

좌식 세그웨이

Sedentary segway

참여학과 : 디지털전자과

협약반명 IoT통합실무반

팀 명 : 급식먹을나이

참여학생 : 박종민 신은호 강혜송 황재상 이혁주 이종균

지도교수 : 정우석

참여기업 : (주)네오파워텍

▶ 작품개요

최근 근거리 이동수단의 일환으로 각광받고 있는 전동형 운송수단인 전동휠, 전동킥보드, 세그웨이 등을 근거리 이동 수단으로 활용하는 사례들을 어렵지 않게 볼 수 있다. 그러나 해당 제품 활용 시 안전에 대한 문제를 쉽게 접할 수 있다. 따라서 상기 개발된 작품은 기존 세그웨이 제작에 필요한 기술적 부분과, 앉아서 탈 수 있는 안장부분의 프레임을 제작하여 기존 제품보다 안전성과 안정성을 추구한 부분을 결합한 제품이다.

▶ 작품 수행의 배경 및 필요성

세그웨이란

세그웨이(정식명칭 : Segway PT)란 전동으로 움직이는 이륜 이동 수단이다. 미국의 발명가 딘 케이먼에 의하여 발명되었다. 딘 케이먼은 세그웨이사(Segway Inc) 라는 기업을 창업했고 현재 개인용 송·수신기 및 로봇 관련 회사이다. 세그웨이 PT를 만들기로 유명하다. Segway는 ‘부드러운’이라는 뜻을 가진 Segue로부터 유래되었고, PT는 ‘개인 수송 기관’이라는 뜻을 가진 Personal Transporter의 약자이다.

세그웨이의 필요성

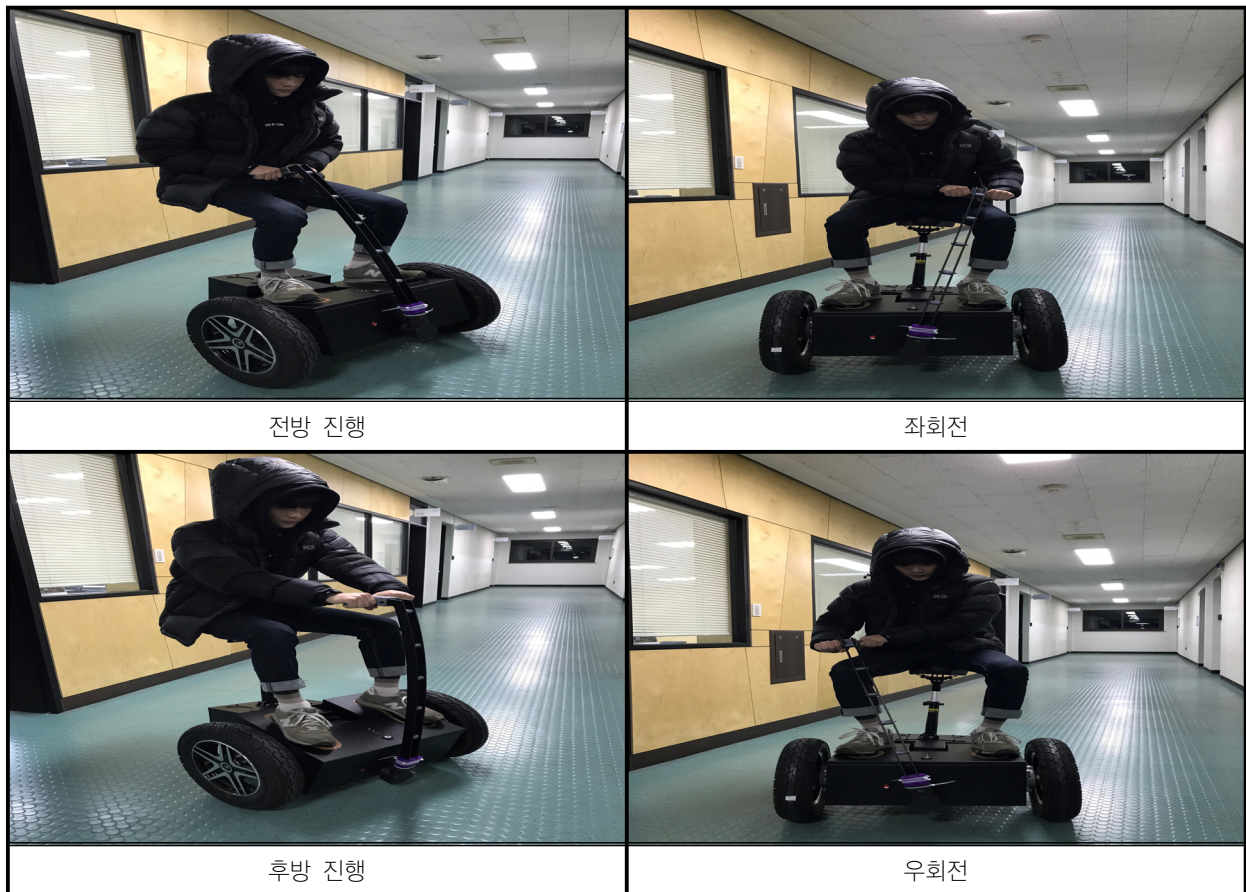
세그웨이 내의 컴퓨터, 센서, 전기 모터가 가동 중 세그웨이가 서 있을 수 있도록 돕는다. 배터리 전력을 동력으로 사용하여 달리기 때문에 내연기관이 없어서 환경오염 요소가 없고 친환경적인 면이 강하다. 따라서 차량으로 인한 대기오염이 심각해진 현재 친환경적인 근거리 전동형 운송수단을 활용하는 것은 미약하지만 대기오염을 줄일 수 있고, 제품을 구동하기 위해 탑승자가 신체적인 에너지를 활용하기 때문에 적지만 운동효과도 얻을 수 있다.

