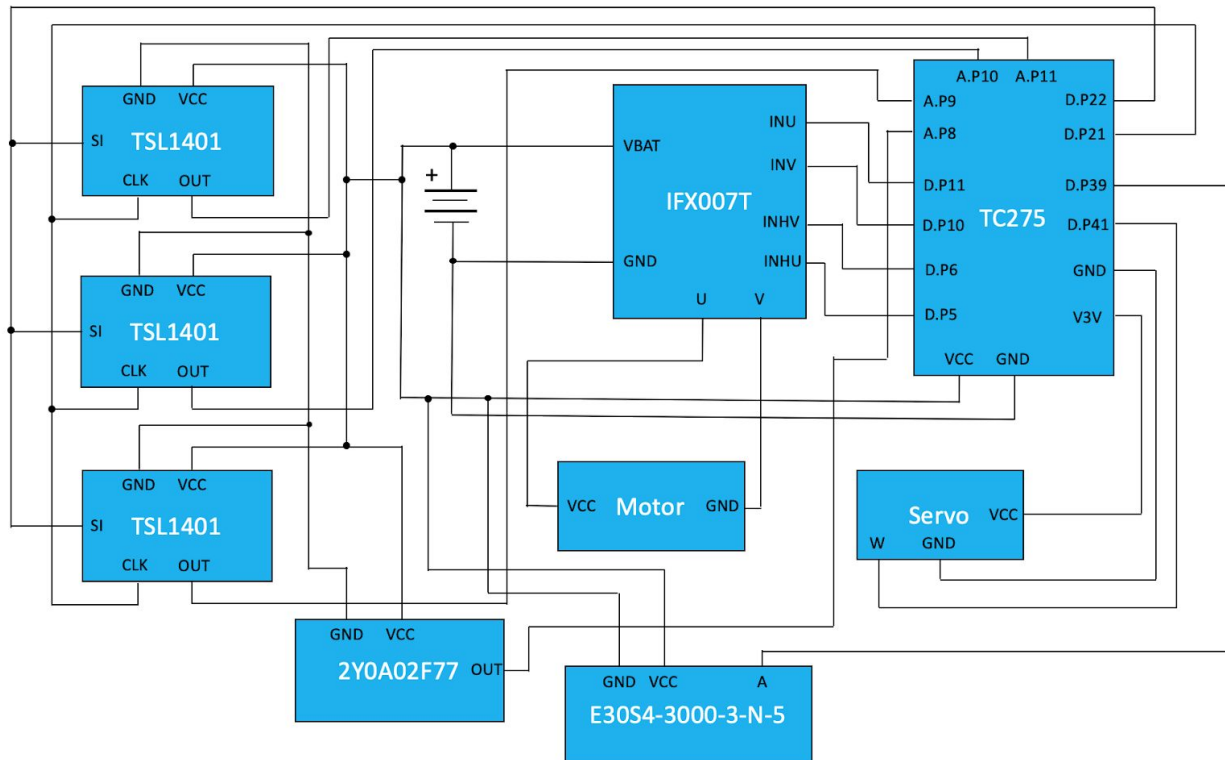


Figure 2. 하드웨어 회로도

2.1.3 센서부

2.1.3.1 라인 스캔 카메라

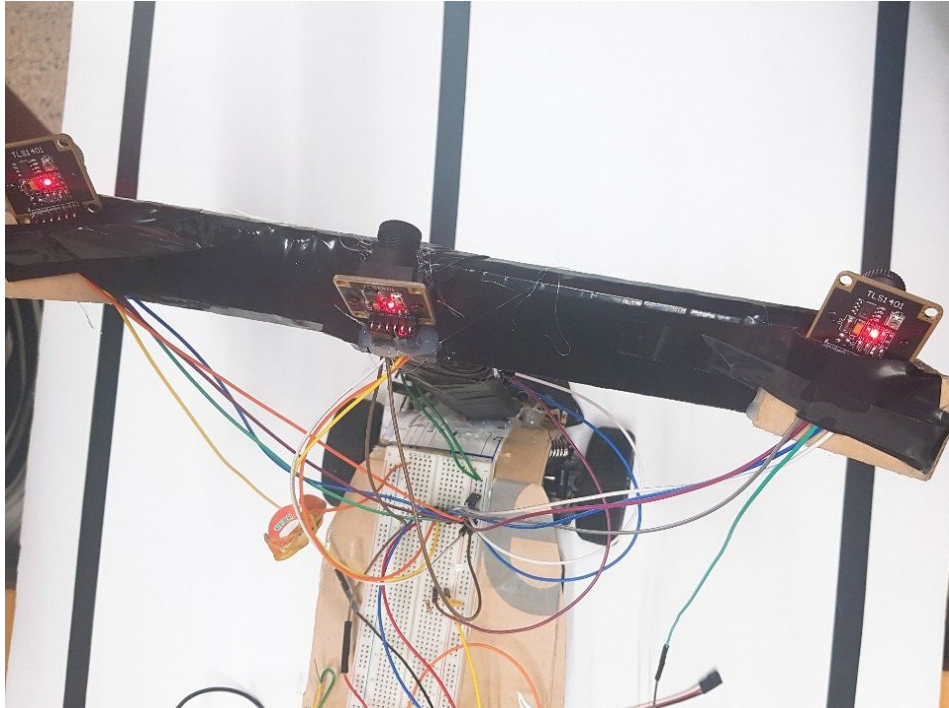


Figure 3. 라인 스캔 카메라

라인 스캔 카메라를 사용하여 차선을 인식 할 때, 오차를 고려하여 데이터의 양 끝의 5% 정도 제거한 후, 나온 데이터를 사용하였다. 저항을 사용하였을 때, 검은색 차선이 해당하는 부분의 값이 흰색 부분(도로)의 값과 확연한 차이를 보이기 때문에 이를 통해 차선을 구분할 수 있었다. 정확도를 높이기 위하여 카메라 세대를 이용하였고 각각 중앙과 양 옆에 위치시켰다. 가능한 멀리, 정확하게 보기 위해 최대 높이인 지면으로 부터 30cm 정도 위에 카메라를 설치하고, 용도에 맞게 각각 각도를 조절했다. 중앙 카메라는 곡선 구간, 속도제한구역 구간 등을 미리 인지할 수 있도록 더 넓은 시야에서 라인을 검출할 수 있게 했다. 라인스캔을 통해 얻어낸 아날로그 값을 배열에 저장하고 아날로그 핀(P9, P10, P11)을 통해 TC275에 데이터 값을 전달해서 앞으로 어떤 행동을 취할지 결정하게 했다.

