

Drone Testbed

원광대학교 전자융합공학과 캡스톤디자인 프로젝트

20152926 김태형
20162845 이승기
20162837 백승표
20152947 이상민

01 목차

Drone Testbed 원광대학교 전자융합공학과 캡스톤디자인 프로젝트

1 엔코더 센서

2 엔코더 센서의 종류

3 자이로 센서

4 자이로 센서의 종류

5 3D 모델링

6 현재 진행 상황

7 향후 계획

- 엔코더(encoder)란?

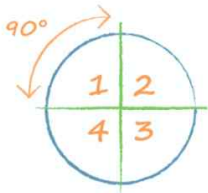
-회전 운동이나 직선 운동을 하는 물체의 위치와 속도의 정보를 전기적인 신호로 출력하는 센서를 말한다.

-정밀한 움직임의 위치를 피드백 받아서 제어할 수 있는 장치로 모터의 회전 속도, 회전 방향등을 알 수 있습니다.

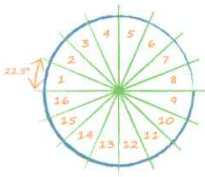


• 엔코더의 분해능

- 엔코더의 회전축이 1회전 하는동안 출력되는 펄스의 수를 의미
- 펄수의 수가 높을수록 고분해능 엔코더

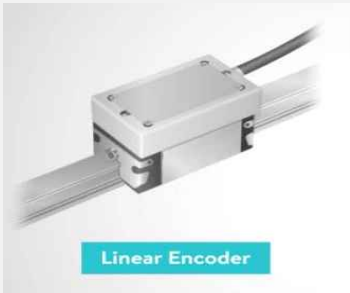


$$360^{\circ} \div 4 = 90^{\circ}$$



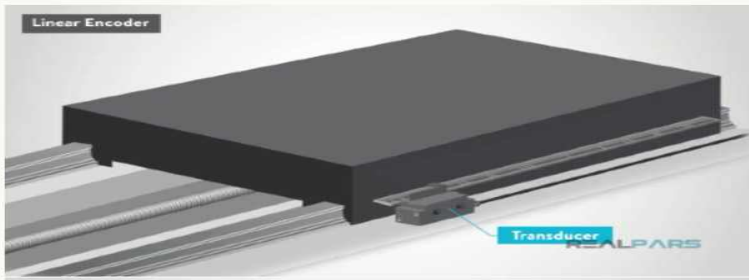
$$360^{\circ} \div 16 = 22.5^{\circ}$$

- 운동 방식에 따른 분류



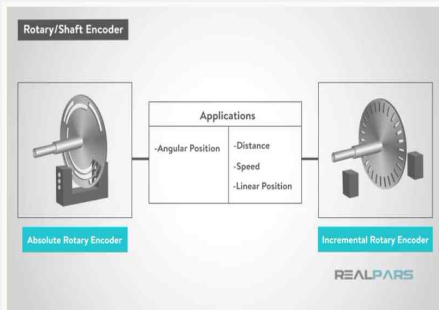
•리니어 엔코더

- 직선으로 이동하며 위치 측정
- 트랜듀서를 사용하여 위치 변화 측정



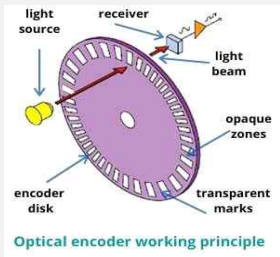
•로터리 엔코더

- 샤프트 축을 기준으로 회전 과정에서 얻게되는 회전속도, 회전량 및 회전 방향 측정

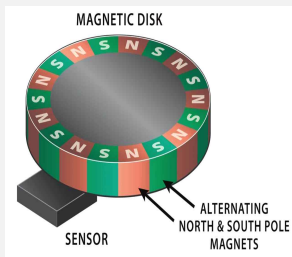


•검출 센서에 따른 분류

광학식 엔코더(Optical encoder)

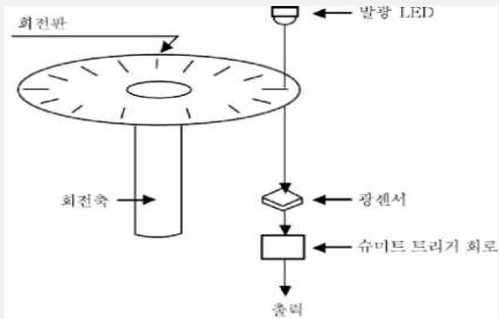


자기식 엔코더(Magnetic encoder)



