

# Project MARCH, 척수손상 환자의 이동을 보조할 외골격 기구 제작



**고객사:**  
Project MARCH  
(네덜란드)

**산업:**  
의료 및 보건

**과제:**  
사이베슬론 대회에서 최종 승리를 목표로 전동 외골격 기구 설계 및 제작

**솔루션:**  
관절 피드백-RLS AksIM-2™  
엠플루트 로터리(앵글러)  
엔코더와 소형 RLS RM08  
엠플루트 로터리 엔코더.

## 배경

전 세계에서 척수손상으로 고통받는 인구는 매년 25만 ~ 50만 명에 이릅니다. 척수손상(SCI)은 일반적으로 하지(하지 마비) 또는 전신(사지 마비)에 마비를 일으킵니다. 척수손상 환자는 대개 휠체어를 이동 보조 장치로 사용합니다.

Project MARCH는 네덜란드 델프트 공과대학교(Delft University of Technology)의 여러 학과, 학년의 학생들로 구성된 비영리 단체입니다. SCI 환자들이 직접 보행할 수 있도록 보조하는 첨단 외골격 모형을 개발하고 제작하는 것을 목표로 하고 있습니다.

또한 ‘사이베슬론(Cyathlon)’이라는 생체공학적인 장애 운동선수들을 대상으로 4년마다 열리는 스포츠 대회와 ‘사이베슬론 익스피리언스(CYBATHLON Experience)’라는 소규모 연례 스피노프 이벤트에도 참가합니다. 이러한 국제 대회의 목적은 지체장애인의 일상 생활의 질을 향상시키기 위한 인공 보철기와 첨단 휠체어 개발, 외골격 기술의 발전을 가속화하는 데 있습니다.

Project MARCH의 파트너이자 홍보 담당자인 Martine Keulen은 다음과 같이 설명합니다. “해마다 새로운 학생들로 구성되는 팀은 자체 외골격 모형을 설계하기 위해 1년 동안 연구를 중단합니다. 저희는 외골격 모형을 조정할 심한 척수손상(마비) 환자, 즉 ‘실험자’와의 협업으로 작업을 진행합니다. 실험자는 휠체어 사용자이지만 외골격 모형을 신체에 부착한 후에는 외골격 기구를 조정해 직접 보행이 가능하며, 다양한 종류의 장애물에 대처할 수 있습니다.”

“사이베슬론은 첨단 보조 장치를 사용하는 장애인 선수들의 대회입니다. 참가자들은 전동 휠체어 경주나 마인드 컨트롤 경기와 같은 행사에 참여합니다. 저희 Project MARCH는 6개의 장애물이 줄지어 배치된 장애물 코스를 달리는 전동 외골격 경주에 참가합니다. 장애물 경주에서 모든 장애물을 통과하고 10분 이내에 최대한 빨리 완주해야 합니다.”

Renishaw와 그 협력사인 RLS가 2015년에 Project MARCH 팀이 구성된 후 꾸준히 후원하고 있으며 관절 모터 위치 피드백용 RLS 마그네틱 엔코더를 제공하고 있습니다.



출발선에 선 Project MARCH IVc 외골격 기구와 전통적인 휠체어

## 과제

사람들의 이동을 보조하도록 설계된 외골격 기구는 신체와 밀접하게 접촉되며, 그 성능은 기계적 구조물, 액추에이터, 피드백 장치뿐만 아니라 인간과 기계 간 상호작용을 포함한 많은 요인이 영향을 미칩니다.

이러한 상황을 고려해보면, 복잡한 시스템의 조정법을 고안하는 것은 어려운 일입니다. 여기서는 실험자와 외골격 기구로 구성된 폐쇄 루프 시스템을 사용하여 컨트롤러에서 생성되는 관절 기준 궤적을 추적합니다. Project MARCH는 초기에 표준 비례-적분-미분(Proportional-Integral-Differential(PID) 컨트롤러를 실험했다고 전하며 팀 2019-2020 Embedded Systems 엔지니어 Björn Minderman는 다음과 같이 설명합니다.