2.1.3.1 적외선 센서

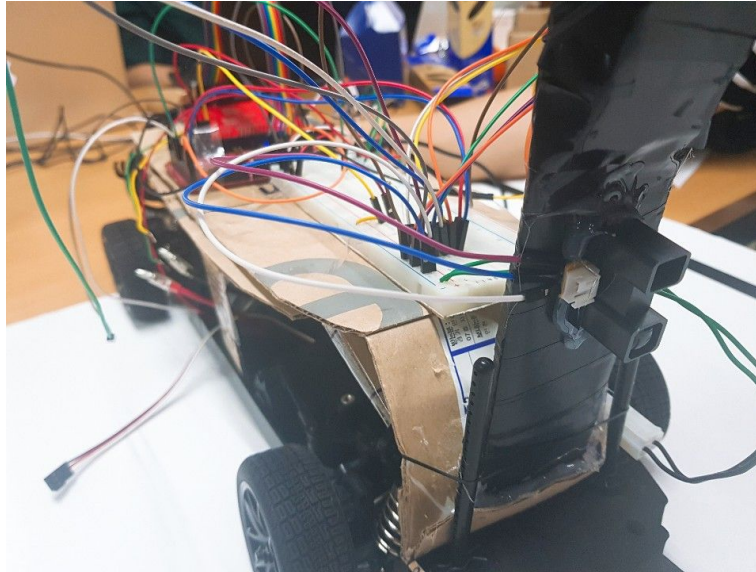


Figure 4. 적외선 센서

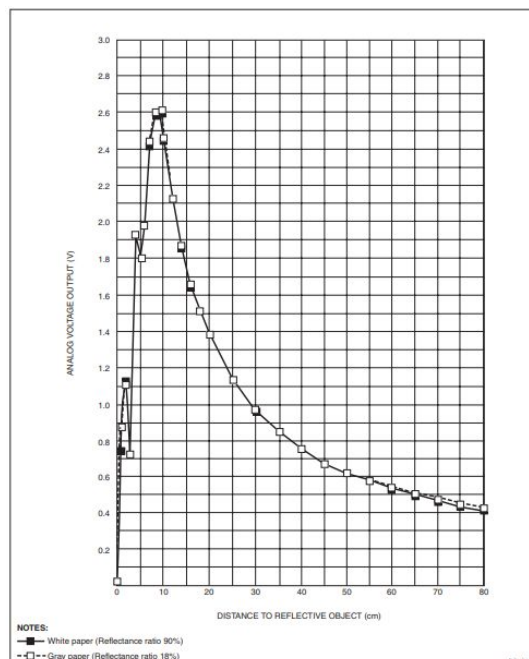


Figure 5. 거리에 따른 인식 값

적외선 센서를 통하여 80 ~ 6cm의 범위에 장애물과 언덕이 나타나면 언덕을 인식하게끔 하였다. 장애물과의 거리가 80cm 떨어진 시점에서부터 인식이 시작되며 10cm까지 점차적으로 OUTPUT 값이 올라가다가 10cm에서 최대가 된다. 그 뒤 기하급수적으로 값이 떨어지며 6cm이하에선 인식이 되지 않는다. 따라서 모형차로부터 80cm이내에 장애물이 등장할 시 모형차는 속도를 늦추어 차선을

변경하거나 급제동 할 수 있도록 한다.

2.1.4 구동부(DC Motor)

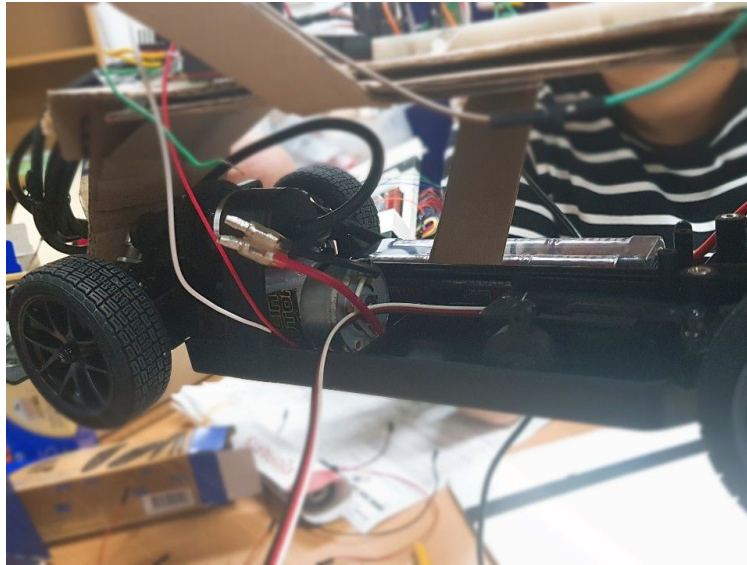


Figure 6. DC모터

본래 부착되어 있는 DC모터를 그대로 사용하였다.

