

Le projet MARCH développe un exosquelette capable de rendre leur mobilité aux personnes victimes d'une lésion de la moelle épinière



Client :
 Projet MARCH
 (Pays-Bas)

Industrie :
 Médecine et soins de
 santé

Défi :
 Concevoir et fabriquer un
 exosquelette motorisé dans le but
 ultime de gagner la compétition
 Cybathlon.

Solution :
 Pour le renvoi d'informations
 de l'articulation - le codeur
 rotatif absolu (angulaire) RLS
 AksIM-2™ et le codeur rotatif
 absolu miniature RLS RM08.

Contexte

Dans le monde, entre 250 000 et 500 000 personnes souffrent d'une lésion de la moelle épinière chaque année. Une lésion de la moelle épinière (LME) provoque généralement une paralysie des membres inférieurs (paraplégie) ou à travers tout le corps (tétraplégie). Les personnes souffrant d'une lésion de la moelle épinière utilisent souvent un fauteuil roulant comme dispositif d'assistance à la mobilité.

Le projet MARCH est composé d'une équipe étudiante multidisciplinaire sans but lucratif de l'Université de technologie de Delft aux Pays-Bas. Son objectif est de développer et de fabriquer des prototypes d'exosquelettes avancés qui permettent aux personnes souffrant de LME de se lever et de marcher.

L'équipe participe également à une compétition sportive quadriennale pour para-athlètes bioniques appelée « Cybathlon » et à un autre petit événement annuel dérivé appelé « Cybathlon Experience ». Le but de ces compétitions internationales est d'accélérer le développement de prothèses humaines, de fauteuils roulants avancés et de la technologie d'exosquelette, afin d'améliorer la vie quotidienne des personnes souffrant d'un handicap physique.

Martine Keulen, Partenariats & Relations publiques pour le projet MARCH, nous explique : « Chaque année, une nouvelle équipe multidisciplinaire d'étudiants met en pause leurs études pendant un an pour concevoir leur propre prototype d'exosquelette. Nous le faisons en collaboration avec un « pilote » - une personne souffrant d'une lésion complète de la moelle épinière (paraplégie) - qui commande l'exosquelette. Le pilote est un utilisateur en fauteuil roulant, mais une fois dans l'exosquelette, il peut commander l'exosquelette afin de se lever, de marcher et de gérer d'autres types d'obstacles. »

« Le Cybathlon est une compétition pour les para-athlètes qui utilisent des dispositifs d'assistance au mouvement techniques. Les participants prennent part à un événement tel qu'une course en fauteuil roulant électrique ou une compétition de contrôle mental. Nous [Projet MARCH] participons à la course d'exosquelette motorisé qui est un parcours d'obstacles où sont alignés six obstacles, l'un derrière l'autre, vous devez passer tous les obstacles et le faire aussi vite que possible en moins de 10 minutes. »

Renishaw et RLS, une société partenaire de Renishaw, parrainent le projet MARCH depuis que l'équipe a été fondée en 2015 et fournissent des codeurs magnétiques RLS pour le renvoi de la position du moteur articulé.



L'exosquelette du projet MARCH IVc et un fauteuil roulant conventionnel sur la ligne de départ

Défi

Les exosquelettes, conçus pour favoriser la mobilité des personnes, sont en contact étroit avec le corps et leur performance est influencée par de nombreux facteurs, comprenant la structure mécanique, les actionneurs et les dispositifs de renvoi d'informations, ainsi que l'interaction homme-machine.

Des règles de commande pour un tel système complexe sont difficiles à concevoir. Dans le cas présent, un système de boucle fermée, constitué du pilote et de l'exosquelette, est utilisé pour suivre les trajectoires de référence de l'articulation générée par la commande. Le projet MARCH a été initialement expérimenté avec des commandes proportionnelles, intégrales et dérivées (PID) comme Björn Minderman, équipe 2019-2020 Ingénieur des systèmes intégrés, nous explique :

