

---

## Table of Contents

.....	1
question 6.a - smooth noisy SYS1 sparse identification (from data) .....	1
question 6.b - smooth noisy SYS2 sparse identification (from data) .....	4

```
clearvars; close all; clc;
dt = 0.01; % sample time for data
n=3; % number of columns
polyorder = 3; % up to third order polynomials of candidate functions
```

## question 6.a - smooth noisy SYS1 sparse identification (from data)

lets add noise for fun :), then smooth it out

```
load('SYS1.mat')
% noise for SYS2
noise_1 = normrnd(0.1,0.2, size(x,1), size(x,2));

% add noise to measurements
x_1_noisy = x + noise_1;

% noisy data
dx_1_noisy = diff(x_1_noisy)/dt;
dx_1_noisy_full = [dx_1_noisy; dx_1_noisy(end,:)];

% true data (no noise)
dx_1 = diff(x)/dt;
dx_1_full = [dx_1; dx_1(end,:)];

% smoothed data (noise smoothed via savgol filter)
for i = 1:3
    x_1_sm(:,i) = smoothed_finite_difference(x(:,i), 3, 11);
end

dx_1_sm = diff(x_1_sm)/dt;
dx_1_sm_full = [dx_1_sm; dx_1_sm(end,:)];

% plot differences
figure(61)
subplot(2,3,1)
index = linspace(0,1,length(x));
axis_labels = ['x', 'y', 'z'];
for i = 1:3
    subplot(2,3,i)
    hold on
    grid on
    plot(index, x_1_noisy(:,i), 'LineWidth', 3)
```

---

```

plot(index, x_1_sm(:,i), 'LineWidth', 2)
plot(index, x(:,i), '--', 'LineWidth', 1)
xlabel('index')
ylabel(num2str(axis_labels(i)))
title(['measurements of ', num2str(axis_labels(i))])
legend('noisy', 'smoothed', 'clean', 'Location', 'best')

subplot(2,3,i+3)
hold on
grid on
plot(index, dx_1_noisy_full(:,i), 'LineWidth', 3)
plot(index, dx_1_sm_full(:,i), 'LineWidth', 2)
plot(index, dx_1_full(:,i), '--', 'LineWidth', 1)
title(['numerical derivative of ', num2str(axis_labels(i))])
legend('noisy', 'smoothed', 'clean', 'Location', 'best')
end

Theta = poolData(x_1_sm, n, polyorder); % library of functions

lambda_d1 = [0.01 0.1 0.5];
for index_d1 = 1:length(lambda_d1)
    lambda_d1(index_d1)
    Xi_2_smooth = sparsifyDynamics(Theta, dx_1_sm_full, lambda_d1(index_d1),
n);
    poolDataLIST({'x', 'y', 'z'}, Xi_2_smooth, n, polyorder);
end

ans =

    0.0100

newout =

    21x4 cell array

    {0x0 char}    {'xdot'    }    {'ydot'    }    {'zdot'    }
    {'1'          }    {[          0]}    {[ -0.2271]}    {[ 0.6207]}
    {'x'          }    {[ -8.0894]}    {[26.6426]}    {[ -0.0232]}
    {'y'          }    {[ 9.4312]}    {[ 0.4956]}    {[          0]}
    {'z'          }    {[          0]}    {[          0]}    {[ -2.6121]}
    {'xx'         }    {[          0]}    {[          0]}    {[ -0.0574]}
    {'xy'         }    {[          0]}    {[          0]}    {[ 0.8975]}
    {'xz'         }    {[ -0.0497]}    {[ -0.9342]}    {[          0]}
    {'yy'         }    {[          0]}    {[          0]}    {[ 0.1012]}
    {'yz'         }    {[          0]}    {[ -0.0838]}    {[          0]}
    {'zz'         }    {[          0]}    {[          0]}    {[          0]}
    {'xxx'        }    {[          0]}    {[          0]}    {[          0]}
    {'xxy'        }    {[          0]}    {[          0]}    {[          0]}
    {'xxz'        }    {[          0]}    {[          0]}    {[          0]}
    {'xyy'        }    {[          0]}    {[          0]}    {[          0]}
    {'xyz'        }    {[          0]}    {[          0]}    {[          0]}
    {'xzz'        }    {[          0]}    {[          0]}    {[          0]}