세그웨이 구동과정

세그웨이 구동과정

구동 과정으로 탑승자가 세그웨이를 운행하고 싶을 때 무게중심의 이동을 통하여 가능하다. 정확히는 세그웨이에 내장된 자이로스코프 센서와 가속도계를 기반으로 한 수평 센서가 있고, 두 센서가 기기의 기울어지는 각도를 측정하고 각도의 변화에 따라 전후 방향전환이 가능하며 무게중심을 유지할 수 있도록 돕는다.

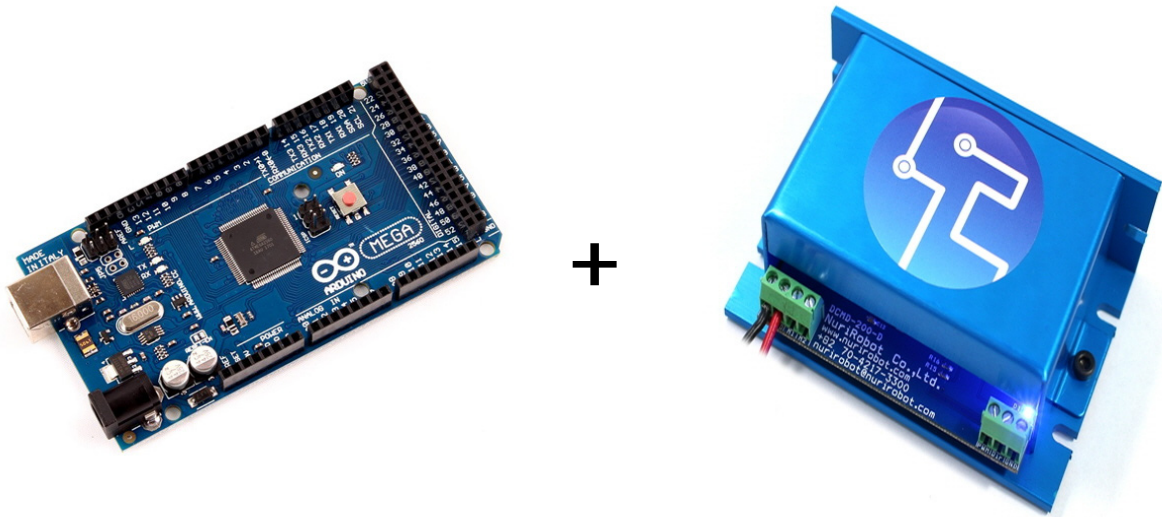
좌우 방향전환은 전방에 설치된 핸들을 움직이고자 하는 방향으로 움직이면 된다. 핸들과 세그웨이의 프레임 내부에 설치된 가변저항이 서로 물려있어 핸들을 조작하면 가변저항의 값이 변하여 그 값이 컨트롤보드에 입력된다. 가변저항 값을 입력받은 컨트롤 보드는 탑승자가 회전하고자 하는 방향의 반대쪽 모터의 속도를 제어함으로써 항상 균형을 유지할 수 있도록 돕고 안전하게 회전을 할 수 있도록 한다.



세그웨이 구동과정. 전후방 방향전환 및 진행(좌측), 좌우 방향전환 및 진행(우측)

▶ 작품의 이론 및 기술현황

작품의 탑승자가 세그웨이를 원하는 방향으로 제어할 수 있도록 컨트롤보드와 두 개의 모터 드라이버를 활용하였다. 모터 드라이버를 제어할 수 있는 컨트롤 보드는 Arduino MEGA 2560을 활용하였고, 모터 드라이버는 누리로봇에서 판매 중인 DC모터 DCMD-400-P 제품을 활용하였다.



