

<Smart Composite Manufacturing (SCM)-based robot design and fabrication>

한양대학교 서태원 교수

- Smart Composite Manufacturing (SCM)은 가벼운 종이, 탄소물질, 섬유, 폴리머 등을 판재 물질을 적층하여 로봇의 구조체와 조인트를 제작하는 기법을 의미함.

1. Centimeter-scale robots

UC 버클리의 Biomimetic Millisystems Laboratory (Prof. Ronald Fearing)에서 시작된 SCM 연구는 탄소섬유, 종이 등을 이용하여 다양한 로봇을 제작하는 연구를 수행하였다. 대표적인 로봇 메커니즘으로는 RoACH, DASH, VelociRoACH 등이 있으며 그 특징은 아래와 같다.

- RoACH: 소형 로봇을 위해 탄소섬유로 제작하고 형상기억합금을 이용하여 구동

[1] Hoover et al., RoACH: An autonomous 2.4g crawling hexapod robot, IROS 2008.

[2] RoACH 영상: <https://www.youtube.com/watch?v=XqBgbU063u4>

- DASH: 안정적인 보행을 위해 바닥면을 바닥에 붙이고 이동함. DC 모터를 이용.

[3] Birkmeyer et al., DASH: A Dynamic 15g Hexapedal Robot, IROS 2019

[4] DASH 영상: <https://www.youtube.com/watch?v=UjGIJR5Mxjo>

- VelociRoACH: 빠른 속도를 위한 디자인으로 Aerodynamic stabilizer를 이용하여 안정성 확보

[5] Haldane et al., Animal-inspired Design and Aerodynamic Stabilization of a Hexapedal Millirobot, ICRA 2013, Best Paper Finalist.

[6] VelociRoACH 영상: <https://www.youtube.com/watch?v=paEkUa-2IWA>

2. Millimeter-scale robots

UC 버클리 졸업생인 Prof. Robert Wood가 운영하는 Microrobotics Laboratory에서는 초소형 SCM 기법을 이용하여 비행체, 보행 로봇을 개발하였으며, 소형 로봇의 조립을 위한 pop-up assembly 기법도 연구하였다.

- Microfly: 두 개의 날개를 이용하여 구동하는 초소형 비행 로봇으로 피에조 액추에이터를 이용하여 구동

[7] Chirarattanon et al., Controlled Flight of a Biologically Inspired, Insect-Scale Robot, Science, vol. 340, pp. 603-607, 2013.

[8] 로봇 영상: <https://www.youtube.com/watch?v=b9FDkZCMuE>

- HAMR: 4개의 다리로 구동되는 보행 로봇으로 수면 보행 등으로 확장 연구 진행

[9] Baisch et al., High Speed Locomotion for a Quadrupedal Microrobot, IJRR, vol. 33, pp. 1063-1082, 2014.

[10] 로봇 영상: <https://www.youtube.com/watch?v=7hQLgp3IXI>

•Pop-up assembly: 손을 대지 않고 외부 조건의 변화를 이용하여 assembly를 진행하는 방법

[11] Felton et al., Robot Self-Assembly by Folding: A Printed Inchworm Robot, ICRA 2013.d

[12] 관련 영상: <https://www.youtube.com/watch?v=VxSs1kGZQgc>

3. Opensource

UC 버클리에서는 아래와 같이 OpenRoACH라는 오픈소스 기반 로봇을 개발하여, 도면, 제어하드웨어, 코드 등을 공유하고 있다.

[13] OpenRoACH 오픈소스 도면 및 제어 코드 <https://github.com/dhaldane/OpenRoACH>

[14] 관련 논문: Haldane et al., Integrated Manufacture of Exoskeletons and Sensing Structures for Folded Millirobots, J Mechanism and Robotics, 7(2), 021011, 2015.

4. Start-ups

UC 버클리의 졸업생들이 만든 DASHRobotics는 Kamikami robot이라는 DASH에서 변형된 형태의 로봇을 판매하고 있다. 한국에서도 Zovi Monster라는 회사가 있어 SCM 기반 로봇을 제작하여 판매하고 있으며 핀을 이용하여 쉽게 조립하고 무선으로 조종할 수 있다.

[15] DASHRobotics: <http://dashrobotics.com/>

[16] Zovi Monster: <https://www.zovi-monsters.com/>