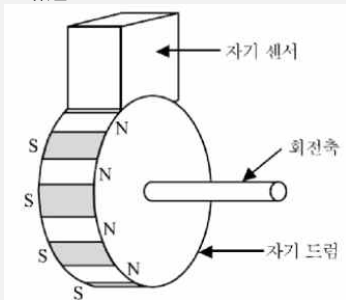
•광학식 엔코더

- 발광 LED와 수광부인 광 센서가 슬릿(slit)이 있는 회전 원판을 양쪽에서 마주보게 설치되어 있는 구조
- 회전원판의 슬릿에 따라 증분형 엔코더와 절대형 엔코더로 나뉨



•자기식 엔코더

- 미리 자성체가 도포된 자기 드럼에 일정한 피치로 N극과 S극을 착자하고, 그것을 자기 드럼과 대향시킨 한개 조의 자기 센서에 의해 검출
- 광학식에 비해 기름, 먼지 등의 환경에 강한 특성이 있으며, 내환경성, 내진동 충격, 고속성을 살려 서보모터용 검출기로 사용되고 있음



- 측정방식에 따른 분류

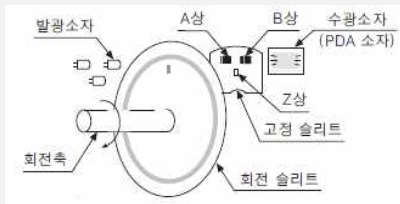
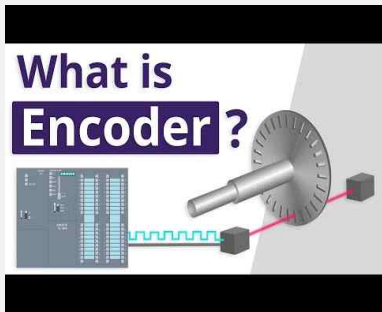


앱솔루트 엔코더
[SME360CAP-12DP-X]



인크리멘탈 엔코더
[TRD-MX]

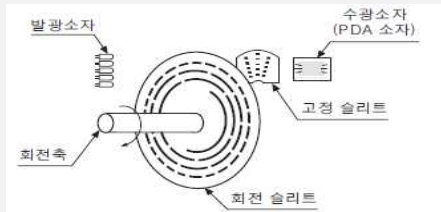
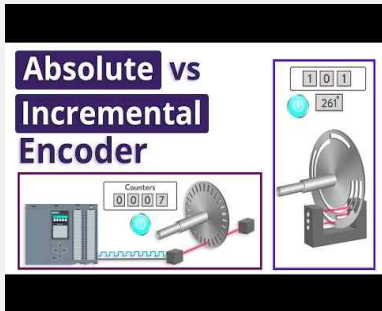
•Incremental(증분) 방식



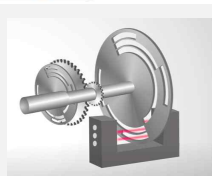
시계방향(CW)

반시계방향(CCW)

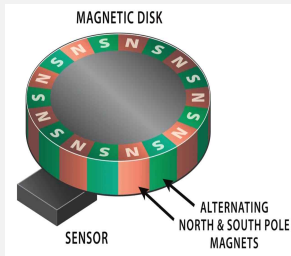
•Absolute(절대) 방식



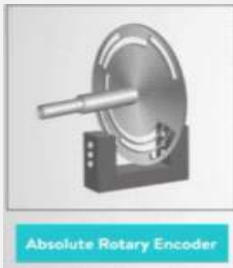
Single-turn



Multi-turn



자기식 엔코더(Magnetic encoder)

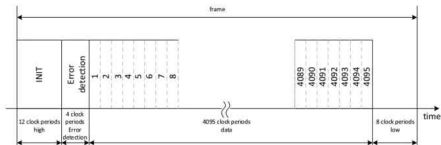


로터리 엔코더

엠플루트 엔코더
[SME360CAP-12DP-X]

• 엔코더 데이터 시트

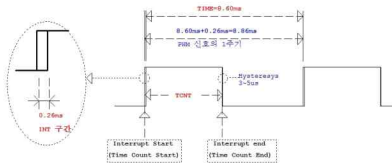
[PWM Signal 12bit Resolution]

