

Inteligentne metody sterowania

Laboratorium

Sterowanie rozmyte

1. Zapoznać się z przybornikiem Fuzzy Logic Toolbox pakietu Matlab, a w szczególności z poleceniem **fuzzy**.
2. Zbudować rozmyty regulator typu PI postaci:

$$\Delta u(k) = f(e(k), \Delta e(k)), \quad (1)$$

gdzie $\Delta u(k)$ oznacza przyrost sterowania, $e(k)$ jest uchybem regulacji, a $\Delta e(k)$ jest przyrostem uchybu regulacji. Zakładając, że zmienne $e(k)$ i $\Delta e(k)$ oraz $\Delta u(k)$ są znormalizowane do przestrzeni $[-1, 1]$ zbudować regulator rozmyty z bazą reguł MacVicarda-Whelana postaci:

$\Delta e(k)$ $e(k)$	-L	-M	-S	-Z	+Z	+S	+M	+L
-L	-L	-L	-L	-L	-L	-M	-S	-Z
-M	-L	-L	-M	-M	-M	-S	-Z	+S
-S	-L	-M	-S	-S	-S	-Z	+S	+M
-Z	-L	-M	-S	-Z	+Z	+S	+M	+L
+Z	-L	-M	-S	-Z	+Z	+S	+M	+L
+S	-M	-S	+Z	+S	+S	+S	+M	+L
+M	-S	+Z	+S	+M	+M	+M	+L	+L
+L	+Z	+S	+M	+L	+L	+L	+L	+L

Każda zmienna została podzielona na 8 etykiet lingwistycznych $\{-L, -M, -S, -Z, +Z, +S, +M, +L\}$ gdzie L oznacza duży, M – średni, M – mały, Z – zero, + oznacza dodatni, - oznacza ujemny. Wybrać równomierne rozmieszczenie zbiorów rozmytych na przedziale $[-1, 1]$. Zastosować trójkątne funkcje przynależności, a na krańcach przedziału trapezoidalne. Użyć domyślnych ustawień systemu wnioskującego. Po zbudowaniu regulatora rozmytego wyeksportować go do przestrzeni roboczej Matlab (menu **File** → **Export** → **To Workspace**).

3. Zastosować zbudowany w pkt. 2 regulator do sterowania prędkością pojazdu opisanego równaniem różniczkowym:

$$T \frac{dv(t)}{dt} + v(t) = Ku(t), \quad (2)$$

gdzie $u(t)$ to sygnał sterujący przepustnicą silnika, $v(t)$ oznacza prędkość pojazdu, $T = 15s$, a $K = 2km/h$. Model samochodu znajduje się w pliku `auto.mdl`. Do realizacji regulatora użyć bloku `Fuzzy Logic Controller` dostępnego w bibliotece `Fuzzy Logic Toolbox`. Po otwarciu bloku należy podać nazwę zmiennej znajdującej się w przestrzeni roboczej Matlaba zawierającej strukturę regulatora (wygenerowanej wcześniej z poziomu polecenia `fuzzy`).

Zakładamy, że:

- (a) prędkość maksymalna pojazdu $v_{max} = 150km/h$,
- (b) zakres zmian uchybu regulacji $[-150, 150]$,
- (c) zakres zmian przyrostu uchybu regulacji $[-30, 30]$,
- (d) otwarcie przepustnicy od 0 do 100%,
- (e) zakres zmian przyrostu sterowania $[-100, 100]$,
- (f) współczynniki skalowania $k_e = \frac{1}{150}$, $k_{de} = \frac{1}{30}$, $k_{du} = 100$.

Wykonać następujące eksperymenty:

- Sprawdzić jakość układu regulacji dla różnych sygnałów zadanych.
 - Sprawdzić jak wpływa dobór współczynników skalujących k_e , k_{de} , k_{du} . Metodą prób i błędów dobrać wartości tych współczynników, aby uzyskać pożądaną jakość pracy układu regulacji.
 - Zbadać jakość pracy układu automatycznej regulacji na zmiany prędkości zadanej z $50km/h$ na $90km/h$ i ze $100km/h$ na $40km/h$.
 - Zbadać zdolność układu sterowania do utrzymywania stałej prędkości samochodu w przypadku zmiany warunków drogowych, które można symulować poprzez modyfikację współczynnika K w modelu (2). Przeprowadzić badania dla stałej zmiany K o 30% i 50%.
 - Czy można uprościć bazę reguł. Podać propozycję uproszczonej bazy reguł i sprawdzić jej działanie.
4. Powtórzyć eksperyment z zadania 3 stosując “zdroworozsądkową” bazę wiedzy z regułami:
- jeśli $e(k)$ jest dodatni i $\Delta e(k)$ jest zerowy to $\Delta u(k)$ jest dodatni,
 - jeśli $e(k)$ jest ujemny i $\Delta e(k)$ jest zerowy to $\Delta u(k)$ jest ujemny,
 - jeśli $e(k)$ jest zerowy i $\Delta e(k)$ jest dodatni to $\Delta u(k)$ jest dodatni,
 - jeśli $e(k)$ jest zerowy i $\Delta e(k)$ jest ujemny to $\Delta u(k)$ jest ujemny,
 - jeśli $e(k)$ jest zerowy i $\Delta e(k)$ jest zerowy to $\Delta u(k)$ jest zerowy.

Przeanalizować uzyskane rezultaty i porównać z tymi uzyskanymi w zadaniu 3.