

협업기관: 한국기계연구원

협업연구원: 허필우 박사님 (한국기계연구원 에너지기계연구본부 열시스템연구실)

송성혁 (한국기계연구원 첨단생산장비연구본부 로봇메카트로닉스연구실)

이유리

작가 노트

2018년 가을 나는 유타주의 외진 소금 호숫가에 있었다. GPS도 수신되지 않아 작은 나무 표말, 원초적인 방향감각에만 의지해 가야하는 곳에서 혼자 리서치와 촬영을 진행했다. 인적은 찾을 수 없고 산, 지평선, 수평선, 사막의 마른 풀들, 저녁 빛, 떠오르는 달, 가끔 나타나는 너구리 같은 것이 보이는 전부였다. 공기의 소리조차 들을 수 있을 정도로 사방은 조용했다. 태초부터 그랬을 것 같은 곳에서 시간조차 지워졌다.

인간의 손길이 미치지 않는 곳에 있자니 나를 구성하고 있다고 믿었던 많은 것들이 보잘것 없었다. 한국인, 작가, 여자, 딸, 여동생, 친구, 동료, 이런 것들이 아주

멀고 작고 아무것도 아니게 축소되었다. 사고가 나도 아무도 보는 사람도, 도와줄 사람도, 보낼 수 있는 신호도, 받을 수 있는 시그널도 없는 곳에서 오로지 자동차의 네 바퀴에 의지해 내 정신을 바짝 붙들고 지구의 어느 모르는 황무지 외길을 달렸다. ‘무사하게 숙소로 돌아가자, 정신을 바짝 차리자’ 중얼거렸다. 복잡하고 혼란스러웠던 도시에서의 삶은 아무것도 아니었다. 생존, 생존이 가장 중요했다.

당시에 나는 ‘그래비티Gravity, 2013’니 ‘마션The Martian, 2015’이니 하는 우주 생존 영화에 꽂혀있었다. 어쩌다 우주에 혼자 남게되어 스스로 지구로 귀환해야 하는 불가능한 미션을 지게 된 우주 고아들의 이야기, 상상도 할 수 없는 극한의 생존에 놓인 지구인의 드라마에 웬지 깊이 공감하고 있었다. 우리에게 생존이라는 목표가 다른 모든 것을 넘어서 압도적이게 되었을 때, 삶을 이루었던 풍성한 물질적, 정신적 요소들이 절박함 속에 묻혀버릴 때, 우리는 무슨 존재가 될까? 그때에도 품위를 지닐 내면의 공간을 유지할 수 있을까? 예술활동을 하러 가서 어쩌면 나는 모든 예술활동의 반대편에 있는 내 자신의 모습을 본 것 같았다. 나는 물질이고 생물이고 그 생명 시스템 안에 살고자 하는 본능적인 욕구를 가진 생존 기계였고 그것이 나의 근본이었다.

동물들은 각자가 가진 감각기관의 종류와 품질에 따라 각기 다른 주관적인 환경세계를 경험한다고 한다Jacobvon Uexkill, 1864-1944. 아주 단순한 환경 세계를 가진 동물에서부터 인간과 같이 복잡하고 섬세한 환경세계를 가진 동물에 이르기까지 우리는 같은 세계에서 그러나 서로 다른 환경세계를 구성하며 살고 있는 것이다. 행동양식은 환경세계를 구성하는 것과 아주 밀접한 연관이 있어서 많은 부분 어떤 환경세계를 갖느냐에 따라 그 특성이 결정된다. 외부환경을 센싱하고 얻은 정보를 신경망에 의해 판단 및 처리 하고 그 결과로 일정한 행동을 결정하는 이 순차적인 입출력은 우리가 생각보다 단순하고 원형적인 시스템으로 구동된다는 것을 말해준다. 생명체로서의 이러한 근원적인 자기인식이 우리를 단순하고 명료한 지점으로 데려다 주는 순간들을 우리는 살면서 몇 번은 맞게된다. 그리고 그 순간은 예외없이 겸허한 감정과 함께 찾아온다.

내가 만드는 로봇, 아니 내가 조형적으로 구축하는 시스템은 이러한 생존기계의 모티브로부터 왔다. 거창하고 화려하게 제어되는 로봇을 꿈꾸면서 시작한 것이 아니라, 환경에 반응하여 적응하고 생존하는, 애쓰는 기계를 만들고 싶었다. 창조된 인공 생명에 대한 많은 윤리적인 논란이 있어왔다. 로봇을 종이나 존재의 어느 카테고리에 두어야 할지 우리는 아직 모른다. 기계, 가전제품, 유사 인간 혹은 유사 생명

1회차

Aug 1, 2019 한국기계연구원 허필우 박사님

허필우 박사님이 근무하시는 열유체 연구소에서 어떤 연구들을 진행하는지 Q&A 시간을 가졌다. 펌프, 열교환기 등을 연구하고 태양열을 저장하는 방법, 재생에너지를 저장하는 열저장 장치들에 대해 연구한다고 하셨다. 열교환기는 뜨거운 열을 입력한 후 매체를 이용하여 열을 앗아가는 시스템을 일컬었다. 아울러 오리엔테이션 때 소개받은 박사님의 테니스 연습 장치의 모션 센서에 대해 이야기 하며 그동안 텐세그리트로 만든 로봇 프로토타입의 센싱 방식에 대해 이야기했다. 가변 저항을 써서 손으로 쉽게 조정하고 있는데 향후 그것을 조도 센서로 바꾸고 싶다고 했고 거기에 필요한 센서의 종류에 대해 물었다. 센서를 생각하기 이전에 어떤 움직임에 관심이 있고 그것이 구현이 가능한 것인지 생각해 보는 것이 좋겠다고 조언을 주셨다. 예를들면 태양이 떠서 질때까지의 궤적을 따라 물체가 반응하는 것을 생각해 볼 수도 있다.

2회차

Aug 16, 2019 한국기계연구원 허필우 박사님

2개의 step motor에 의해 동작되는 텐세그리터 구조, 50*50*65 cms, 고무끈, 나무스틱, 아두이노보드, 스텝모터, 배선, 가변저항



3회차

Sep 10, 2019

한국기계연구원
허필우 박사님, 송성혁 박사님

로봇메카트로닉스 연구실의 송성혁 선임연구원이 소프트 연구하고 계신 소프트 로봇틱스의 전반적인 내용에 대해 간략하게 프리젠테이션 해 주셨다.

송성혁 박사님 소프트 로봇틱스 개요

Darpa Challenge 에서의 로봇들의 실패 (하드 로봇)를 보고 기존의 하드 로봇들이 가진 제약을 알 수 있었고 로봇 연구자들은 이런 한계점을 극복하기 위해 다른 관점에서 로봇을 연구, 개발하기 시작했다. ‘빅히어로’(디즈니, 2018) 영화에는 공기로 볼륨을 얻은 이러한 소프트 로봇이 등장하는데 이것은 예전에 익숙

하던 로봇들과 많이 달랐다. 카네기 멜론 대학, MIT, 하버드 등에서 현재 소프트 로봇틱스는 많이 연구되고 있다. 소프트 로봇틱스를 얘기할 때 내재화된 지능에 대해 언급하는데 이것은 구조가 지능을 가진다는 뜻이다. 즉, 구조의 장점을 통해 기존의 로봇이 가진 약점을 극복하는 것이다. 소프트 로봇틱스의 경우 이러한 구조의 강점으로 인해 복잡한 제어가 필요없게 된다.

SMA를 이용해 제어하는 경우:

전류 온/오프 방식으로 제어 아니면 온수와 냉수를 이용하여 스위치 온 오프 하기도 함. 변형이 시작되는 온도와 변형이 끝나는 온도 그사이를 변수로 잡아서 제어할 수 있다(단, 냉각 속도가 빠른 경우에만 이 방식을 쓸 수 있음)물 속에 있음. 이와같이 액츄에이터 디자인을 SMA나 인공근육을 이용하여 할 수 있다. SMA는 와이어 형태, 스프링 형태 등 다양함. 3d 프린팅에서 결을 만들어서 프린팅하고 sma를 삽입하면 이 결 구조에 의해서 움직임이 만들어짐. 이때 결 구조를 어떻게 만드느냐에 따라 움직임이 달라질 수 있음. 따라서 결을 조정해 가면 바뀔 움직임이 생긴다.

