

Regelung eines Ballbot-Roboters

Diplomanden



Martina Raphaela Knobel



Simone Stitz

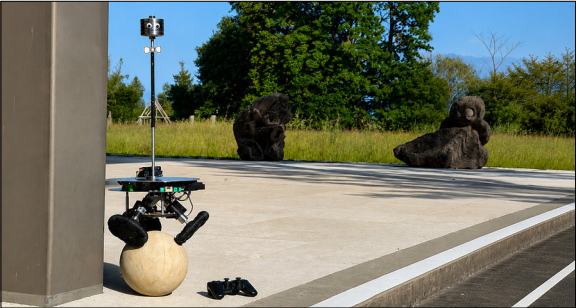
Einleitung: Ein Ballbot ist ein mobiler Roboter, der auf einer Kugel balanciert und sich durch gezieltes Neigen fortbewegt. Physikalisch lässt sich das System als inverses Pendel beschreiben und erfordert daher eine aktive Regelung zur Stabilisierung. In einer vorhergehenden Semesterarbeit wurde an der OST bereits die Hardware eines Ballbots einschliesslich eines entsprechenden Reglers entwickelt. Obwohl der entwickelte Prototyp prinzipiell funktionsfähig ist, gelingt ein stabiles Balancieren bislang nur über eine Dauer von maximal zehn Sekunden. Ziel dieser Bachelorarbeit ist daher die Weiterentwicklung der bestehenden Regelung, um eine zuverlässige Stabilisierung des Ballbots auf der Kugel sowie gezielte Bewegungen im Raum zu ermöglichen.

Vorgehen: Teile der Hard- und Software des bestehenden Prototyps konnten für die weitere Entwicklung übernommen werden. Die entsprechenden Komponenten wurden isoliert auf ihre Funktionalität überprüft und bei Bedarf angepasst. Da die Motoren des Prototyps als ungeeignet bewertet wurden, erfolgte die Evaluation eines neuen Antriebssystems, bestehend aus Motor, Getriebe und Encoder. Für die Stabilisierung des Ballbots war der Einsatz eines systematisch ausgelegten LQI-Reglers vorgesehen. Im Rahmen der Systemidentifikation mittels Gray-Box-Ansatz traten jedoch Hardwareprobleme auf, welche die Bestimmung eines geeigneten Modells der Regelstrecke verhinderten. Folglich konnte der geplante LQI-Regler nicht realisiert werden. Stattdessen wurde die Stabilisierung des Systems mithilfe zweier PD-Regler umgesetzt.

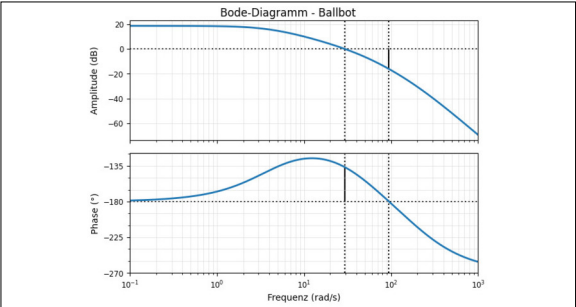
Fazit: Obwohl die überarbeitete Hard- und Software des Prototyps im Wesentlichen wie beabsichtigt

funktionieren, konnte keine zuverlässige Stabilisierung des Ballbots erreicht werden. Als Hauptursache hierfür wurde die verwendete Sensorik identifiziert: Die zur Lagebestimmung eingesetzte IMU zeigt unter den im System auftretenden Vibrationen einen signifikanten Drift der Euler-Winkel. Um eine stabile Regelung und die Ausführung präziser Bewegungen im Raum zu ermöglichen, ist daher der Einsatz einer zuverlässigeren Sensorik unerlässlich.

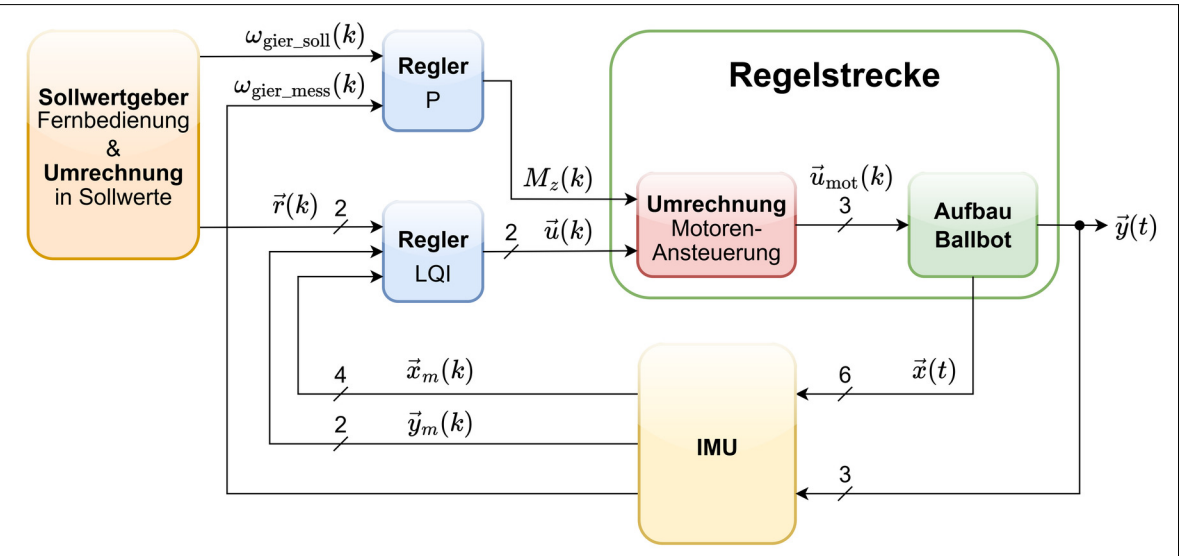
Ballbot-Roboter auf Kugel.
Eigene Darstellung



Konzeptionelles Bode-Diagramm des offenen Regelkreises.
Eigene Darstellung



Entworfener Regelkreis zur Regelung des Systems "Ballbot-Roboter auf Kugel".
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Lukas Ortmann

Korreferent
Dr. Markus A. Müller,
Frei Patentanwaltsbüro AG

Themengebiet
Regelungstechnik /
Control Theory

Projektpartner
ICOM Institute for
Communication
Systems, OST -
Ostschweizer
Fachhochschule,
Rapperswil, SG