

Project MARCH 打造外骨骼機器人 幫助脊髓損傷患者自由行走



客戶：
Project MARCH

行業：
醫療保健

挑戰：
設計和製造動力外骨骼機器人，
最終目標是在 Cybathlon 競賽中
奪冠。

解決方案：
採用 RLS AksIM-2™ 絕對式
旋轉編碼器和微型 RLS RM08
絕對式旋轉編碼器，獲取關節
回饋。

背景

每年，全世界大約有 250,000 至 500,000 人受到脊髓損傷。脊髓損傷 (SCI) 通常會導致下肢癱瘓 (截癱) 或全身癱瘓 (四肢癱瘓)，而脊髓損傷患者通常只能使用輪椅來輔助行動。

Project MARCH 是荷蘭代爾夫特理工大學 (Delft University of Technology) 一個由跨學科的學生們所組成的非營利團隊，他們的目標是開發和製造能夠協助 SCI 患者站立和行走的先進外骨骼機器人原型。

該團隊還參加了四年一度的身障人士人機體育競賽 — Cybathlon (也稱仿生學奧運會)，以及一年一度、規模較小的衍生賽事 — Cybathlon Experience (亦稱仿生學奧運會體驗賽)。這些國際競賽的目的是推動人類義肢、先進輪椅和外骨骼技術的開發，以改善身障人士的日常生活。

Project MARCH 的合作與公關代表 Martine Keulen 表示：「每年，學校都會組織一支新的跨學科學生團隊，他們會暫停學業一年，全力以赴設計自己的外骨骼機器人原型。我們會與一位「試用者」(即一位截癱患者)合作完成這個專案，由患者來控制外骨骼機器人。這位試用者原本使用輪椅，但若穿上外骨骼機器人，就可以站立、行走及克服其他障礙。」

「Cybathlon 是使用科技輔助設備的身障運動員間的競賽。參賽者將參加電動輪椅比賽或思維控制比賽等項目。我們 (Project MARCH) 參加的是動力外骨骼機器人比賽。這是一項障礙賽，有六個障礙物依序排開，參賽者必須在 10 分鐘內以最快速度越過所有障礙物。」

自 2015 年 Project MARCH 成立以來，Renishaw 及旗下公司 RLS 就一直贊助該團隊，提供 RLS 磁性編碼器用於關節馬達的位置回饋。



Project MARCH IVc 外骨骼機器人和傳統的輪椅同在起跑線上

挑戰

外骨骼機器人的設計宗旨是協助人們行動，需要與使用者的身體緊密接觸，因此性能會受到許多因素影響；包括機械結構、驅動器和回饋設備，以及人機互動等。

針對如此複雜的系統，設計控制法則的難度很高。在本案例中，Project MARCH 使用由試用者和外骨骼機器人組成的閉迴路系統來追蹤控制器產生的關節基準軌跡。團隊最初使用標準的比例積分微分 (PID) 控制器進行試驗，正如 2019-2020 屆團隊的嵌入式系統工程師 Björn Minderman 所述：

「我們起初使用一個標準的 PID 控制器來控制關節的位置。後來發現，它無法提供我們想要的結果。因此，負責控制的工程師決定改用以扭矩為基準的控制法則，困難點在於，針對不同的行走方式或步態，必須對 PID 控制器進行不同的調節。例如：上樓梯時，必須輸出大量扭矩，因此需要進行高剛性的伺服控制並設定較高的 P（比例）值。但，坐在沙發上時，控制器 P 值較高則會導致系統不穩定。這是一個艱鉅的挑戰。」

外骨骼機器人的試用者必須通過嵌入在拐杖中的人機界面 (HMI) 預先選定每項任務所需的運動類型。這些運動方式由團隊的運動工程師離線創建，並針對每個障礙物進行客製。我們必須精確控制關節角度，以確保試用者的穩定性和安全，這需要高品質旋轉編碼器的位置回饋。

「另外一個挑戰是，我們需要在馬達附近進行量測，而這會產生電氣雜訊。外骨骼機器人中使用的馬達會在電子元件附近產生強大的磁場，如果周圍有電線，則可能會產生訊號雜訊。將資料從編碼器可靠地傳輸到 CPU 而不失去任何資訊，這是另一個挑戰！」 Minderman 補充說明。

