

Adaptive u. strukturvariable Regelungssysteme - 5. Übung

Aufgabe 1

Gegeben ist ein mechanisches Feder-Dämpfer-system mit nichtlinearen Feder- und Dämpferkennlinien:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -x_2|x_2| + x_1(1 + x_1^2)\end{aligned}$$

Bestimmen Sie stückweise affine Approximationen der Systemdynamik an den Punkten $x_I = (1, 1)^T$, $x_{II} = (-1, 1)^T$, $x_{III} = (-1, -1)^T$, $x_{IV} = (1, -1)^T$.

Aufgabe 2

Gegeben ist das stückweise lineare System

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -2x_1 + x_2 \operatorname{sign}(x_1) \\ \dot{x}_2 &= x_2 - 4x_1 \operatorname{sign}(x_1)\end{aligned}$$

- Geben Sie die Zustandsraumpartitionierung mit jeweils gültiger linearer Dynamik an.
- Bestimmen Sie die Flußvektoren auf den Koordinaten Achsen.
- Für welche Punkte verschwindet die Existenz oder Eindeutigkeit der klassischen Lösung?
- Bestimmen Sie den Fluß der Trajektorie für die Fillipov-Lösung.

Adaptive u. strukturvariable Regelungssysteme - 5. Übung

Aufgabe 4

Gegeben ist das lineare System

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + bu(t) + \beta e(x)$$

mit $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$, $b, \beta \in \mathbb{R}^n$, wobei $e(x) \in \mathbb{R}$ die Modellunsicherheit repräsentiert.

- Welche Bedingungen müssen an A, b, β, γ gestellt werden, wenn eine global stabilisierende Sliding-mode-Regelung mit Schaltfläche $s(x) = \gamma^T x$ entworfen werden soll?
- Bestimmen Sie ein Sliding-Mode Regelgesetz u , so daß der geschlossenen Regelkreis für beliebige Unsicherheiten $|e(x)| < e_{max}$ asymptotisch stabil ist.

Aufgabe 5

Gegeben ist das nichtlineare System

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 + \theta_1 x_1 \sin(x_2) \\ \dot{x}_2 &= \theta_2 x_2^2 + x_1 + u\end{aligned}$$

mit $\theta_1, \theta_2 \in \mathbb{R}$ sowie $x_1(t), x_2(t), u(t) \in \mathbb{R}$.

- Betrachten Sie die Schaltflächen $s_1(x) = x_1$, $s_2(x) = x_2$ und $s_3(x) = \gamma_1 x_1 + x_2$. Welche Schaltfläche ist zum Entwurf einen Sliding-mode-Reglers geeignet?
- Seien $\theta_1 = \theta_2 = 1$. Bestimmen Sie das Sliding-mode Regelgesetz mit Schaltfläche $s_3(x)$.
- Seien θ_1 und θ_2 unbekannt mit $|\theta_1| \leq a, |\theta_2| \leq b$. Handelt es sich um sog. „matched“ Unsicherheiten? Können die jeweiligen Unsicherheiten kompensiert werden? Wie muss die Sliding-mode-Verstärkung gewählt werden?