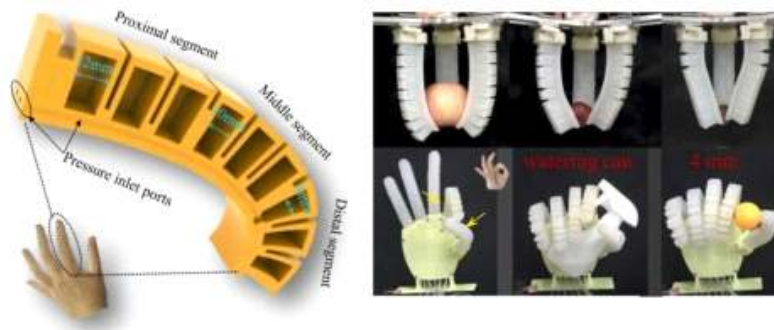


소프트 핑거는 로봇 공학과 인공 지능 분야의 하드웨어 구현에 사용되는 적응력 있는 그리퍼를 의미한다. 기존의 **hard한 재료**로 인공 손가락, 그리퍼를 만들 경우, **소프트 핑거에 비해 인체에 적용하거나 일상적인 다양한 형상의 물체를 잡고 행동을 취하는 데 어려움이 있다**는 단점이 있다. 또한, 일반적으로 **hard한 재료**의 무게가 개발되고 있는 **소프트 핑거의 재료**에 비해 무거워 **소프트한 재료와 구조를 사용할 경우 에너지 측면에서 효율적이라는 장점이 있다**고 볼 수 있다. 다양한 장점을 가지는 소프트 핑거는 다양한 재료와 설계 원리에 기반하여 개발되고 있다. 작동 방식에 따라 **여러 가지 유형(크게 유공압, 케이블)**이 존재하며, 공장 자동화에 쓰이는 로봇팔과 달리 일상생활에 적용을 목표로 하는 기술들이 많이 연구되고 있다.

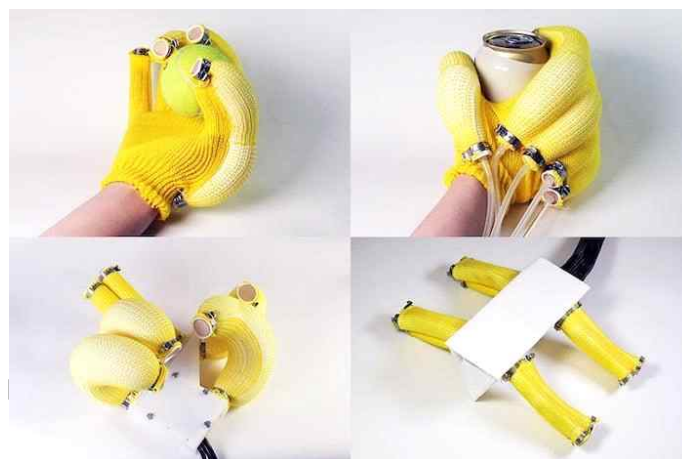
1. Pneumatic Soft Finger (유,공압)

해당 유형의 소프트 핑거는 공기압을 이용해 동작한다. 내부에 여러 개의 공기 주머니(bladder)가 있어, 공기를 주입하거나 빼내어 핑거의 형태를 변화시킨다. 고속으로 작동 가능하며, 다양한 형태의 물체를 부드럽게 잡을 수 있다. 상대적으로 높은 제어 정밀도를 제공하지만, 공기압 시스템이 필요하다.



가장 많이 연구되고 있는 일반적인 형태로 보여짐

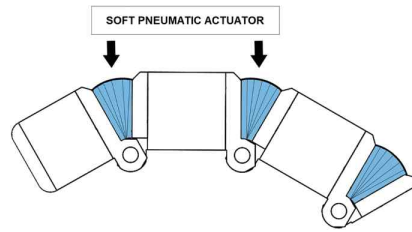
[1] Y. Wu et al., "A bioinspired multi-knuckle dexterous pneumatic soft finger," *Sensors and Actuators A: Physical*, vol. 350, p. 114105, Feb. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.114105>.



MIT에서 개발한 웨어러블 공압 소프트핑거, 로봇 Locomotion에도 적용 가능함

Reference:

<https://news.mit.edu/2022/soft-assistive-robotic-wearables-get-boost-rapid-design-tool-0503>



기존 hard한 핑거의 관절부에만 소프트 핑거 기술을 적용

[2] G. Munakata, P. Zanini, and S. Titotto, "3D fingerprint design proposal using spider movement mechanism and soft robotic technology," *Research on Biomedical Engineering*, vol. 36, no. 3, pp. 361-368, Jul. 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s42600-020-00076-6>.

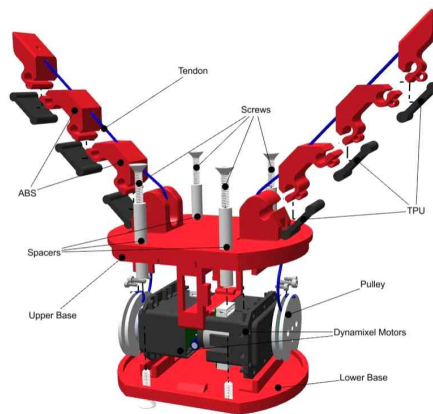


ROCHU사의 상업용 soft grippers(공압식)

움겨야 하는 물건에 맞는 압력을 실린더에 불어넣음. 간단한 힘과 위치 제어는 가능하나 정밀하게는 불가능.

2. Cable Driven Soft Finger (케이블)

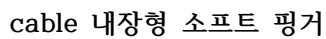
핑거 내부에 케이블을 삽입하여, 케이블의 장력으로 핑거의 움직임을 제어한다. 주로 외부 모터를 이용해 케이블을 조작하고, 높은 제어 정밀도를 제공하며, 복잡한 형태의 움직임이 가능하다. 외부 구동 장치가 필요하고, 케이블의 마모 문제가 있을 수 있다.



cable이 외부에 드러난 형태의 cable-driven 소프트 핑거

[3] I. Hussain et al., "Compliant gripper design, prototyping, and modeling using screw theory formulation," *The International Journal of Robotics Research*, vol. 40, no. 1, pp. 55-71, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.1177/0278364920947818>.

1



-
- A**
- A robotic finger with living skin
- Collagen sheet
- Wound healing
- B**
- Anchoring structure
- C**
- Collagen (with NHDF)
- NHDF cells
- Cylindrical PDMS case
- Collagen shrinkage
- NHEKs
- NHEKs
- PDMS case
- Joint motion
- pulling the wires

핑거 내부에 연결된 케이블이 모터에 의해 당겨지거나 풀리면서 손가락 제어. 인간의 피부와 유사한 인공 피부로 제작(3D프린팅 X)