Arduino MEGA 2560 모델을 활용하여 세그웨이의 컨트롤보드를 제작했다. 세그웨이 탑승자가 제품을 자유자재로 운용할 수 있도록 전두부 프레임의 기울기와 손잡이의 좌우 회전정도를

컨트롤보드가 파악할 수 있도록 하였다. 프레임의 기울기와 손잡이 좌우 회전정도를 입력받은 컨트롤 보드는 2개의 모터 드라이버(누리로봇사-DCMD-400-P)를 제어하여 전후좌우 방향전환을 가능하게 만든다.

Arduino MEGA 2560을 활용하여 세그웨이의 각 부품들과 통신하고 제어하기 위한 방법으로 시리얼통신을 채택하였고, 모터 드라이버를 통하여 DC모터를 제어하기 위하여 PWM 출력을 활용하였다. 시리얼통신을 활용하는 부분은 전두부 프레임의 기울기와 손잡이의 회전 정도를 컨트롤보드에 입력하는 부분이다.

전두부 프레임의 기울기 값을 컨트롤보드에 입력하기 위해 프레임과 3축 기울기센서를 일체화 하였다. 따라서 프레임이 기울면 내장된 기울기센서도 함께 기울어지며, 기울어진 정도의 값을 실시간으로 시리얼통신을 통해 컨트롤보드에 입력된다.

손잡이의 회전 정도를 입력하기 위하여 ALPS사의 10kΩ의 6핀 가변저항을 사용하였다. 프레임 내부에 연결된 손잡이의 안쪽 끝 부분에 가변저항의 노브 부분을 맞물려 체결한 후 가변저항이

움직이지 않도록 고정하여 손잡이가 회전할 때 가변저항의 값이 변화하도록 구성하였다. 손잡이 회전에 의해 변화된 가변저항의 값은 실시간으로 시리얼통신을 통해 컨트롤보드에 입력된다.

```

#include <AFMotor.h>
#include<Wire.h>

const int MPU=0x68;  //MPU 6050 의 I2C 기본 주소
float inclination;
float Initial;
int motor_1 = 5;
int motor_2 = 6;
int sw = 2;
int sw_value;
float res;
int led1 = 45;
int led2 = 43;
int led3 = 41;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(motor_1,OUTPUT);
    pinMode(motor_2,OUTPUT);
    pinMode(26,OUTPUT);
    pinMode(27,OUTPUT);
    pinMode(51,OUTPUT);
    pinMode(48,OUTPUT);
    pinMode(45,OUTPUT);
    pinMode(43,OUTPUT);
    pinMode(41,OUTPUT);
    Wire.begin();      //Wire 라이브러리 초기화
    Wire.beginTransmission(MPU); //MPU로 데이터 전송 시작
    Wire.write(0x6B);  // PWR_MGMT_1 register
    Wire.write(0);     //MPU-6050 시작 모드로
    Wire.endTransmission(true);
    digitalWrite(led1,HIGH);
    delay(10);
    //Serial.print("Initial value = "); Serial.println(Initial);
}

```

Arduino MEGA 2560에 코딩한 소스 (1)

```

void loop() {
  sw_value = digitalRead(sw);
  if(sw_value == LOW){
    digitalWrite(led2,HIGH);
    digitalWrite(led3,HIGH);
    res = analogRead(A0);
    inclination_Read();
    Initial = inclination;
    while(1){
      sw_value = digitalRead(sw);
      if(sw_value == HIGH){
        break;
      }
      digitalWrite(48,LOW);
      digitalWrite(27,LOW);
      float resistance = analogRead(A0);
      inclination_Read();
      //Serial.print("register = "); Serial.println(resistance);
      //Serial.print("Inclination = "); Serial.println(inclination);

      if(inclination<Initial){
        digitalWrite(51,HIGH);
        digitalWrite(26,HIGH);
        float go = (Initial/100) - (inclination/100);
        if(resistance<res){
          float go_right = res - resistance;
          if(go_right>220){
            go_right=220;
          }
          float go_right_con = (go_right/220)*go;
          Serial.print("spd = "); Serial.println(go_right_con);
          analogWrite(motor_1, go);
          delay(10);
          analogWrite(motor_2, go - go_right_con);
          delay(10);
        }
      }
    }
  }
}

