



PROJECT MARCH 1

Technik, die bewegt: innovatives Exoskelett ermöglicht Paraplegikern das Gehen



Am ersten Cybathlon, zu dem im Oktober 2016 die ETH Zürich eingeladen hatte, nahmen 66 Teams aus 25 Ländern teil. Menschen mit körperlichen Behinderungen maßen sich dank neuester technischer Assistenzsysteme in sechs anspruchsvollen Disziplinen. Project March 1, ein Team aus jungen Wissenschaftlern der TU Delft, nahm mit dem von ihm entwickelten Exoskelett an dem Wettbewerb teil. EtherCAT, das Echtzeit-Kommunikationssystem von Beckhoff, sorgt für die notwendige Schnelligkeit und Zuverlässigkeit.

Der Cybathlon ist ein in zweifacher Weise bemerkenswerter Wettbewerb: Zum einen haben alle Athleten/innen körperliche Handicaps, zum anderen handelt es um einen Wettbewerb für Mensch und Maschine. Das heißt, sämtliche Aufgaben waren mithilfe modernster Technologien zu meistern. Zu den Wettbewerbsdisziplinen gehörte u. a. das Gehen mit Exoskeletten. Diese Roboteranzüge erlauben es Menschen, die aufgrund einer Querschnittslähmung an den Rollstuhl gefesselt sind, zu laufen. Beim Cybathlon war ein spezieller Parcours aufgebaut

worden, bei dem die Athleten alltägliche, aber nichtsdestotrotz komplexe Situationen, wie das Aufstehen aus einem tiefen Stuhl, das Gehen von Steigungen, Bodenhindernisse sowie das Treppensteigen zu bewältigen hatten.

„Bei den Exoskeletten handelt es sich um eine alte Idee, bei der jedoch noch großer Verbesserungsbedarf besteht“, wie Nick Tsutsunava, Chefingenieur des studentischen Entwicklerteams „Project March 1“ von der TU Delft in den Nie-

derlanden erläutert. Bei den derzeit bestehenden Exoskeletten hat der Benutzer relativ wenig Kontrolle, d. h. er ist eher in der Rolle des Passagiers als in der eines Piloten. Mit dem Ziel, den Benutzer in die Lage zu versetzen, den Gehroboter selbst zu lenken, gründeten Nick Tsutsunava und eine Gruppe von Studenten im Frühjahr 2015 Project March 1. Komplettiert wird das Team von der Pilotin Claudia Bosch-Commijs.

Perfekte Zusammenarbeit von Mensch und Roboter

Alles in allem hatte das Studententeam etwas mehr als ein Jahr Zeit, um ein neues, innovatives Exoskelett zu entwickeln, das beim Cybathlon an den Start gehen konnte. Dabei konnte sich Project March 1 auf eine frühere Entwicklung, den „Mindwalker“ stützen, der die Laufbewegungen mit den Gehirnströmen des Benutzers koordiniert. „Die Idee ist aber noch nicht ausgereift genug, um sie tatsächlich in die Praxis umsetzen zu können“, erläutert Nick Tsutsunava. „Daher nutzen wir zur Steuerung des Roboterskeletts die Tatsache, dass die Benutzer zur Stabilisierung ihres Oberkörpers mit Krücken gehen. Wir arbeiten mit einem sogenannten Point-and-Go-System. Das heißt, der Benutzer gibt mit der Krücke vor, wohin das Exoskelett treten muss und bedient es mit Knöpfen auf dem Handgriff.“

Das studentische Entwicklerteam war sich schnell darüber einig, dass die Mechanik des Mindwalker die Basis für ihr eigenes, „March 1“ genanntes Exoskelett bilden sollte. „Die Elektronik haben wir jedoch ziemlich umgemodelt. Auch der Antrieb ist völlig anders“, unterstreicht der Teamleiter von Project March 1. „Was die March-1-Mechanik unter anderem so besonders macht, sind die beiden zusätzlichen Hüftgelenke, die es dem Benutzer erlauben, nicht nur geradeaus zu gehen, sondern auch seitliche Schritte machen zu können. Dadurch lässt sich, wie beim normalen Gehzyklus, das Körpergewicht von einem Bein auf das andere verlagern. Das kommt der Stabilität sehr zugute und erleichtert das Treppensteigen sowie das Gehen auf unebenem Gelände.“

Eine weitere große Verbesserung stellt der Einsatz von seriell-elastischen Aktoren zur Ansteuerung der Gelenke dar. „Zwischen der Skelettstruktur und dem Motor befindet sich eine Spiralfeder aus Titan“, erklärt Nick Tsutsunava. „Die Idee dahinter ist, dass man damit Stöße auffängt und das Drehmoment anhand der Verformung der Feder sehr präzise mit einer Genauigkeit von 0,01 Nm messen kann. Aufgrund der Messgenauigkeit ist es leichter, eine stabile Regelung zu realisieren.“ Das ist auch in Bezug auf den schweren Rucksack, in dem die gesamte Elektronik untergebracht ist, wichtig: Sein Gewicht muss, wie bei jeder Schrittbewegung, von den Hüftgelenken ausbalanciert werden. „Bei einer Positionsregelung, könnte sich das Exoskelett nicht nach vorne bewegen. Aber indem man nach Drehmoment regelt, während das Exoskelett weiß, dass der Benutzer sich nach vorne bewegen möchte, kann man das Gewicht auf der Rückseite exakt ausgleichen.“

Die Robotik-Intelligenz steckt im Rucksack

Der Rucksack des March-1-Exosketts wiegt gut zehn Kilogramm, weil darin die Akkus und die gesamte Elektronik untergebracht sind. Als Intelligenz dient ein leistungsstarker PC für Simulink®-Realtime™. Dieser kommuniziert über die EtherCAT-Briefmarke FB1111 mit drei Datenakquisitionsplatinen. Von hier aus läuft die Verbindung zu allen Aktoren und Sensoren – alles in allem mehr als 100 – über einen SPI-Bus mithilfe von HDMI-Kabeln. Auf den Platinen läuft die in C++ geschriebene Firmwaresoftware. „Etwa zwei Drittel der Software dienen der Sicherheit“, sagt Nick Tsutsunava. „Alle eingehenden Daten werden kontrolliert; d. h. es wird geprüft, ob keine Limits überschritten wurden.“



Das von Project March entwickelte Exoskelett Version 1 ist in der Lage, auch seitliche Schritte auszuführen und erleichtert damit das Ausbalancieren des Körpers beim Gehen auf unebenem Boden oder beim Treppensteigen.



Durch die Montage einer Spiralfeder aus Titan zwischen der Skelettstruktur und dem Motor werden Stöße aufgefangen und das Drehmoment kann sehr präzise bestimmt werden.

weitere Infos unter:

www.projectmarch.nl/en

www.beckhoff.nl