23. 학사논문 지도교수: 조 규 진

23-1. 장애인을 위한 입는 로봇의 착용성에 관한 연구

23-2. Soft exoskeleton의 anchoring customization fabrication process 연구

23-3. 소프트한 웨어러블 로봇의 Tension-free를 위한 구동기 메커니즘 설계 및 평가

23-4. 폴리머를 사용한 소프트 로봇의 작동 메커니즘 연구와 응용 어플리케이션의 설계 및 제작

23-5. 생체모사 초소형 Crawling/ Climbing 플랫폼 디자인

23-1. 장애인을 위한 입는 로봇의 착용성에 관한 연구

척수 손상으로 장애를 가지게 되면 몸의 다양한 기능을 수행하지 못하게 된다. 대부분의 척수 손상 환자들은 손을 사용하지 못하는 사람이 많고 이 점에 가장 큰 불편함을 느낀다고 알려져 있다. 척수 손상 환자들은 간단한 행동을 수행하는 데에도 큰 어려움을 느끼는데 쉬운 예로 펜을 잡는 것을 들 수 있다. 펜을 잡고 글을 쓰기 위해 그들은 두 손을 모두 들고 팔을 이용해 펜을 잡아야 한다. 그렇기 때문에 이를 보조하기 위한 다양한 도구들이 있지만 이런 도구들도 불편함이 많이 있는 것이 현실이다.

본 연구실에서는 기존의 입는 로봇에 착안하여 줄을 잡아당기는 것으로 펜을 고정하는 자세를 만들어주는 장비를 개발하였다. 장애인을 대상으로 시험해본 결과 기존의 장비에 비해 편한 자세로 글을 쓸 수 있다는 결과가 나왔지만 착용하는데 오랜 시간이 걸리고 착용 후에 줄을 잡아당기고 푸는 과정에서 시간 소요가 생기고 번거로움이 생긴다는 단점이 나타났다.

이를 해결하기 위해 줄을 잡아당기고 잡아당긴 줄을 풀리지 않도록 고정하는 작은 모듈을 개발하고자 한다. 이 모듈에는 모터, 배터리, 줄 고정 구조, 스위치 등이 들어가게 되며 이를 통해 더 쉽게 사용이 가능하도록 한다.

학부논문 과정에서는 위에서 소개한 모듈을 제작하는 과정을 거치고 더 쉬운 방법으로 장비를 착용하고 벗는 과정에 대한 여러 가지 아이디어를 구상, 구현해보는 것을 목표로 한다.

그림 1. 좌: 척수손상환자의 펜 잡는 자세 우:새롭게 개발된 펜을 잡는 보조 장비

담당 조교: 김병철(kbc1990@snu.ac.kr)

23-2. Soft exoskeleton의 anchoring customization fabrication process 연구

Soft exoskeleton은 일반적으로 천, 폴리머 등을 이용하여 그 몸체가 제작되는데, 이러한 소재의 특성 때문에 모터를 포함한 구동부를 몸체에 바로 고정하기가 힘들다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 모터를 soft exoskeleton에 고정하거나, soft exoskeleton과 따로 있는 구동부의 동력을 전달하기 위한 bowden cable system, band 등을 인체에 고정하기 위한 anchoring part 제작이 필요하다. Anchoring part의 가장 중요한 역할은 인체에 고정이 잘 되어 동력 전달 소실을 최소화 하는 것이지만, 고정이 강할 경우 인체에 가해지는 압력이 높아져 부상을 초래할 수 있어 이에 대한 심도 깊은 연구가 필요하다. 또한 soft exoskeleton의 소재와 인체의 유연한 특성에 따라 anchoring part가 안정적으로 고정이 되지 않아 동력 전달의 효율이 떨어질 수 있다.

