

# 대학생 자작자동차대회 설계 비교 보고서



학교명	서울시립대학교	팀명	Full Accel			
팀장	박소영	지도교수	나영승 교수님			
전년도 수상 실적	대상					
차량 내용						
구분	명칭	길이(mm)	폭(mm)	높이(mm)	무게(kg)	비고
전년도	Full Accel	2900	1200	1400	220	
올해	Full Accel	2200	1295	1350	204	

상기 참가팀은 전년도 KSAE 대학생 자작자동차대회에서 상위 입상한바 다음과 같이 설계 비교 보고서를 제출합니다.

2024년 8월 2일

대학생 자작자동차대회 조직위원회 귀중

## ■ Summary

전년도 차량이 우수한 성적을 냈음에도 불구하고 여러 단점이 발생하여 이를 보완하고자 하였다. 따라서 드라이버가 운전하는 데에 있어 불편하지 않고 안정성이 확보된 차량을 만드는 것을 목표로 두었다.

추진하고자 했던 목표는 다음과 같다.

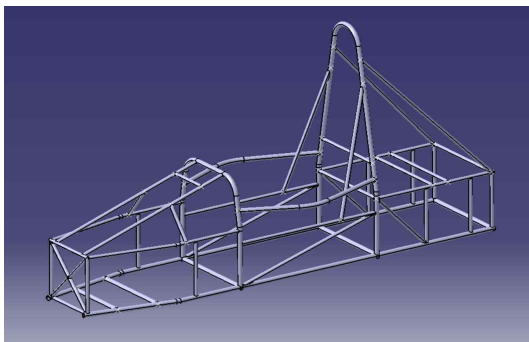
- 경량화
- 코너링 안전성 확보
- 배선으로 인한 오차 감소

## ■ Preliminary Design

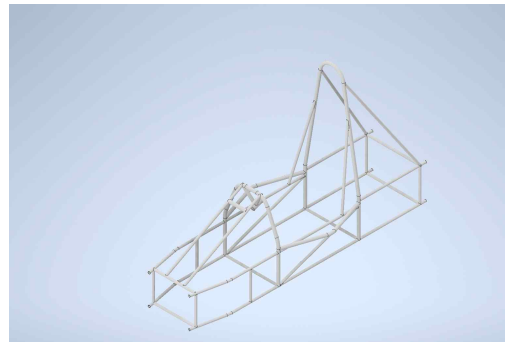
	2023년	2024년
전장(mm)	2900	2200
전폭(mm)	1200	1295
전고(mm)	1400	1350
무게(kg)	220	204

## ■ Detail Design

첫 번째 목표였던 경량화를 위해 프레임 설계를 변경하였다.



2023 프레임



2024 프레임

작년은 25.4mm 직경의 파이프를 사용하였는데 올해는 프레임의 무게를 줄이고자 파이프의 직경을 더 작은 것으로 변경하였다. 더불어 프론트 오버행의 길이가 감소함에 따라 비틀림 강성이 크지 않다는 판단하에 작년에 있었던 맨 앞 트러스 구조를 제거했다.

