

# 제어시스템 모델링

[실습1-2 Bump test]

이름 : 김 용 현

학번 : 2017006262

## 실습이론

DC 모터

전달함수  $G(s) = S * \text{Seta}_m(s) / V_a(s) = K_t / (R_a * J_s + K_t * K_e)$

저역통과필터(Low Pass Filter)

특정 주파수 이상의 신호를 감쇠 시켜 차단 주파수 이하의 신호만 통과시키는 필터이다. 본 실습에서는 모터의 속도에 생긴 잡음을 제거하기 위하여 사용된다. 입력 신호= $X(t)$ , 출력 신호= $Y(t)$ , 차단 주파수= $W_c$  일 때

$$\frac{Y(t)}{X(t)} = \frac{W_c}{s + W_c}, \quad s = \frac{1 - z^{-1}}{T} \Rightarrow \frac{Y(t)}{X(t)} = \frac{W_c}{\frac{1 - z^{-1}}{T} + W_c}$$

$$Y(t) = \frac{1}{1 + T W_c} z^{-1} Y(t) + \frac{T W_c}{1 + T W_c} X(t) \quad * \text{frequency domain}$$

$$\Downarrow$$
$$Y(n) = \frac{1}{1 + T W_c} Y(n-1) + \frac{T W_c}{1 + T W_c} X(n) \quad * \text{Time domain}$$

저역통과필터를 적용하여 나온 그래프를 이용하면 전달함수의 K값과 tau값을 추정할 수 있다.

$$G(s) = K / (\text{tau} * S + 1)$$

#K값과 tau값을 매트랩에 직접 입력해가며 근사값 추정

## 실습코드(아두이노)

```
#include <SSD1306.h>
#include <MsTimer2.h>
// OLED Setup
#define OLED_DC 5
#define OLED_CLK 8
#define OLED_MOSI 7
#define OLED_RESET 6
SSD1306 oled(OLED_MOSI, OLED_CLK, OLED_DC, OLED_RESET,
0);
//MOTOR driver pin
#define PWM 9
#define IN1 10
#define IN2 11
//Encoder Pin
#define ENCODER_A 3
#define ENCODER_B 2

float t = 0;
unsigned int time_val = 0;
float Ts = 0.001;
float End_Time = 1.0;

void Set_PWM(int motor)
{
    if (motor >= 0)
```

```

{
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    analogWrite(PWM, motor);
}
else
{
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    analogWrite(PWM, motor);
}
}

int cart_encoder = 0;
float cart_position = 0.0;
float cart_velocity = 0;
float filtered_velocity = 0;
float prev_cart_position = 0.0;
float prev_filtered_velocity = 0.0;

void control() {
    cart_position = float(cart_encoder) / 520 * PI;

    float cart_velocity = (cart_position - prev_cart_position) / Ts;
    float filtered_velocity =
((0.97560975609756097560975609756098)
prev_filtered_velocity)

```

```
((0.02439024390243902439024390243902) * cart_velocity);
```

```
prev_cart_position = cart_position;
```

```
prev_filtered_velocity = filtered_velocity;
```

```
if (t > End_Time)
```

```
    Set_PWM(0);
```

```
else
```

```
    Set_PWM(255);
```

```
t += Ts;
```

```
// Serial Write
```

```
byte * time_ = (byte *) &t;
```

```
byte * filtered_velocity_ = (byte *) &filtered_velocity;
```

```
Serial.write(time_, 4);
```

```
Serial.write(filtered_velocity_, 4);
```

```
}
```

```
void setup() {
```

```
    //display setup
```

```
    int fff = 1;
```

```
    TCCR1B = (TCCR1B & 0xF8) | fff;
```

```
    oled.ssd1306_init(SSD1306_SWITCHCAPVCC);
```

```
    oled.clear();    // clears the screen and buffer
```

```
//motor driver setup
pinMode(IN1, OUTPUT);
pinMode(IN2, OUTPUT);
pinMode(PWM, OUTPUT);

//Encoder Setup
pinMode(ENCODER_A, INPUT);
pinMode(ENCODER_B, INPUT);

Serial.begin(2000000);
delay(200);
//Timer Setup
MsTimer2::set(1, control);
MsTimer2::start();
//Interrupt Setup
attachInterrupt(0, doEncoderA, CHANGE);
attachInterrupt(1, doEncoderB, CHANGE);

// motor STOP
digitalWrite(IN1, 0);
digitalWrite(IN2, 0);
digitalWrite(PWM, 0);

oled.drawstring(00, 2, "BUMP_TEST");
oled.display();
```

```
}  
void loop() {  
}  
  
void doEncoderA() {  
    if(digitalRead(ENCODER_A) ==  
digitalRead(ENCODER_B))  
    {  
        cart_encoder = cart_encoder +1;  
    }  
    else  
    {  
        cart_encoder = cart_encoder -1;  
    }  
}  
void doEncoderB() {  
    if(digitalRead(ENCODER_A) == digitalRead(ENCODER_B))  
    {  
        cart_encoder = cart_encoder -1;  
    }  
    else  
    {  
        cart_encoder = cart_encoder +1;  
    }  
}
```