이와 같은 문제를 해결하기 위한 한 방법으로 인체를 스캔하고 이를 바탕으로 적절한 부분에 anchoring part를 제작하여 최대한 압력을 분산시키며 고정이 잘 되도록 하는 설계가 중요하다. 이와 관련하여 customization과 관련된 공부를 하고, 이와 같은 제작방법, 즉, 새로운 fabrication process의 적립이 필요하여 이를 구현해 보는 것을 목표로 한다.

그림 1. 좌: 3D Printer 우:3D Scanner

담당조교: 강병현(bbk8@cornell.edu)

23-3. 소프트한 웨어러블 로봇의 Tension-free를 위한 구동기 메커니즘 설계 및 평가

소프트한 웨어러블 로봇은 웨어러블 로봇의 한 종류로서 기존의 전통적인 로봇과는 달리 강성이 있는 프레임, 조인트를 배재하고, 연성재료와 동력전달을 위한 tendon만을 사용하여 신체를 구동하는 로봇이다.

본 연구실에서는 상지 및 하지, 손의 구동을 위한 소프트 웨어러블 로봇을 개발중에 있다.

이러한 소프트 웨어러블 로봇은 기존의 로봇이 사용하는 풀리 및 아이들러 같은 요소를 사용하지 못하기 때문에 구동의 효율성 및 안정성을 위해서 tendon의 장력을 0 또는 (-)로 유지해야 할 필요가 있다.

하지만, 기존의 모터-풀리를 사용한 와이어 구동 메커니즘의 경우 와이어의 장력이 일정 수준 이하가 되면, 와이어가 구동 풀리에서 떨어져 나와 메커니즘이 실패하게 된다.

본 연구에서는

1. 기존의 모터-풀리 구조에서 장력에 따른 failure의 발생시점에 대한 연구를 통해 기존 모터-풀리 구동 메커니즘이 소프트 웨어러블 로봇에 적합하지 않음을 보이고,
2. 본 실험실에서 기 개발한 와이어의 tension을 0이하로 만들 수 있는 slack prevention mechanism의 설계를 수정 보완하고 디자인 최적화 문제를 수행하게 될 것이다.

그림1. Soft wearable robot : SNU Exo-Glove

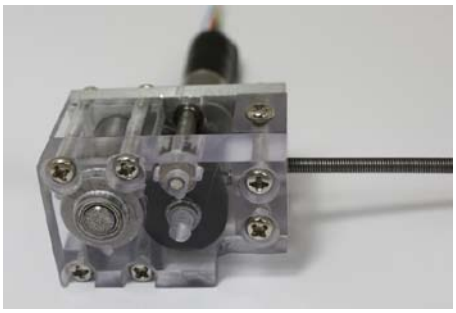

그림2. slack prevention mechanism

담당 조교: 인현기(inhk8357@snu.ac.kr)

23-4. 폴리머를 사용한 소프트 로봇의 작동 메커니즘 연구와 응용 어플리케이션의 설계 및 제작

최근 다양한 분야에서 소프트 로보틱스와 모핑 구조에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 소프트 로보틱스란 기존의 강체와 모터만으로 이루어진 로봇과 다르게, 다양한 종류의 부드러운 소재들을 이용하여 로봇을 설계하고 만드는 연구 분야로서, 기존의 강체만으로 이루어진 로봇이 지니는 다양한 한계를 극복할 수 있다. 또한 자연에 존재하는 생명체의 다양한 운동 메커니즘을 좀 더 효과적으로 모방하고 그 메커니즘의 장점들을 구현하고 실생활에 적용할 수 있다.

