

창업연계공학설계입문

AD 프로젝트 보고서

1조

20191544 강경민

20191556 김민정

20191558 김민형

20191563 김수연

20191566 김유빈

목차

1. 프로젝트 제안 과정
2. 프로젝트 설계 및 구현
3. 문제점
4. 결과
5. 후기

1. 프로젝트 제안과정

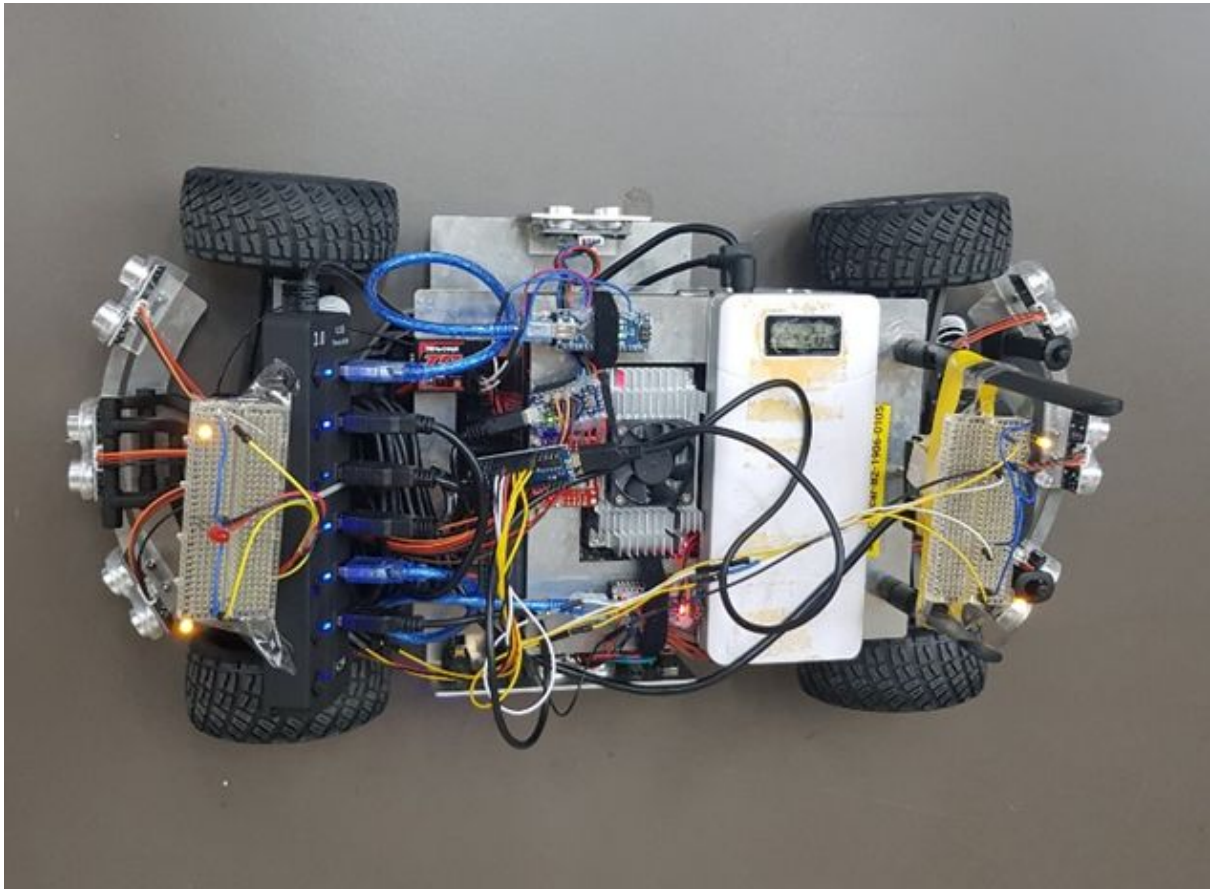
전세계적으로, 매일 많은 교통사고가 일어난다. 특히 국내의 경우, 많은 사람들이 법규를 정확히 모르거나, 알더라도 지키지 않고, 또한 상대 차량에게 신호를 잘 주지 않는다. 명확한 신호는 안전운전을 위한 첫번째 길로, 가장 기본적이고 중요한 요소이다. 신호를 주기 위해 운전자는 자동차의 등화류를 이용할 수 있다. 따라서, 신호가 필요한 상황을 선택해, 그 상황에서 빛을 켜고, 끄는 것을 모방하는 것을 제안했다.

