Versuch II: Linearisierung, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit

Andreas Jentsch, Ali Kerem Sacakli

Praktikumsbericht – Praktikum Matlab/Simulink II

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

REGELUNGSTECHNIK UND MECHATRONIK rtm

2.1 Lienarisierung

Im folgenden Abschnitt wird die Funktion zur Linearisierung des Doppelpendel-Systems um einen Arbeitspunkt, sowie ihre Rückgabewerte an bestimmten Arbeitspunkten dokumentiert. Die Implementierung der Funktion ist in Listing 2.1 aufgeführt.

Bevor das System linearisiert wird sind zwei Fragen zu klären:

1. Welche Arbeitspunkte sind sinnvoll?
2. Was bedeutet es physikalisch, wenn M_{AP} ungleich null ist?

Die Antworten lauten wie folgt:

1. Es ist nur sinnvoll das System in Arbeitspunkten zu linearisieren, in denen es sowohl vollständig beobachtbar, als auch steuerbar ist.
2. Bei der Größe M_{AP} handelt es sich um den statischen Wert der Stellgröße M im Arbeitspunkt. Ist diese ungleich null muss der Motor das Moment M

Listing 2.1: Code der Linearisierungsfunktion

```
function [ A, B, C, D] = linearisierung( f, h, AP )

syms phi1 phi2 dphi1 dphi2 ddphi1 ddphi2 M;

x = [phi1;dphi1;phi2;dphi2];
u = M;

f_M_AP = subs(f(2),x,AP);

M_AP = solve(f_M_AP == 0 , M);

A = jacobian(f,x);
B = jacobian(f,u);
C = jacobian(h,x);
D = jacobian(h,u);

A = subs(A,[x,u],[AP,M_AP]);
B = subs(B,[x,u],[AP,M_AP]);
C = subs(C,[x,u],[AP,M_AP]);
D = subs(D,[x,u],[AP,M_AP]);


A = double(A);
```

```
B = double(B);
C = double(C);
D = double(D);

end
```

Die Linearisierung um die Arbeitspunkte

$$\mathbf{x}_{\mathrm{AP}_1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$
$$\mathbf{x}_{\mathrm{AP}_2} = \begin{bmatrix} \pi & 0 & \pi & 0 \end{bmatrix}$$
$$\mathbf{x}_{\mathrm{AP}_3} = \begin{bmatrix} \pi/2 & 0 & \pi & 0 \end{bmatrix}$$

ergibt für die allgmeine Zustandsraumdarstellung:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u}$$
$$\mathbf{y} = \mathbf{C}\mathbf{x} + \mathbf{D}\mathbf{u}$$

die folgenden Systemmatrizen:

$$\mathbf{A}_{\mathrm{AP}_1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad \mathbf{B}_{\mathrm{AP}_1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

2.2 Vergleich der Linearisierten Modelle

2.3 Normalformen des Zustandsraummodelles

2.4 Untersuchung von Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit