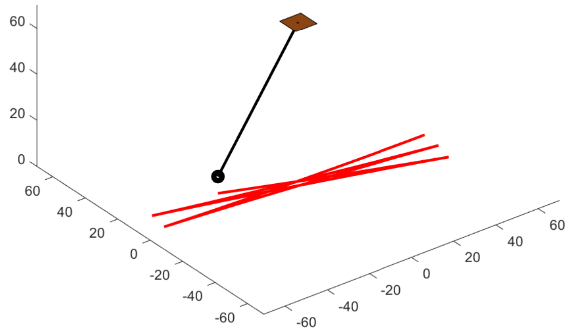
Laboratorium 11 — identyfikacja systemów

Zadanie 1 (2 pkt)

1. Wczytaj dane z pliku `data2.mat` zawierające 101 pomiarów dla wahadła Foucaulta w postaci $[\ddot{x}, \ddot{y}, \dot{x}, \dot{y}, x, y]$, a następnie przeprowadź identyfikację liniowego układu dynamicznego, opisanego równaniem:
   - $P(x) = a_1\dot{x} + a_2\dot{y} + a_3x + a_4y$.



2. Wczytaj dane z pliku `data1.mat` zawierające 32001 pomiarów, a następnie oblicz wartość `mse` dla uzyskanych układów.

Zadanie 2 (3 pkt)

Powtórzy czynności z zadania 1 dla nieliniowego układu dynamicznego, opisanego równaniem:

- $P(x) = a_1\dot{x}^2 + a_2\dot{y}^2 + a_3x + a_4y + a_5\dot{x}\dot{y}$.

Zadanie 3 (5 pkt)

Zaimplementuj metodę Euhler'a przedstawioną poniżej, a następnie wykorzystaj ją do przeprowadzenia symulacji ruchu wahadła (dla lepszego z uzyskanych modeli). Przedstaw na osobnych wykresach trajektorie wahadła wczytaną z pliku `data1.mat` oraz tą obliczoną dla zidentyfikowanego modelu. Przyjmij $h = 2^{-8}, t = 500s$.

$$y'(t) = f(t, y(t)), \quad y(t_0) = y_0,$$
$$y_{n+1} = y_n + hf(t_n, y_n),$$

gdzie:
h — krok metody.

Teoria

Struktura dostarczonych macierzy:

$$\text{data} = \begin{bmatrix} \ddot{x}_1 & \ddot{y}_1 & \dot{x}_1 & \dot{y}_1 & x_1 & y_1 \\ \ddot{x}_2 & \ddot{y}_2 & \dot{x}_2 & \dot{y}_2 & x_2 & y_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \tag{1}$$

Metoda najmniejszych kwadratów
(dla modelu liniowego $P(x) = a_1\dot{x} + a_2\dot{y} + a_3x + a_4y$):

$$X = \begin{bmatrix} \ddot{x}_1 & \ddot{y}_1 \\ \ddot{x}_2 & \ddot{y}_2 \\ \dots & \dots \end{bmatrix}^T \tag{2}$$

$$Z = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 & \dot{y}_1 & x_1 & y_1 \\ \dot{x}_2 & \dot{y}_2 & x_2 & y_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}^T \tag{3}$$

$$R_s = XZ^T \tag{4}$$

$$P_s = ZZ^T \tag{5}$$

$$A = R_sP_s^{-1} \tag{6}$$

$$\ddot{x} = a_{1,1}\dot{x} + a_{1,2}\dot{y} + a_{1,3}x + a_{1,4}y \tag{7}$$

$$\ddot{y} = a_{2,1}\dot{x} + a_{2,2}\dot{y} + a_{2,3}x + a_{2,4}y \tag{8}$$