

2025
CREATIVE
DESIGN
FAIR

COLLEGE OF
ENGINEERING

SEOUL
NATIONAL
UNIVERSITY

제14회
서울대학교
공과대학
창의설계축전

2025 제 14회 서울대학교 공과대학 창의설계축전

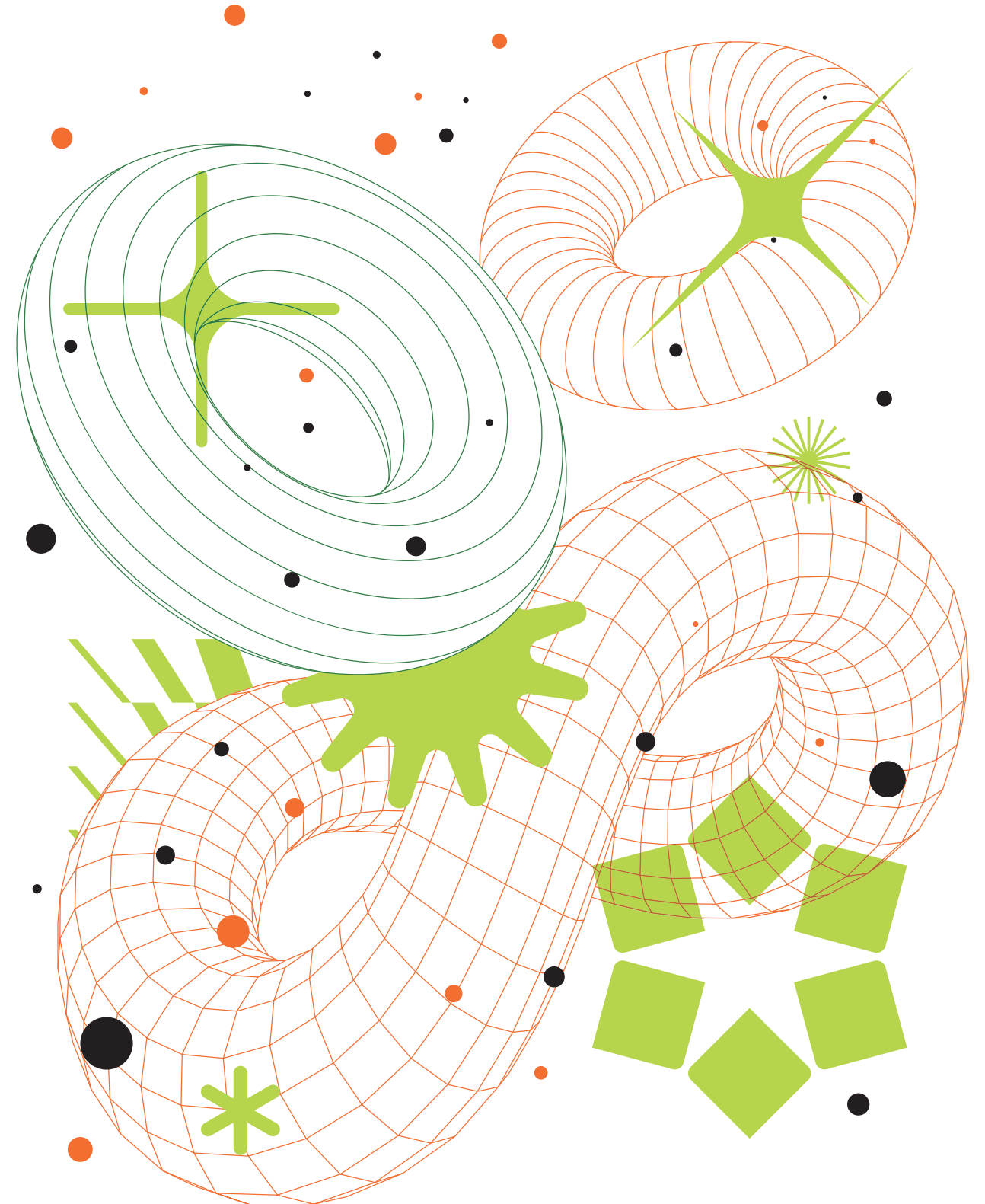
CREATIVE DESIGN FAIR

2025
CREATIVE
DESIGN
FAIR

COLLEGE OF
ENGINEERING

SEOUL
NATIONAL
UNIVERSITY

제14회
서울대학교
공과대학
창의설계축전



후원



주최 및 주관



