

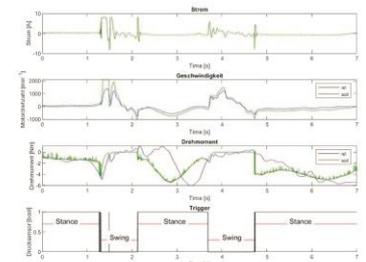
## Modellbildung und Regelung eines Exoskeletts

In dieser Masterthesis geht es darum, ein Exoskelett zu modellieren und zu regeln. Das Simscape-Modell wird über das simulierte Drehmoment einer modellierten Antriebseinheit, bestehend aus Motor und Getriebe, angetrieben. Um die Störung auf das System zu simulieren, werden ebenfalls mit Simscape zwei Modelle erstellt, die den Mensch abbilden. In der einen Simulation wird das schwingende Bein beim Gehen simuliert. Die andere beschreibt den Bückvorgang Stoop-Lifting. Frequenzgangmessungen werden verwendet, um die Modelle der Messung anzugleichen. Mit den gemessenen Frequenzgängen werden über Loop-Shaping robuste Regler entworfen, die für verschiedene Nutzer funktionieren. Es werden zwei verschiedene Regler entworfen und implementiert. Der Erste ist aktiv, wenn der Fuss in der Luft ist. Der zweite Regler ist aktiv, wenn der Fuss Kontakt mit dem Boden hat. Dieser soll auf ein unterstützendes Drehmoment regeln, welches davon abhängig ist, wie stark man sich bückt. Über einen Drucksensor, der im Schuh unterhalb der Ferse zu platzieren ist, wird detektiert, ob der Fuss am Boden oder in der Luft ist. Über dieses Signal wird zwischen den Reglerstrukturen umgeschaltet. Um ein ruckelfreies Umschalten sicherzustellen, werden die Regler beim Umschalten zurückgesetzt und neu initialisiert. Das Modell des Exoskeletts wird quantitativ gut abgebildet. In Verbindung mit dem Menschen bilden die Modelle die Realität nicht genügend präzise ab, um einen Regler modellbasiert auszulegen. Schliesslich werden die Regler mit Loop-Shaping der gemessenen Frequenzgänge ausgelegt. Um beim Bücken auf ein unterstützendes Drehmoment zu regeln, hat sich ein PI-Regler bewährt. Für das schwingende Bein wird ein dynamischer PDT1-Regler gefunden, der einem freischwingenden Pendel transparent folgt. Durch die Integration des Menschen im System neigt dieser Regler dazu, in gewissen Situationen zu oszillieren. Der Grund dafür liegt in der Veränderung der Strecke. Die Umschaltung zwischen den Reglern erfolgt über das Angleichen der Stellgrösse zum Zeitpunkt des Umschaltens. Der PI-Regler ist vorgesehen, um auf einen variablen Sollwert ungleich null zu regeln, während der PDT1-Regler einen Sollwert von konstant 0 Nm hat. Damit beim Umschalten vom PI auf den PDT1-Regler das Drehmoment nicht schlagartig auf null geregelt wird, wird eine Sollwert-Rampe implementiert, um den Sollwert langsam auf null zu führen. So wird erreicht, dass zwischen den Reglern ruckelfrei gewechselt werden kann.

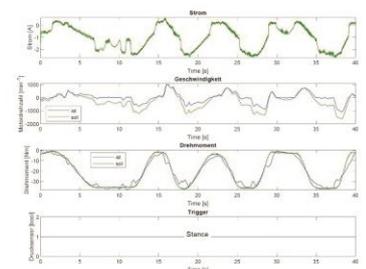


Diplomand/in  
Jonas Frischknecht

Dozent/in  
Konrad Stadler



Soll-, Ist-Werte und Trigger-Signal beim Gehen. Stance ist die Standphase beim Gehen und Swing ist die Phase, in der das Bein schwingt.



Soll-, Ist-Werte und Trigger-Signal beim Stoop-Lifting. Messung von unterschiedlich dynamischen Bückvorgängen.