36

4회차

Sep 26, 2019

한국기계연구원 허필우 박사님

SMA 회로 직접 연결하여 구동을 시도해 보았다.

specs: SMA wire 70°C, 55mA, 890ohm, 10cm사용

$R_{mus}=890*0.10=89 \text{ ohm}$

$V=7.4$ (3.7 리튬폴리머 2개 직렬연결) $I=55\text{mA}$

$R+R_{mus}=V/I$

$R=49.188.47\text{ohm}$ 저항 사용

푸쉬스위치 사용하여 on/off로만 작동

5회차

Oct 10, 2019 KTX 대전역

허필우 박사님

2019 아티언스 대전 전시에 대한 감상과 함께 지난 시간에 구동 안되었던 부분 해결하기 위한 테크니컬 부분 의논하였다.

6회차

Oct 17, 2019

한국기계연구원 허필우 박사님

소프트 로보틱스 모델링 및 시뮬레이션 툴에 대해 조사하고 조사한 부분을 의논하였다. Abaqus TM과 파이썬 이용하여 시뮬레이션 툴을 쓸 수 있는데 익히는데 시간이 걸리므로 이번 리서치 기간동안은 시뮬레이션 프로그램 쓰지 않고 모델링 소프트웨어 사용하여 보완하기

a)

b) c)