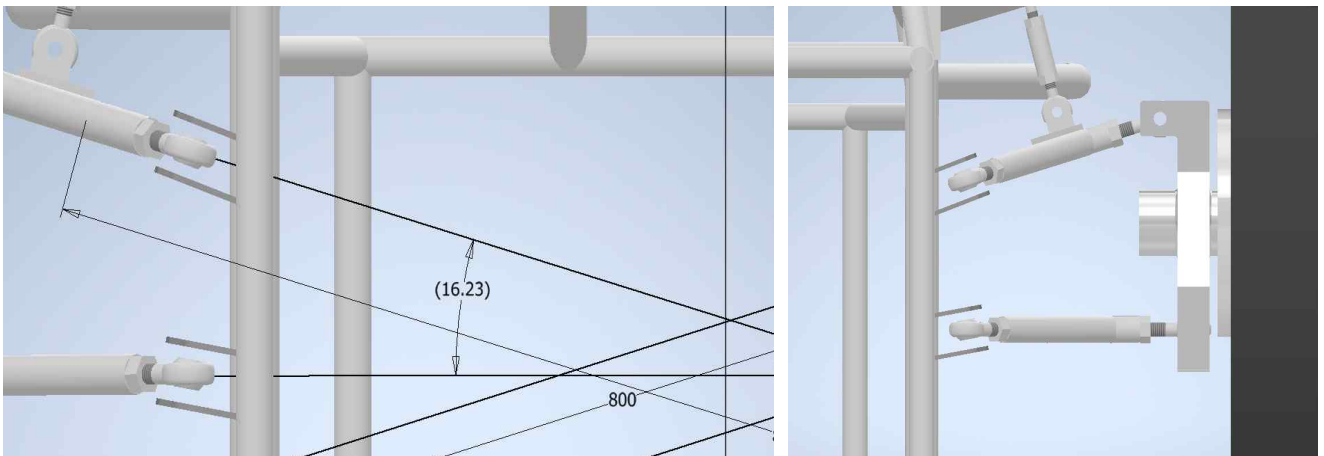
서스펜션부터 암, 너클에 걸쳐 체결되는 볼트와 로드엔드 베어링의 규격을 M12에서 M10으로 변경하였다. 이에 따라 체결되는 너트의 크기도 작아지고 체결품에 할당되어 있는 무게를 줄여 목표인 경량화에 조금이나마 도움을 주고자 했다. M12에 비해 M10 볼트는 항복 하중이 약 70% 정도로 작지만, 우리가 사용하는 볼트인 인장 강도 10.9 육각볼트를 기준으로 5451kgf의 항복 하중을 갖기 때문에 서스펜션과 암에 가해지는 하중을 버티기에 충분한 강도를 가진다고 판단하였다. 또한, 이에 따라 경쟁 팀들에 비해 비쌌던 차량의 비용을 감소시키는 효과를 얻었다.

#### -후륜 휠 크기 변경

인휠 모터를 사용하고 구동 모터가 들어있는 후륜 휠의 크기를 변경하였다. 기존 12인치 휠에서 13인치 휠로 변경하였고, 타이어 규격 또한 155-70R12에서 155-65R13으로 변경하여 전체 외경을 약 10mm 증가시켰다. 이러한 변경으로 인해 모터 탈부착 용이성을 확보하였고, 기존 모터와 휠 간 간섭이 다소 있었던 것을 해결하고자 하였다. 추가로, 모터의 성능 중 토크와 rpm이 충분히 더 높일 수 있기 때문에, 전체 외경의 증가는 곧 최고 속도 증가로 이어졌고, 이론상 최고 시속 97km/h의 속도를 얻어낼 수 있었다.

#### - 후륜 각 변경

어퍼암과 로워암 간 각도는 기존보다 4도 정도 증가되었다. 캠버각 변화를 최소화하면서 롤센터의 높이를 증가시키고, 현가장치의 강성을 높여 롤링을 다소 억제시키고자 하였다. 후륜 롤센터와 무게중심 간 거리가 16mm로 작년에 비해 더 작아진 효과를 얻었다. 이에 따라 너클 수정을 하였다. 이 값은 팀의 드라이버 무게 65kg을 고려한 값이다. 이러한 설계를 통해 목표인 코너링 안정성 증가에 기여하고자 하였다.