일반적인 차량은 안전을 위해 전조등, 좌측/우측 방향지시등, 비상등, 브레이크등의 기능을 가지고 있다. 자동차의 주요 외부 전등과 기능들은 다음과 같다.

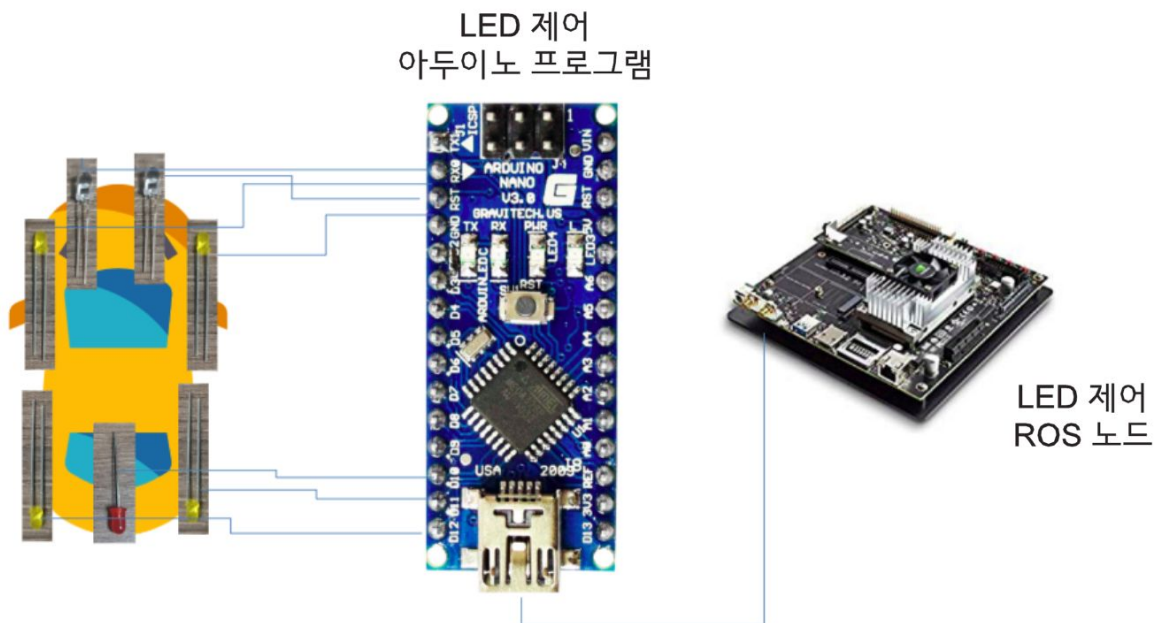
- 전조등
어두운 상황에서 전조등을 켜다.
- 브레이크등
브레이크를 밟았을 경우 브레이크등을 켜다.
- 방향지시등
차선을 변경하기 이전에 방향지시등을 켜서 다른 차주에게 미리 알려 사고를 방지한다.
- 비상등
 - 사용자의 차가 고장나거나 사고 등의 원인으로 도로에 멈춰 있을 경우 비상등을 켜서 이를 알림으로써 추가적인 피해를 막는다.
 - 비상등을 켜서 긴급 상황을 알려 다른 차의 양보를 구한다.

2. 프로젝트 설계 및 구현

2.1. 최종 완성품



2.2. 시스템 구성



2.3. 기능들

LED 점등 제어는 다음과 같이 각 상황에 맞게 전조등, 브레이크등, 좌측 방향지시등, 우회전 방향지시등, 비상등을 자동 점등 제어 기능이다.(그림 변경 예정)



오토 라이트 컨트롤은 대부분의 차량에 있는 기능으로, 조도를 감지하여 적절한 상황에서 전조등을 자동으로 켜주는 기능이다. 조도를 감지하기 위해 비전으로 인식하여 판단하는 것으로 구상을 하였다.