« Au début de notre année, nous utilisions une commande PID standard pour la position des articulations. Au fil du temps, nous avons vu que cela ne donnait pas les résultats que nous souhaitions. Ainsi, nos ingénieurs de contrôle ont décidé de passer à une commande de couple. La partie la plus ardue de la commande est que pour les différents schémas ou allures de marche, vous devez utiliser un réglage différent de votre commande PID. Par exemple, lorsque vous montez l'escalier, vous devez fournir beaucoup de couple; par conséquent, vous avez besoin d'une commande d'asservissement rigide et d'une valeur élevée P [proportionnelle]. Tandis que, lorsque vous êtes assis sur un canapé, une valeur élevée P de commande se traduira par un système instable. Pour ça c'est un grand défi. »

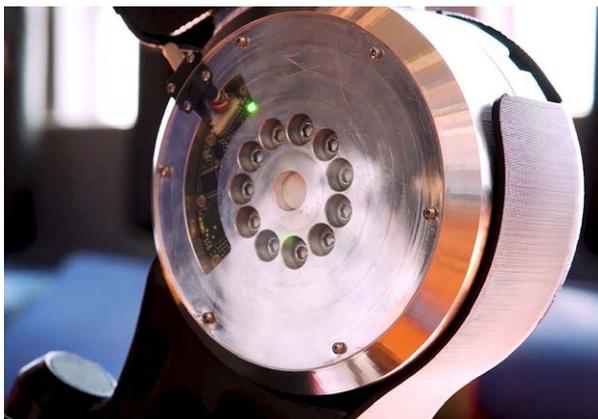
Le pilote exosquelette doit présélectionner le type de mouvement nécessaire pour chaque tâche au moyen d'une interface homme-machine (IHM) intégrée dans une béquille. Ces modèles de mouvement sont créés hors ligne (par les ingénieurs de mouvement de l'équipe) et personnalisés pour chaque obstacle. Un contrôle précis de l'angle d'articulation est nécessaire pour assurer la stabilité et la sécurité du pilote, et ceci est réalisé en utilisant le renvoi des informations de position provenant des codeurs rotatifs de haute qualité.

« Un autre défi est que nous mesurons à proximité des moteurs et cela peut générer des interférences électriques. Les moteurs utilisés dans notre exosquelette créent des champs magnétiques puissants qui se rapprochent de l'électronique. Si vous avez des câbles dans leur voisinage, des interférences du signal peuvent se produire. Il est difficile de transférer de manière fiable les données d'un codeur au processeur sans perte de données » ajoute M. Minderman.

Solution

En août 2020, l'équipe a lancé son plus récent exosquelette « MARCH IVc » qui utilise des articulations de rotation dans les hanches et les genoux, ainsi que quatre articulations linéaires (articulations linéaires rotatives) dans les hanches et les chevilles. Cette combinaison d'articulations motorisées imite un système musculo-squelettique humain et fournit des degrés de liberté supplémentaires qui permettent la mise en œuvre d'allures plus avancées.

M. Minderman souligne le rôle important des codeurs de position dans ce système :



L'articulation de genou de l'exosquelette « MARCH » IVc avec codeur absolu RLS AksIM-2 intégré pour un renvoi d'informations de l'articulation de rotation haute résolution (17 bits)

« Nous comptons huit articulations dans notre exosquelette. Nous en avons une pour chaque cheville, une pour chaque genou et deux pour chacune des hanches. Et chaque articulation utilise deux codeurs. Ainsi, le moteur d'articulation tourne et, au moyen d'un engrenage de réduction, la rotation du moteur est convertie en un angle d'articulation. Nous utilisons des codeurs absolus pour mesurer les angles d'articulation directement, nous connaissons donc toujours la position de l'articulation au démarrage sans avoir à effectuer une séquence de calibration. Il est essentiel que nous soyons sûrs que chaque articulation soit dans la bonne position et suive la trajectoire conçue par nos ingénieurs de mouvement. »

Renishaw et RLS n'ont pas essayé de nous vendre quelque chose dont nous n'avions pas besoin. Ils ont réfléchi à ce dont nous avons besoin et comment ils pourraient nous aider. Ce niveau d'intérêt pour notre projet est, pour moi, ce qui rend cette collaboration si fabuleuse.