Mode 1 Mode 8

Mode 1,2 Mode 1

Mode 2

Mode 9 Mode 3

Mode 2

Mode 3

Mode 10 Mode 4,5

Mode 3

Mode 4

Mode 6 Mode 4,5

Mode 5

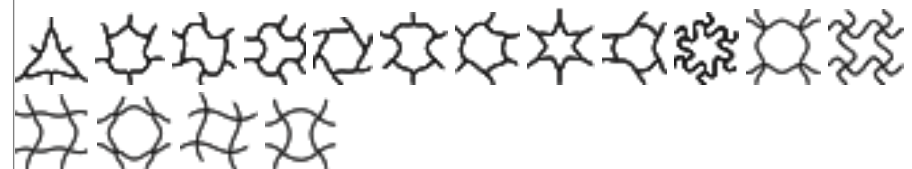
Mode 7,8 Mode 6

Mode 6

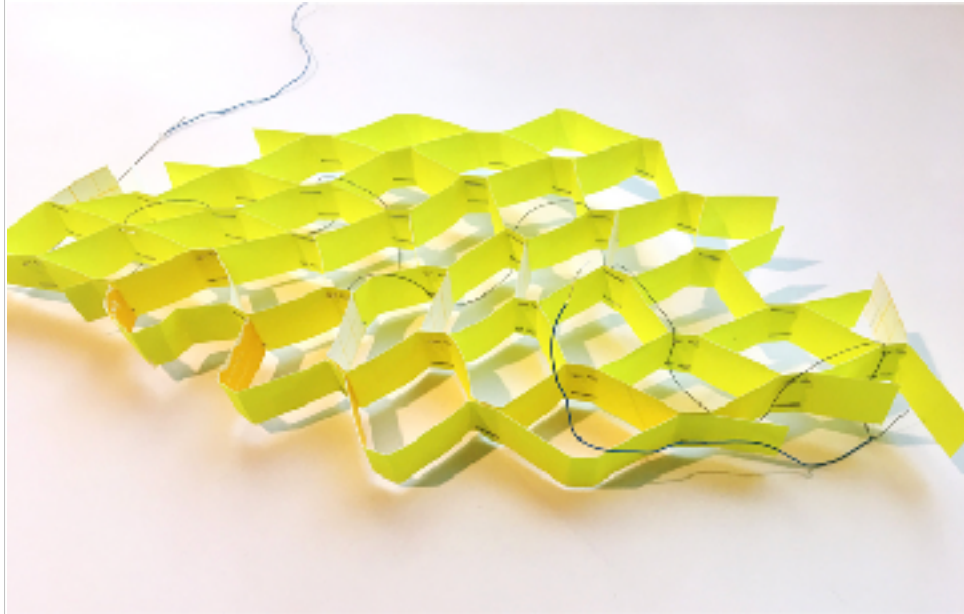
Mode 9 Mode 7

Mode 7

37



38



가벼운 종이를 이용하여 만들어 본 벌집구조와 SMA연결

결과

SMA 를 하나의 긴 선으로 연결했을 때 맞는 voltage를 건전지로 구성할 수 없어 구동이 되지 않았다. 또한 SMA의 두께에 따른 구동력이 어느 정도가 되는지 알 수가 없어서

이 부분에 대한 리서치가 이루어져야 했다.

7회차

Oct 31, 2019

한국기계연구원 허필우 박사님

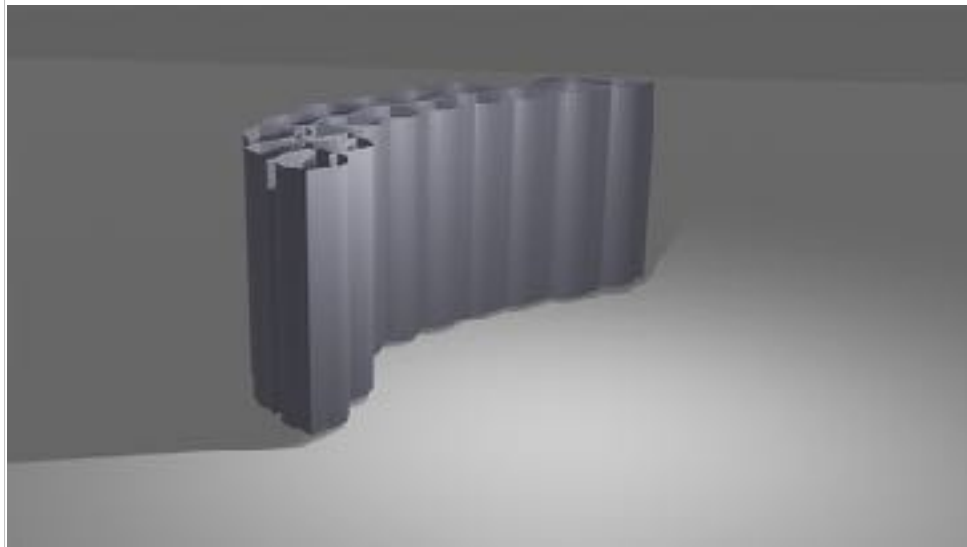
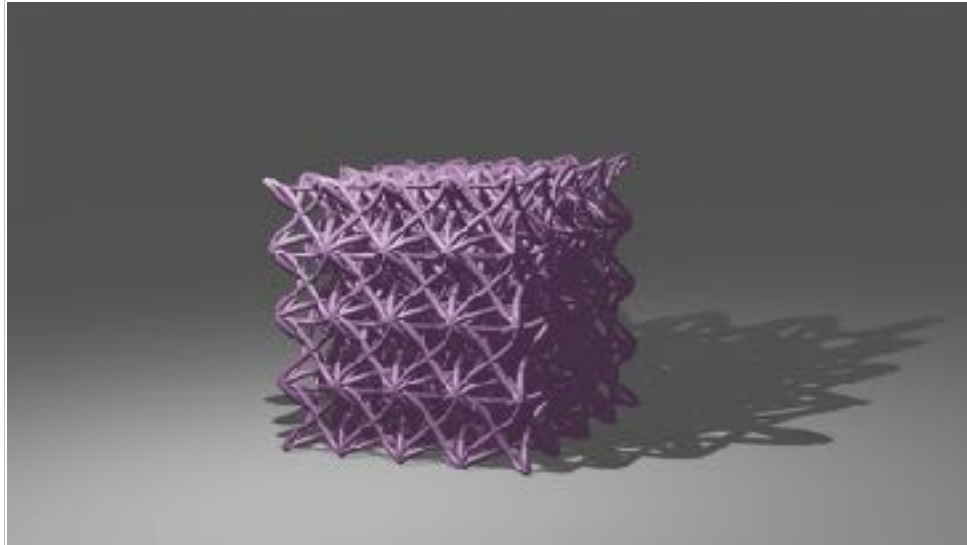
- 로봇 움직임에 대해 어떤 파라미터를 줄 것인가?
- initial idea: 조도 센서를 연결하여 빛의 정도와 세기에 반응하여 움직인다