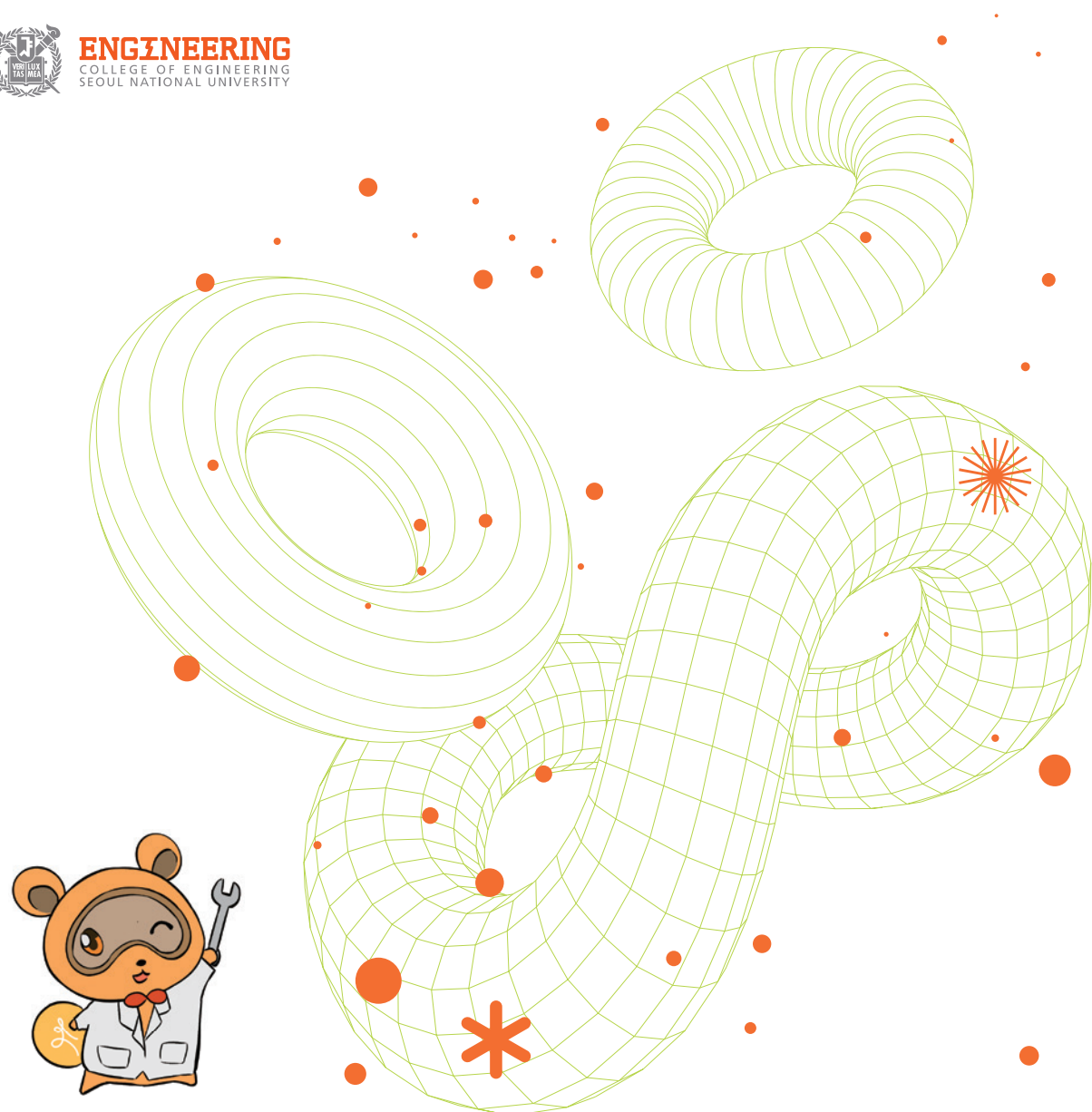


CONTENTS

행사 개요	005
MOU체결 & 2025년 행사 개최 정보	006
참가팀 현황	008
수상 현황	011
대회 특전 및 상금	013
수상작 소개 (창작활동 부문)	014
수상작 소개 (연구발표부문)	043
포토갤러리	063
창의설계축전 참가 후기 대표 사례	066
CES 견학 후기 및 포토갤러리	096
DB에게 전하는 감사의 인사말	117

서울대학교 공과대학 창의설계축전은

DB김준기문화재단의 후원으로
2012년부터 **매년 9월에**
개최되고 있습니다.