« Nous avons également un autre codeur sur le moteur et, parce que le moteur tourne plus vite que les articulations, cela nous apporte une plus haute résolution, adéquate pour la commande. Le codeur du moteur est principalement utilisé dans la boucle de commande et le codeur d'articulation est utilisé en tant que mesure de sécurité supplémentaire. La résolution du codeur est importante pour la commande et nous avons auparavant des problèmes de calcul de la vitesse depuis la position. Puisque vous différenciez le signal du codeur, vous amplifiez les erreurs de mesure de position et c'est la raison pour laquelle une haute résolution est nécessaire. » poursuit M. Minderman.

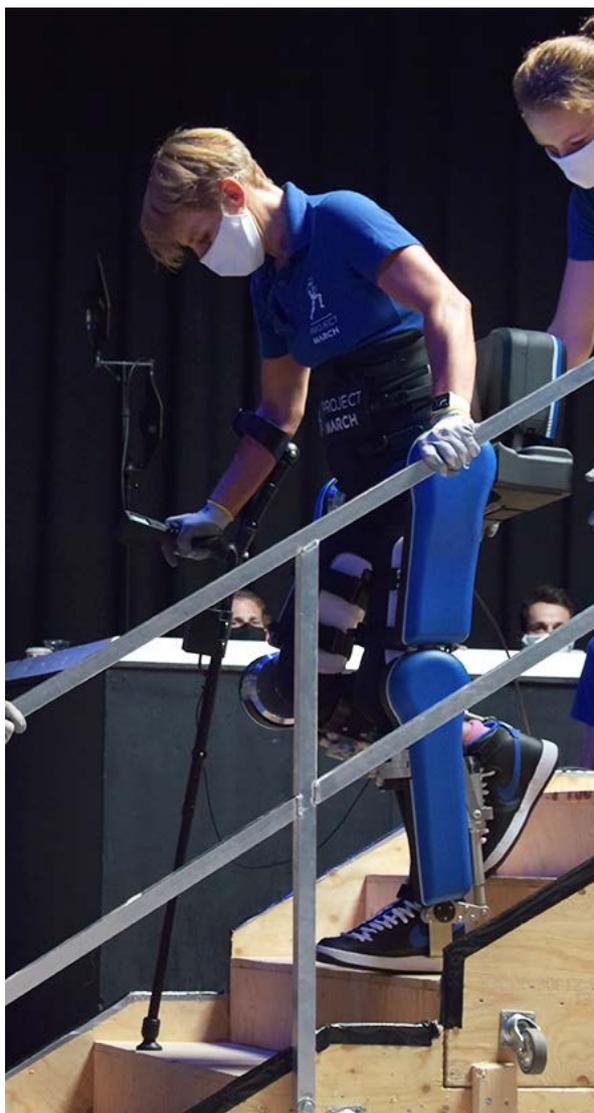
L'exosquelette MARCH IVc intègre le nouveau codeur absolu RLS AksIM-2 pour un renvoi d'informations de l'articulation de rotation haute résolution (17 bits) et le codeur rotatif absolu miniature RLS RM08 pour le renvoi d'informations de l'articulation linéaire.

Résultats

L'assistance continue de Renishaw et de RLS a permis aux équipes de projet successives MARCH de construire de nouveaux prototypes d'exosquelettes qui repoussent les limites du possible. Mais comment cette technologie passionnante va-t-elle évoluer dans la course vers le Cybathlon 2024 ?

«J'espère que, d'ici là, nous aurons commencé à équilibrer notre exosquelette sans avoir besoin de béquilles. Cela signifie que nous allons chercher une autre forme d'entrée qui permettra à l'exosquelette de détecter de façon autonome des obstacles tels que des escaliers, voire mesurer la hauteur des contremarches afin d'adapter l'allure de marche en conséquence. Ce sont des défis difficiles que je trouve personnellement très intéressants à aborder, mais chaque année une nouvelle équipe projet MARCH est créée et il appartiendra à ces équipes de décider des évolutions à mettre en place. Nous verrons jusqu'où nous pourrons aller dans les années à venir. Ce sont nos objectifs et nous espérons réaliser autant de progrès que possible » confie M. Minderman.

