

Aleksandar Totic

Diplomand	Aleksandar Totic
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro AG, Zürich 32 Zustellung, ZH
Themengebiet	Sensor, Actuator and Communication Systems

Nichtlineare Analyse und Regelung beim LEGO-Segway



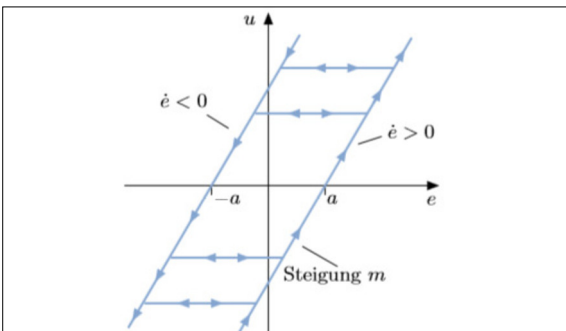
LEGO-Segway

Ausgangslage: Der an der HSR entwickelte Lego-Segway ist in der Lage sich von alleine in vertikaler Position zu halten. Einmal in die Position gebracht, kann er eingeschaltet werden und er hält den Neigungswinkel und die Position selbst dann, wenn kleinere Störungen auftreten. Möglich macht das ein LQ-Regler der auf den EV3-Stein geladen wird. Dieser gibt ein Stellsignal an die beiden DC-Motoren und erhält seinerseits die nötigen Daten von einem Gyrosensor bzw. den Drehsensoren in den Motoren. Obwohl die Regelstrecke nicht linear ist, funktioniert die lineare Regelung im Arbeitspunkt des Segways sehr gut. Die nichtlinearen Effekte der Strecke machen sich aber während des Regelns trotzdem bemerkbar. So bleibt der Segway nie in absoluter Ruhelage. Ein Spiel im Getriebe sorgt dafür, dass er ständig um die Ruhelage hin-und herfährt.

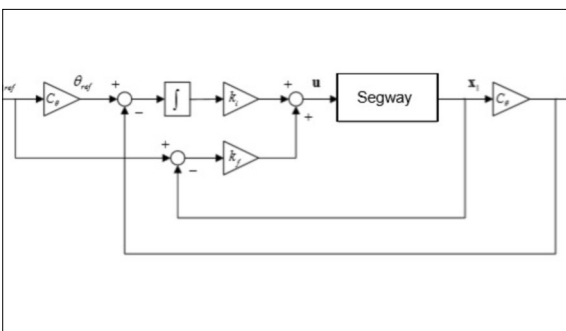
Ziel der Arbeit: Das Ziel dieser Masterarbeit ist die Analyse der nichtlinearen Effekte des Segways. Zu diesen gehören das erwähnte Getriebeispiel, die Stellgrößenbeschränkung der beiden Motoren und die Haftreibung, welche zwischen den Rädern des Segways und der Unterlage wirkt. Auch das nichtlineare Modell der Strecke an und für sich soll genauer untersucht werden. Im nächsten Schritt soll der Aufbau des Segway so verändert werden, dass sich das Trägheitsmoment des Segways durch einen weiteren Aktor während des Regelns verstellen lässt. Zum Schluss sollen Varianten von adaptiven Reglern entwickelt werden, welche in der Lage sind den Segway auch bei sich ändernden Streckeneigenschaften zu regeln.

Ergebnis: Nach einer genauen Modellierung des Segways konnte das nichtlineare Streckenmodell im Simulink erstellt werden. Es wurden verschiedene nichtlineare Regler auf Basis des Gain-scheduling-Reglers entwickelt und die Erweiterung des Segways um einen weiteren DC-Motor von Lego vorgenommen. Dieser verstellt eine kleine Zusatzmasse in der Höhe und verändert auf diese Art die Streckencharakteristik. Die adaptive Regelung wurde ebenfalls mit dem Gain-scheduling-Regler durchgeführt. Zusätzlich konnte ein adaptiver Regler nach der MIT-Methode für den Segway erstellt werden.

In der Simulation zeigt sich, dass die entwickelten Regler eine gute Performance aufweisen und gegenüber dem linearen Regler eine deutliche Steigerung der Leistungsfähigkeit vorweisen. Auf der realen Strecke können sich diese guten Eigenschaften hingegen nur minimal bemerkbar machen. Durch die begrenzte Leistung der Motoren kommen die Regler nicht zu ihrer wahren Entfaltung.



Losefunktion als Modell für das Getriebeispiel



Prinzip des Reglerentwurfs