## 실습코드(matlab)

```
close all;
clear;
%% Data Acquisition
% Serial Port Setup
port_name = "COM1";
baud_rate = 2000000;
s = serialport(port_name,baud_rate);

% Parameter Setup
endTime = 1;
Ts = 0.001;
% Data list
time_list = zeros(endTime/Ts,1);
vel_list = zeros(endTime/Ts,1);

for i = 1:1:size(time_list)
    time = read(s,1,"single");
    time_list(i) = time;

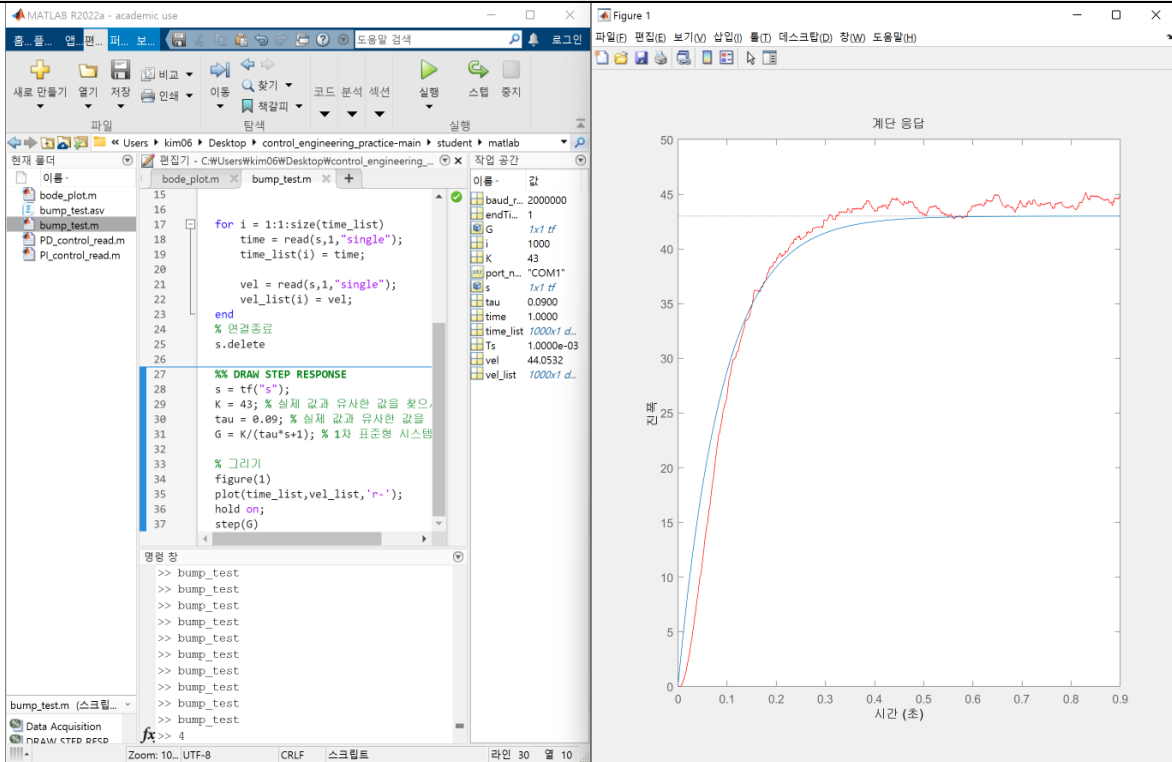
    vel = read(s,1,"single");
    vel_list(i) = vel;
end
% 연결종료
s.delete

%% DRAW STEP RESPONSE
s = tf("s");
K = 43; % 실제 값과 유사한 값을 찾으시오
tau = 0.09; % 실제 값과 유사한 값을 찾으시오
G = K/(tau*s+1); % 1 차 표준형 시스템

% 그리기
figure(1)
plot(time_list,vel_list,'r-');
hold on;
step(G)
```



## 결론



Bump test 실행 결과 그래프에 빨간 선으로 결과가 도출되었으며 Matlab을 이용하여 K값과 tau값을 추정하여 K=43, Tau=0.09를 대입하였을 때 비슷한 형태의 그래프가 그려지는 것을 보아 K=43, tau=0.09로 값을 도출해 낼 수 있었다.

실습 1-1에서 작성했던 pwm, encoder 코드를 활용하고 전달함수를 이용한 저역통과필터 함수를 추가하여 실습을 진행하였다. 1-2 진행 시 1-1에서 encoder 함수를 적용하지 않아 그래프 값이 0으로 고정되는 오류가 있었다.

저역통과필터의 설계를 통해 특정 주파수 이상의 값은 차단하고 낮은 주파수의 값을 흐르도록 하는 방법에 대해 배우게 되었다.