2.1.4.1 엔코더



Figure 7. 엔코더

모터 속도를 조절하기 위해 PID 제어를 하려면 현재 차량의 속도를 알아야 하기 때문에, 정확한 현재 주행 속도를 측정하기 위해 DC모터의 기어부분에 엔코더를 연결했다. DC모터 기어와 맞물리는

톱니바퀴를 엔코더에 붙여 속도를 알 수 있게 했다. 이를 위해 DC모터의 기어부분과 연결하기 위해 기어박스의 상단부분을 제거했다.

2.1.5 전체 하드웨어 구성(차체 사진)

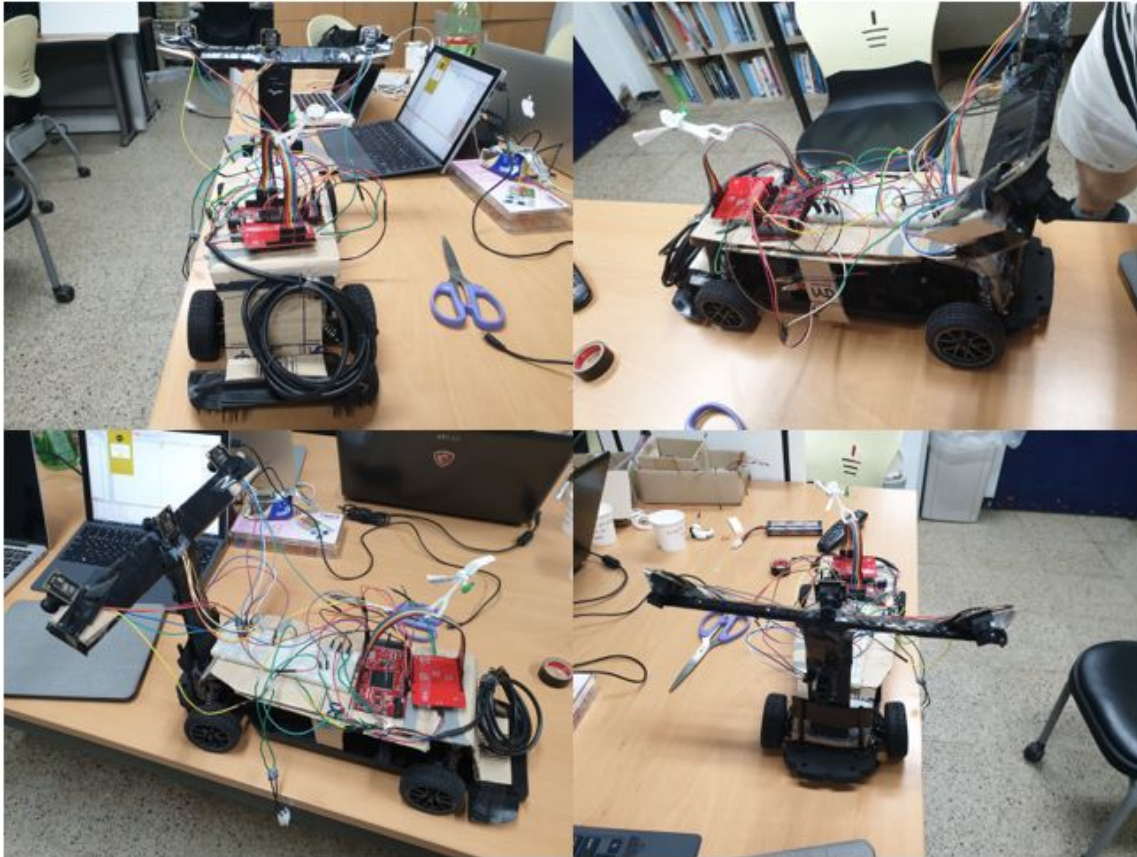


Figure 8. 모형차 외관

2.2 소프트웨어 구성

2.2.1 Lane Detecting

라인 스캔 카메라의 측정 결과값의 정확도를 높이기 위해 Median Filter, Sharpening, Stretching를 사용했다. Median Filter는 측정값의 노이즈를 줄여주는 역할을 하며 Sharpening로 값을 반전시켜 라인에 해당하는 부분을 높은 값의 임계값을 통해 얻을 수 있게 했다. Stretching를 통해 흰색과 검은색의 측정값 차이를 극명하게 만들었다.

