

Rotational Angle Measurement using Potentiometer

Week 3
2023-03-16

Handong Global University
Smart Sensors and IoT Devices

1. startForeground

- 1) 가변저항의 전압을 읽어 각도 값을 계산하는 프로그램을 만드세요.
 - A. 샘플링: 100[Hz], 계측시간: 1.0[s]
 - B. 10 data points between -135 ~ +135[deg]
 - C. 각도기로 실제 각도 측정
 - D. $y = ax+b$, Linear Regression with Least Squares Method
 - 'cftool'을 이용한 결과와 비교

- 2) 각도기의 각도와 가변저항의 전압으로 계산한 각도를 비교해 보세요.
 - A. 샘플링: 100[Hz], 계측시간: 1.0[s]
 - B. 10 data points between -135 ~ +135[deg]
 - C. 각도기 값을 참으로 가정하고 다음을 설명
Accuracy, Precision, Saturation, Linear Range, ...

2. startBackground

- 1) 시간에 대한 각도 그래프를 실시간으로 그려보세요.
 - A. 샘플링: 1000[Hz], 계측시간: 20[s]
 - B. 데이터를 workspace에 저장하기(.mat 파일로 저장)

- 2) Moving Average Filter를 사용하여 잡음을 제거해보세요.
 - A. 샘플링: 1000[Hz], 계측시간: 20[s]
 - B. 가상의 각도 잡음을 생성하여 더하기: 평균(0), 표준편차(10)
 - C. Filter size: 5, 10, 20, 50
 - D. 필터 사이즈의 장단점을 설명

Appendix

1. Least Squares Method

- Equations of a constant vector, x

$$\begin{cases} y_1 &= ax_1 + b \\ \vdots &= \vdots \\ y_k &= ax_k + b \end{cases} \rightarrow y = ax + b$$

- How to find an optimized estimate of x, \hat{x} ?

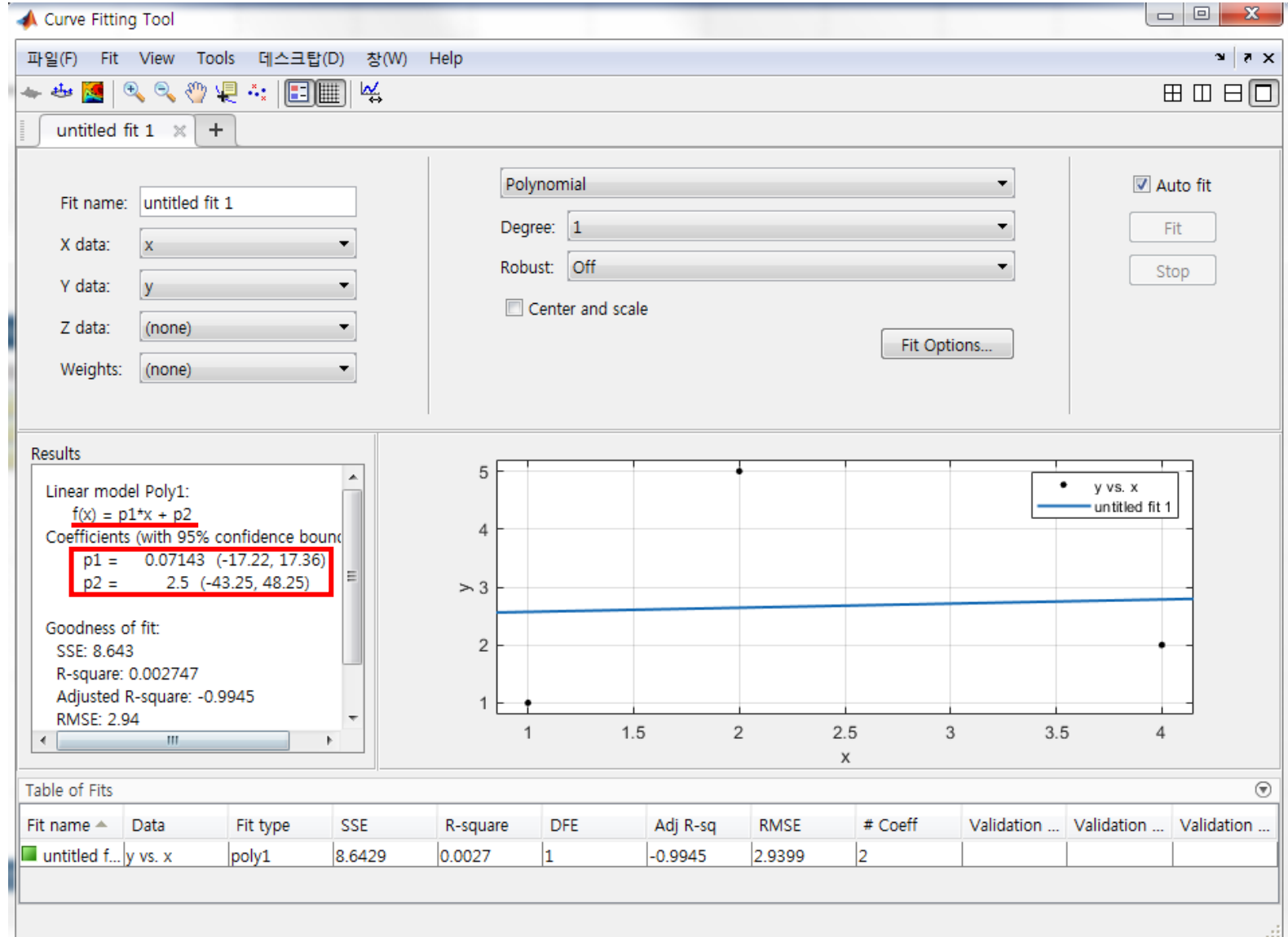
- Residual, $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2$ 의 제곱의 합을 최소화하는 방향으로 최적화
- Cost function, $J = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{y_i}^2$