```

Arduino MEGA 2560에 코딩한 소스 (2)

```

else{
    float go_left = resistance - res;
    if(go_left>220){
        go_left=220;
    }
    float go_left_con = (go_left/220)*go;
    analogWrite(motor_1, go - go_left_con);
    delay(10);
    analogWrite(motor_2, go);
    delay(10);
}
}
else{
    digitalWrite(51,LOW);
    digitalWrite(26,LOW);
    float back = (inclination/100) - (Initial/100);
    if(resistance<res){
        float back_right = res - resistance;
        if(back_right>220){
            back_right=220;
        }
        float back_right_con = (back_right/220)*back;
        analogWrite(motor_1, back);
        delay(10);
        analogWrite(motor_2, back - back_right_con);
        delay(10);
    }
    else{
        float back_left = resistance - res;
        if(back_left>220){
            back_left=220;
        }
        float back_left_con = (back_left/220)*back;
        analogWrite(motor_1, back - back_left_con);
        delay(10);
        analogWrite(motor_2, back);
    }
}
}

```

Arduino MEGA 2560에 코딩한 소스 (3)

```

        delay(10);
    }
}

}

}

else{
    digitalWrite(48,HIGH);
    digitalWrite(27,HIGH);
    digitalWrite(led2,LOW);
    digitalWrite(led3,LOW);
}

}

void inclination_Read(){
    Wire.beginTransmission(MPU); //데이터 전송시작
    Wire.write(0x3B);           // register 0x3B (ACCEL_XOUT_H), 큐에 데이터 기록
    Wire.endTransmission(false); //연결유지
    Wire.requestFrom(MPU,14,true); //MPU에 데이터 요청
    inclination=Wire.read()<<8|Wire.read(); // 0x3B (ACCEL_XOUT_H) & 0x3C (ACCEL_XOUT_L)
}

```

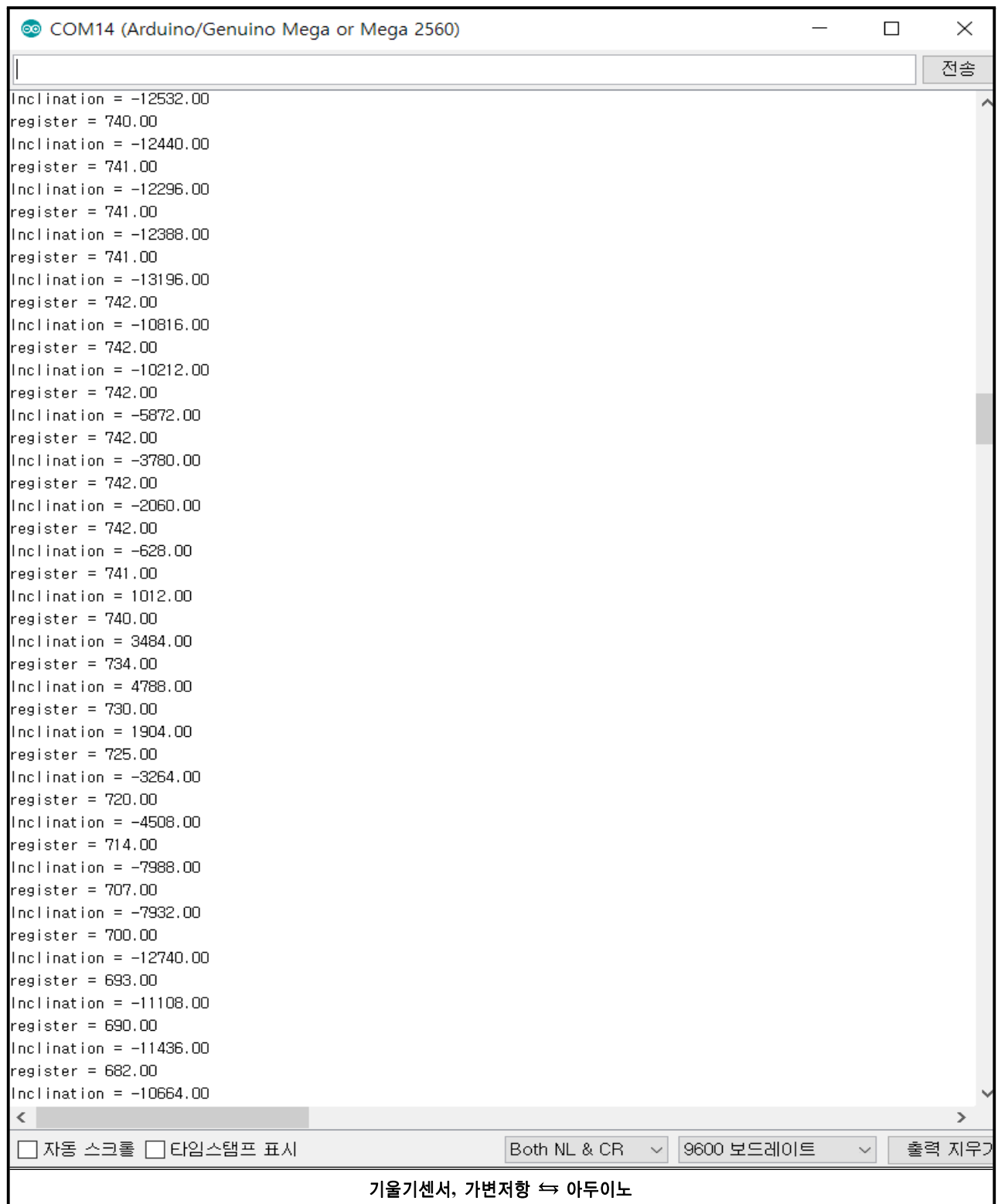
Arduino MEGA 2560에 코딩한 소스 (4)

