

Physiologische Regelung am G-EO-Reha-Roboter

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Prof. Dr. Kenneth J. Hunt
Experte: Andreas Thüler

Zur Rehabilitation von Patienten nach einem Schlaganfall oder mit neurologischen Problemen, welche Schwierigkeiten haben zu gehen, wurde der G-EO-Reha-Roboter entwickelt. Er ermöglicht ein gewichtsentlastetes Training zum gehen und Treppensteigen. Durch eine physiologische Regelung soll die Intensität eines Trainings über die Vorgabe der Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2$) definiert werden können. Im Rahmen dieser Thesis wurde ein solcher Regler entwickelt und getestet.

Ausgangslage

In Vorangegangenen Arbeiten wurde der end-effektor-Roboter G-EO mit einem Biofeedback erweitert. In der Projektarbeit 2, welche dieser Thesis vorangeht, wurde dieses Biofeedback genutzt um eine Herzratenregelung zu implementieren. Bei der Reglerauslegung wurde speziell Wert auf einen Regler mit Tiefpasscharakteristik gelegt. Dies deshalb, damit die Stellgrösse (Sollleistung) ruhig bleibt, trotz der auftretenden Herzratenvariabilität in höherfrequenten Bereichen.

Ziel

Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine $\dot{V}O_2$ -Regelung zu implementieren. Dazu gehört die Identifikation der Regelstrecke sowie das Testen des Reglers auf sein Führungsverhalten, Störverhalten und die Robustheit.

Methodik

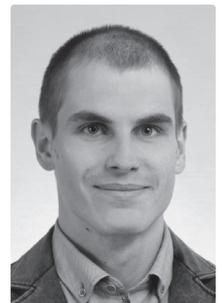
Der Proband übernimmt jeweils die Aufgabe des inneren Reglers (vgl. Abb. rechts); er muss seine eigene Leistung der vorgegebenen anpassen. Der Innere Regelkreis ist gleichzeitig die Regelstrecke. Für die äussere, automatische Regelung wurde in dieser Arbeit ein $\dot{V}O_2$ -Regler entwickelt. Zum Auslegen des Reglers wurden mit 6 Probanden Identifikationsmessungen

durchgeführt und ausgewertet. Mit diesen konnte ein Modell für die $\dot{V}O_2$ -Dynamik erstellt werden. Für die Realisierung der $\dot{V}O_2$ -Regelung wurde dieselbe Regelstrategie angewendet wie für die Herzratenregelung. Da die Messung der Sauerstoffaufnahme nur mit grossem Messrauschen möglich ist, wurde auch hier wieder ein Regler mit Tiefpasscharakteristik eingesetzt. Der Regler wurde anschliessend an denselben 6 Probanden getestet.

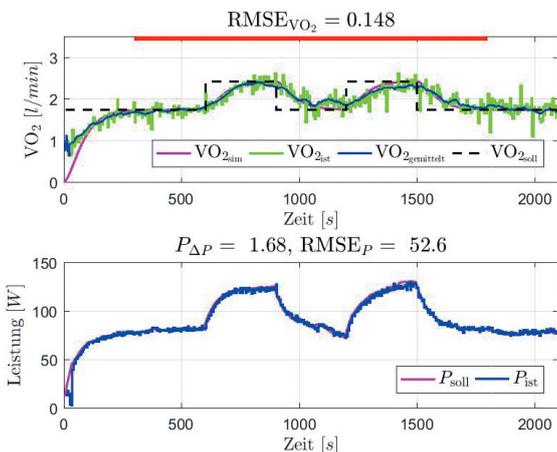
Resultat

Aus den Identifikationsmessungen konnten die Parameter für die Regelstrecke bestimmt werden. Der Regler zeigte ein gutes Führungsverhalten und konnte die Probanden auf die geforderten Sauerstoffaufnahmelevels bringen und dort halten (vgl. Abb. links). Im Störungstest konnte der Regler die eingebrachte Störung durch eine geringere Leistungsvorgabe ausgleichen. Alle ausgewerteten Probanden zeigten sehr ähnliche Outcome-Werte mit einer kleinen Streuung, was für die Robustheit des Reglers spricht.

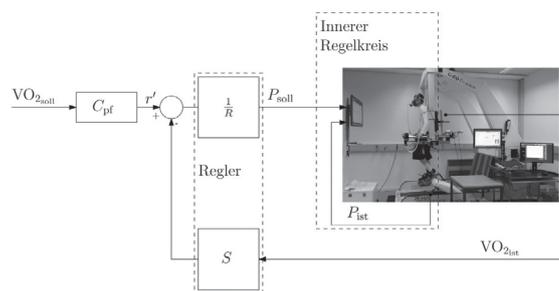
Die Resultate zeigen die Machbarkeit einer $\dot{V}O_2$ -Regelung mit der angewendeten Regelstrategie für end-effektor-Roboter auf.



Jan Riedo
+41795344894
jan_riedo@hotmail.com



Auswertung des Tests zum Führungsverhalten



Gesamtübersicht mit innerem und äusserem Regelkreis