CREATIVE
DESIGN
FAIR

2025년 제14회 서울대학교 공과대학 창의설계축전

* 창의설계축전 행사 개요

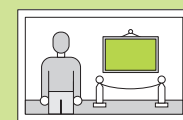
목적

21세기 대한민국을 선도할 서울대학교 공과대학생들에게 공학적 창의 설계의 중요성을 교육하는 동시에 지식 및 기술의 실제 적용능력 개발을 도모

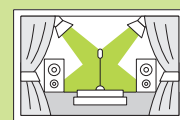
의의

교과목별 프로젝트 성과물과 졸업 작품, 창업 아이디어 등을 전시 및 경연의 형태로 선보이는 한편, 학생들이 자체적으로 기획하는 축제와 연계 프로그램을 구축하여 서울대학교 공과대학의 전인적 교육 시스템을 마련

* 공과대학 창의설계 축전



전시



공연



강연

참가대상

공과대학 학부생(타 단과대학 학생과 다학제팀 구성 가능)

출품유형

하드웨어, 소프트웨어, 설계 도면 등 일체 자유 형식 및
연구 포스터 발표 형식

진행방법

학생 스스로 기획, 설계, 제작한 작품 및 연구 포스터를 전시하고 심사단이
출품작 평가

심사위원

공과대학 교원 및 DB그룹 전·현직 임원으로 구성

특전

상금 및 재료비, 해외 연수 및 해외 학회 참가 지원 등

* DB김준기문화재단-서울대 공대 창의설계축전 관련 MOU 체결

1. 2012년 9월 26일 MOU 체결



2. 2022년 6월 28일 홍유석 공과대학 학장과 김동성 DB김준기문화재단 사무국장이 MOU를 재체결하여 창의적 공학 인재 양성을 위한 긴밀한 협력을 강화하기로 합의



3. DB김준기문화재단은 서울대 공과대학 창의설계축전 행사에 소요되는 경비를 전액 지원하고 이외에도 서울대학교 공과대학의 여러 행사와 시설 구축 등을 후원하기로 결정

* 창의설계축전 개최 정보

행사명	2025 제14회 공과대학 창의설계축전
1차 예선	2025. 6. 16. (월) ~ 8. 22. (금)
2차 본선	2025. 9. 24. (수)
시상식	2025. 9. 25. (목)
주관	서울대학교 공과대학
후원	DB김준기문화재단
주요일정	

일시	시간	프로그램	장소
9월 4일(목) ~ 9월 11일(목)	자유심사	1차 예선	온라인 심사용 웹페이지
9월 24일(수)	10:00 ~ 12:00 14:00 ~ 16:00	창의적 종합설계 경진대회 본선	38동 부스 대면 심사
9월 25일(목)	10:00 ~ 18:00	출품작 부스전시	38동 부스
	15:30 ~ 16:00	DB김준기문화재단 임원진/ 공대 학장단 커팅식 및 출품작 관람	38동 부스
	16:30 ~ 17:00	DB 임원진분들과의 토크콘서트	풍산마당
	17:00 ~ 18:00	시상식 및 축하공연	풍산마당

＊ 창의적 종합설계 경진대회 참가팀 (창작활동부문 62개 팀)