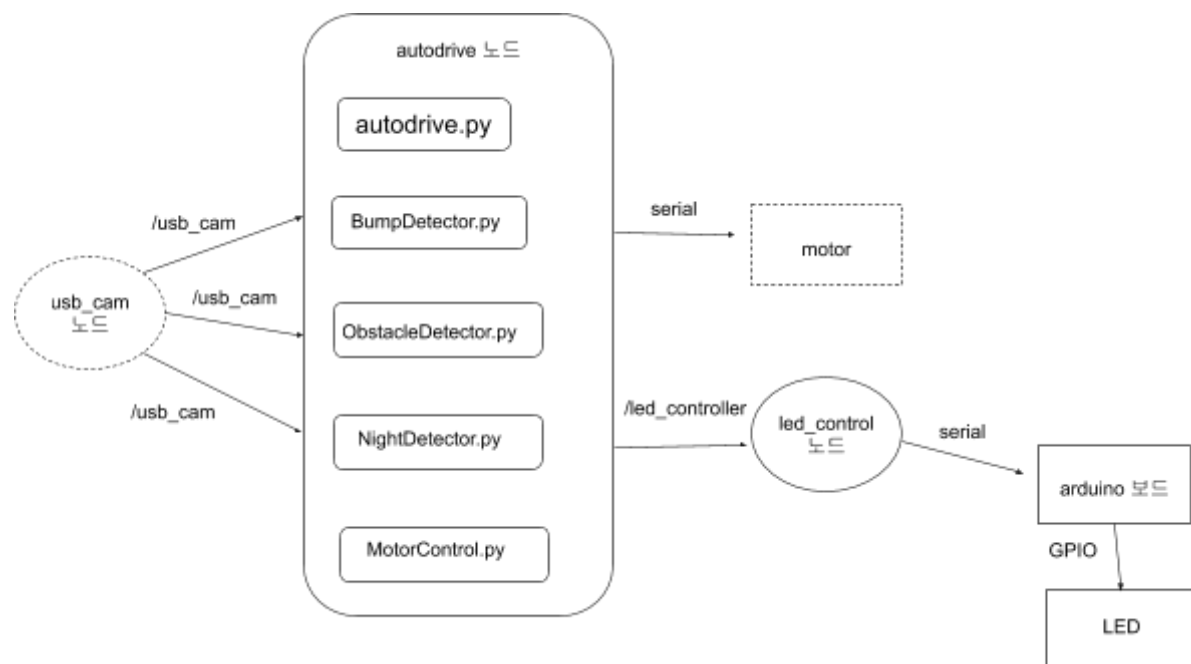
자동 긴급 제동(AEB)은 운전자의 전방주시태만 혹은 갑작스런 장애물의 출현으로 급정거해야 할 경우, 차량이 자동으로 강한 브레이킹을 걸어주는 기능이다. 초음파 센서는 여러 문제가 있어서 비전을 이용해서 장애물을 감지하는 방향으로 잡았다.

방지턱 감지 및 속도 감속은 방지턱을 인식하기 위해 비전을 이용해야 한다.

차선 변경은 고수준 자율주행에서 이루어지는 기능으로, 멀티레인 인식과 고도의 상황 판단력을 필요로 한다. 하지만, 우리 수준에서 이를 달성하기는 어려웠기 때문에, 실제 차량의 차선 변경을 모방하자는 아이디어로 구상을 하였다.

2.3.1. 전체 시스템 구조

다음은 통신 도식이다. ROS 발행/구독, 시리얼 포트, GPIO 등으로 통신한다.



usb_cam 노드:

카메라 화면에 들어온 이미지를 /usb_cam 토픽에 발행함으로써 autodrive 노드에 전달한다.

autodrive 노드:

usb_cam 노드로부터 수신한 이미지를 분석하여 어두운 환경과 장애물이나 과속방지턱을 인식하고 각 상황에 알맞게 motor에 시리얼 포트를 통해 모터 제어 명령을 전송하고 /led_controller 토픽을 통해 led_control 노드에 LED 점등 제어 명령을 전송한다.

led_control 노드:

autodrive 노드로부터 수신한 LED 점등 제어 명령을 시리얼 포트를 통해 arduino 보드에 전달한다.

arduino 보드:

led_control 노드로부터 수신한 LED 점등 제어 명령을 해석하여 GPIO로 연결된 LED를 점등시킨다.

