

Regelung mit Reinforcement Learning

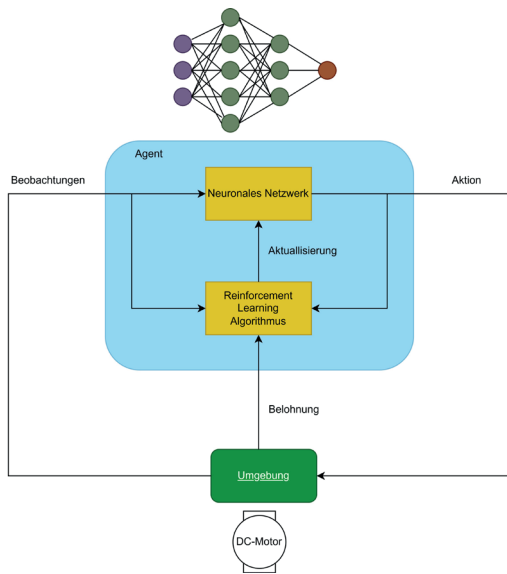


Abb. 1: Aufbau einer Regelung mit Reinforcement Learning

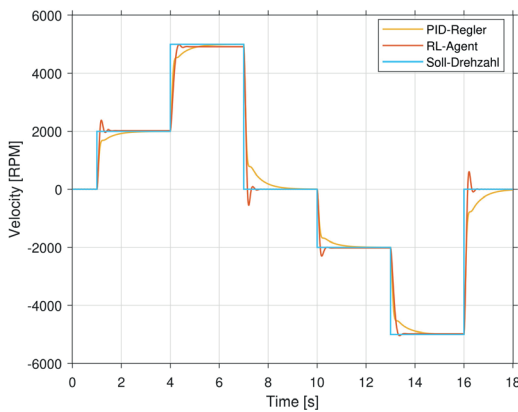


Abb. 2: Der Vergleich zwischen der Regelung mit RL und einem PID-Regler in der Simulation

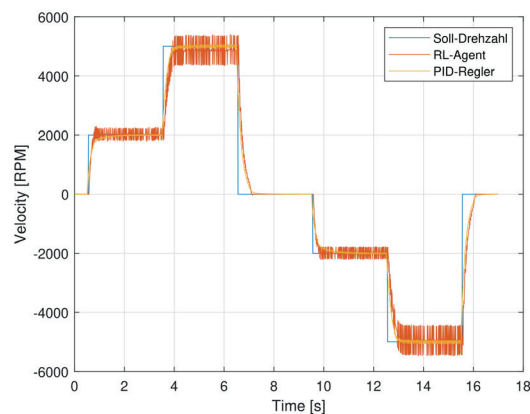


Abb. 3: Das trainierte neuronale Netzwerk am echten System im Vergleich zu einem PID-Regler

Problemstellung

Die im Labor für Regelungstechnik der Hochschule Luzern vorhandenen stabilen Prozesse wie Gleichstrommotor, Luftkanal oder Füllstand werden derzeit mit klassischen Reglern geregelt. Da bei der Modellierung nicht alle Effekte optimal abgebildet werden können, sind die modellbasierten Regler heikel in der Einstellung.

In dieser Arbeit sollte eine Regelungsstrategie mit Reinforcement Learning (RL), einer Methode, bei der ein selbstlernendes neuronales Netz zur Regelung trainiert wird, entwickelt werden. Dazu soll die von Matlab zur Verfügung gestellte Toolbox für diese Problemstellung verwendet werden. Ziel ist es, die Erfahrungen aus den stabilen Prozessen zu nutzen, um das instabile Furuta Pendel mittels Reinforcement Learning zu regeln. Die Simulationsergebnisse der trainierten neuronalen Netzwerke sollen am realen System getestet und ausgewertet werden.

Lösungskonzept

Nach einer gründlichen Einarbeitung in die Thematik kann mit Hilfe der mitgelieferten Beispiele aus der Dokumentation der Matlab Toolbox eine Regelungsstrategie mit RL für den Gleichstrommotor sowie ein Vorschlag für das Furuta Pendel gezeigt werden.

Realisierung

Die Regelungsstrategie wird in der Matlab Umgebung trainiert und anhand der Trainingsergebnisse kontinuierlich verbessert. Mit den Verbesserungen konnten in der Simulation brauchbare neuronale Netzwerke trainiert werden. Das Ausführungsmodul der Firma Beckhoff für trainierte neuronale Netzwerke ermöglicht den Test am realen System.

Ergebnisse

Für einen Gleichstrommotor konnte eine Regelung basierend auf Reinforcement Learning entwickelt werden. Die trainierten neuronalen Netzwerke zeigten in der Simulation gute Ergebnisse, konnten diese aber am realen Aufbau nicht bestätigen. Aufgrund der Inkompatibilität der vorhandenen SPS mit dem genannten Ausführungsmodul wurde für die Tests am realen System eine alternative Lösung entwickelt, die über ein Ethernet Kabel direkt auf die Klemmen des Aufbaus zugreift. Die Regelung mit Reinforcement Learning erwies sich als eine sehr zeitintensive Lösung, die am realen System des Gleichstrommotors keine Verbesserung gegenüber einem klassischen PID-Regler ausgelegt nach Kuhn brachte. Die Regelung des instabilen Furuta Pendels konnte nicht realisiert werden, jedoch konnte ein Ansatz für weiterführende Arbeiten vorbereitet und dokumentiert werden.



Diplomand
Schnyder Franz

Dozent
Prof. Dr. Ch. Eck

Themengebiet
Mechatronik, Automation, Robotik,
Künstliche Intelligenz

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur,
IET