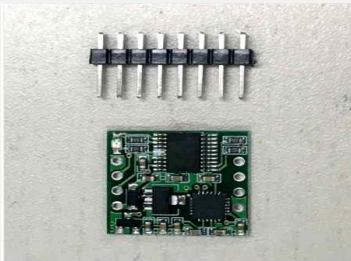


텍스트를 입력하십시오

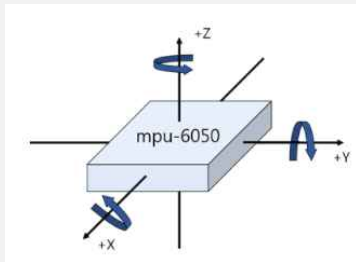
[12bit PWM Outputs Timing Chart (Program Reference)]

$$\text{측정 각도값} = \frac{((\text{TIME} - (\text{TCNT} - 0.26)) / \text{TIME}) * 360 (\text{CW})}{((\text{TIME} - (\text{TCNT} - 0.26)) / \text{TIME}) * 360 - 360 (\text{CCW})}$$



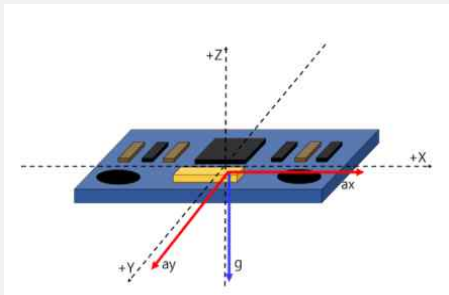


MPU6050 6축 자이로
가속도 센서 모듈 Kalman
[SZH-SSBH-058]



MPU-6050 기울기 센서 축 방향
(가속도 3축 + 자이로 2축 + 온도 1축)

- MPU-6050 6축 기울기 센서의 원리



- 중력 가속도를 이용하여 가속도 측정
- 3축으로 얼마만큼의 영향을 주는지 측정
- 정적인 상태에서만 정확한 기울기가 측정 가능



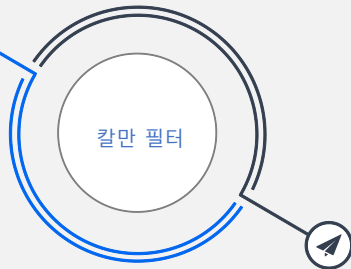
- Raw Data를 칼만 필터를 사용하여 noise 제거 및 정확도 향상

예측 과정

$$\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1} + Bu_k$$

$$P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q$$

시스템 모델 변수 A와 Q



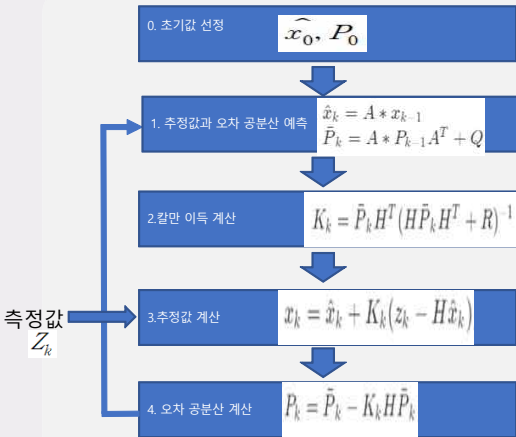
추정 과정

$$K_k = \frac{P_k^- H^T}{H P_k^- H^T + R}$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-)$$