```

---

---

{ 'yyy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }

ans =

0.1000

newout =

21×4 cell array

{0×0 char}	{ 'xdot' }	{ 'ydot' }	{ 'zdot' }
{ '1' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 9.7522 ] }
{ 'x' }	{ [-10.1087] }	{ [30.2053] }	{ [ 0 ] }
{ 'y' }	{ [ 9.9698 ] }	{ [-2.1247] }	{ [ 0 ] }
{ 'z' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [-3.0685] }
{ 'xx' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0.9965 ] }
{ 'xz' }	{ [ 0 ] }	{ [-1.0409] }	{ [ 0 ] }
{ 'yy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxx' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }

ans =

0.5000

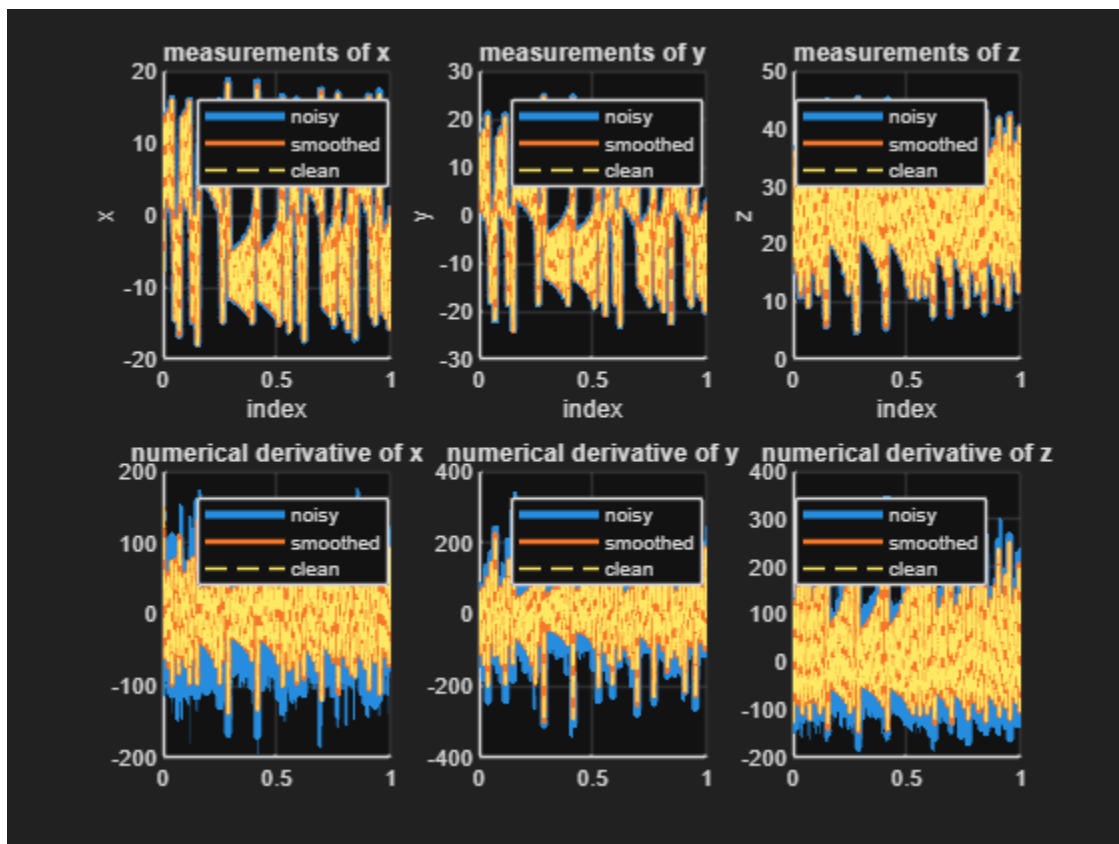
newout =

21×4 cell array

{0×0 char}	{ 'xdot' }	{ 'ydot' }	{ 'zdot' }
{ '1' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'x' }	{ [-10.1087] }	{ [25.0178] }	{ [ 0 ] }
{ 'y' }	{ [ 9.9698 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'z' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [-2.7033] }
{ 'xx' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0.9965 ] }

---

{ 'xz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [-0.9380] }	{ [ 0 ] }
{ 'yy' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxx' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxy' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyy' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xzz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyy' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yzz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zzz' }	}	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }



## question 6.b - smooth noisy SYS2 sparse identification (from data)

lets add noise for fun :), then smooth it out

```
load('SYS2.mat')
% noise for SYS2
noise_2 = normrnd(0.1,0.2, size(x,1), size(x,2))/100;
```

---

```

% add noise to measurements
x_2_noisy = x + noise_2;

% noisy data
dx_2_noisy = diff(x_2_noisy)/dt;
dx_2_noisy_full = [dx_2_noisy; dx_2_noisy(end,:)];

% true data (no noise)
dx_2 = diff(x)/dt;
dx_2_full = [dx_2; dx_2(end,:)];

% smoothed data (noise smoothed via savgol filter)
for i = 1:3
    x_2_sm(:,i) = smoothed_finite_difference(x(:,i), 3, 11);
end

dx_2_sm = diff(x_2_sm)/dt;
dx_2_sm_full = [dx_2_sm; dx_2_sm(end,:)];

% plot differences
figure(62)
subplot(2,3,1)
index = linspace(0,1,length(x));
axis_labels = ['x', 'y', 'z'];
for i = 1:3

    subplot(2,3,i)
    hold on
    grid on
    plot(index, x_2_noisy(:,i), 'LineWidth', 3)
    plot(index, x_2_sm(:,i), 'LineWidth', 2)
    plot(index, x(:,i), '--', 'LineWidth', 1)
    xlabel('index')
    ylabel(num2str(axis_labels(i)))
    title(['measurements of ', num2str(axis_labels(i))])
    legend('noisy', 'smoothed', 'clean', 'Location', 'best')

    subplot(2,3,i+3)
    hold on
    grid on
    plot(index, dx_2_noisy_full(:,i), 'LineWidth', 3)
    plot(index, dx_2_sm_full(:,i), 'LineWidth', 2)
    plot(index, dx_2_full(:,i), '--', 'LineWidth', 1)
    title(['numerical derivative of ', num2str(axis_labels(i))])
    legend('noisy', 'smoothed', 'clean', 'Location', 'best')
end

Theta = poolData(x_2_sm, n, polyorder); % library of functions

lambda_d2 = [0.01 0.1 0.5];
for index_d2 = 1:length(lambda_d2)
    lambda_d2(index_d2)
    Xi_2_smooth = sparsifyDynamics(Theta, dx_2_sm_full, lambda_d2(index_d2),
n);

```

---

---

```

poolDataLIST({'x', 'y', 'z'}, Xi_2_smooth, n, polyorder);
end

```

```
ans =
```

```
0.0100
```

```
newout =
```

```
21×4 cell array
```

{0×0 char}	{ 'xdot' }	{ 'ydot' }	{ 'zdot' }
{ '1' }	{ [ 0 ] }	{ [-20.9777] }	{ [ 0 ] }
{ 'x' }	{ [-1.6651] }	{ [-36.1074] }	{ [ 0 ] }
{ 'y' }	{ [ 0.1118] }	{ [ 21.5839] }	{ [ 0 ] }
{ 'z' }	{ [-0.0430] }	{ [ 16.3721] }	{ [ 0.1112] }
{ 'xx' }	{ [ 0.3233] }	{ [ 27.8898] }	{ [ 0 ] }
{ 'xy' }	{ [ 0.3820] }	{ [ 0.0638] }	{ [ 0 ] }
{ 'xz' }	{ [-0.0775] }	{ [ 4.3905] }	{ [ 0 ] }
{ 'yy' }	{ [ 0.0434] }	{ [-4.1843] }	{ [ 0 ] }
{ 'yz' }	{ [ 0.0315] }	{ [-7.6681] }	{ [ 0 ] }
{ 'zz' }	{ [ 0 ] }	{ [-2.7346] }	{ [-0.1009] }
{ 'xxx' }	{ [-0.1928] }	{ [-0.5990] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxy' }	{ [-0.1193] }	{ [-1.4524] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxz' }	{ [ 0.0867] }	{ [-6.3377] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyy' }	{ [ 0 ] }	{ [-0.0789] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyz' }	{ [-0.0389] }	{ [ 2.1434] }	{ [ 0 ] }
{ 'xzz' }	{ [ 0.0216] }	{ [-0.4001] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0.0429] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0.8279] }	{ [ 0 ] }
{ 'yzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0.5431] }	{ [ 0 ] }
{ 'zzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0.1278] }	{ [ 0 ] }

```
ans =
```

```
0.1000
```

```
newout =
```

```
21×4 cell array
```