2.2.2 트랙 종류 별 알고리즘

2.2.2.1 AEB

모형차 앞 정중앙에 위치한 적외선 센서를 이용하여 전방 80cm 이내에 있는 장애물을 인식 할 수 있게 했다. 적외선 센서로부터 데이터가 메인보드로 전달되면 PID값을 계산하여 주행속도를 제어해 최종적으로 장애물에 부딪히기 전에 멈출 수 있도록 했다.

2.2.2.2 속도 제한 구역

중앙에 있는 라인 스캔 카메라가 속도 제한 구역을 나타내는 점선을 인식하면, PID 제어를 통해 모형차가 적절한 주행속도로 달리도록 하고, 적외선 센서로 80cm 이내의 전방 장애물을 인식하여 신속하게 차로를 변경하게 했다. 이 때 양 끝의 라인 스캔 카메라를 이용해 점선과 실선을 파악하여 장애물이 없는 차로의 방향을 알아내어 해당 차로로 바꿀 수 있도록 했다. 이는 주행을 하는 동안 속도 제한 구역을 인식하면 적절하게 행동을 취하도록 한다.

2.2.2.3 직선

라인 스캔 카메라에서 얻은 값으로 서보모터를 제어하여 모형차를 차로 가운데로 주행하도록 한다. 좌우의 카메라로 양쪽 끝 차로를 비교해 모형차가 한 쪽으로 치우칠 경우 반대로 가서 중앙 주행을 유지하도록 한다.

3. 주요 장치 이론 및 적용 방법

3.1 PID

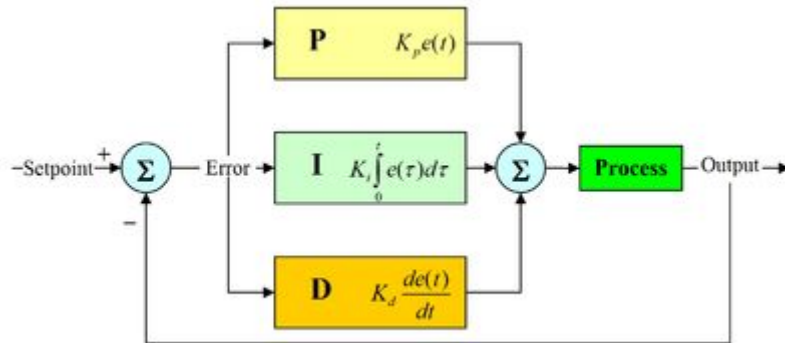


Figure 9. PID

PID란 비례(Proportional), 적분(Integral), 미분(Differential)의 앞글자를 따온 단어이다. 비례와 적분, 미분의 조합을 통해 적절한 값을 도출해 제어에 응용하는 기법이다. 기본적으로 제어하고자 하는 대상의 출력값을 측정하여 설정값과 비교하여 오차를 계산하고, 이 오차값을 이용해 제어에 필요한 제어값을 계산하는 방식이다.

이 PID제어를 통해 목표한 속도값에 빠르게 도달할 수 있도록 구현했다.

