

Project MARCH打造外骨骼机器人 帮助脊髓损伤患者自由行走



客户：
Project MARCH（荷兰）

行业：
医疗保健

挑战：
设计和制造动力外骨骼机器人，
最终目标是在Cybathlon比赛中
中夺魁。

解决方案：
采用RLS AksIM-2™绝对式旋转编
码器和微型RLS RM08绝对式旋转
编码器，获取关节反馈。

背景

每年，全世界大约有250,000至500,000人遭受脊髓损伤。脊髓损伤 (SCI) 通常会导致下肢瘫痪（截瘫）或全身瘫痪（四肢瘫痪），而脊髓损伤患者通常只能使用轮椅来辅助行动。

Project MARCH是荷兰代尔夫特理工大学 (Delft University of Technology) 的一个非营利性多学科学生团队，他们的目标是开发和制造能够帮助SCI患者站立和行走的先进原型外骨骼机器人。

该团队还参加了四年一届的残障人士人机体育竞赛 — Cybathlon（也称仿生学奥运会），以及一年一度规模较小的衍生赛事 — Cybathlon Experience（也称仿生学奥运会体验赛）。这些国际比赛的目的是推动人类假肢、先进轮椅和外骨骼技术的开发，以改善残障人士的日常生活。

Project MARCH的合作与公关部工作人员Martine Keulen解释说：“每年，学校都会组建一支新的多学科学生团队，他们将暂停学业一年，全力以赴设计自己的原型外骨骼机器人。我们会与一位‘试用者’（即一位完全脊髓损伤（截瘫）患者）合作完成这个项目，由这位来控制外骨骼机器人。这位试用者原本使用轮椅，但一旦穿上外骨骼机器人，就可以借助外骨骼站立、行走及克服其他障碍。Cybathlon是一项面向使用技术辅助设备的残疾人运动员的竞赛。参赛者将参加电动轮椅比赛或思维控制比赛等项目。我们 [Project MARCH] 参加的是动力外骨骼机器人比赛，这是一项障碍赛，有六个障碍物依次排开，参赛者必须在10分钟内以最快速度越过所有障碍物。”

自2015年Project MARCH成立以来，雷尼绍及其关联公司RLS就一直赞助该团队，为他们提供RLS磁编码器用于关节电机位置反馈。



Project MARCH IVc外骨骼机器人和传统的轮椅同在起跑线上

挑战

外骨骼机器人设计用于帮助人们行动，需要使用者的身体紧密接触，因此性能会受到许多因素影响，包括机械结构、执行器和反馈设备，以及人机交互等。

针对如此复杂的系统，设计控制法则的难度很大。在本案例中，Project MARCH使用由试用者和外骨骼机器人组成的闭环系统来跟踪控制器生成的关节基准轨迹。该团队最初使用标准的比例积分微分（PID）控制器进行试验，正如2019-2020届团队的嵌入式系统工程师Björn Minderman所说：“我们这届团队起初使用一个标准的PID控制器来控制关节的位置。后来我们发现，它无法提供我们想要的结果。因此，我们的控制工程师决定改用基于扭矩的控制法则，但其难点在于，针对不同的行走方式或步态，必须对PID控制器进行不同的调节。例如：上楼梯时，必须输出大量扭矩，因此需要进行高刚性的伺服控制并设定较高的P [比例] 值。然而，坐在沙发上时，控制器P值较高则会导致系统不稳定。这是一个巨大的挑战。”

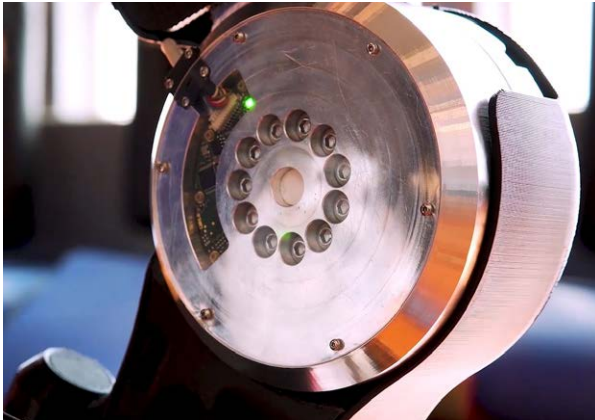
外骨骼机器人的试用者必须通过嵌入在拐杖中的人机界面（HMI）预先选定每项任务所需的运动类型。这些运动方式由该团队的运动工程师离线创建，并针对每个障碍物定制。我们必须精确控制关节角度，以确保试用者的稳定性和安全，这需要高品质旋转编码器的位置反馈。