1. Least Squares Method

```
1 data = [1, 1; 2, 5; 4, 2];  
2 x = data(:,1);  
3 y = data(:,2);
```

| 작업 공간 | |
|-------|---------------|
| 이름 | 값 |
| data | [1,1;2,5;4,2] |
| x | [1;2;4] |
| y | [1;5;2] |

```
>> cftool
```



2. Average Filter

- Batch Expression

$$\overline{x_k} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_k}{k}$$

- Recursive Expression

2. Average Filter

- MATLAB Example

10V 배터리의 전압을 측정하려고 하는데 잡음이 심해 Average Filter를 사용하여 표시하려고 한다. 0.1초 간격으로 20초 동안 측정하며 잡음의 평균은 0.0V, 표준편차는 2.0V로 가정한다.

(randn 함수 사용하여 noise 생성)

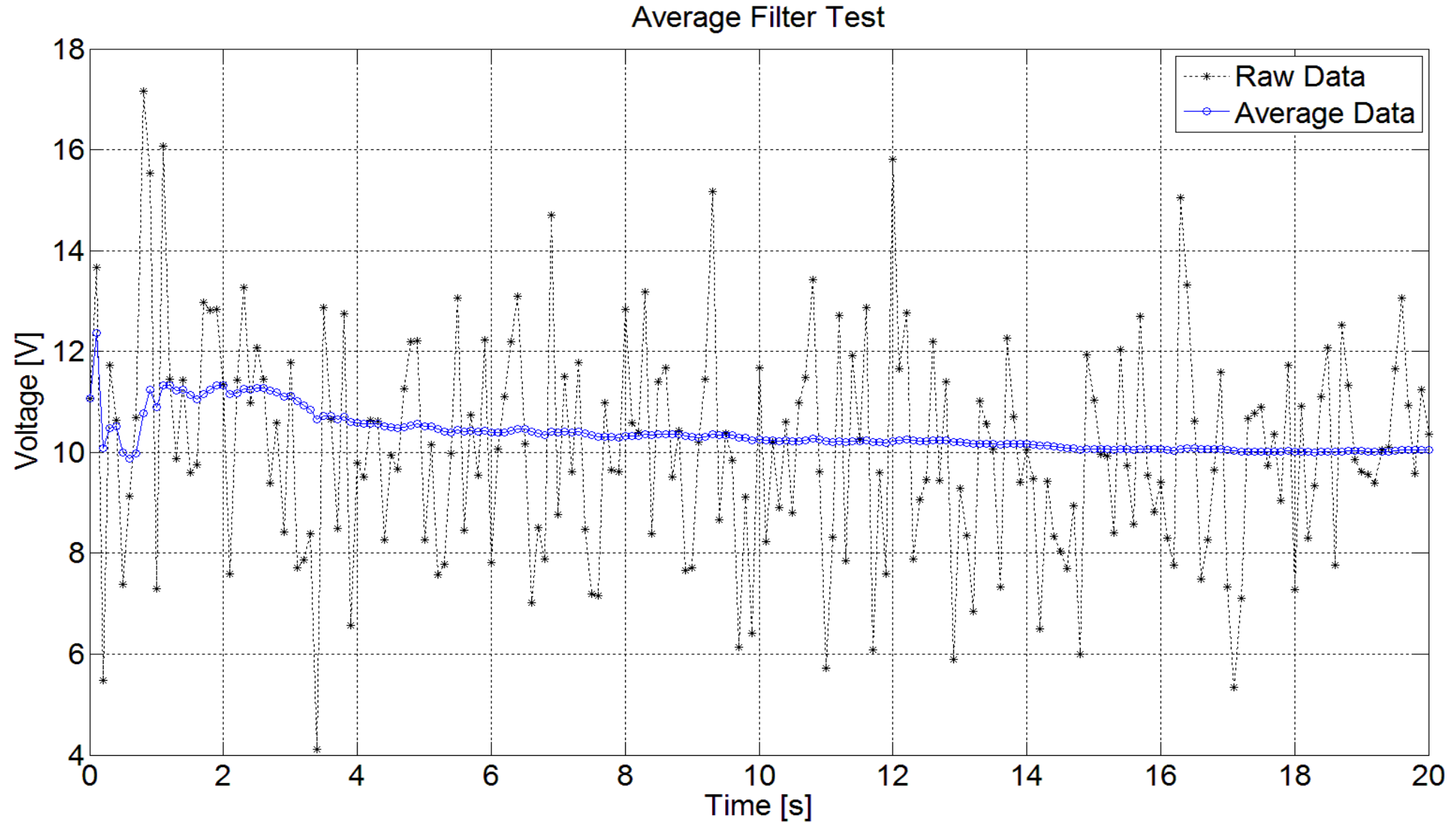
- Recursive Expression을 이용하여 Average Filter 함수 만들기

2. Average Filter

```
1 %% Average filter 연습
2 - instrreset; clear all; close all; clc;
3
4 - dt = 0.1;
5 - time = 0:dt:20;
6
7 - sample_size = length(time);
8
9 - raw_data = zeros(sample_size,1);
10 - avg_data = zeros(sample_size,1);
11
12 - for k = 1:sample_size
13 -     data = 10.0 + 2*randn(1); % randn(n) = 평균 0, 표준편차 1인 난수 n*n 생성
14 -     raw_data(k,1) = data;
15 -     avg_data(k,1) = AvgFilter(data);
16 - end
17
18 - figure
