Angewandte Regelungstechnik

Felix Steinmetz, Mario Klostermeier, Julius Hermann

February 18, 2022

Contents

1 Dynamik

In diesem Teil geht es um die erste Aufgabe. Ziel ist die Bestimmung der Dynamik der Fahrzeuge und darauf aufbauend die Zustandsraumdarstellung. Anschließend sollen die relevanten Parameter identifiziert werden, wobei die Masse der Fahrzeuge mit $m = 1.465\text{kg}$ gegeben ist. Zunächst wurde ein Freikörperbild für das betrachtete Auto erstellt, analog zum vereinfachten

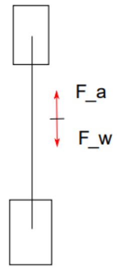

Figure 1.1: Freikörperbild eines Einspurmodells für das Fahrzeug.

Einspurmodell [1] eines Fahrzeugs. Als Kräfte wirken lediglich die Antriebskraft F_a die später als Eingangsgröße betrachtet wird, sowie die Widerstandskraft F_w. In der Widerstandskraft F_w sind dabei alle Widerstände (Reibung, Trägheit, etc.) zusammengefasst. Dadurch ergibt sich folgende Bewegungsgleichung für ein einzelnes Auto im Zeitbereich:

$$\sum F = m\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} = F_A - F_W = -k_w\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} + k_a \cdot u(t)$$

Die Konstanten k_a und k_w beinhalten dabei jeweils die Parameter für den Antrieb, sowie die Dämpfung des Systems und müssen später genau bestimmt werden. Für Frequenzbereich ergibt sich nun:

$$X(s) \cdot (m \cdot s^2 + k_w \cdot s) = U(s) \cdot k_a$$
$$G(s) = \frac{X(s)}{U(s)} = \frac{\frac{k_a}{k_w}}{\frac{m}{k_w} \cdot s^2 + s}$$

Die Übertragungsfunktion ähnelt dabei einem PT1 Glied, wodurch die unbekannten Parameter k_a und k_w durch das Tankentenverfahren bestimmt werden können. Das Verfahren ist im matlab live Skript *Uebertragungsfunktion_test.mlx* zu sehen. Schlussendlich haben wir für die Parameter die folgenden Werte erhalten.

$$k_w^{\text{bestimmt}} = 7.0886$$
$$k_a^{\text{bestimmt}} = 0.0315$$

Danach wurden uns die folgenden idealen Werte vorgegeben, mit denen wir auch weiter unsere Regelung gebildet haben:

$$k_w = k_w^{\text{ideal}} = 7.178$$
$$k_a = k_a^{\text{ideal}} = 1.603$$

[1] `https://de.wikipedia.org/wiki/Einspurmodell`

Anschließend wurde die oben hergeleitete DGL, welche die Dynamik des Systems beschreibt in eine Zustandsraumdarstellung gebracht:

$$
\begin{aligned}
\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} x \\ \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} \frac{\mathrm{d}x_1}{\mathrm{d}t} \\ \frac{\mathrm{d}x_2}{\mathrm{d}t} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} x_2 \\ \frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} \frac{\mathrm{d}x_1}{\mathrm{d}t} \\ \frac{\mathrm{d}x_2}{\mathrm{d}t} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{k_w}{m} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{k_a}{m} \end{bmatrix} u \\
\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0 & r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}
\end{aligned}
$$

2 Lenkregelung

In diesem Abschnitt wird die Lenkregelung des Systems betrachtet (Aufgabe 2). Da beide Fahrzeuge mit den gleichen Sensoren ausgestattet sind, ist die Regelung für beide Fahrzeuge gleich und es wird lediglich ein Fahrzeug betrachtet.