PowerTrike: Optimierung Dreirad mit FES

Fachgebiet: Maschinentechnik
Betreuer: Prof. Dr. Kenneth J. Hunt
Experte: Dr. Dietmar Kramer (ProGrit)

In der Rehabilitation wird seit einiger Zeit sogenannte funktionelle Elektrostimulation angewendet. Mittels elektrischen Pulsen werden gelähmte Muskelgruppen so aktiviert, dass eine natürliche Bewegung entsteht, beispielsweise die des Fahrradfahrens. Es sind bereits verschiedene solche FES-Fahrräder am Markt erhältlich. Im Hinblick auf den Cybathlon 2016, einem Wettkampf für Parathleten, wird ein neues FES-Fahrrad entwickelt und für das mobile Fahren optimiert.

Ausgangslage

Am Institut für Rehabilitation und Leistungstechnologie (IRPT) der BFH wurden bereits verschiedene Dreiräder für Personen mit neurologischen Lähmungen entwickelt. Sie verfügen alle über eine sogenannte funktionelle Elektrostimulation (FES). Mit elektrischen Pulsen werden über Oberflächenelektroden verschiedene Muskelgruppen der Beine in einem vorgeschriebenen Muster stimuliert. So ist es mit entsprechenden Hilfsmitteln beispielsweise möglich, den relativ einfachen Bewegungsablauf des Fahrradfahrens nachzubilden. Patienten können bereits kurz nach der Läsion mit diesem Training beginnen und so verschiedene Folgeerkrankungen vermeiden. Es ist ihnen mit dieser Technologie möglich, sich mit eigener Muskelkraft fortzubewegen. Dieses Gefühl ist nicht zuletzt auch psychologisch sehr wichtig in der Rehabilitation. Für das FES-Bike-Rennen am Cybathlon 2016 im Zürcher Hallenstadion wurde im Rahmen dieser Projektarbeit ein neues FES-Bike entwickelt und für das mobile Fahren optimiert. Das Rennen besteht aus der Disziplin Sprint (200 m) und Ausdauer (1000 m), die beide auf einem ebenen Rundkurs ausgetragen werden.

montierter Prototyp mit Gangwahlassistent und FES

Ziele

Das FES-Bike soll von Grund auf neu entwickelt werden. Der Schwerpunkt liegt im Gegensatz zu bestehenden FES-Bike-Modellen nicht auf der einfachen und komfortablen Handhabung durch querschnittgelähmte Personen, sondern auf der Maximierung der Output-Leistung. Das Bike ist nicht für den Einsatz in der Rehabilitation, sondern für das Rennen ausgelegt. In der vorliegenden Projektarbeit sollen vor allem die Konstruktion und die Gangschaltung optimiert werden. Das FES-System wurde nicht verändert und stammt von der deutschen Firma Hasomed. Am Institut werden bereits mehrere solcher Systeme verwendet. Am Ende der Projektarbeit soll ein funktionierender Prototyp mit den angesprochenen Systemen am Schweizer Paraplegikerzentrum in Nottwil getestet werden.

Resultat

Das entwickelte System verzichtet auf alle Komfortelemente wie aufrechte Sitzposition, Federung und komfortable Sitzschale. Es wird dadurch leichter und erreicht eine höhere Endgeschwindigkeit. Zudem verringert eine flache Sitzposition den Luftwiderstand. Dadurch wird aber der Transfer des Piloten vom Rollstuhl auf das Trike erschwert. Im Anschluss an die Bachelor Thesis muss dieses Umsteigen durch entsprechende Massnahmen vereinfacht werden.

Für die FES gibt es aufgrund physiologischer und technischer Gegebenheiten einen optimalen Bereich der Tretfrequenz an den Pedalen. Dieser muss für eine maximale Performance möglichst genau eingehalten werden. Aufgrund der Läsion fehlt den querschnittgelähmten Piloten ein Biofeedback aus den Beinen. Es ist für sie deshalb schwieriger zu erkennen, wann genau der Gang gewechselt werden soll. In dieser Arbeit wurden verschiedene Konzepte für eine automatische Gangschaltung entwickelt. Das realisierte System misst die Tretfrequenz und passt über einen Mikrocomputer das Übersetzungsverhältnis an. So werden die Gänge immer zum optimalen Zeitpunkt geschaltet und die ideale Tretfrequenz eingehalten.

Denis Schenk
denis.schenk@orss.ch