19 - plot(time, raw_data, 'k+:')
20 - hold on
21 - plot(time, avg_data, 'bo-')
22 - set(gca, 'fontsize', 20)
23 - grid on
24
25 - title('Average Filter Test', 'fontsize', 20)
26 - xlabel('Time[s]', 'fontsize', 20)
27 - ylabel('Voltage[V]', 'fontsize', 20)
28 - legend('Raw Data', 'Average Data')
```

```
1 function avg = AvgFilter(x)
2 -     global first_Run
3 -     persistent prevAvg k %local global.. 이 함수 내에서 선언된 다른 함수에서 사용가능
4
5 -     if isempty(first_Run)
6 -         k = 1;
7 -         prevAvg = 0;
8 -         first_Run = 1;
9 -     end
10
11 -     alpha = (k-1)/k;
12
13 -     avg = alpha*prevAvg + (1-alpha)*x;
14
15 -     prevAvg = avg;
16 -     k = k+1;
17 - end
```

2. Average Filter



3. Moving Average Filter

- Batch Expression

$$\overline{x_k} = \frac{x_{k-n+1} + x_{k-n+2} + \cdots + x_k}{n}$$

- Recursive Expression

3. Moving Average Filter

- **MATLAB Example**

모터로 입력되는 전압을 측정하는데 잡음이 심해 Moving Average Filter를 사용하려고 한다.

Filter size는 10 sample로 한다.

- **Recursive Expression을 이용하여 Moving Average Filter 함수 만들기**

3. Moving Average Filter

