

IMA – zadanie laboratoryjne

Robot opisany jest modelem ciągłym nieliniowym, który można zapisać następującym układem równań:

$$\dot{x}_1(t) = 0,5R(u_1(t) + u_2(t))\cos(x_3(t)) \quad (1)$$

$$\dot{x}_2(t) = 0,5R(u_1(t) + u_2(t))\sin(x_3(t)) \quad (2)$$

$$\dot{x}_3(t) = \frac{R}{L}(u_2(t) - u_1(t)) \quad (3)$$

$$y_1(k) = x_1(k) \quad (4)$$

$$y_2(k) = x_2(k) \quad (5)$$

$$y_3(k) = x_3(k) \quad (6)$$

Badany proces jest procesem MIMO o dwóch wejściach. Pierwszym wejściem jest prędkość lewego koła robota, natomiast drugim jest prędkość jego prawego koła. Proces ma trzy wyjścia: położenie robota względem osi x , położenie względem osi y oraz orientację θ . Zmienne stanu równe są wyjściom. Ograniczenia na sygnały sterujące wynoszą $-10 \leq u_1, u_2, \leq 10$. Okres próbkowania $T_p = \frac{1}{30}$ s. Należy przyjąć, że: $L = 0,287$; $R = 0,033$.

Na zajęciach laboratoryjnych studenci otrzymują szkielet skryptu w Matlabie, który należy uzupełnić. Symulacja modelu nieliniowego, ciągłego jest już w nim zaimplementowana. W skrypcie zamieszczona jest też podstawowa trajektoria zadana ruchu robota. Drugą trajektorię znaleźć można zapisaną w pliku `ima_difficult_trajectory.txt`. W skrypcie zamieszczone są komentarze, które mają na celu ułatwienie studentom organizacji pracy oraz nakierowanie ich na przydatne funkcje dostępne w języku Matlab. Podczas laboratorium należy:

1. Wyprowadzić nieliniowy, dyskretny model procesu. Zastosować metodę „w przód” Eulera. (0,5 p.)
2. Zlinearyzować nieliniowy, dyskretny model procesu w punkcie pracy. Wyznaczyć macierze A , B oraz C współczynników liniowych modelu. Linearyzację przeprowadzić za pomocą **mierzonego** stanu procesu. (0,5 p.)
3. Zaimplementować rozszerzony filtr Kalmana. Dobrać macierze kowariancji, kowariancji szumu przetwarzania, kowariancji szumu pomiarowego. (1 p.)
4. Na wykresie porównać stan mierzony i stan estymowany robota. (0,5 p.)
5. Zlinearyzować nieliniowy, dyskretny model procesu w punkcie pracy. Wyznaczyć macierze A , B oraz C współczynników liniowych modelu. Linearyzację przeprowadzić za pomocą **estymowanego** stanu procesu. (0,5 p.)
6. Zaimplementować regulator predykcyjny MPC-NPL w dwóch wersjach:
 - wykorzystującą stan mierzony, (1p.)
 - wykorzystującą stan estymowany. (1p.)
7. Przeprowadzić proces strojenia regulatora predykcyjnego. Dobrać wartości horyzontów predykcji i sterowania oraz współczynników kary λ i ψ zapewniające satysfakcjonującą jakość regulacji. (1p.)
8. Porównać jakość regulacji obu wersji regulatora dla tych samych nastaw. Jako wskaźnik jakości należy wykorzystać błąd średniokwadratowy. (1 p.)
9. Przeprowadzić test działania regulatora dla drugiej trajektorii zadanej, znajdującej się w pliku `ima_difficult_trajectory.txt`. Trajektoria dana jest w formie „surowej”. Należy przekształcić typ zmiennych, a także dokonać odpowiedniej interpolacji. (0,5 p.)
10. Zaimplementować prostą wizualizację ruchu robota po trajektorii zadanej na płaszczyźnie. Robot przedstawiony może być np. jako prostokąt, który odpowiednio obraca się i zmienia położenie. (0,5 p.)

Uwaga: W zadaniach 1-5, gdy nie ma jeszcze zaimplementowanego regulatora, należy aplikować na wejście procesu dostępną w skrypcie testową trajektorię sygnałów sterujących.