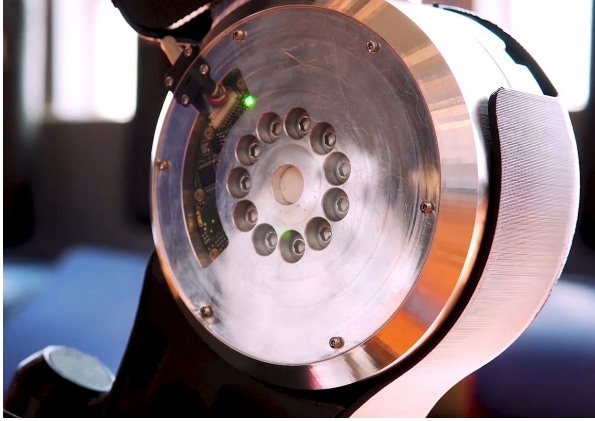
解決方案

2020 年 8 月，該團隊推出了最新型「MARCH IVc」外骨骼機器人，該機器人在髖部和膝部使用旋轉關節，且在髖部和踝部使用四個直線關節（直線旋轉複合關節）。這種動力關節組合模仿人類的肌肉骨骼系統，並提供更大的自由度，可以實現更高階的步態。

Minderman 分享位置編碼器在該系統中的重要作用：「我們的外骨骼機器人共有八個關節，其中兩個腳踝各一個關節，兩個膝蓋各一個，每側髖部各兩個。每個關節使用兩個編碼器。因此關節能做到馬達旋轉，以及透過減速裝置將馬達的旋轉轉換為關節角度的變化。我們使用絕對式編碼器直接量測關節角度，因此一啟動就會知道關節位置，無需執行校準步驟。我們必須確保每個關節都處於正確的位置，並遵循我們的運動工程師設計的軌跡。」

「我們還在馬達上安裝了另一個編碼器。由於馬達的旋轉速度比關節快，因此這個編碼器可為我們提供更高的解析度，實現更佳的控制效果。馬達編碼器主要用於控制迴路，而關節編碼器則作為額外的安全措施。編碼器解析度對於確保控制效果非常重要；以前在根據位置計算速度時，我們遇到了一些問題。由於需要細分編碼器訊號，因此位置量測誤差會被放大，這就是我們需要較高解析度的原因。」

MARCH IVc 外骨骼機器人整合了用於高解析度（17 位）旋轉關節回饋的新型 RLS AksIM-2 絕對式編碼器，以及用於線性關節回饋的微型 RLS RM08 絕對式旋轉編碼器。



「MARCH」IVc 外骨骼機器人的膝關節，整合了 RLS AksIM-2 絕對式編碼器，用於高解析度（17 位）旋轉關節回饋

結果

Renishaw 和 RLS 持續支持歷屆 Project MARCH 團隊不斷突破，打造出全新的外骨骼機器人原型。但是，在備戰 Cybathlon 2024 比賽期間，這項振奮人心的科技將如何發展？

「我希望，到那時我們無需拐杖就能使我們的外骨骼機器人保持平衡。這意味著，我們將尋找另一種方式，使外骨骼機器人能夠自主檢測樓梯等障礙物，甚至量測豎板高度，以相應地調整行走步態。這些都是我個人有興趣突破的挑戰，但學校每年都會組建一支新的 Project MARCH 團隊，因此到時會由新的團隊來決定開發哪些技術。我們要看未來幾年的發展程度。這是我們奮鬥的目標，而且永不止步！」Minderman 發下豪語。

Renishaw 和 RLS 並沒有試著向我們推銷我們不需要的東西。他們會考慮我們需要什麼以及如何為我們提供幫助。我認為，正是因為他們對我們的專案展示出高度關注，才使得此次合作如此成功。

Project MARCH (荷蘭)

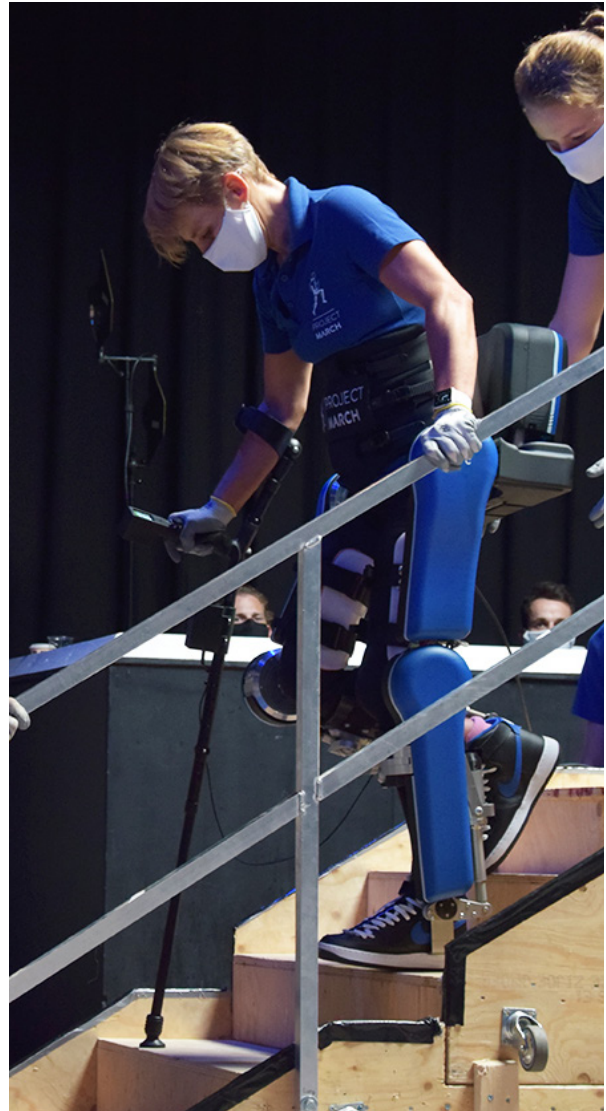
RLS 和 Renishaw 與客戶緊密合作，針對其應用場合提供最佳量測解決方案，正如 Keulen 女士所言：

「今年年初，我、Björn 及團隊中參與電氣設計的其他同學與 Renishaw 的銷售工程師 Rene Van der Slot 舉行了一次會談。Rene 並不是只將編碼器帶過來，然後告訴我們說你們應該用這個或者那個。相反地，他仔細了解我們的應用，詢問我們關於外骨骼機器人的工作原理以及我們的需求。Renishaw 和 RLS 並沒有試著向我們推銷我們不需要的東西。他們會考慮我們需要什麼以及如何為我們提供幫助。我認為，正是因為他們對我們的專案展示出高度關注，才使得此次合作如此成功。我們知道，Renishaw 和 RLS 不是只來單純地銷售編碼器，他們還會考慮整個設計以及編碼器的適用性。」

為了對 Renishaw、RLS 與 Project MARCH 之間的成功合作表達致敬，在 Precisiebeurs 2019 荷蘭貿易展期間，Project MARCH 團隊成員在 Renishaw 展區展示了一台上一代的 MARCH 外骨骼機器人原型機，生動展現了 RLS 磁性編碼器的實際應用。

Renishaw 和 RLS 希望能夠支持未來的 Project MARCH 團隊在 Cybathlon 大賽中獲得勝利。

隨著技術的發展，外骨骼機器人以及其他可穿戴機器人義肢有望徹底改變數百萬身障人士的生活。



Project MARCH 參加 Cybathlon 2020 競賽



2019-2020 屆團隊的嵌入式系統工程師 Björn Minderman



Project MARCH 合作與公關代表 Martine Keulen

Project MARCH 簡介

Project MARCH 是荷蘭代爾夫特理工大學 (Delft University of Technology) 的一個學生團隊，致力於開發創新的多功能外骨骼機器人，以幫助脊髓損傷患者站立和行走。現在，Project MARCH 的第六屆團隊由 26 名學生組成，他們將在前輩們開創性工作的累積基礎上繼續努力。

Project MARCH 每年都會參加 Cybathlon 的相關比賽，這是一項由世界各地的學術和商業團隊參與的身障人士人機體育競賽。

欲了解更多資訊和觀看影片，請上 www.renishaw.com.tw/projectmarch

Renishaw Taiwan Inc
40852 台中市南屯區
精科七路2號2樓

T +886 4 2460 3799
F +886 4 2460 3798
E taiwan@renishaw.com
www.renishaw.com.tw

有關全球聯繫之相關資訊，請上網站 www.renishaw.com.tw/contact

RENISHAW 竭力確保在發佈日期時，此份文件內容之準確性及可靠性，但對文件內容之準確性及可靠性將不做任何擔保。RENISHAW 概不會就此文件內容之任何不正確或遺漏所引致之任何損失或損害承擔任何法律責任。

© 2021 Renishaw plc。保留所有權利。

Renishaw 保留更改產品規格之權利，恕不另行通知。

RENISHAW 及 RENISHAW 公司徽標中的測頭符號是 Renishaw 公司在英國及其他國家或地區的註冊商標。apply innovation, 及其他 Renishaw 產品和技術的名稱與命名是 Renishaw plc 及旗下子公司的商標。

本文件中使用的所有其他品牌名稱和產品名稱為各自所有者的商品名稱、服務標誌、商標或註冊商標。



H - 3000 - 5198 - 01

文件訂貨號:H-3000-5198-01-A
版本:08.2021