위 Arduino에 사용된 소스코드는 모터 드라이버의 제어와 기울기센서 값의 측정과 통신 외에도 세그웨이의 현재 상태를 실시간으로 나타내주는 LED, 발판의 스위치를 활용한 안전장치 설계가 포함되어 있다.

발판의 스위치는 해당 작품이 프레임의 기울기에 따라 즉각 반응하여 동작하기 때문에 탑승자 승하차시 및 운전 중 정지상태에서 예기치 못한 구동으로 발생할 수 있는 안전사고에 대비하기위한 안전장치이다. 탑승자는 주행을 위해 반드시 발판의 스위치를 눌러야한다. 스위치가 눌러졌을 때 해당 값은 컨트롤보드에 입력되며, 작품 운전과 관련된 모든 소스가 정상적으로 구동된다.

LED부분은 녹색, 주황색, 적색으로 3개의 발광 다이오드를 활용하여 세그웨이의 현재 상태를 나타낼 수 있도록 구성하였다.

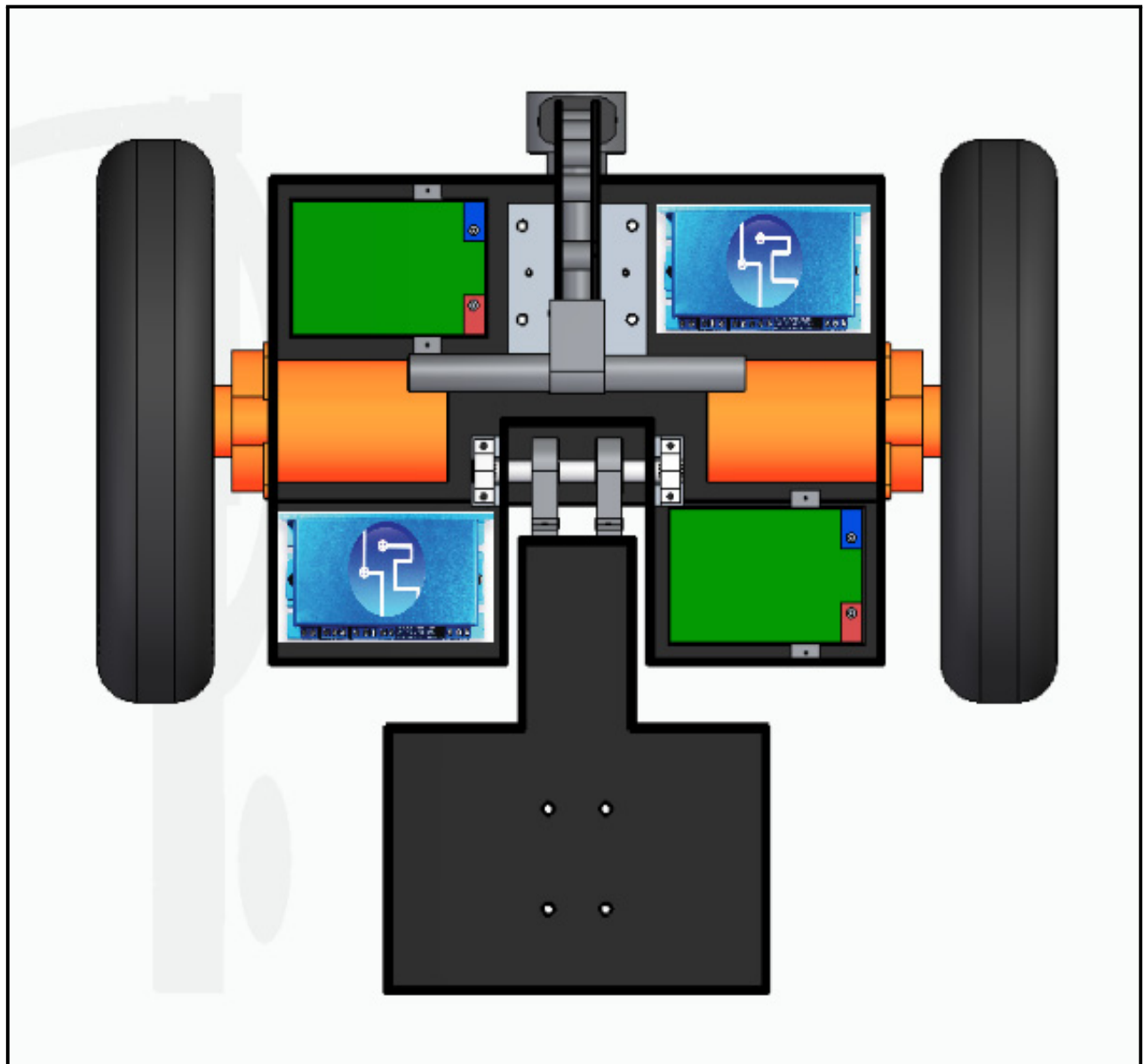
- 1단계 : 전원 On 상태 (녹색 LED 점등)
- 2단계 : 전원 On + 발판 스위치 눌림 상태 (녹색+주황색 LED 점등)
- 3단계 : 전원 On + 발판 스위치 눌림 + 주행 중 (녹색 + 주황색 + 적색 LED 점등)



