



Wendelin Albrecht

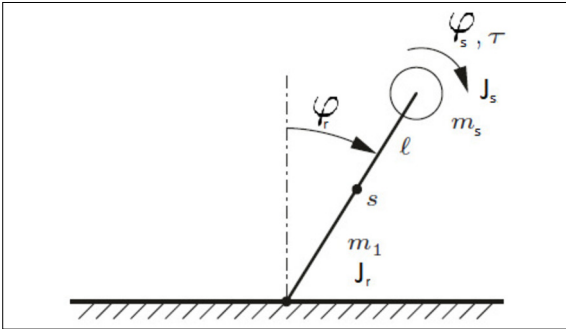


Michael Cerny

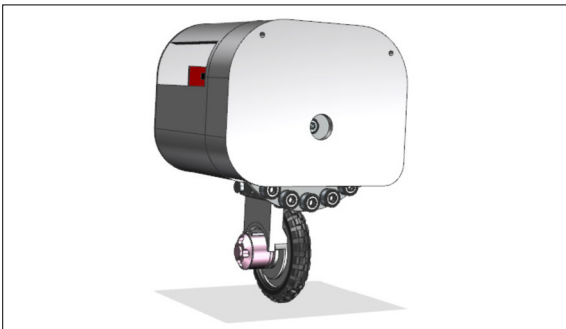
Diplomanden	Wendelin Albrecht, Michael Cerny
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Regelungstechnik

Aufrechtes Pendel mit zwei Freiheitsgraden

Einrad-Roboter



Mathematisches Modell des invertierten Pendels mit Trägheitsrad
Nichtlineare Regelungssysteme, ISBN 978-3-662-44091-9



CAD-Modell des Einrad-Roboters
Eigene Darstellung

Einleitung: In dieser Arbeit ging es darum, ein mechanisch instabiles Objekt zu entwerfen und zu regeln. Es soll auf dem Boden stehend in zwei Richtungen kippen können. Der Demonstrator soll anschliessend stabilisiert werden. Ein Einrad-Roboter wurde konzipiert, modelliert und gebaut. Für den Aufbau des Roboters wurden verschiedene Varianten von Sensoren und Aktoren getestet. Zudem wurden verschiedene Regelkonzepte probiert.

Vorgehen: Der Einrad-Roboter wurde als erstes im CAD-Programm aufmodelliert. Anschliessend konnten alle für das mathematische Modell relevanten Trägheitsmomente und Schwerpunkte ausgelesen werden. Um seitliches Kippen zu verhindern, wurde ein Trägheitsrad eingebaut. In die Vorwärtsrichtung wird das Antriebsrad zur Regelung verwendet. Zur Winkelbestimmung wurde ein Gyro- und Beschleunigungssensor eingebaut. Das dynamische Verhalten des Roboters wird in zwei mathematischen Modellen abgebildet und auf die aufrecht stehende Position linearisiert. Dabei können die zwei Fallrichtungen getrennt betrachtet werden. Die Modelle ermöglichen ausführliche Simulationen der Reglerentwürfe in Simulink. Es wurde ein Zustandsregler mit LQR und ein Beobachter mit Polzuweisung implementiert.

Der Aufbau und das Schwungrad des Roboters wurden 3d-gedruckt. Das Gehäuse schützt die empfindliche Elektronik im Innern.

Fazit: Der mechanische Aufbau des Roboters funktionierte. Die Motoren und Sensoren konnten erfolgreich in Betrieb genommen werden. Bei der Simulation der Regler im Modell konnte die gewünschte Stabilität erreicht werden. Beim Demonstrator sind mehrere Herausforderungen aufgetreten, vorwiegend beim Verarbeiten der Sensordaten und beim Bestimmen des Schwerpunktes. Zudem stellte das unabhängige Kalibrieren einer einzelnen Fallrichtung ein Problem dar.



Fertiger Einrad-Roboter
Eigene Darstellung