4. 결론 및 토의

- 강동혁 : 작년에 2018지능형모형차경진대회에 참가했던 경험으로 동아리 회원들하고 2019년 지능형모형차경진대회에 참여하였다. 작년과 똑같은 보드를 사용하여 경험을 어느정도 이용해 할 줄 알았으나 새로운 보드들이 등장해 하드웨어 구성에 어려움을 겪었다. 하지만 팀원들과의 협력으로 어려움을 극복했고, 작년보다 얻은게 많은 좋은 경험이었다.
- 신재복 : 평소에 하드웨어를 많이 다룰 일이 없어 전선 연결, 부품 조립 등을 할 일이 없었지만 이번 지능형 모형차 경진대회에 참여하면서 여러 경험들을 하면서 재밌었다. 또한 임베디드를 통해 하드웨어의 세세한 부분을 조절할 수 있어서 기분이 좋았다. 팀원들과 하드웨어 제어에 대해 토론하고 센서를 어떤 식으로 활용할지에 대해 이야기하는 과정도 좋았다.
- 남현실 : 학교에서 이론으로만 배우던 하드웨어 부분을 실제로 다뤄 볼 수 있어 좋았다. 처음에 용어의 약자와 부족한 하드웨어적인 지식 때문에 어려움이 컸지만 자료 서칭과 실제 구동을 통해 이해력이 높아지면서 재미를 느끼게 되었다. 최근에 만들어진 보드라 포럼에 정보가 부족하여 힘들었지만 이 또한 뜻깊은 경험이었던 것 같다.
- 이하영 : 직접 회로를 구상하고 하드웨어에 직접 코딩을 해보는 좋은 기회였다. 보드 설명서를 읽으면서 회로가 코드와 어떤 관계가 있는지 알게 되었다. 특히 모터 제어할 때는 두개의 보드를 이용해 제어 해야 했어서 꽤 애먹었지만 전격 전압/전류를 고려하여 해결했다. 이런 경험을 통해 하드웨어 제어에는 꽤 여러가지를 고려해야 한다는 것을 알게 되었다.
- 김나연 : 하드웨어에 대한 지식이 부족해 처음에는 어려움을 느꼈다. 하지만 어려운 메뉴얼을 보면서 공부를 하고 이 공부한대로 하드웨어가 구동된다는 것에 큰 흥미를 느꼈다. 프로그래밍 실력도 부족하고 하드웨어 지식도 부족해 최종 성공할 수 있을지 걱정이 되었지만, 똑똑한 동기와 노련한 선배들의 풍부한 지식덕에 유종의 미를 거두며 끝낸 거 같다. 내년 또 기회가 찾아온다면 다시 한 번 참여를 희망한다.

[첨부양식 1]

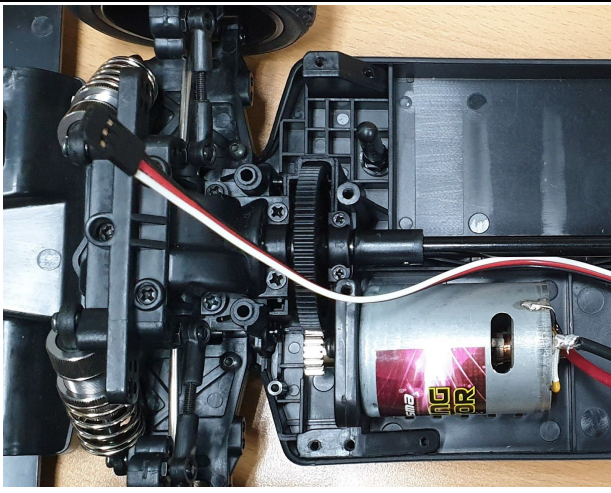
전자 부품 목록

제조사	부품명	수량	사용목적
B2BKOREA	TSL1401	3	라인스캔카메라
Autonics	E30S4-3000-3-N-5	1	모터속도조절(엔코더)
SHARP	2Y0A02F77	1	장애물 인식
ENRICH POWER	EP2000P	1	배터리

[첨부양식 2]

차체 변경 목록

*변경 내용 및 변경 사유

변경내용(사진 포함)	변경사유
	<ol style="list-style-type: none">1. 변경사유 엔코더 부착2. 변경 근거 조항 2019_경진대회규정 제 2장 제 4조 3.3항 “엔코더 장착 혹은 조향부의 서보모터 장착을 목적으로 차체 일부를 절단하는 것은 허용하지만 그 이외의 목적으로 플랫폼을 절단하거나 변형하는 것을 금지한다.”에 의거하여 차체의 일부를 절단하였습니다.