$$P_k = (I - K_k H) P_k^-$$

시스템 모델 변수 H와 R

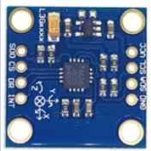

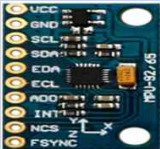


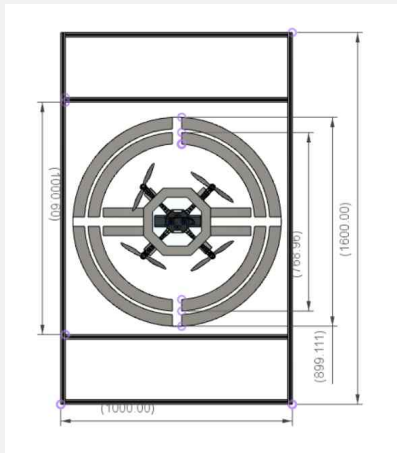
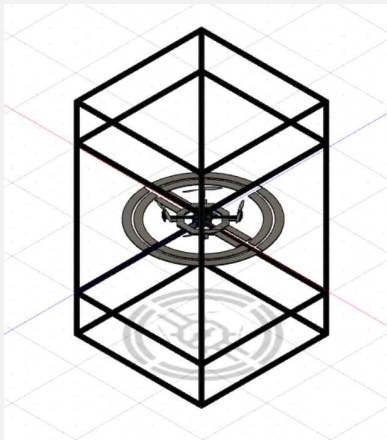
칼만 필터(Kalman filter)는 잡음이 포함되어 있는 측정치를 바탕으로 선형 역학계의 상태를 추정하는 필터로 과거에 수행한 측정값을 바탕으로 현재의 상태 변수의 결합분포를 추정한다.

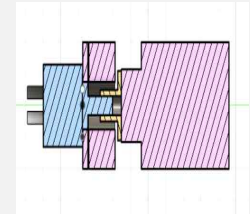
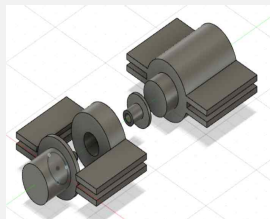
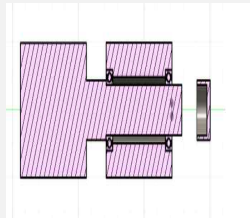
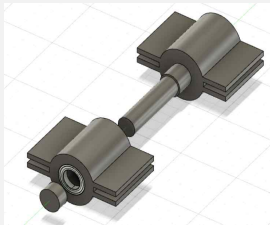
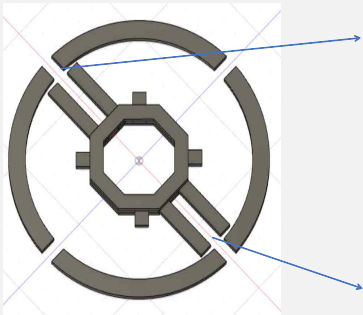
칼만 필터는 상태 예측과 측정 업데이트를 반복적으로 수행하며 자세를 계산하는 과정이다.

추정값 \hat{x}_k

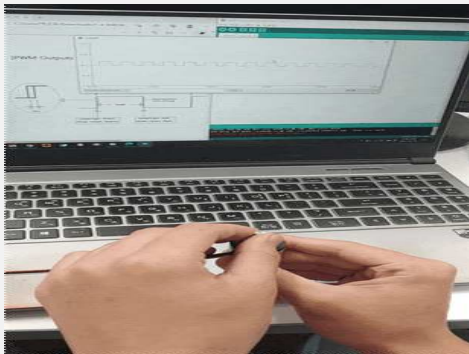
• 자이로 센서의 종류

	3축	6축	9축
핀 배치도			
설명	3축 가속도센서에 자이로스코프가 더해진 자이로 센서	6축 자이로 가속도 센서. 여기서 6축의 뜻은 6자유도(dof)를 의미하며 가속도 3축 + 자이로 3축 + 온도 1축을 줄여서 6축 기울기 센서라 부른다.	9축 위치 측위 센서 또는 9축 관성 측정 장치라 불리는 센서입니다. 여기서 9축의 뜻은 9자유도(dof)를 의미하여 가속도 3축 + 자이로 3축 + 지자기(지구 자기장) 3축 + 온도 1축을 줄여서 9축 기울기 센서라 부른다.

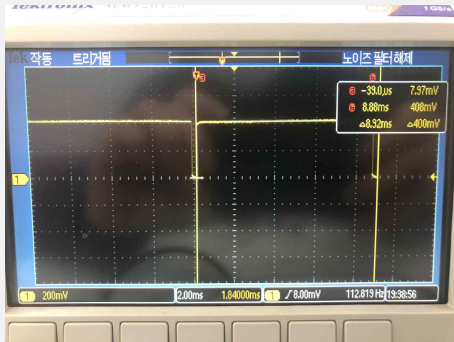




- 엔코더 파형 측정



엔코더 주기 측정



sketch_may21c | 아두이노 1.8.9

파일 편집 스케치 툴 도움말

```

sketch_may21c.g
const int pulsePin=5;
float pulseHigh; // Integer variable to capture High time of the
double angle;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(5, INPUT);
}

void loop() {
  pulseHigh = pulseIn(pulsePin,HIGH);

  Serial.print("pulse = ");
  Serial.println(pulseHigh);
}