“另外一个挑战是，我们需要在电机附近进行测量，而这会产生电气噪声。外骨骼机器人中使用的电机会在电子元件附近产生强大的磁场，如果周围有电线，则可能会产生信号噪声。将数据从编码器可靠地传输到CPU，而不丢失任何信息，这是一个挑战，”Minderman先生补充道。

解决方案

2020年8月，该团队推出了最新型“MARCH IVc”外骨骼机器人，该机器人在腕部和膝部使用旋转关节，同时还在腕部和踝部使用四个直线关节（直线旋转复合关节）。这种动力关节组合模仿人类的肌肉骨骼系统，并提供更大的自由度，可以实现更高级的步态。

Minderman先生重点介绍了位置编码器在该系统中的重要作用：“我们的外骨骼机器人有八个关节，其中两个脚踝各一个关节，两个膝盖各一个，每侧腕部各两个。每个关节使用两个编码器。关节的电机旋转，并通过减速装置将电机的旋转变换为关节角度的变化。我们使用绝对式编码器直接测量关节角度，因此一启动就会知道关节位置，无需执行校准步骤。我们必须确保每个关节都处于正确的位置，并遵循我们的运动工程师设计的轨迹。”



“MARCH” IVc外骨骼机器人的膝关节，集成RLS AksIM-2绝对式编码器，用于高分辨率（17位）旋转关节反馈

Minderman先生继续说道：“我们还在电机上安装了另一个编码器，由于电机的旋转速度比关节快，因此这个编码器可为我们提供更高的分辨率，从而有利于实现更佳的控制效果。电机编码器主要用于控制回路，而关节编码器则作为额外的安全措施。编码器分辨率对于确保控制效果非常重要，之前，在根据位置计算速度时，我们遇到了一些问题。由于需要细分编码器信号，因此位置测量误差会被放大，这就是我们需要较高分辨率的原因。”

MARCH IVc外骨骼机器人集成了用于高分辨率（17位）旋转关节反馈的新型RLS AksIM-2绝对式编码器，以及用于直线关节反馈的微型RLS RM08绝对式旋转编码器。

雷尼绍和RLS并没有试图向我们推销我们不需要的东西。他们会考虑我们需要什么以及如何为我们提供帮助。我认为，正是因为他们对我们的项目的浓厚兴趣，才使得此次合作如此成功。