2.4. 구현

실제 구현은 시간 상의 문제로 모듈 개발로 마무리가 되었다.

2.4.1. LED 컨트롤

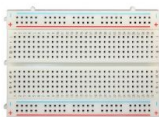
다음은 LED 점등 시스템 부품, LED 점등 시스템 실물사진, 아두이노 나노 핀 - LED 연결 그림이다.



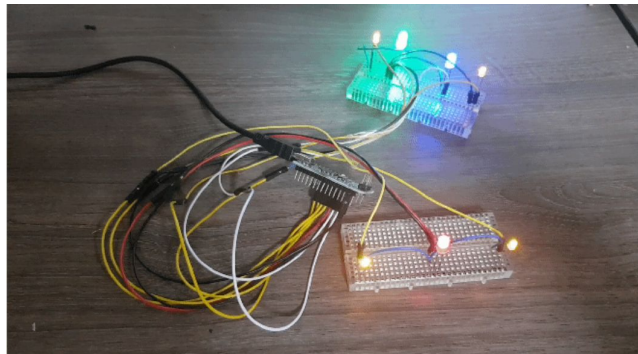
X 1



X 7 (전방 4개, 후방 3개)



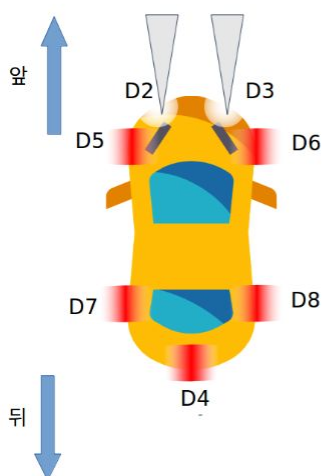
X 2 (전후방 각 1개)



< LED 점등 시스템 부품 >

< LED 점등 시스템 실물사진 >

아두이노 나노 핀 - LED 연결



D2, D3 번: 전조등 2개

D4번: 브레이크등

D5: 좌회전 앞쪽 방향지시등

D6: 우회전 앞쪽 방향지시등

D7: 좌회전 뒤쪽 방향지시등

D8: 우회전 뒤쪽 방향지시등

GND: 전조등 2개, 앞쪽 좌회전/우회전 방향지시등

GND(다른 것): 브레이크등, 뒷쪽 좌회전/우회전 방향지시등

* 비상등은 [3,4번] & [5,6번]을 병행하여 사용

< 아두이노 나노 핀 - LED 연결 >

2.4.1.1 통신 프로토콜

I	L<ontime><offtime>
led 초기화	좌회전 방향지시등 2개 onex) L!!, LA!
F1	R<ontime><offtime>
전조등 2개 on	우회전 방향지시등 2개 on
F0	ex) R!A
전조등 2개 off	O
B1	좌회전/우회전 방향지시등 각 2개 off
브레이크등 on	E1<ontime><offtime>
B0	비상등 on
브레이크등 off	ex) E1AA
	E0
	비상등 off

위의 각 명령들은 시리얼 포트를 통해 아두이노로 들어온다.

2.4.2. 오토 라이트 컨트롤

오토라이트는 조도에 의해 제어가 된다. 이를 위해 카메라에서 평균 밝기를 기준으로 삼았다. 먼저, 조도 인식의 잡음을 줄이고, 차량이 밝기를 미리 밝히기 위해 ROI를 카메라 전방으로 삼았다.

이후 GrayScaling을 통해 밝기 정보만 남기고, Numpy의 mean을 이용해 평균 밝기를 계산 후, 일정 수치 이상이면 불을 끄고, 아니면 불을 키는 방식으로 구현했다.

2.4.3. 자동 긴급 제동

긴급 제동을 판단하기 위해 장애물 감지가 필요하다. 초음파 센서는 방향과 latency의 한계가 있었으므로 비전을 이용해서 구현하였다. 저수준의 장애물 알고리즘을 사용하였는데, 에지를 딴 후 ROI에서 점의 개수가 일정 이상이면, AutoDrive의 stop 매서드를 작동시킨다. stop은 차량의 속도를 0으로 설정하는 것 보다 훨씬 빠르게 차량을 정지시키기 위해 역방향 출력을 적용했다. 이를 통해 적절한 타이밍에 차량이 멈추는데 성공했다.