연번	학과	팀명	작품명
1	건설환경공학부	이번은 우리 것	NFC 기반 스마트 관광 키링, 탭탭
2		공명	다중음성통합
3		해피하자	3D 색상 디스플레이
4	건축학과	김도현	삼각의 집
5		박신우	폐건자재의 지역적 재사용을 바탕으로 하는 자원순환형 건축설계 기법
6		김유정	돼지던스
7		뉴코리아테크놀로지	재난 재건 현장을 위한 오리가미 구조 주거 클러스터
8		Shin Jaewook	덧집: 점진적 개입을 통한 소규모 다세대 주택 블록 활용 계획
9		신준규	(터지고 싶은)(터질 수 없는)(터질 일 없는)
10		영덕대게	영덕대게역
11		장동혁	(Re-) Plant : 생산 시설과 공생하는 소비의 도시
12		진순이	콘크리트 유토피아
13		지수환	부재의 충만
14		이화주	지음의 전시
15		김연선	寄流 : 흘러들어, 기생하다.
16	기계공학부	창설축깡	음향 오아시스 카페
17		ABC	와상 환자를 위한 얼굴 인식 패드 거치대
18		Sahur	텐던매니퓰레이터
19		섬식승강장	클라이밍 자동 촬영 앱
20		원룸 공장	식재료 소비기한 트래킹 자동화 시스템
21		에어 공익	무단횡단 방지팡이
22		Junho	평면이동이 가능한 6-dimension 로봇팔
23		딸기가 좋아	복약자동화장치:알약메이트
24	에너지자원공학과	왕꿈틀이	한번신여보Shoe : 시각장애인 보행보조를 위한 햅틱 피드백
26		루멘	잔반 탄소 배출량 분석 앱 ‘스누예코’
27	재료공학부	집에서 고기 굽기	Auxetic 구조를 적용한 투명 목재 태양광 패널 덮개
28		자세(姿勢)히 보아야 운동	창문설치용 방충되는 환풍기
29		마스크팩	운동 습관 형성을 위한 vision 자세 교정 및 동기부여 알람 시스템 구축
30		MSD	하이드로겔 기반 디스플레이
31	전기·정보공학부	Supervision	청각장애인을 위한 소리 안내 장치 (AGD-DHH)
32		톡톡	목에거는태그, Necks-us
33		에레렘	조립식 공간 소음 제어 시스템
34		뉴트리보이스	헬스모
35		놓지마 정신줄	Automated bug extermination machine
36		씨이오	시각장애인을 위한 옷 분리기
37	컴퓨터공학부	김건하	IoT 기반 스마트 기상측정 시스템

연번	학과	팀명	작품명
38	항공우주공학과	옥스플렉스	가변형 오세틱 격자 구조 기반의 스마트 밸브
39		싱크로	LLM 기반 인간-기계 인터페이스 구축 - ‘그림 그리는 기계’를 통한 시연
40		별자리강총단	EDR 분석을 통한 우주태양광발전시스템의 우주 파편 충돌 회피 기작
41	다학제 기계, 첨단융합	청설	청각장애인을 위한 스마트 알림 허브
42	다학제 기계, 산업, 식품영양	조별회의	열화상 기반 캔소화기 분사형 화재 진압 드론
43	다학제 기계, 인류학과	하나만 더	덤벨 운동 자세 분석 및 피드백 시스템
44	다학제 기계, 디자인과	유니버시티	휠체어 사용자의 압박 궤양 방지를 위한 의료용 전동 시트 및 IoT 시스템 설계: FSR 센서 기반 경사 제어와 시트 표면 형상의 CFD 해석을 중심으로
45	다학제 기계, 전기정보	햅틱커즈	가상환경 연동 햅틱 글러브
46	다학제 기계, 공예	Zzz 연구소	Zzz: 아동용 꿈친구 기기와 수면 다이어리 앱
47	다학제 전기정보, 지구환경과학, 경제	ByteTheBullet	MRS3(다중 해상도 선택 압축 및 초해상도 기반 복원 시스템)
48	다학제 전기정보, 화학생물, 자유전공	스파이크	방사형 엔진을 기반으로 한 안정적인 단일 바퀴 운송수단: 스파이크
49	다학제 전기정보, 산림과학, 물리교육	Team 3S	골목길 사각지대 보행자 안전 시스템
50	다학제 전기정보, 기계	스누피	ai 탁구 기계
51	다학제 건설, 컴퓨터	실버스파크	테라패드
52	다학제 전기정보, 기계, 화학생물	모멘텀	이너시아
53	다학제 전기정보, 컴퓨터	수열과 쿼리	누워서 편하게 책을 넘겨주는 독서 스탠드
54	다학제 전기정보, 기계, 첨단융합	공굴리기	국악 오르골
55	다학제 기계, 물리교육, 전기정보	오픈 런	시각장애인을 위한 러닝 보조 디바이스
56	다학제 전기정보, 조선해양, 식품영양	라이드센스	전동 키보드 다인승 탑승 방지 장치
57	다학제 전기정보, 기계	뉴로라이즈	뇌파알람장치
58	다학제 전기정보, 디자인, 기계	사운드 탭핑	자폐 스펙트럼 아동의 청지각 향상을 위한 다감각 통합형 훈련 완구 개발
59	다학제 소비자아동, 식물생산과학	산공이들	Total Station을 이용한 측량 작업의 이동 경로 최적화 솔루션
60	다학제 산업, 컴퓨터, 치의학	두통	수중 탐사 잠수함
61	다학제 화학생물, 기계	오토랩스	컴퓨터 비전 기반 점도 모니터링을 통한 공정자동화 디바이스
62	다학제 재료, 전기정보	로소타	HH2R: Human Hand to Robots