소프트 로봇의 개발에 이용되는 다양한 재료들 중에서, 폴리머는 소재 자체의 강성이 낮아 부드러우며 기본적으로 자유도의 제한이 없다. 이를 바탕으로 몰드를 사용하여 다양한 형상을 만들어 내고, 재료의 특성과 기하 형상을 통해 연구자가 원하는 물리적, 화학적 특성을 가지도록 쉽게 설계할 수 있다. 그 결과 폴리머 기반의 소프트 로봇은 주변 환경에 맞춰 그 구조를 다양한 형태로 변형시킬 수 있다. 이러한 폴리머의 특성을 이용하여 다양한 크기와 형상의 물건을 잡을 수 있는 적응형 집게(Adaptive gripper) 메커니즘에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 학부 논문 과정에서는 폴리머를 사용한 소프트 로봇에 공압을 이용한 구동 메커니즘을 이해하고, 이를 바탕으로 간단한 응용 어플리케이션의 설계 및 제작을 목표로 한다. 폴리머를 공압으로 구동하기 위해 폴리머 내부에 공압 튜브 채널을 삽입하는 방법을 연구하고, 컴퓨터 디자인 소프트웨어(CAD)와 최근 각광받고 있는 3D 프린터를 이용하여 몰드를 제작하여 폴리머를 이용한 공압 구동 메커니즘을 제작해 본다. 또한 공압 메커니즘을 제작하며 얻은 이해를 바탕으로 아래 그림 1의 soft gripper와 같은 기초적인 응용 어플리케이션의 설계 및 제작을 진행한다.

본 학문 논문 연구를 통해 소프트 로보틱스의 기본 개념에 대해 이해하고, 추후에 복잡한 형상의 소프트 로봇과 메커니즘을 개발하는데 필요한 기본 설계 방법을 익힐 수 있을 것으로 기대한다.

그림 1. 폴리머를 사용하여 제작된 Soft gripper 의 예시 [from Harvard Univ.].

담당 조교 : 이준영 (ljy.onefineday@snu.ac.kr)

23-5. 생체모사 초소형 Crawling/ Climbing 플랫폼 디자인

생체의 대표적인 locomotion 중 하나인 crawling/climbing은 고속 이동, 불규칙 지형 탐사, 수직 벽 등반 등의 장점으로 오래 전부터 활발히 개발 되었다. 큰 스케일에서는 leg wheel 형태의 다리는 가진 Rhex가 가장 대표적이다. Rhex는 hexapod 로봇으로 반원형 다리의 독립적 구동을 통해, running 뿐만 아니라, jumping, swimming 등 여러 가지 locomotion을 구현한다. 그러나 구조의 복잡성 및 액추에이터 개수의 한계로 소형화에는 적합하지 않았다.

최근에는 생체의 gait를 모사한 소형 crawling 로봇들이 등장하기 시작하였다. 이러한 로봇들은 강체 기반의 전통적 제작 방식에서 벗어나 복합재 및 연성 조인트에 기반하여 제작되었다. 또한, 구조 자체의 highly coupled 된 기구학적 특성을 이용하여 액추에이터의 개수를 감소 시키고 그에 따른 transmission까지 간소화하는 결과를 얻었다. 그림 1의 DASH는 각 1개의 구동 모터와 조향 모터를 이용하여 수준 높은 crawling 모션을 구현하였다. 또한, 구조 자체의 유연성 최적화를 통해 그림 1(오른쪽) 과 같이 불규칙한 지형에서도 안정성을 잃지 않고 주행이 가능케 하였다. 가장 최근에는 더욱 발전된 복합재 기반의 제작 방식을 이용하여 그림 2와 같이 동전 크기의 초소형 crawling 로봇이 등장하였다.

그림 1. UC Berkeley에서 개발한 Hexapod Crawling 로봇, “DASH”

본 학부 논문의 최종 목표는 생체 모사에 기반한 고속 crawling이 가능한 초소형 로봇 플랫폼을 설계하는 것이다. 이에 앞서 현존하는 crawler 중 가장 진보된 DASH 및 HAMR의 모방을 진행할 것이다. 이를 통해 어떤 구조적 메커니즘이 숨어 있는지 깊이 이해하고, 나아가 우리만의 새로운 디자인을 창조하는데 노력할 것이다.

그림 2. Harvard에서 개발한 동전크기의 270mg 로봇, “HAMR”

담당 조교 : 정광필 (ceaser97@snu.ac.kr)