

“Projektwettbewerb Einführung in die Regelungstechnik” - Stabilisierung eines Segways auf einer Wippe

Alessio Gaggiano (Kyb 3129632), Shadi Rafe (Kyb 2922872), Truc-Quynh Doan (Kyb 3152793)

Zusammenfassung

Die folgende Dokumentation beinhaltet die ausführliche Beschreibung unseres Lösungsansatzes und der Ergebnisse der regelungstechnischen Aufgabe “Stabilisierung eines Segways auf einer Wippe”.

1. MOTIVATION

Die uns gestellte Regelungsaufgabe verlangte eine Stabilisierung eines Segways auf einer Wippe, die durch ein Feder-Dämpfer-System gelagert wird und mit einem Helligkeitsverlauf versehen ist. Dabei soll das Segway eine Sollposition halten.

2. MODELLBESCHREIBUNG

2.1 Wippe

Die Wippe hat eine rechteckige Auflage und ist 1.2m lang und 0.6m breit, auf welcher sich der Roboter vor- und zurückbewegen kann. Da die Bewegungsrichtung des Roboters nur einseitig erfolgt, ergibt sich daraus eine Beschränkung der Strecke von $[-0.6, 0.6]$. Die Drehung der Wippe ist auf $\alpha_\omega = [-\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{6}]$ beschränkt. Die Mitte der Wippe ist dabei die dunkelste Stelle des Farbverlaufs. Vgl. Abb.

2.2 Segway

Die Raddrehung des Segways wird ohne Schlupf und ohne Reibung angenommen und der Schwerpunkt der Gesamtmasse ist im Punkt S konzentriert. In der Regelungsaufgabe ist die absolute Drehung des Segways zur Vertikalen auf $\alpha_s = [-\frac{7\pi}{6}, \frac{7\pi}{6}]$ beschränkt.

2.3 Zustandsraum

Mit Hilfe der Lagrange-Gleichungen zweiter Art lässt sich das System mechanisch im Zeitbereich beschreiben und daraus ein Zustandsraum herleiten. Dabei hat der Zustandsvektor folgende Form: $z = [\alpha_\omega \ \dot{\alpha}_\omega \ x \ \dot{x} \ \alpha_s \ \dot{\alpha}_s]^T$ wobei

α_ω : Winkel

$\dot{\alpha}_\omega$: Drehgeschwindigkeit der Wippe

x : Position der Radachse

\dot{x} : Drehgeschwindigkeit des Rades

α_s : absoluter Drehwinkel des Segways zur Vertikalen

$\dot{\alpha}_s$: absolute Drehgeschwindigkeit des Segways

Messgrößen Mittels des Lichtsensors wird die Position der Radachse x über den Farbverlauf der Wippe gemessen. Der eingebaute Gyroskop misst die absolute Drehgeschwindigkeit $\dot{\alpha}_s$ des Segways.

Stellgröße Die uns zur Verfügung stehende Stellgröße entspricht der elektrischen Motorleistung des Segways. Diese ist auf 3.56 Watt (vgl. Tabelle) beschränkt. Hier wurde zwischen absoluter und relativer Leistung unterschieden. Mit Hilfe einer gegebenen Motorkennlinie für verschiedene Leistungsstufen ließen sich die Stellgrößenbeschränkungen aus den folgenden Zusammenhang ermitteln.

3. LÖSUNGSANSATZ

3.1 Linearisierung

Die uns vorliegende Modellierung des Regelsystems ist nichtlinear, daher erlaubte dies uns keine einfache Implementierung einer Regelung nach den uns bekannten Methoden der Vorlesung “Einführung in die Regelungstechnik”. Eine Linearisierung des Systems um den stationären Arbeitspunkt ist daher nötig.

3.2 Stabilität

3.3 Beobachter

3.4 Bleibende Regelabweichung

Tabelle 1. Important Parameters.

Parameter	Value
lap time t_f	∞
control gain k	0
steering angle δ	$-(e^{i\pi} + 1)$

4. FAZIT

We have achieved a lap time of $t_f = \infty$. We have depicted a plot of vehicle velocity v versus an independent curve parameter γ , with which we have parameterized the racetrack, in Fig. 1.

LITERATUR

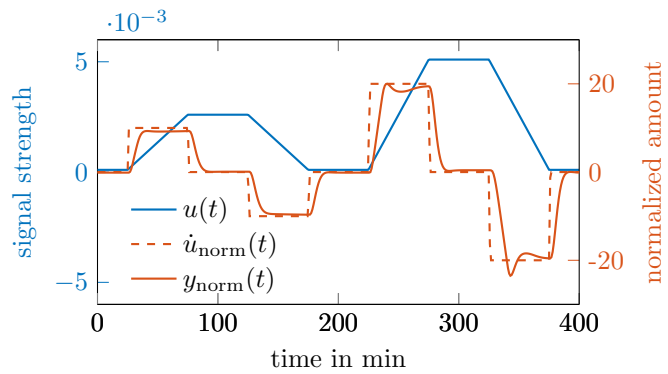


Abbildung 1. Some arbitrary plot (using tikz) which doesn't have anything to do with Projektwettbewerb ERT.

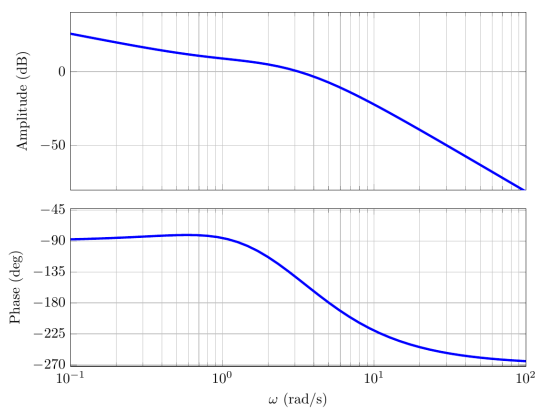


Abbildung 2. Some arbitrary plot (using png) which doesn't have anything to do with Projektwettbewerb ERT.