* 창의설계축전 수상 현황

* 창작활동부문

연번	상격	팀명	주제명	성명	소속
1	대상	원룸 공장	폴드 워 VTOL	곽승표	기계공학부
				정재원	기계공학부
2	금상	섬식승강장	GOALMU	백민주	기계공학부
				이현지	기계공학부
3	은상	로소타	HH2R: Human Hand to Robots	이우진	재료공학부
				김태선	전기·정보공학부
4		스파이크	방사형 엔진을 기반으로 한 안정적인 단일 바퀴 운송수단: 스파이크	정동영	전기·정보공학부
				유영욱	화학생물공학부
				이정달	자유전공학부
5	동상	유니버시티	휠체어 사용자의 압박 궤양 방지를 위한 의료용 전동 시트 및 IoT 시스템 설계: FSR 센서 기반 경사 제어와 시트 표면 형상의 CFD 해석을 중심으로	조용준	기계공학부
				최민우	기계공학부
6		ByteTheBullet	MRS3(다중 해상도 선택 압축 및 초해상도 기반 복원 시스템)	김건우	전기·정보공학부
				최원진	지구환경과학부
				박수인	경제학부
7		딸기가 좋아	과일 수확 로봇	박상원	기계공학부
				김민준	기계공학부
				권태영	기계공학부
8		뉴로라이즈	뇌파알람장치	전여준	전기·정보공학부
				좌희주	전기·정보공학부
				이승현	기계공학부
9		싱크로	LLM 기반 인간-기계 인터페이스 구축 - ‘그림 그리는 기계’를 통한 시연	박호건	항공우주공학과
				윤정현	항공우주공학과
				임효찬	항공우주공학과
10		오토랩스	컴퓨터 비전 기반 점도 모니터링을 통한 공정자동화 디바이스	손종원	화학생물공학부
				문주현	기계공학부
11		청설	청각장애인을 위한 스마트 알림 허브	임준환	기계공학부
				이정호	첨단융합학부
				김용환	기계공학부
12		MSD	청각장애인을 위한 소리 안내 장치 (AGD-DHH)	이동훈	재료공학부
				김민주	재료공학부
				김수아	재료공학부
13		Team 3S	골목길 사각지대 보행자 안전 시스템	이상명	전기·정보공학부
				박성빈	산림과학부
				신승주	물리교육과
14		사운드 탭핑	자폐 스펙트럼 아동의 청지각 향상을 위한 다감각 통합형 훈련 완구 개발	최지훈	전기·정보공학부
				권경은	디자인과
				김준호	기계공학부

* 창의적 종합설계 경진대회 참가팀 (연구발표부문 13개 팀)