차량이 긴급 제동한 이후, 후행 차량들의 사고를 방지하기 위해 비상등을 켜는 것이 좋다. 따라서 이를 수행하기 위해 LED 모듈로 신호를 발행했다.

2.4.4. 방지턱 감지 및 속도 감속

방지턱은 일정한 기울기 패턴을 가지고 있는, 노란색과 하얀색으로 구성된 구조물이다. 하지만 하얀색 방지턱을 만들기가 어려워 검은색을 이용했다. 인식을 위해 HSV 채널로 변환 후, inRange를 통해 노란색을 추출했다. 이후 이들의 점의 개수를 기준으로 방지턱을 인식하게 만들었다.

차량이 정지할 때에 브레이크 등이 들어오므로, 이를 LED 모듈에 발행했다.

2.4.5. 차선 변경

실제 차량의 움직임을 분석하여 차선 변경을 구현하였다. 차선 변경을 하기 위해 다음 알고리즘이 적용되었다.

1. 차선 변경을 하기 위해 뒤 차들에게 신호를 주기 위해 방향 지시등을 켜다.
2. 차선 변경을 할 수 있을 경우 스티어링을 차선 방향으로 하여 들어가는 방향을 보도록 한다.
3. 차선에 진입하면, 스티어링 휠을 풀어 차선에 충분히 들어가도록 한다.
4. 충분히 들어갔을 경우, 역방향으로 스티어링을 걸어 차가 앞부분을 보도록 한다.
5. 차선 변경이 완료되었으므로 스티어링 휠을 끈다.

이를 구현하기 위해, 시간 단위로 for loop을 돌려 차량의 움직임을 이와 같도록 구현하였다.

3. 문제점

3. 1. 일정 관리 실패

총 기간은 12주차 부터 16주차 목요일까지 약 4주간의 기간이 있었으나, 연이은 프로젝트로 인해 구상한 프로젝트 일정을 거의 지키지 못했다. 유레카 프로젝트 대회, 소프트웨어 프로젝트2 AD 프로젝트, 시험으로 인해 사실상 대부분의 개발을 16주차에 하게 되어서 구상한 것을 많이 보여주지 못했다.

3. 2. 사전 설계의 부족으로 인한 모듈화의 불완전함

구상한 기능 LED는 우리가 설계한 기능에서 모두 사용하는 기능이다. 이를 김수연 팀원이 담당하게 되었고, 다른 팀원은 그 인터페이스를 활용하여 각자의 기능을 구현해야 했다. 원래 강경민 팀원이 담당했던 차선 인식은 상관이 없지만, 이미 유레카 프로젝트에서 그 기능을 충실히 구현하였고, 우리가 AD 프로젝트를 통해 보여주고자 했던 대부분의 기능이 LED에 묶여 있어 제대로 개발되기가 어려웠다. 설상가상으로 LED 모듈의 완성이 늦어져 발표 당일날 까지 기능을 구현하였다. 다행히 발표 시간에 맞추었지만, 이로써 설계를 명확히 하고 모듈화를 통해 각자의 개발 효율을 높이는 것이 매우 중요한 일임을 뼈저리게 느끼게 되었다.

3. 3. 기능 간의 충돌

우선 기능 중 장애물 탐지 및 자동긴급제동(AEB) 기능을 수행하기 위해 초음파 센서를 이용하였으나, 초음파 센서 latency, 심한 오차 등 문제가 발생하여 비전을 기반으로 하는 장애물 검출을하기로 하였다. 비전을 통해 장애물이 검출되면 멈춘다. 또한 다른 기능으로 방지턱 인식 및 자동 감속 기능이 있다. 이 또한 역시 비전을 기반으로 한다. 전방에 있는 노란색 픽셀 개수를 기반으로 검출하여 속도를 감속시킨다. 문제는 두 기능이 둘 다 비전에 의해 기능하다 보니, 두 기능이 충돌하게 되었다. 방지턱을 인식했을때 이를 장애물로 인식해 급정지를 한다던지, 장애물 검출이 불가능한 문제가 있었다. 이를 단시간에 고치기 힘들어 기능 통합을 하지 못했다.