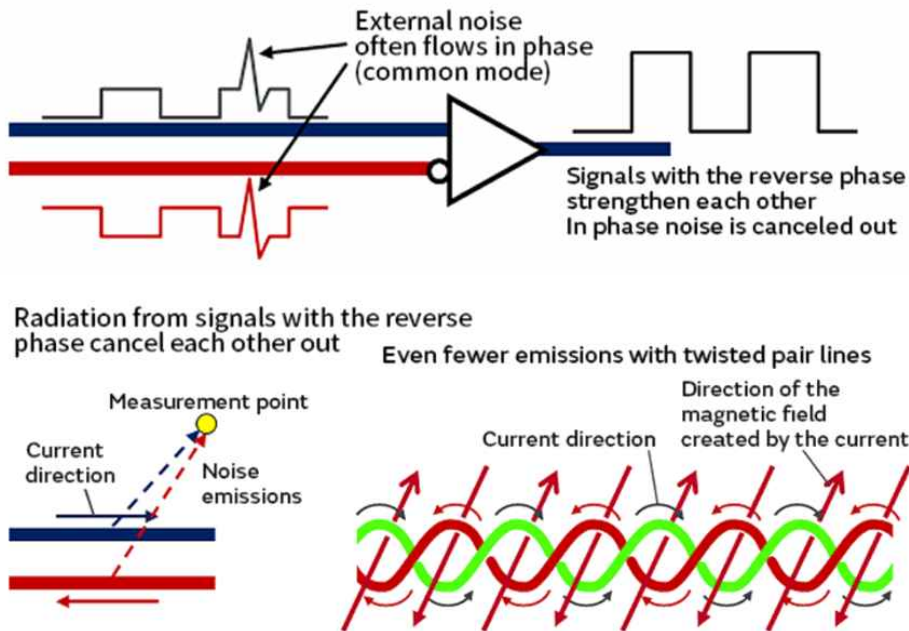


## ■ Manufacturing

### -노이즈로 인한 오차 해결

전년도 차량은 쓰로틀, 핸들 등의 값을 MCU로 전송할 때, 별도의 노이즈 처리 없이 값을 받아 사용하였다. 이럴 경우 아날로그 신호를 1m가량 되는 전선으로 직접 전송하게 되면 노이즈의 영향으로 실제 측정된 값과 차이가 발생하게 된다. 이렇게 오차가 발생할 경우 슬립이 발생할 수 있는데 실제로 작년 테스트 워크 당시 노이즈 오차로 인해 슬립이 발생하였다.

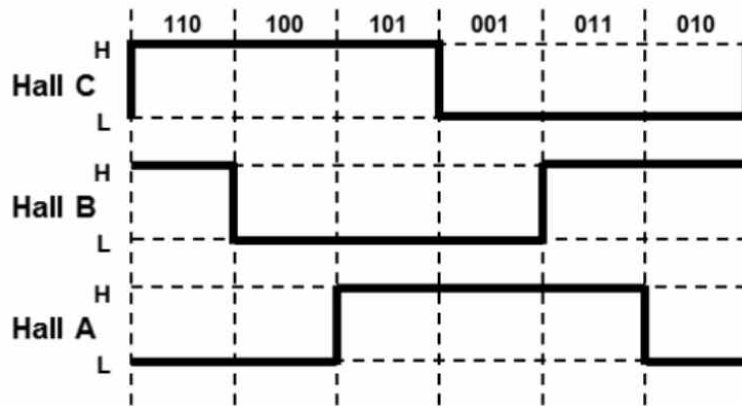
그에 대한 방안으로 CAN 통신 프로토콜을 사용했다. CAN 통신은 실제 차량에서 데이터를 주고 받을 때 사용하는 통신 방법으로 차동 전송을 활용한다. CAN 통신이 신호를 전송할 때, 두 신호선 사이의 전위차를 통해 전달하므로 외부 방사 노이즈의 영향을 방지한다. 또한, twisted pair로 구성되어 두 신호선 사이의 노이즈 역시 차단된다. 실제로 신호 값을 측정해본 결과 오차가 감소하여 정확도 측면에서 큰 개선 효과를 얻을 수 있었다.



위의 그림은 차동 전선을 통한 외부 노이즈 제거이며 아래 그림은 twisted pair을 통한 노이즈 제거이다.

### -홀 센서를 통한 새로운 속도계 제작

작년의 경우 후륜 바퀴에 반사 스티커를 부착한 후 적외선 센서를 통해 속도를 측정하는 방법을 이용하여 속도계를 제작하였다. 이와같은 방법의 경우, 적외선 센서의 인식에 대한 신뢰도가 부족하고, 적외선 센서의 안정성이 부족하다고 판단하여 컨트롤러 제어에 사용되는 내부 신호를 이용해 속도계를 제작했다.



BLDC 모터 컨트롤러의 경우, 홀 센서 신호를 통해 모터의 위치를 판단하면서 제어한다. 모터에서 홀 센서 신호를 감지해 MCU에 입력받고, 신호의 변화 횟수를 감지하는 알고리즘을 통해 모터의 RPM 값을 측정하였고 이를 속도계로 사용하였다. 해당 속도계 출력값이 kelly controller의 모니터링 속도 값과 완벽하게 일치하여 정확도 부분에서 큰 개선을 이루었다.

## ■ Conclusion

2024년 대회를 마친 후, 차량 성능의 대표적 특징인 직진성과 회전성 중 직진성은 매우 우수하다는 피드백을 받았다. 가속 성능 테스트에서 압도적으로 우수한 결과를 보였고, 내구 레이싱에서의 강점은 오메가 구간이 아닌 직진 가속 구간이었다. 모터 성능을 확인한 결과 이러한 능력은 조금 감소시키더라도 직진성이 충분하기 때문에, 올해의 목표는 회전성까지 우수한 차량을 제작하는 것이었다. 각자 설계에서 이 성능을 끌어올리기 위해 노력하였고, 제작 중에 있다. 이를 기반으로 금년 진행하는 대회에서도 작년과 마찬가지로 높은 성적을 이루고자 노력하중 중이다.