연번	학과	팀명	작품명
1	산업공학과(복수전공)	김민지	작업자 행동 기반 실시간 작업-휴식 스케줄링 설계
2	에너지시스템공학부	성하경	곡면 지형 및 표토층 조건에서의 완전파역산 기반 땅굴 탐지 성능 분석
3	재료공학부	박지현	Integrating isothermal amplification with aptamer probes: Development and colorimetric application of CLASSIC
4		추상민	Fully bio-based hierarchical composite foams with high-performance and closed-loop recyclability
5	전기·정보공학부	김진성	Design and Simulation of an Acoustic Waveguide for Quasi-Point Source Generation in Photoacoustic Tomography
6		박준성	BiCQL-ML: 최대우도 기반 역강화학습을 위한 보수적 Q-러닝 프레임워크
7		이현수	Beyond Simple Generation: Extending the Generalizability of Diffusion Models
8		신진우	Toward Frequency-Domain Understanding and AI-Driven Modeling of Financial Time Series
9	컴퓨터공학부	윤승우	Extend3D: Training-free 3D Scene Generation with Patchwise Extended Latent Refinement
10	항공우주공학과	윤정현	화성 큐브위성 진입을 위한 초음속 타원형 낙하산의 유체-구조 연성 해석(FSI) 기반 성능 평가
11		박호건	지도에 의존하지 않는 저고도 지형상대항법 알고리즘 개발 및 검증
12	화학생물공학부	윤준희	Ball-milling 방법을 활용한 Pd/CeO2 촉매의 메탄 산화반응 활성 향상
13		조다인	RFDbicarbonaterecovery



* 연구활동부문

연번	상격	성명	주제명	소속
1	대상	김진성	Design and Simulation of an Acoustic Waveguide for Quasi-Point Source Generation in Photoacoustic Tomography	전기·정보공학부
2	금상	박지현	Integrating isothermal amplification with aptamer probes: Development and colorimetric application of CLASSIC	재료공학부
3		박준성	BiCQL-ML: 최대우도 기반 역강화학습을 위한 보수적 Q-러닝 프레임워크	전기·정보공학부
4	은상	성하경	곡면 지형 및 표토층 조건에서의 완전파역산 기반 땅굴 탐지 성능 분석	에너지시스템공학부
5		이현수	Beyond Simple Generation: Extending the Generalizability of Diffusion Models	전기·정보공학부
6		윤승우	Extend3D: Training-free 3D Scene Generation with Patchwise Extended Latent Refinement	컴퓨터공학부
7	동상	신진우	Toward Frequency-Domain Understanding and AI-Driven Modeling of Financial Time Series	전기·정보공학부
8		김민지	작업자 행동 기반 실시간 작업-휴식 스케줄링 설계	산업공학과(복수전공)
9		추상민	Fully bio-based hierarchical composite foams with high-performance and closed-loop recyclability	재료공학부
10		윤정현	화성 큐브위성 진입을 위한 초음속 타원형 낙하산의 유체-구조 연성 해석(FSI) 기반 성능 평가	항공우주공학과
11		박호건	지도에 의존하지 않는 저고도 지형상대항법 알고리즘 개발 및 검증	항공우주공학과
12		윤준희	Ball-milling 방법을 활용한 Pd/CeO2 촉매의 메탄 산화반응 활성 향상	화학생물공학부
13		조다인	RFBicarbonaterecovery	화학생물공학부

* 대회 특전

수상자 특권

- 상금 시상 : 대상 200만원 규모
- 전국대회 참가지원 : 산업통상자원부 주최 공학페스티벌
- 해외연수 및 학회 지원
- 창작활동부문 대상, 금상, 은상 수상팀 CES2026 오프라인 참관 지원
- 연구발표부문 대상, 금상, 은상 수상자 해외학회지원(최대 500만원)

상금 현황 (상금규모 단위 : 만원)

창작활동부문

구분	대상	금상	은상	동상	참가상		계
수상 팀 수	1	1	2	10	18	30	62
상금규모	200	100	50	100	30	10	2,240

연구발표부문

구분	대상	금상	은상	동상	계
수상 팀 수	1	2	3	7	13
상금규모	200	100	50	50	900

총 수상팀 수 75팀

총 상금규모 3,140 만원





팀명

원룸 공장

작품명

날개가 접히는 VTOL 기체

작품내용요약

수직 이착륙기(VTOL)는 고정익과 멀티로터를 합친 기체로, 고정익의 빠른 속도와 높은 효율, 그리고 멀티로터의 수직 이착륙 및 정지비행의 유용성이라는 장점을 합친 기체입니다. 현재 널리 쓰이는 대부분의 수직 이착륙기는 멀티로터 드론에 날개만 붙인 형상 또는 고정익 기체에 멀티로터 모터만 달아둔 형상인데, 고정익일땐 멀티로터의 특징이, 멀티로터일때는 고정익의 특징이 마이너스가 되어 고정익과 멀티로터 성능 중 둘 중 하나는 어느 정도 손실을 보게 됩니다.