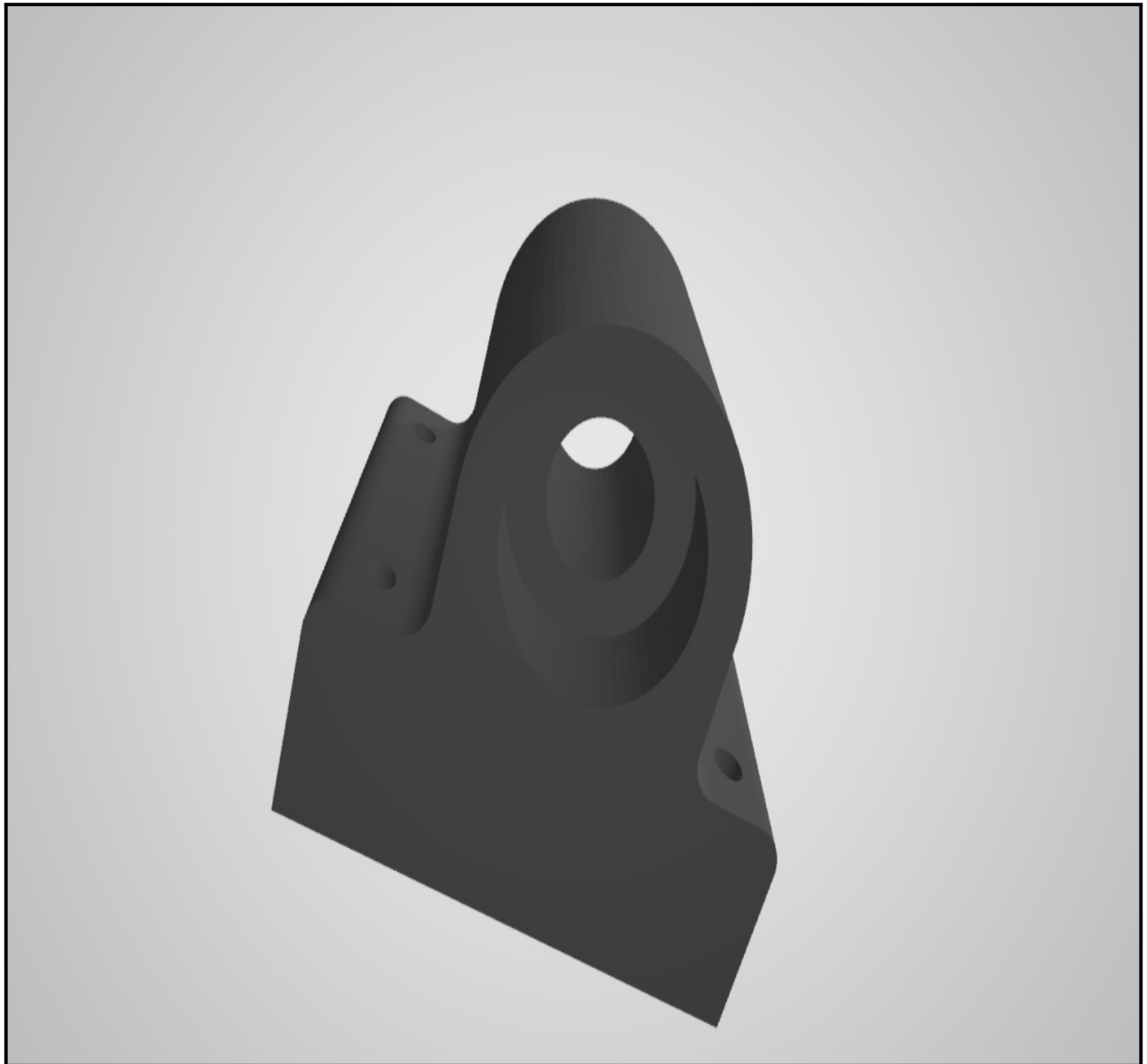
위의 그림에서 기울기센서와 가변저항이 시리얼통신을 활용하여 아두이노 MEGA 2560과 값을 송수신하고, 시리얼모니터에 기울기센서의 기울기값과 손잡이에 연결된 가변저항의 값의 변화가 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