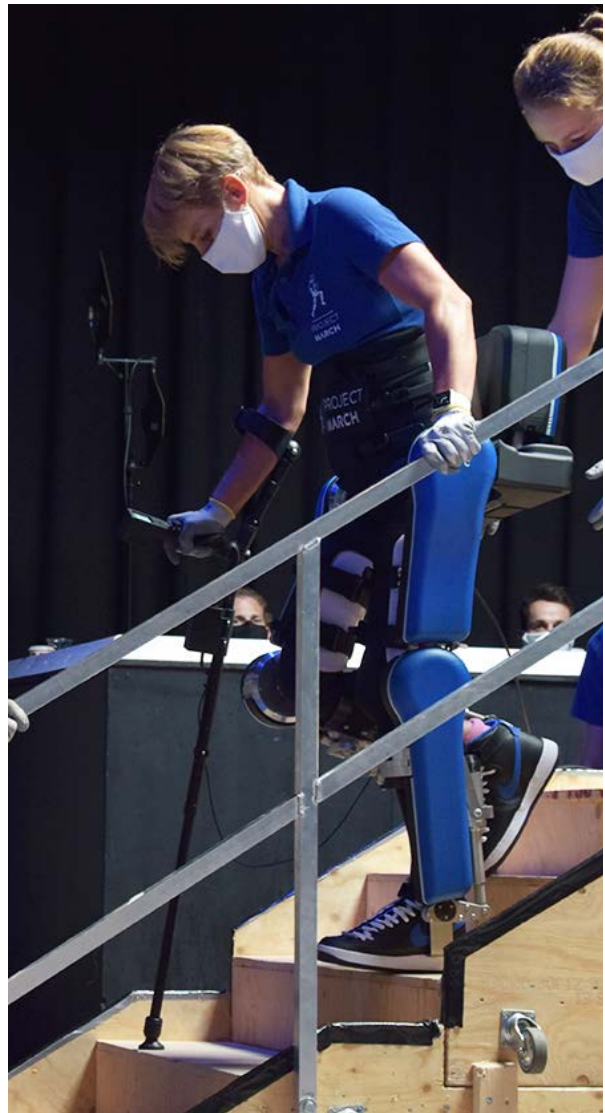
Project MARCH（荷兰）

结果

雷尼绍和RLS的持续支持帮助历届Project MARCH团队不断突破，打造出全新的原型外骨骼机器人。但是，在备战Cybathlon 2024比赛期间，这项振奋人心的技术将如何发展？

“我希望，到那时我们无需拐杖就能使我们的外骨骼机器人保持平衡。这意味着，我们将寻找另一种输入形式，使外骨骼机器人能够自主检测楼梯等障碍物，甚至测量立板高度，以相应地调整行走步态。这些都是我个人有兴趣攻克的挑战，但学校每年都会组建一支新的Project MARCH团队，因此到时将由新的团队来决定开发哪些技术。我们要看未来几年的发展程度。这是我们奋斗的目标，而且永不止步，” Minderman先生说道。

RLS和雷尼绍与客户紧密合作，针对其应用场景提供最佳测量解决方案，正如Keulen女士所说：“今年年初，我、Björn以及我们团队中参与电气设计的其他同学与雷尼绍的销售工程师Rene Van der Slot举行了一次洽谈。Rene并没有只是将编码器带过来，然后告诉我们‘你们应该用这个或者那个’。相反，他仔细了解了我们的应用，询问我们的外骨骼机器人的工作原理以及我们的需求。雷尼绍和RLS并没有试图向我们推销我们不需要的东西。他们会考虑我们需要什么以及如何为我们提供帮助。我认为，正是因为他们对我们的项目的浓厚兴趣，才使得此次合作如此成功。我们知道，雷尼绍和RLS不是简单粗暴地销售编码器，他们还会考虑整个设计以及编码器的适用性。”



Project MARCH参加Cybathlon 2020比赛



2019-2020届团队的嵌入式系统工程师Björn Minderman



Project MARCH合作与公关部工作人员Martine Keulen

为了致敬雷尼绍、RLS与Project MARCH之间的成功合作,在Precisiebeurs 2019荷兰贸易展期间,Project MARCH团队成员在雷尼绍展台展示了一台上一代MARCH外骨骼机器人的原型机,生动展现了RLS磁编码器的实际应用。

雷尼绍和RLS希望能够支持未来的Project MARCH团队在Cyathlon大赛中取得胜利。随着技术的发展,外骨骼机器人以及其他可穿戴机器人假肢有望彻底改变数百万残障人士的生活。

Project MARCH简介

Project MARCH是荷兰代尔夫特理工大学 (Delft University of Technology) 的一个学生团队,该团队致力于开发创新型多功能外骨骼机器人,以帮助脊髓损伤患者站立和行走。现在,Project MARCH的第六届团队由26名学生组成,他们将在前辈们的开创性工作的基础上继续努力。

Project MARCH每年都会参加Cyathlon的相关比赛,这是一项由世界各地的学术和商业团队参与的残障人士人机体育竞赛。

欲了解更多信息和观看视频,请访问 www.renishaw.com.cn/projectmarch

雷尼绍(上海)贸易有限公司 T +86 21 6180 6416
中国上海市静安区江场三路288号 F +86 21 6180 6418
18幢楼1楼 E shanghai@renishaw.com
200436 www.renishaw.com.cn

如需查询全球联系方式,请访问 www.renishaw.com.cn/contact



扫描关注雷尼绍官方微信

RENISHAW已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误,但对其内容不做任何担保或陈述。RENISHAW不承担任何由本文档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

©2021 Renishaw plc. 版权所有。
Renishaw保留更改产品规格的权利,恕不另行通知。
RENISHAW标识中使用的**RENISHAW**和测头图案为Renishaw plc在英国及其他国家或地区的注册商标。
apply innovation及Renishaw其他产品和技术的名称与标识为Renishaw plc或其子公司的商标。
本文档中使用的所有其他品牌名称和产品名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。

文档编号: H-3000-5196-01-A
发布: 2021.07