Projet MARCH (Pays-Bas)



Le projet MARCH participe à la compétition Cybathlon 2020



Björn Minderman, équipe 2019-2020 Ingénieur des systèmes intégrés

RLS et Renishaw collaborent directement avec les clients pour proposer les meilleures solutions de métrologie à leurs applications comme Mme Keulen explique :

« Au début de l'année, nous avons eu une rencontre avec l'ingénieur commercial de Renishaw, René Van der Slot, Björn et le reste du département électrique. René ne nous a pas simplement apporté les codeurs et dit « Bon, vous devez utiliser ceci ou cela ». Au lieu de cela, il a réfléchi à notre application, il a demandé comment notre exosquelette fonctionnait et ce dont nous avions besoin. Ainsi, Renishaw et RLS n'ont pas essayé de nous vendre quelque chose dont nous n'avions pas besoin. Ils ont réfléchi à ce dont nous avions besoin et comment ils pourraient nous aider. Ce niveau d'intérêt pour notre projet est, pour moi, ce qui rend cette collaboration si fabuleuse. Nous savons que Renishaw et RLS pensent plus loin que leurs seuls codeurs ; ils pensent à la conception de l'ensemble et à la façon dont les codeurs s'adaptent. »

Dans un hommage à la collaboration fructueuse entre Renishaw, RLS et le projet MARCH ; l'équipe sélectionnée sur le stand commercial Precisiebeurs 2019 de Renishaw aux Pays-Bas.



Martine Keulen, Partenariats & Relations publiques pour le projet MARCH

Au cours de ce salon, les membres du projet MARCH ont présenté un prototype plus ancien des exosquelettes MARCH illustrant une application réelle des codeurs magnétiques RLS.

Renishaw et RLS attendent avec impatience de soutenir les triomphes des futures équipes de projet MARCH dans les compétitions de Cyathlon. Au fur et à mesure que la technologie évolue, les exosquelettes et autres prothèses robotiques portables promettent de révolutionner la vie de millions de personnes handicapées.

À propos du projet MARCH

Le projet MARCH est composé d'une équipe d'étudiants de l'Université de technologie de Delft, aux Pays-Bas, qui développe des exosquelettes innovants et polyvalents afin de permettre aux personnes victimes d'une lésion de la moelle épinière de se lever et de marcher. La sixième équipe actuelle du projet MARCH est composée de 26 étudiants et continue de miser sur les travaux d'avant-garde de ses prédécesseurs.

Chaque année, le projet MARCH participe au Cyathlon - un concours pour para-athlètes bioniques présentant des équipes universitaires et commerciales du monde entier.

Pour plus d'informations et pour regarder la vidéo, rendez-vous sur www.renishaw.fr/projectmarch

Renishaw S.A.S
15 rue Albert Einstein,
Champs sur Marne, 77447,
Marne la Vallée, Cedex 2, France

T +33 1 64 61 84 84
F +33 1 64 61 65 26
E france@renishaw.com
www.renishaw.fr

Pour nous contacter dans le monde : www.renishaw.fr/contacter

RENISHAW A FAIT DES EFFORTS CONSIDÉRABLES POUR S'ASSURER QUE LE CONTENU DE CE DOCUMENT EST CORRECT À LA DATE DE PUBLICATION, MAIS N'OFFRE AUCUNE GARANTIE ET N'ACCÉPTE AUCUNE RESPONSABILITÉ EN CE QUI CONCERNE SON CONTENU. RENISHAW EXCLUT TOUTE RESPONSABILITÉ, QUELLE QU'ELLE SOIT, POUR TOUTE INEXACTITUDE CONTENUE DANS CE DOCUMENT.

© 2019 Renishaw plc. Tous droits réservés.

Renishaw se réserve le droit de modifier toutes caractéristiques techniques avertissement préalable.

RENISHAW et l'emblème de palpeur utilisé dans le logo RENISHAW sont des marques déposées de Renishaw plc au Royaume Uni et dans d'autres pays. apply innovation ainsi que les noms et désignations d'autres produits et technologies Renishaw sont des marques déposées de Renishaw plc ou de ses filiales.

Tous les noms de marques et noms de produits utilisés dans ce document sont des marques de commerce, marques de fabrique ou marques déposées de leurs propriétaires respectifs.



H - 3 000 - 5192 - 01

Réf.: H-3000-5192-01-A
Édition: 05.2021