```

COM3

```

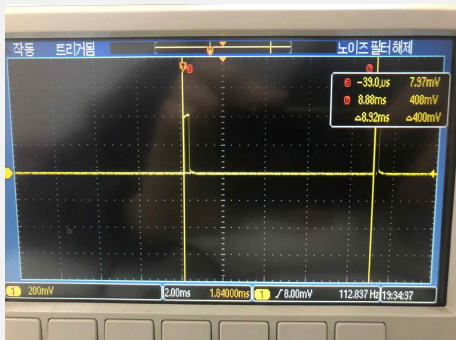
pulse = 8544.00
pulse = 8554.00
pulse = 8556.00
pulse = 8549.00
pulse = 8554.00
pulse = 8554.00
pulse = 8547.00
pulse = 8547.00
pulse = 8553.00
pulse = 8555.00
pulse = 8549.00
pulse = 8555.00
pulse = 8555.00
pulse = 8548.00
pulse = 8553.00
pulse = 8554.00

```

☐ 파형 스크롤 ☐ 타임스텝크 표시

g(pwm_value[1]);

엔코더 인터럽트 값 측정



sketch_may21c | 아두이노 1.8.9
파일 편집 스케치 툴 도움말

```

sketch_may21c:5
const int pulsePin=5;
float pulseHigh; // Integer variable to capture High time of the
double angle;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(5, INPUT);
}

void loop() {
  pulseHigh = pulseIn(pulsePin, HIGH);

  Serial.print("pulse = ");
  Serial.println(pulseHigh);
}
  
```

COM3

```

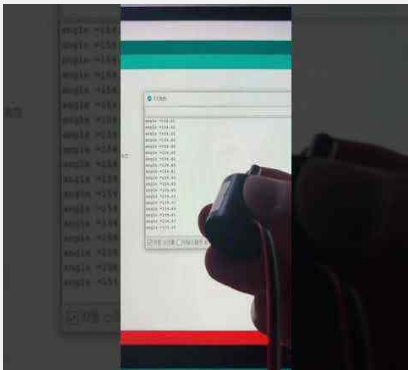
pulse = 261.00
pulse = 255.00
pulse = 261.00
pulse = 261.00
pulse = 258.00
pulse = 261.00
pulse = 261.00
pulse = 261.00
pulse = 261.00
pulse = 261.00
pulse = 255.00
pulse = 261.00
pulse = 261.00
pulse = 255.00
  
```

☐ 자동 스크롤 ☐ 타임스탬프 표시

g(pwm_value[1]));

스케치는 프로그램 저장 공간 3308 바이트(10%)를 사용. 최대 32256 바이트.
변수 선언은 동적 메모리 212바이트(10%)를 사용, 1836바이트의 자유변수가 남.

- 엔코더 각도 측정



encoder_angle \$

```
const int pulsePin=5; //pwm단자 5번핀에 연결
float pulseHigh; //pulseHigh라는 변수 지정
double angle; // angle 이라는 변수 지정

void setup() {
  Serial.begin(115200); //비트레이트가 115200인 시리얼 통신 시작
  pinMode(5, INPUT); // 5번핀 입력
}

void loop() {
  pulseHigh = pulseIn(pulsePin,HIGH); //pulsein이라는 함수를 사용하여 파형이 high인곳의 시간 측정
  angle = (float) ((8556-(pulseHigh))/8301)*360; // angle 값을 구하는 식

  Serial.print("angle ="); //angle= 이라는 문구 출력
  Serial.println(angle); // angle 값을 출력

  //Serial.println(pulseHigh);
}
```

- 향후 계획 및 앞으로의 과제

- 3개의 엔코더를 사용하여 각도값 측정

- 종이상자 혹은 3D프린터를 이용하여 회전 테스트

- 알루미늄 프로파일 외형 틀 제작

- 엔코더의 하중 무게를 고려한 연결부 완성

- Matlab을 이용한 데이터 시각화



감사합니다