“첫째에 저희는 관절 위치에 표준 PID 컨트롤러를 사용하고 있었는데, 시간이 흐르면서 원하는 결과를 얻지 못했어요. 그래서 제어 팀 엔지니어들은 토크 기반 조정 방식으로 바꾸기로 결정했습니다. 제어 시 어려운 점은 보행 패턴이나 걸음걸이에 따라 PID 컨트롤러의 세부 조정 방식을 다르게 해야 한다는 것입니다. 예를 들어, 계단을 오를 때는 상당한 토크를 전달해야 하므로 견고한 서보 컨트롤러와 높은 P[비례] 값이 필요합니다. 반면에 소파에 앉아 있을 때 컨트롤러 P 값이 높으면 시스템이 불안정해집니다. 이 점이 난제입니다.”

외골격 기구 실험자가 목발에 삽입된 인간-기계 인터페이스(HMI)를 통해 각 작업에 필요한 이동 유형을 미리 선택해야 합니다. 이러한 움직임 패턴을 팀의 움직임 담당 엔지니어가 오프라인에서 생성하여 각 장애물에 맞게 조정합니다. 실험자의 안정성과 안전성을 보장하기 위해서는 관절 각도의 정밀한 제어가 필요하며, 이는 고품질 로터리 엔코더의 위치 피드백을 통해 이루어집니다.

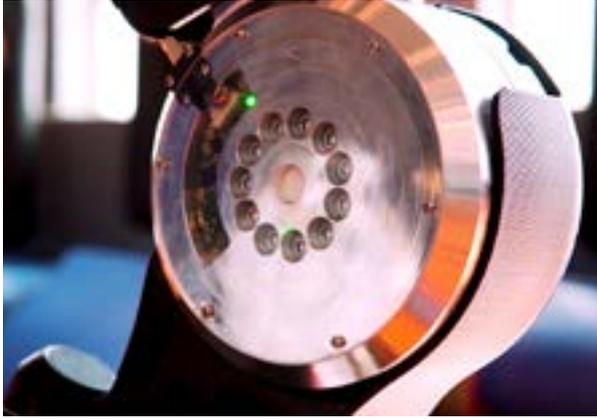
“또 다른 문제는 모터 근처에서 측정하여 전기 노이즈를 발생시킬 수 있다는 것입니다. 저희 외골격 기구에 사용된 모터는 전자장치에 근접할 때 강한 자기장을 만들어냅니다. 근처에 전선들이 있으면 신호 노이즈가 발생할 수 있습니다. 데이터 손실 없이 CPU에서 엔코더로 데이터를 안정적으로 전송하는 것은 어려운 과제입니다.” 라고 Minderman은 덧붙입니다.

## 솔루션

2020년 8월, 연구팀은 둔부와 무릎의 회전 관절, 둔부와 발목의 선형 관절(선형-회전 관절) 4개를 모두 사용하는 최신 ‘MARCH IVc’ 외골격 기구를 선보였습니다. 이 전동 관절 조립체는 인간의 근골격 시스템을 모방하며 보다 자연스러운 보행을 구현할 수 있도록 지원하는 추가적인 자유도를 제공합니다.

Minderman은 이 시스템에서 위치 엔코더의 중요한 역할을 다음과 같이 강조합니다.

“저희 외골격 기구에는 8개의 관절이 있습니다. 양쪽 발목에 하나씩, 무릎에 하나씩, 둔부 양쪽에 각각 두 개씩 있습니다. 그리고 각 관절에 엔코더가 2대씩 사용됩니다. 그래서 관절 모터가 회전하고 감속 기어를 통해 모터의 회전이 관절 각도로 변환됩니다. 앵글루트 엔코더를 사용하여 관절 각도를 직접 측정하므로 시작 시 캘리브레이션 시퀀스를 수행하지 않고도 관절 위치가 항상 파악됩니다. 각 관절이 올바른 위치에 있으며 움직임 담당 엔지니어가 설계한 궤적을 따르는지 확인하는 것이 필수적입니다.”



고분해능(17비트) 회전 관절 피드백용 RLS AksIM-2 애플루트 엔코더가 탑재된 'MARCH' IvC 외골격 기구 무릎 관절

“또한 모터가 관절보다 빠르게 회전하기 때문에 모터에 엔코더 1개를 추가로 장착하여 제어 목적에 적합한 높은 분해능을 확보합니다. 모터 엔코더는 주로 제어 루프에 사용되며 관절 엔코더는 추가적인 안전 조치로 사용됩니다. 엔코더 분해능은 제어에 중요한데, 과거에는 위치로부터 속도를 계산하는 데 문제가 있었습니다. 엔코더 신호를 구별하기 때문에 위치 측정 오차를 증폭하므로 높은 분해능이 요구됩니다.” 라고 Minderman은 부연합니다.