Inclination은 기울기센서의 변화 값을, register는 가변저항의 변화 값을 나타낸다.

세그웨이 내부의 부품은 아래의 그림과 같이 배치하였다. 제품의 외부 프레임 소재를 판금으로 채택하였기 때문에 직접 제작 및 수정이 불가하여 외주 업체에 프레임 제작을 위탁하였다. 또한 내부 부품 중 DC모터, 납축전지 등 무거운 부품들이 고정되어있지 않을 시 내부의 다른 부품에 충격을 가하여 작품의 고장 및 파손을 유발할 수 있고, 실시간으로 무게중심이 계속 이동되어 불안정한 운전상태를 야기할 수 있으므로 내부 부품의 위치에 따른 무게중심을 맞추고 프레임에 내부 부품을 고정할 수 있도록 설계하였다.



세그웨이 내부 부품 배치도



베어링 케이스 3D 도안

위의 그림은 작품의 전면과 후면의 프레임을 연결해주는 부분의 3D 도안이다. 작품에는 단순한 프레임 연결만이 아닌 전두부 프레임의 기울기가 유기적으로 변화할 수 있도록 설계하는 것이 필요하여 전두부에 1개의 축을 설치하고, 후미부에 2개의 볼 베어링을 설치했다.

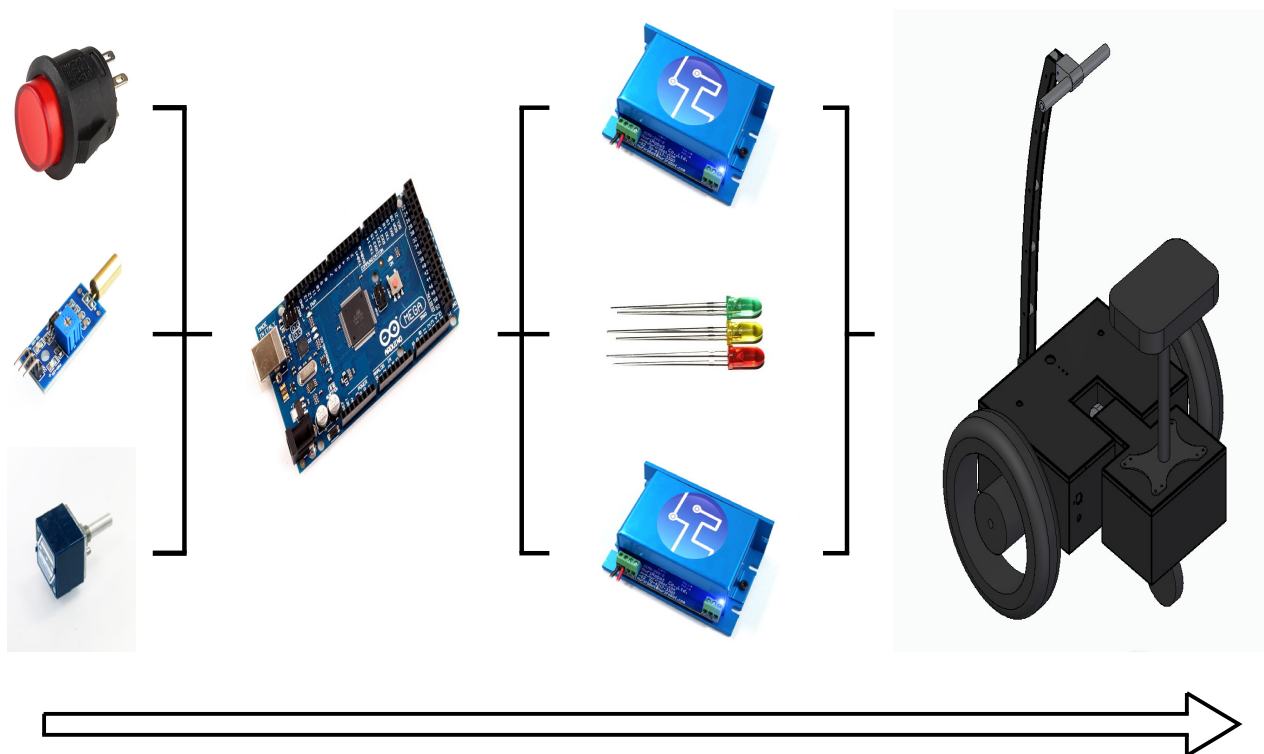
위의 그림의 전면과 반대쪽 후면의 큰 원기둥 모양의 얇은 홈에 베어링을 끼우고, 중앙을 관통하고 있는 작은 원기둥 모양의 홀에 전두부에 설치한 축이 지나간다. 도안의 좌우측에 있는 작은 원기둥 모양의 홀은 후미부에 베어링을 끼운 케이스를 결합할 때 필요한 볼트 홀이며 총 4쌍의 볼트와 너트를 활용하여 안정적으로 고정하였다.

