Szanowny Panie

Nasz układ możnao zdekomponować na dwa połączone kaskadowo podsystemy, jeśli jego macierz stanu jest blokowo trójkątna dolna (górna), a dolny (górny) blok macierzy wejścia jest zerowy. Załóżmy, że wektor stanu ma postać:

$$x = \begin{bmatrix} x_{\text{linear}} \\ x_{\text{angular}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z \\ v \\ \varphi \\ \omega \end{bmatrix}$$

gdzie:

$$x_{\text{linear}} = \begin{bmatrix} z \\ v \end{bmatrix}, \quad x_{\text{angular}} = \begin{bmatrix} \varphi \\ \omega \end{bmatrix}$$

Kolejne zmienne stanu to: z – położenie liniowe kulki, v – prędkość liniowa kulki, φ – położenie kątowe belki, ω – prędkość kątowa belki. Równanie stanu można zapisać w postaci blokowej:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_{\text{linear}} \\ \dot{x}_{\text{angular}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{\text{linear}} \\ x_{\text{angular}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} u(t)$$

gdzie bloki A_{ij} mają rozmiar 2×2, zaś bloki B_k to wektory kolumnowe dwuelementowe. Jeśli tylko $A_{21} = 0$ oraz $B_1 = 0$, to znaczy:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_{\text{linear}} \\ \dot{x}_{\text{angular}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ \mathbf{0} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{\text{linear}} \\ x_{\text{angular}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ B_2 \end{bmatrix} u(t)$$

to system można przedstawić jako kaskadowe połączenie dwóch podsystemów:

$$\dot{x}_{\text{angular}} = A_{22}\, x_{\text{angular}} + B_2\, u \tag{1}$$

$$\dot{x}_{\text{linear}} = A_{11}\, x_{\text{linear}} + A_{12}\, x_{\text{angular}} \tag{2}$$

Sygnałem wejściowym dla pierwszego z podsystemów jest u, zaś sygnały wejściowe drugiego to φ oraz ω. Taka struktura pozwala zastosować kaskadowy układ regulacji z regulatorem wewnętrznym (podrzędnym) współpracującym z układem *angular*.

Pozdrawiam

Andrzej Tutaj