

MODI – projekt II, zadanie 4

W pliku `danestat4.zip` znajdują się dane statyczne zarejestrowane podczas pracy procesu (pierwsza kolumna – sygnał wejściowy u , druga kolumna – sygnał wyjściowy y , w kolejnych wierszach podane są kolejne próbki).

Dane dynamiczne znajdują się w plikach `danedynucz4.zip` – zbiór uczący, `danedynwer4.zip` – zbiór weryfikujący (pierwsza kolumna – sygnał wejściowy u , druga kolumna – sygnał wyjściowy y , w kolejnych wierszach podane są próbki w kolejnych chwilach próbkowania).

Zadania obowiązkowe (punktowane w skali 0-20 pkt.)

1. Identyfikacja modeli statycznych:

- Narysować dane statyczne. Podzielić dane statyczne na zbiór uczący i weryfikujący, narysować te zbiory na oddzielnych rysunkach. (0,5 pkt.)
- Metodą najmniejszych kwadratów wyznaczyć statyczny model liniowy postaci

$$y(u) = a_0 + a_1 u$$

Narysować charakterystykę $y(u)$, obliczyć błędy modelu dla zbioru uczącego i weryfikującego. Pokazać na rysunkach wyjście modelu na tle dwóch zbiorów danych. Skomentować rezultaty. (2 pkt.)

- Metodą najmniejszych kwadratów wyznaczyć statyczne modele nieliniowe postaci

$$y(u) = a_0 + \sum_{i=1}^N a_i u^i$$

dla różnych stopni wielomianu N . W każdym przypadku narysować charakterystykę $y(u)$, obliczyć błędy modelu dla zbioru uczącego i weryfikującego (podać je w tabeli) oraz pokazać na rysunkach wyjście modelu na tle dwóch zbiorów danych. Skomentować rezultaty. Wybrać najlepszy model statyczny. Uzasadnić wybór. (4 pkt.)

2. Identyfikacja modeli dynamicznych:

- Narysować dane dynamiczne: zbiór uczący i weryfikujący (na oddzielnych rysunkach). (0,5 pkt.)
- Metodą najmniejszych kwadratów wyznaczyć dynamiczne modele liniowe postaci

$$y(k) = \sum_{i=1}^{n_B} b_i u(k-i) + \sum_{i=1}^{n_A} a_i y(k-i)$$

pierwszego ($n_A = n_B = 1$), drugiego ($n_A = n_B = 2$) i trzeciego rzędu ($n_A = n_B = 3$). Dla każdego modelu obliczyć błędy dla zbioru uczącego i weryfikującego w trybie bez rekurencji i z rekurencją (podać je w tabeli) oraz pokazać na rysunkach wyjście modeli na tle dwóch zbiorów danych (w trybie bez rekurencji i z rekurencją). Skomentować rezultaty. Wybrać najlepszy model liniowy z punktu widzenia dokładności (w trybie rekurencyjnym). (5 pkt.)

- Metodą najmniejszych kwadratów wyznaczyć szereg wielomianowych dynamicznych modeli nieliniowych. Rozważyć modele o różnym rzędzie dynamiki i strukturze nieliniowości, np. modele o dynamice pierwszego rzędu i różnym stopniu wielomianów

$$\begin{aligned} y(k) &= w_1 u(k-1) + w_2 u^2(k-1) + w_3 y(k-1) + w_4 y^2(k-1) \\ y(k) &= w_1 u(k-1) + w_2 u^2(k-1) + w_3 u^3(k-1) \\ &\quad + w_4 y(k-1) + w_5 y^2(k-1) + w_6 y^3(k-1) \\ y(k) &= w_1 u(k-1) + w_2 u^2(k-1) + w_3 u^3(k-1) + w_4 u^4(k-1) \\ &\quad + w_5 y(k-1) + w_6 y^2(k-1) + w_7 y^3(k-1) + w_8 y^4(k-1) \\ &\vdots \end{aligned}$$

modele o dynamice drugiego rzędu i różnym stopniu wielomianów

$$\begin{aligned}y(k) &= w_1 u(k-1) + w_2 u^2(k-1) \\&\quad + w_3 u(k-2) + w_4 u^2(k-2) \\&\quad + w_5 y(k-1) + w_6 y^2(k-1) \\&\quad + w_7 y(k-2) + w_8 y^2(k-2) \\y(k) &= w_1 u(k-1) + w_2 u^2(k-1) + w_3 u^3(k-1) \\&\quad + w_4 u(k-2) + w_5 u^2(k-2) + w_6 u^3(k-2) \\&\quad + w_7 y(k-1) + w_8 y^2(k-1) + w_9 y^3(k-1) \\&\quad + w_{10} y(k-2) + w_{11} y^2(k-2) + w_{12} y^3(k-2) \\y(k) &= w_1 u(k-1) + w_2 u^2(k-1) + w_3 u^3(k-1) + w_4 u^4(k-1) \\&\quad + w_5 u(k-2) + w_6 u^2(k-2) + w_7 u^3(k-2) + w_8 u^4(k-2) \\&\quad + w_9 y(k-1) + w_{10} y^2(k-1) + w_{11} y^3(k-1) + w_{12} y^4(k-1) \\&\quad + w_{13} y(k-2) + w_{14} y^2(k-2) + w_{15} y^3(k-2) + w_{16} y^4(k-2) \\&\quad \vdots\end{aligned}$$

modele o dynamice trzeciego rzędu itd. Ewentualnie uwzględnić wyrazy mieszane, np. postaci $u(k-1)y(k-1)$, $u^2(k-1)y(k-1)$, $u(k-2)y(k-1)$, itd. Dla każdego modelu obliczyć błędy dla zbioru uczącego i weryfikującego w trybie bez rekurencji i z rekurencją (podać je w tabeli) oraz pokazać na rysunkach wyjście modeli na tle dwóch zbiorów danych (w trybie bez rekurencji i z rekurencją). Skomentować rezultaty. Wybrać najlepszy model nieliniowy z punktu widzenia dokładności (w trybie rekurencyjnym) i ewentualnie liczby parametrów. (8 pkt.)

Zadania dodatkowe (punktowane dodatkowo w skali 0-4 pkt.)

- d) Na podstawie uznanego za najlepszy dynamicznego modelu nieliniowego otrzymanego w zadaniu 2c wyznaczyć statyczny model nieliniowy – narysować charakterystykę $y(u)$ wykorzystując funkcję `fsolve`. (1 pkt.)
- e) Wykazać eksperymentalnie poprawność otrzymanej charakterystyki statycznej: na podstawie modelu dynamicznego (odpowiadającego charakterystyce statycznej) wyznaczyć symulacyjnie wartość sygnału wyjściowego dla 3 wartości sygnału sterującego w stanie statycznym. Porównać otrzymane wyniki symulacji dynamicznych z charakterystyką statyczną, tzn. nanieść uzyskane wyniki symulacji dynamicznych na wykres charakterystyki statycznej. Jeżeli występuje rozbieżność, odpowiednio dobrać punkt początkowy funkcji `fsolve`, poprawić wynik uzyskany w punkcie 2d. Opisać spostrzeżenia i wnioski. (3 pkt.)

Przesłać sprawozdanie w pliku pdf oraz spakowane wszystkie pliki MATLABa do dnia 24.1.2020, do godziny 23:59 na adres pjchaber@gmail.com. Nie przysyłać rysunków (fig, jpg, itp.). Maksymalna liczba punktów wynosi 20 (+4 punkty dodatkowe). Projekt nadesłany po terminie nie będzie oceniany.