3. 4. 통합 테스트가 늦어짐

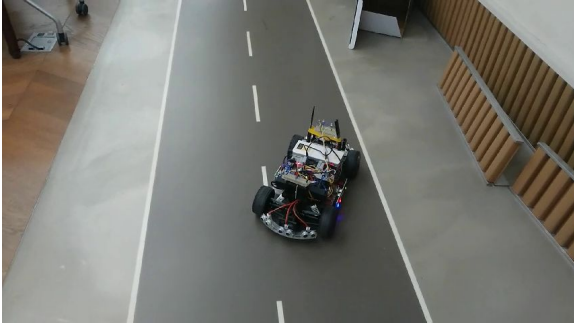

여러 기능들이 늦게 완성됨에 따라 기능들이 모듈로써 적절하게 동작하였으나, 통합시 여러 문제가 발행하였다. LED 모듈의 경우 연결하는 파이썬 코드가 인코딩 문제로 에러가 발생하고, LED 신호가 표준 입출력 또는 시리얼 직접 입력을 통해서는 잘 동작하였으나, ros 노드로 만들었을 때는 LED를 끄는 신호가 제대로 입력되지 않아 LED가 켜져있는 등 문제가 있었다. 이는 미리 통합 테스트를 통해 해결했어야 하는 문제였으나, 통합 테스트가 늦어져 이를 수정하지 못했다.

4. 프로젝트 수행 결과

LED 모듈과 총 네 가지의 기능을 구현하였다. 구현한 네 가지 기능은

- 1) 차선 변경
- 2) 오토 라이트 컨트롤
- 3) 자동 긴급 제동
- 4) 방지턱 감지 및 속도 감속

이다. 위 기능 들은 적절한 상황에서 제대로 동작하였으나, 기능 통합의 경우 기능 간의 충돌로 인해 실패했다. 또한 위 기능을 통합하기 위해 차선 인식 및 주행 알고리즘의 적용이 필요했지만, 기능 자체의 불안정함으로 인해 차선 인식 주행을 적용시키는 것은 불가능했다.

	
차선 변경	오토 라이트 컨트롤
	
자동 긴급 제동	방지턱 감지 / 자동 감속

의도한대로, 각 동작을 수행하는 과정에서 LED가 켜지는 것을 확인할 수 있다. LED가 작아 영상에서 작게 보이는 점은 아쉽게 생각된다.

5. 후기

5. 1. 총평

1차 주행평가 이후로 차량의 상태가 다른 차량보다 좀 허약하다고 생각하게 되었다. xycar_motor_msg를 통해 전달된 모터 제어 메시지가 처리되지 않아 주행이 안되거나, 직진/후진은 되는데 서보 모터는 안돌아 가는 등의 문제를 겪었다. 그 과정에서 차량 주행 신호가 어떻게 전달되는지 분석하는 일도 있었고, 아두이노로 부터 전달되는 신호선을 빼서 받은 조이스틱을 이용해 차량을 주행시켜 보는 일 또한 있었다. 또 유레카 프로젝트 대회를 준비하며 사고로 인해 무선 인터넷을 연결하는 안테나 한 쪽이 부러지는 일도 있었고, 레이스 모드에서의 속도 증가를 꾀하기 위해 시험하면서 카메라 볼트/너트의 조임 토크가 부족해져 주행하면서 카메라가 흔들린다던가, 차량 플레이트가 충격에 의해 휘는 등 다양한 문제를 겪었다. 유레카 대회를 준비하면서 차량을 너무 혹사시킨 걸지도 모르겠다. 결국 프로젝트 마지막 날에 차량의 ESC가 고장나서 망연자실하고, 다른 팀들의 도움으로 프로젝트를 마지막까지 힘내 완성시킬 수 있었다.

차량의 문제를 해결하는데 도움을 준 김소망 헬퍼, 마지막까지 프로젝트를 완수할 수 있게 차를 대여해주는 5조 팀원들에게 감사의 말씀을 드리고 싶다.

