

DC motor control 예비보고서

20101449 한가은

1. DC motor

- 위치 모델: 입력 전압에 대한 모터 회전 **각도**의 전달함수, **2차** 시스템.

$$T_p(s) = \frac{\theta_m(s)}{V_a(s)} = \frac{K}{s(s + \alpha)}$$

- 속도 모델: 입력 전압에 대한 모터 회전 **각속도**의 전달함수, **1차** 시스템.

$$T_v(s) = \frac{\omega_m(s)}{V_a(s)} = \frac{K}{s + \alpha}$$

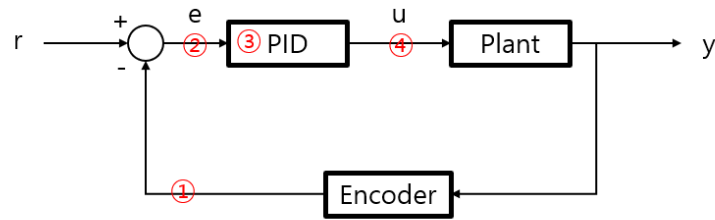
- DC 모터 구동 방식
 - 선형 구동 방식 - 회전 속도 \propto 모터 양단에 인가된 전압
 - DAC 출력 전류의 제한으로 전류 증폭 드라이버 회로 필요, **PWM 구동 방식** 사용.

2. Encoder

- Incremental 방식의 magnetic encoder.
- 회전 방향 감지: A와 B 두 채널, **90도의 위상각 차이**.
- Incremental 방식: 카운터 필요, **회전 각도를 초기화** 필요.

3. Digital PID Controller

- 제어 목표: error $\rightarrow 0$
- Algorithm



1. Encoder를 통한 현재 각도 측정.
2. 각도 오차 계산.

$$e = r - y$$

3. PID 값 계산.

$$u[k] \cong K_p e[k] + K_D \frac{e[k] - e[k-1]}{\Delta T} + K_I \sum_{n=0}^k e[n] \Delta T$$

$$= K_p e[k] + K'_D \times (e[k] - e[k-1]) + K'_I \times \sum_{n=0}^k e[n]$$

```
// compute PID
sumErr += err;
u = (Kp * err) + (Ki * sumErr) + (Kd * (err - prevErr));
prevErr = err;
```

4. 제어 입력 출력.

- 정주기 샘플링 필요 → **타이머 인터럽트 활용**. PWM 파형의 주파수는 샘플링 주파수보다 빨라야 함.
- PID gain 증가 특성
 - Kp: 응답 속도 ↑, 정상 상태 오차 ↓, **but** overshoot 발생.
 - Kd: overshoot ↓, **but** 노이즈에 민감.
 - Ki: 정상 상태 오차 ↓, **but** overshoot 발생. 와인드업 현상(시스템 불안정) 주의.
- system의 특성
 - 1차 시스템: 완벽한 1차 linear sys.에서는 Kp를 증가시킬수록 성능이 좋아진다. 단, 실제 모터는 완벽한 선형성을 띄지 않으므로, **saturation**을 주의해야 한다.
 - 2차 시스템: 과도한 Kp 증가 → **overshoot**이 발생. pole들이 발산하나, 좌반구에 위치.
 - 3차 시스템: 과도한 Kp 증가 → **시스템이 불안정**. 우반구에 위치하는 pole이 발생.

4. Advanced Topic: Tracking 제어

- 사다리꼴 속도 프로파일 적용
 - 시간에 대한 Reference position → 부드러운 모션 제어 (step 입력 문제점 해결)
 - 사다리꼴 모양: **가속 구간, 등속 구간, 감속 구간**
단, 이동 거리가 매우 짧거나, 최대 속도가 매우 큰 경우: 등속 구간이 존재하지 않는, 삼각형 모양
- Feedforward 제어가 도입
 - PID 제어기의 부담 ↓: 과도한 gain값의 증가 방지.
 - PID 제어기: 잔존 오차 제거.
 - feedforward의 두 가지 방법: **plant의 inverse** 또는 **reference velocity** (α/K 를 gain으로).

5. 실험 방법

1. PWM 파형 출력 함수 설계
 - PWM duty 변경: PWMRIGHT 레지스터의 하위 12bit 이용.
 - -50~50의 duty ratio에 대한 0%~100%의 PWM 파형을 출력.
2. Encoder 카운트 값을 통해 회전 각도를 측정하는 함수 설계
 - Encoder counter값 읽기: ENCPOSR 레지스터의 하위 16bit 이용.
 - Encoder counter값에 따른 회전 각도를 계산.
3. PID 제어기 구현
4. 트래킹 제어를 위한 위치 궤적 함수 설계
 - 3개의 인자(reference position, max velocity, acceleration)를 통한 사다리꼴 속도 프로파일에 대응하는 위치 궤적 생성.

6. 실험 도구 및 주의사항

- 'make' 명령어를 통해 컴파일.
- 오실로스코프의 trigger 기능 사용, trigger level과 source channel 확인.
- ENCPOSCLR 레지스터: 위치 초기화 확인.
- PWMDRVEN 레지스터: 1로 설정되어야 모터 구동.