Fitnessgerät für Hochgelähmte / Steuerung und Regelung

Fachgebiet: Maschinentechnik
Betreuer: Prof. Dr. Kenneth J. Hunt
Experte: Peter Paul Knobel
Industriepartner: Schweizer Paraplegiker-Zentrum (SPZ), Notwil

Tetraplegiker sind Menschen mit einer sehr hohen Querschnittlähmung und haben grosse Schwierigkeiten, jegliche Art von Bewegung auszuführen. Bei solchen Patienten ist es wichtig durch Bewegung die muskuloskeletallen und kardiopulmonalen Systeme zu aktivieren. Zurzeit gibt es kein geeignetes Therapiegerät für Tetraplegiker auf dem Markt. Deshalb soll für das Schweizer Paraplegiker Zentrum (SPZ) in Notwil ein Prototyp eines Fitnessgerätes für Hochgelähmte entwickelt werden.

Ausgangslage

In enger Zusammenarbeit zwischen dem SPZ und dem Institut für Rehabilitations- und Leistungstechnologie (IRPT) wurde ein Pflichtenheft mit den notwendigen Anforderungen erstellt. Anhand dieses Pflichtenhefts und der Erfahrungen bereits entwickelter Rehabilitationsgeräte wird ein Prototyp erarbeitet. Dieses Projekt wird unterteilt in «Konstruktion und Mechanik» und «Steuerung und Regelung». Letzteres ist Gegendstand dieser Diplomarbeit.

Ziel

Die jeweiligen Extremitäten sollen durch Antriebe bewegt werden. Durch das Simulink Real Time Windows Target wird das Ansteuern der Antriebe in Echtzeit ermöglicht. Die Bewegung wird durch ein zusätzliches Steuergerät auf einer konstanten Drehzahl gehalten. Um eine gewisse Leistung zu erreichen, wird der Patient durch Elektrostimulation (FES) unterstützt. Seine generierte Leistung wird in Echtzeit übertragen. Diese Anzeige dient als Patientenfeedback.

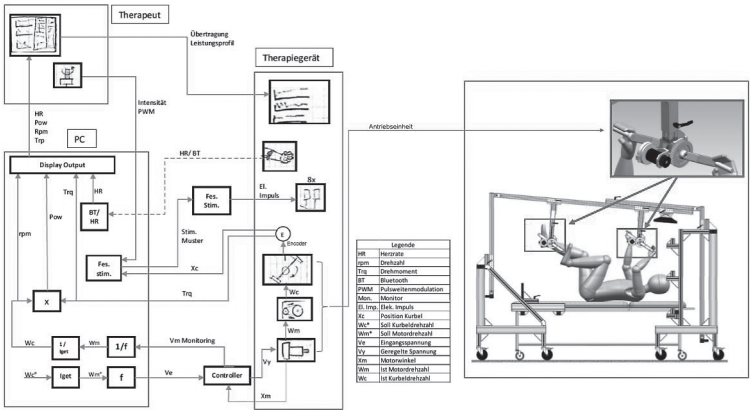
Umsetzung

Das Pflichtenheft wird für einen Prototyp entsprechend angepasst. Durch das Definieren der Ziele wird die Systemgrenze erstellt. Aspekte wie benötigte Funktion, Sicherheit und Zeiteinteilung wurden danach geklärt. Anhand Versuche und Recherchen werden Anforderungen an die jeweiligen Hardware- und Softwarekomponenten gesetzt und ein geeignetes Konzept ausgearbeitet. Passend zum Konzept wird ein Simulinkmodell für die Echtzeitapplikation erstellt. Das Modell wird nach Inbetriebnahme des Prototyps getestet und angepasst.

Resultate

Beide Antriebe können während der Therapie separat angesteuert werden. Die maximale Kurbelgeschwindigkeit beträgt 50 rpm. Die Antriebe sind für maximal erreichbare Leistung eines Tetraplegikers ausgelegt. Die Stimulation erfolgt über mehrere an den Extremitäten befestigte Elektropads. Die Ansteuerung der jeweiligen Elektropads, erfolgt durch definieren des Winkelbereichs. Die Intensität der Stimulierung kann manuell eingestellt werden. Die Signalwerte wie Leistung, Drehmoment und Drehzahl stimmen mit den erwarteten Werten überein. Der Prototyp stellt ein solides Fundament für eine Weiterarbeit dar.

Sachithanantham Thusan



Funktionsstrukturplan mit CAD Modell