회로 내에 센서를 통한 파라미터를 구성하는 것: 현장의 공간과 시간

39



<https://power.larc.nasa.gov/>



Auxetic 구조를 이용한 모델링: 어떻게 SMA를 연결할 것인가? 프린팅 물질은 Flex PLA로 할지 Elastic Resin

○로 하지 생각해 보지

10회차

Dec 10, 2019

KIMM 리서치

참석자: 허필우 박사님, 이유리

sma와 공압 두 가지의 모델 구동하는 것 보여준 후 향후 설계 방향에 대해서 논의했다. 겨울동안 로봇 구동되는 모델링하고 전체 설치할 Tower 구조물 조금 작은 스케일로 구조물을 지어본다. 로봇은 3가지의 모델이 일단 구동이 되도록 설계를 완성하는데 초점을 맞추고 나머지 로봇의 디자인은 조금씩 손 봐주며 완성시켜 나간다.

키네틱과 함께 설치할 영상은 애니메이션 부분만 완성하고 실사는 가을에 조금 찍어둔 것과 내년에 새로 찍는 것을 합쳐서 전체 영상을 완성한다.

최종 결과물 구상 아이디어

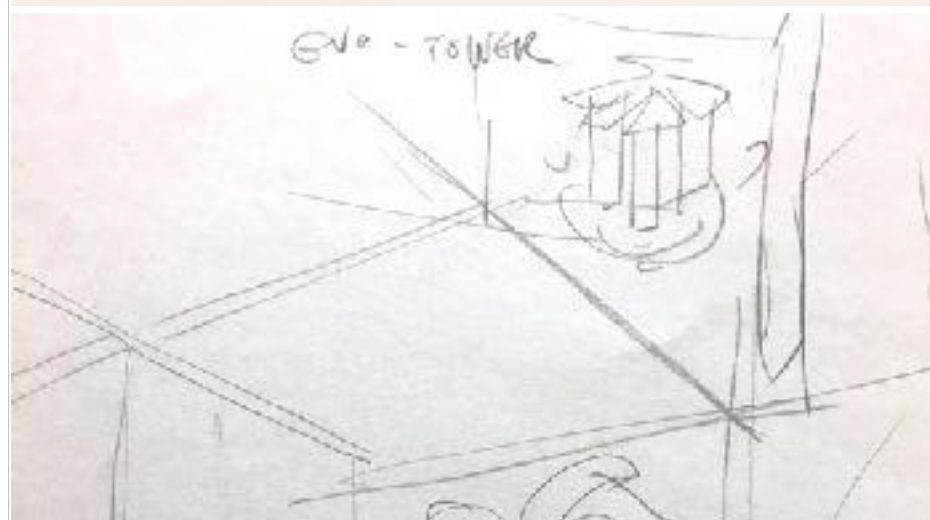
Evolution Tower 형태의 선반을 제작하여 3-4 개의 로봇 개발한 것들을 진열하고 영상과

함께 설치한다. 현재 진행 상태는 SMA에 재료 입혀서 구동되게 하는 것-폴리머로 진행 중-, 공압 장치 회로 개발-에어펌프와 솔레노이드 밸브-, 그리고 최종적으로 로봇 구조 디자인을 정교화 시키는 것이다. 공압으로 이용한 로봇의 경우 몰드는 3d프린팅으로

좀 더 정교하게 다듬는 것을 보완하면 되고 sma의 경우 재료 실험과 테스트를 좀 더 많이 해서 가장 적절한 값을 찾아내는 것이 필요하다. 이 부분에서 난관이 예상된다. 텐세그리티 구조의 경우 타워 형태와 결의 구조물을 결합하기 위해 프로그래밍을 좀 더 연구, 보완하면 될 것 같다.

41

42



43