5. 2. 개인 별 후기

이름	후기
강경민	무엇보다 가장 좋았던 점은 단순히 이론만을 배운 것이 아니라 이전에 배웠던 것들을 응용하여 실제 프로젝트로 진행하면서 이것들을 보다 깊게 배울 수 있었다는 점이다. 또한 이것의 평가 과정에서 의도치 않은 하드웨어적 결함도 경험하였고 같은 코드임에도 상황에 따라 그 결과가 달라지는 순간들도 경험하였다. 당황하였던 순간들도 많고 힘들었던 순간들도 많았지만 그만큼 많은 것들을 배워갈 수 있었던 프로젝트였다고 생각한다.
김민정	사실 2학기가 시작되고 나서 가장 막막했던 것 중 하나가 창업연계공학설계입문이었다. 원래도 이런 피지컬컴퓨팅 경험은 없었는데다가 나 자신의 흥미도 또한 없었기 때문에 잘 할 수 있을지 자신이 없는 과목이었다. 결국 ros나 opencv를 익히는데 다른 친구들보다 시간이 오래 걸리게 되었고 프로젝트가 진행되는 과정에서도 이해하는데 급급하기만 했다. 그러나 우리 프로젝트에서 내가 할 수 있는 일을 찾고, 다시 점점 자신감을 회복하기 시작했다.

	<p>결과론적인 말이지만 AD 프로젝트 발표 전날 ESC가 고장나는 사건이 있었어도 난 우리팀이 잘 헤쳐나갈 것이라고 생각했다. 결국 뜻한대로 무사히 개발을 마치고, PPT를 제작하고, 발표를 진행하여서 정말 다행이라고 생각한다.</p>
김민형	<p>초음파 센서의 문제도 있고, 차량을 다룰 수 있는 환경 자체가 인원 수에 비해 좁은 것도 있고 결코 이렇게 많은 사람들이 한 번에 하기에는 좋은 프로젝트는 아니었다. 하지만, 특히 우리 차에 한에서, 많은 문제가 발생했고, 이를 처리하는 과정에서 알지 못하던 것을 배울 수 있는 좋은 경험이었다. 시리얼 포트, 아두이노의 연결 등 실제 문제를 해결하면서 굉장히 짜릿했지만, 발표 전 날에 갑자기 ESC가 고장난 건 굉장히 당황스럽고 또 혼란스러웠다. 소프트웨어로만 프로젝트를 할 때에는 생각치 못했던 절차적 과정에 의한 휴무가 프로젝트를 진행하는데 있어 어려운 점이었고, 그런 점을 이번 프로젝트를 통해서 알 수 있었던 좋은 경험인 것 같다. 다른 팀들의 프로젝트가 너무 거창하고, 굉장히 멋있게 나와서 우리 프로젝트가 이 정도 수준으로 괜찮았나? 라는 생각이 조금 들기도 했다. 우리 팀원 뿐들만 아니라 다른 팀원들도 굉장히 좋은 아이디어로 있는 기능을 잘 가져와서 멋있는 것을 만들었고, 그 과정에서 크게 성장할 수 있는 것 같다. 기말 고사가 가까워 진 때에는 정말 힘들었지만, 한결 후련해지고 다시 바라보면 또 재미있었던 것 같다.</p>
김수연	<p>led 제어 시스템을 만들었다. 약간의 버그가 있었지만 나름 괜찮은 결과가 나와서 다행이다. 발표할 때 보인 영상에서 LED가 충분히 눈에 띄지 않아 안타까웠다. LED 빛의 양을 충분히 늘린다면 분명 멋진 LED 탑재 자율주행차가 될 것이다. 팀원들 모두 힘내주었다. 이에 감사하다. 추가적으로, 다음에 이 수업을 들을 학생들이 xycar의 하드웨어적 문제로 인해 힘들어하지 않았으면 하는 바람이다.</p>
김유빈	<p>처음 xycar를 받았을 때는 아직 배운것도 많지 않은데 잘할 수 있을지 걱정되기도 하였지만 막상 프로젝트를 진행해보면서</p>

	<p>팀원들의 아이디어와 아이디어 실행 능력으로 좋은 결과를 보여줬다. 그리고 많은 제약 조건에도 불구하고 ad프로젝트 목표달성을 위해 관련정보를 계속 찾아보는 과정에서 평소엔 관심없던 하드웨어 프로그램쪽에 흥미를 가질수 있게 되었다.</p> <p>마지막으로 저의 코드 공부 부족으로 인해 팀에 큰 도움이 되지 못했다는 점이 크게 아쉬웠고 비슷한 기회가 생긴다면 그때는 더욱 성숙한 모습을 보여드리고 싶다.</p>
--	---