

Elektrostimulation zur Unterstützung der Vorfusshebung

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik
Betreuer*innen: Prof. Dr. Jörn Justiz, Prof. Dr. Kenneth James Hunt

Die Schwäche der Vorfusshebung ist ein weit verbreitetes Problem nach neurologischen Erkrankungen. Ein sogenannter «Fall-Fuss» erhöht die Unfallgefahr, da Patienten oft an einem Absatz oder einer Schwelle hängenbleiben. Eine mögliche Verbesserung bietet die funktionelle elektrische Stimulation, kurz FES. Das Ziel ist es ein System zu entwickeln, welches durch eine Stimulation des Muskels Tibialis Anterior (vorderer Schienbeinmuskel) den Fuss kontrolliert heben kann.

Einleitung

Das System zur Vorfusshebung besteht aus drei Tasks: Der Muskelstimulation, der Winkelmessung und der Kombination / Regelung der beiden Systeme (Abbildung 1). Das System der Vorfusshebung verhält sich wie folgt: Der Nutzer gibt einen Winkel vor, welcher der Fuss des Patienten einnehmen soll. Der Regler ermittelt aus dem vorgegebenen Winkel und dem aktuellen gemessenen Winkel die Pulsweite für die Stimulation.

Durch die Möglichkeit, einen variablen Winkel des Fusses zu stimulieren, verbessern sich nicht nur die Genauigkeit und Wiederholbarkeit der Stimulation, sondern auch die therapeutischen Anwendungen in der Rehabilitation, welche durch die genaue Ansteuerung verschiedener Fusspositionen erweitert werden können.

Stimulation

In dieser Arbeit wird mit dem Stimulator Rehaslim von HASOMED stimuliert. Dabei werden die Frequenz und die Amplitude der Stromimpulse definiert. Die Pulsweite der Stromimpulse kann variabel eingestellt werden. Dies ermöglicht eine verschieden starke Stimulation des Muskels.

Winkelmessung

Das Winkelmesssystem misst den Winkel zwischen dem Schienbein und dem Fuss (Abbildung 1). Das System besteht aus zwei IMU (Inertial Measurement Unit) Sensoren, welche durch eine interne Filterung der Sensordaten vom Beschleunigungssensor, Gyroskop und Magnetometer die Eulerwinkel zur Verfügung stellen. Aus den Eulerwinkeln wird der resultierende Winkel berechnet. Durch das Verwenden von zwei Sensoren ist es möglich, den Winkel zwischen dem Schienbein und dem Fuss zu messen.

Regelsystem

Um ein Regelsystem entwickeln zu können, wird ein Muskelmodell zweiter Ordnung evaluiert. Mithilfe des Muskelmodells kann ein PI Regler entwickelt werden. Dabei ist der vorgegebene Winkel die Führungsgrösse. Die Regelgrösse ist der erhaltene Winkel des Winkel-

messsystems und die Stellgrösse ist die Pulsweite der Stimulation.

Resultate

Das Winkelmesssystem und das Regelsystem sind in einem Gehäuse integriert, welches auf der Wade befestigt wird (siehe Abbildung 1). Die ermittelte Pulsweite wird über eine I2C Schnittstelle an einen externen Controller übergeben, welcher den Stimulator mit den definierten Werten ansteuert. Der Stimulator stimuliert dann den Muskel. Die resultierende Bewegung wird gemessen und an das Regelsystem übergeben. Des Weiteren ist ein Display vorhanden, welches den aktuellen Winkel und den gewünschten Winkel des Fusses graphisch darstellt. Der gewünschte Winkel kann über ein Potentiometer verändert werden, welches beim Gehäuse (Abbildung 1) integriert ist.



Samuel Gimmel
079 122 31 37
s.gimmel@gmx.ch



Abbildung 1: Gesamtsystem zur Stimulation des Tibialis Anterior