{0×0 char}	{ 'xdot' }	{ 'ydot' }	{ 'zdot' }
{ '1' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'x' }	{ [-1.0934] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'y' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'z' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xx' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0.9666] }	{ [ 0 ] }
{ 'yy' }	{ [ 0.1168] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }

---

{ 'yz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxx' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxy' }	{ [ 0 ] }	{ [-1.0007] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }

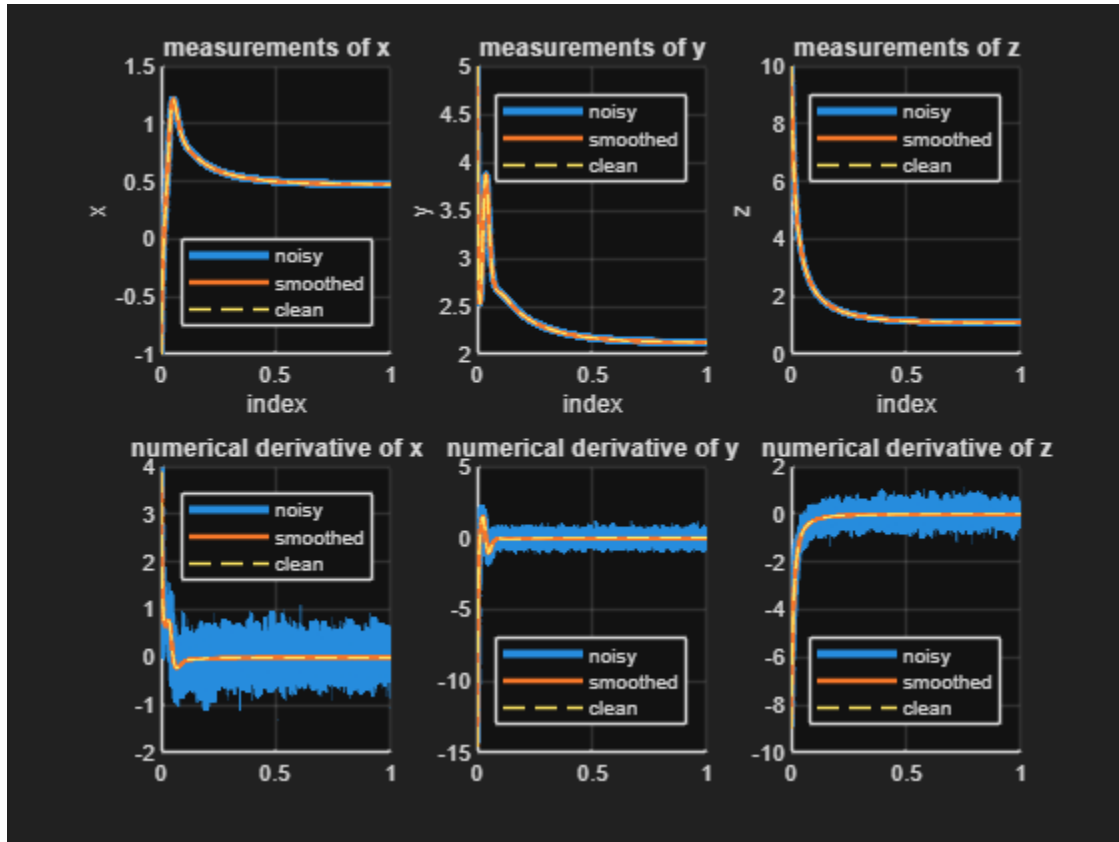
ans =

0.5000

newout =

21×4 cell array

{0×0 char}	{ 'xdot' }	{ 'ydot' }	{ 'zdot' }
{ '1' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'x' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 1.4112 ] }
{ 'y' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'z' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xx' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [-2.3315 ] }
{ 'xy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0.9666 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxx' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxy' }	{ [ 0 ] }	{ [-1.0007 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xxz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xyz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'xzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyy' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yyz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'yzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }
{ 'zzz' }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }	{ [ 0 ] }



*Published with MATLAB® R2023b*