작품의 특성상 주행, 방향전환, 탑승자의 무게 등 프레임 연결 부분에 많은 하중이 실리기 때문에 3D 프린터 필라멘트 인쇄물의 밀도를 95%로 설정하여 안전성을 부여하였다.

▶ 작품의 개발 방법 및 과정

세그웨이 제작을 위한 세그웨이 관련 정보 수집
 작품의 개요에 맞도록 전체적인 제작 계획 수립
 내부 회로도 제작에 필요한 부품 조사 및 구매
 외부 프레임으로 사용할 소재 선정 및 프레임 제작 가능 외주업체 선정
 초도 프레임 설계안 활용하여 외주업체와 치수, 구조도, 소재 부분수정 및 확정
 아두이노 활용한 스위치, LED, 가변저항, 기울기센서, 모터 드라이버 제어 소스 코딩
 전두부 프레임과 후미부 프레임 연결을 위하여 볼 베어링 사용하고, AutoCad를 활용하여 베어링 케이스 설계 및 3D 프린팅
 프레임 내부에 부품 배치 및 결선, 전/후 프레임 베어링 및 베어링 케이스 활용하여 연결
 작품 구동 테스트하여 정상작동 확인

▶ 작품 구조도(작품설계, PCB Artwork, 제작도 등)



▶ 기대 효과 및 활용 방안

좌식의 안정적인 운전으로 인하여 균형유지실패로 발생할 수 있는 사고의 발생률 감소
 입식으로 제작된 기성 제품보다 신규 이용자의 제품 접근성 및 적응력 대폭 향상 가능
 입식 제품에 비해 균형유지에 사용되는 신체에너지가 보다 감소하여 더욱 다양한 연령층이 신규 이용자로 유입 가능
 오프로드에서도 활용 가능한 타이어, 모터, 모터 드라이버를 사용하여 다양한 도로사정에도 구매받지 않고 탑승 가능
 약 24km/h 속력, 최소 3시간 이상의 가용시간으로 근거리 출퇴근, 이동수단으로 활용 가능

작품의 운전방식을 활용하여 다양한 장르의 제품이 파생될 수 있음
 Ex)스몰 서킷용 레이싱 카트, 마트 등 넓은 실내에서의 이동 및 물건 운송수단 등

▶ 기업 연계활동

▶ 팀소개 및 역할 분담				
학과	학번	성명	역할	참여도(%)
디지털전자과	201338212	박종민	컨트롤보드 SW총괄, 제작 전체지휘	30%
디지털전자과	201438121	신은호	자재관리수급 총괄, 내부회로제작	20%
디지털전자과	201538101	강해송	베어링케이스 3D 도안	10%
디지털전자과	201538137	황재상	기구부 제작 총괄, 내부회로제작	20%
디지털전자과	201438228	이혁주	기구부 결합 및, 분해	10%
디지털전자과	201438226	이종균	기구부 자제 결합	10%

▶ 비용분석		
항목	세부항목	소요비용(원)
시작품제작비	프레임 외주제작, 모터 드라이버, 아두이노 MEGA 등	3,183,130
작품제작지도비	작품제작지도 3회 × 200,000원	600,000
지도간담회비	-	1,300,800
계		5,083,930