MARCH IvC 외골격 기구에는 고분해능(17비트) 회전 관절 피드백을 제공하는 신형 RLS AksIM-2 애플루트 엔코더와 선형 관절 피드백용 소형 RLS RM08 애플루트 로터리 엔코더가 통합됩니다.

Renishaw와 RLS는 불필요한 것을 판매하려는 시도를 하지 않았습니다. 그들은 우리에게 필요한 것과 협조할 수 있는 방법에 대해 고민했습니다. 저희 프로젝트에 대한 이 정도의 관심이 만족스러운 협업을 이끌어낸 것 같습니다.

Project MARCH(네덜란드)

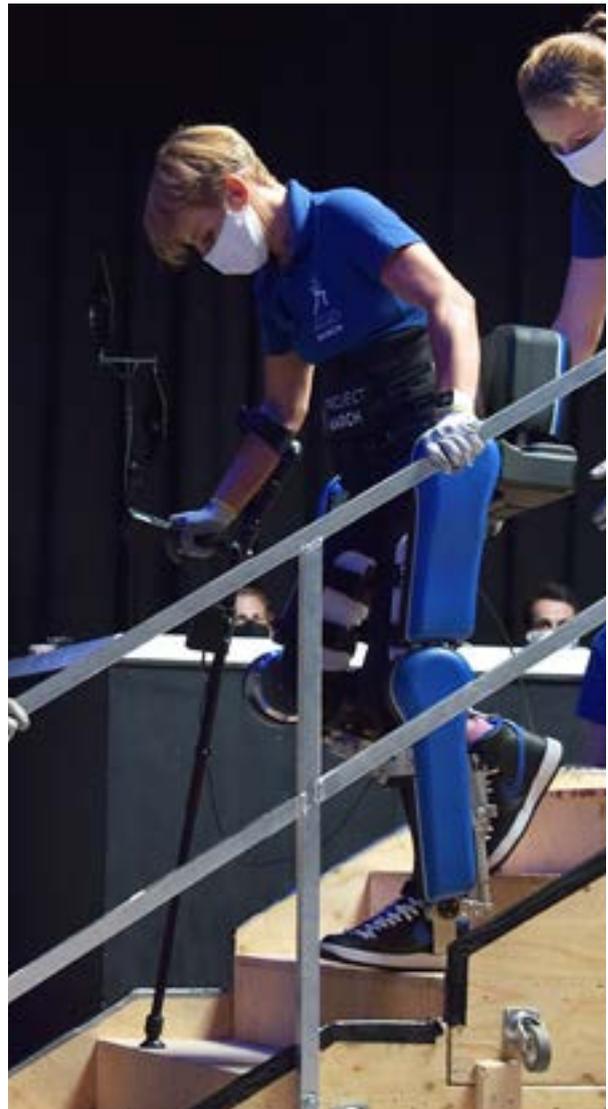
## 결과

Renishaw와 RLS의 지속적인 후원에 힘입어 Project MARCH 팀은 실현 가능성의 지평을 넓히는 최신 외골격 기구 모형을 제작할 수 있게 되었습니다. 그런데 이 흥미로운 기술은 사이배슬론 2024를 앞두고 어떻게 발전할까요?

“그때 쯤에는 목발 없이도 외골격 기구의 균형을 잡기 시작할 수 있기를 기대합니다. 즉, 외골격 기구가 계단 등의 장애물을 자율적으로 감지하고, 더 나아가 계단 보행 보조를 위한 상승 높이도 측정할 수 있는 또 다른 형태의 입력을 찾으려고 합니다. 이는 해결하기 어려워도 흥미로운 과제라고 생각하며, 매년 새로운 Project MARCH 팀이 결성되고 있으니 어떤 개발이 이루어질지 모를 일입니다. 앞으로 저희가 얼마나 더 나아갈지 지켜봐야 할 것입니다. 이상이 저희 목표이며 가능한 많은 진전을 이루기를 기원합니다.”

RLS와 Renishaw는 고객 분야에 최고의 계측 솔루션을 제공하기 위해 고객들과 직접 협업하고 있습니다. Keulen은 다음과 같이 회고합니다.

