

Sterowanie procesami – projekt II, zadanie 40 (termin oddania: 2 VI 2025)

Obiekt regulacji jest opisany transmitancją:

$$G(s) = \frac{K_o e^{-T_o s}}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$$

gdzie $K_o=4,7$, $T_o=5$, $T_1=1,92$, $T_2=4,96$. Proszę:

1. Wyznaczyć transmitancję dyskretną $G(z)$. Należy przy tym zastosować ekstrapolator zero-wego rzędu i przyjąć okres próbkowania $T_p=0,5s$. Porównać odpowiedź skokową i współczynnik wzmocnienia statycznego transmitancji ciągłej i dyskretnej.
2. Na podstawie transmitancji dyskretnej wyznaczyć równanie różnicowe służące do obliczenia wielkości $y(k)$ na podstawie sygnałów wejściowych i wyjściowych z chwil poprzednich

$$y(k) = \sum_{i=1}^n b_i y(k-i) + \sum_{i=1}^m c_i u(k-i)$$

3. Dla danego obiektu dobrać ciągły regulator PID metodą Zieglera–Nicholsa ($K_r=0,6K_k$, $T_i=0,5T_k$, $T_d=0,12T_k$, gdzie K_k – wzmocnienie krytyczne, T_k – okres oscylacji). Wyznaczyć parametry r_0 , r_1 , r_2 dyskretnego regulatora PID.
4. Napisać program do symulacji cyfrowego algorytmu PID oraz algorytmu DMC w wersji analitycznej, bez ograniczeń. Należy przyjąć stałą trajektorię referencyjną dla całego horyzontu predykcji. Model z punktu drugiego proszę wykorzystać do wyznaczenia odpowiedzi skokowej i symulacji obiektu.
5. Dobrać parametry algorytmu DMC testując działanie układu regulacji dla skokowych zmian wartości zadanej, postępując w następujący sposób:
 - a) Na podstawie odpowiedzi skokowej określić horyzont dynamiki D . Następnie, należy założyć początkową wartości współczynnika λ , np. $\lambda=1$ oraz długości horyzontów predykcji i sterowania takie same, jak horyzontu dynamiki ($N_u=N=D$). Jeżeli regulator pracuje nieprawidłowo, proszę wydłużyć horyzont dynamiki.
 - b) Stopniowo skracać horyzont predykcji i wybrać jego docelową długość (przy $N_u=N$).
 - c) Zbadać wpływ horyzontu sterowania na jakość regulacji (np. przyjąć kolejno $N_u=1, 2, 3, 4, 5, 10, \dots, N$). Wybrać możliwie małą długość horyzontu sterowania.
 - d) Dla ustalonych horyzontów zbadać wpływ współczynnika λ na jakość regulacji i wybrać taką jego wartość, która zapewnia właściwy kompromis między szybkością regulacji a postacją sygnału sterującego.

Skomentować rezultaty uzyskane w każdym podpunkcie i zamieścić wyniki symulacji (co najmniej po jednym rysunku z trzema odpowiedziami dla podpunktów b), c) i d)).

6. Przy skokowej zmianie wartości zadanej porównać jakość regulacji cyfrowego algorytmu PID i algorytmu DMC dostrojonego w poprzednim punkcie. Wyznaczyć obszary stabilności obu algorytmów, tzn. krzywą K_o/K_o^{nom} w funkcji T_o/T_o^{nom} , przyjmując $T_o/T_o^{nom} = \{1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2\}$.

Zadanie dodatkowe (punktowane dodatkowo w skali 0–5 pkt.)

7. Napisać program do symulacji algorytmu GPC w wersji analitycznej, bez ograniczeń, bazującego na modelu z punktu drugiego.
8. Przyjmując wartości parametrów algorytmu GPC takie same, jak finalne, dobrane dla algorytmu DMC w punkcie 5d), porównać działanie algorytmów GPC i DMC:

- a) przy skokowej zmianie wartości zadanej,
 - b) przy skokowej zmianie niemierzalnego zakłócenia dodanego do wyjścia obiektu (i stałej wartości zadanej).
9. Wyznaczyć obszary stabilności algorytmu GPC, tzn. krzywą K_o/K_o^{nom} w funkcji T_o/T_o^{nom} , przyjmując $T_o/T_o^{nom} = \{1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2\}$.

Uwagi:

- a) Obliczenia należy wykonać w pakiecie MATLAB; nie należy korzystać z Simulinka.
- b) Sprawozdanie powinno zawierać opis przeprowadzonych eksperymentów, komentarz dotyczący otrzymanych wyników oraz wnioski.
- c) **Sprawozdanie (plik PDF) oraz wszystkie pliki zawierające dobrze skomentowane programy, zebrane w jednym archiwum, powinny być zamieszczone na serwerze Studia do dnia oddania włącznie. Rozmiar spakowanego archiwum nie powinien przekraczać 5 MB.**
- d) Za projekt można otrzymać do 20 punktów. Swój wynik można podnieść o maksimum 5 punktów wykonując zadanie dodatkowe (punkty 7–9).
- e) Punktacja będzie pomniejszona maksymalnie o 5 punktów za niestaranne przedstawienie wyników (np. nieczytelne lub niskiej jakości wykresy, brak podpisów osi, brak legend).
- f) **Oddanie sprawozdania po terminie wiąże się z odjęciem 1 punktu za każdy rozpoczęty dzień spóźnienia. Ze względu na koniec semestru wypadający w połowie czerwca, sprawozdanie należy dostarczyć najpóźniej do 11 czerwca.**