“연초에 Renishaw의 영업 담당 엔지니어 Rene Van der Slot 과 Björn, 전기 부서의 팀원들과 회의를 진행했습니다. Rene 는 그저 여러 종류의 엔코더를 가지고 와서 ‘아무거나 사용해보라’ 고 강요하지 않았습니다. 대신에 저희 응용 분야에 대해 고민해 보고 외골격 기구의 작동 방식과 우리에게 필요한 것에 대해 물어보았습니다. Renishaw와 RLS는 불필요한 것을 판매하려는 시도를 하지 않았습니다. 그들은 우리에게 필요한 것과 협조할 수 있는 방법에 대해 고민했습니다. 저희 프로젝트에 대한 이 정도의 관심이 만족스러운 협업을 이끌어낸 것 같습니다. Renishaw와 RLS 는 엔코더뿐만 아니라 전체 설계와 엔코더를 맞출 방법까지도 고민할 것이라고 믿습니다.”



Project MARCH, 사이배슬론 2020 대회에 참여



팀 2019-2020 Embedded Systems 엔지니어 Björn Minderman



Project MARCH의 파트너 겸 홍보 담당자 Martine Keulen

Renishaw, RLS, Project MARCH 사이 성공적인 협업을 기리기 위해 저희 팀이 네덜란드에서 열린 Renishaw의 Precisiebeurs 2019 무역박람회를 진행했습니다. 무역박람회 기간에 Project MARCH의 팀원들이 구형 MARCH 외골격 모형으로 RLS 마그네틱 엔코더의 실제 응용 사례를 시연했습니다.

앞으로도 계속해서 사이베슬론 대회에서 Renishaw와 RLS가 Project MARCH 팀의 승리를 후원할 수 있게 되기를 기대합니다. 기술이 발전함에 따라 외골격 기구와 기타 착용형 보철 로봇이 수백만 명에 이르는 장애인들의 삶에 혁명을 가져오리라 전망됩니다.

## Project MARCH 소개

Project MARCH는 네덜란드 델프트 공과대학교 (Delft University of Technology)의 학생들이 결성한 단체로, 척수손상 환자들의 직립 보행이 가능하도록 보조하는 혁신적인 다기능 외골격 기구를 개발하고 있습니다. 현재 26명의 팀원으로 구성된 6번째 Project MARCH 팀에서 선배들의 선구적인 업적을 바탕으로 연구를 계속하고 있습니다.

Project MARCH는 매년 전 세계 학계 및 산업계 팀을 대표하는 생체공학적 장애 운동선수들의 스포츠 행사인 사이베슬론 대회에 참가합니다.

추가 정보가 필요하거나 동영상을 보려면 다음 페이지를 방문하십시오:

[www.renishaw.co.kr/projectmarch](http://www.renishaw.co.kr/projectmarch)

### Renishaw Korea Ltd

서울시 구로구 디지털로 33길 28  
우림이비즈센터1차 1314호

전화 +82 2 2108 2830  
팩스 +82 2 2108 2835  
전자 메일 [korea@renishaw.com](mailto:korea@renishaw.com)

[www.renishaw.co.kr](http://www.renishaw.co.kr)

연락처 정보는 [www.renishaw.co.kr/contact](http://www.renishaw.co.kr/contact) 를 참조하십시오.

레니쇼 (Renishaw)는 출판일 당시의 본 문서의 정확성에 최선을 다했지만, 그에 대한 보증이나, 향후 어떠한 방식으로든 발생될 수 있는 오류에 대한 책임을 지지 않습니다. RENISHAW는 어떠한 상황에서도 본 안내서의 부정확성에 대하여 어떠한 책임도 지지 않습니다.

© 2021 Renishaw plc. All rights reserved.  
Renishaw는 예고 없이 사양을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다. RENISHAW 로고에 사용된 RENISHAW와 프로브 엠블럼은 영국과 기타 국가에서 Renishaw plc의 등록 상표입니다. apply innovation과 레니쇼 제품 및 기술에 적용된 명칭은 Renishaw plc 및 지사의 등록 상표입니다.  
이 문서에 사용된 모든 상표 이름과 제품 이름은 해당 소유주의 상호, 상표 또는 등록 상표입니다.



H - 3000 - 5200 - 01

부품 번호: H-3000-5200-01-A  
발행일: 09.2021