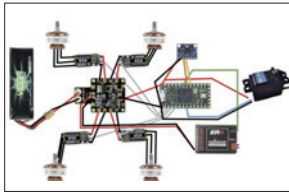
전자는 같은 Payload를 실을 수 있는 경우 일반적으로 고정익 기체의 크기가 훨씬 커 휴대성이 떨어지며, 고정익의 날개가 멀티로터에서는 쓰이지 않고, 날개가 커서 roll 제어가 힘들어지며, 고정익 비행시 안정성을 위해 필요한 수직, 수평미익이 멀티로터에서는 바람이 불면 원하는 방향으로 제어하는 것을 방해한다는 것, 틸트로터 등의 기체라면 고정익 비행에 적합한 프로펠러가 회전익 비행시는 비효율적인 것 등이 있고, 후자의 경우 멀티로터 부품들로 인해 기체의 무게가 상당히 증가되며, 부품들이 공기의 흐름에 방해가 되고, 틸트로터의 경우 멀티로터에 적합한 낮은 피치의 프로펠러가 고정익 비행에 필요한 속도를 내기 어려운 것 등을 예시로 들 수 있습니다.

저는 이 중 날개로 인해 멀티로터 제어가 어려워지는 문제, 휴대성이 떨어지는 문제, 그리고 쓰이지 않는 부품이 비행에 영향을 주는 문제를 최대한 간단한 메커니즘으로 멀티로터와 고정익일 때 기체 전체의 형상을 바꿈으로서 어느 정도 해결해보고자 하였습니다. 물론 형상을 바꾸는 데서 오는 복잡성으로 인해 이 기체가 기존 형태를 제치고 널리 쓰일 것이라 생각하지는 않지만, 고정익과 회전익 모두에서 높은 기동성을 요구하는 촬영이나 취미용 비행하는 경우 등에서 쓰임을 찾을 수 있을 것이라고 생각합니다.

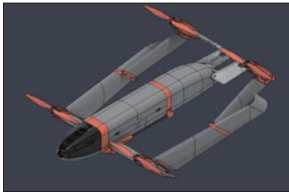
현재 기체 설계, 제작, 회로 구성, 구조 테스트, 제어기 코드 작성이 완료된 상태이며 현재 멀티로터 PID 튜닝을 진행 중이고, 조만간 천이 테스트 및 튜닝도 진행할 예정입니다.



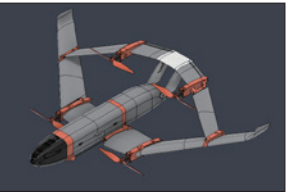
과제의 수행방법



회로 다이어그램



멀티로터 형상



고정익 형상

Span	1100mm
Sweep	45°
Mass	1.8kg
Wing Area	185000mm ²
Thrust	8kgf
Length	900mm
CG point	170mm from LE
Mean Chord Length	126mm
Taper	0.45
Dihedral	15°
Cruise Speed	18m/s (추정)

기체 제원

품목	설명	단가	수량
D8 1T 카본파이프	날개, 동체 보강	14400	5
D4 카본로드	날개, 동체 보강	5360	4
Velox V2207 1500KV	동력부 (모터)	21500	4
Gemfan 1045	프로펠러	2500	4
Teensy 4.0	비행 제어기	51000	1
MPU6050	6축 IMU (기체 자세 인식)	5000	1
Matek PDB-XT60	PDB + BEC (제어기, 서보 전원공급)	7800	1
Vega 그래핀 6s 2200mAh	배터리	63000	1
GT drone 45A BLheli_ S Opto ESC	동력부 (ESC)	24000	4
W5513-6T	Winch 서보 (트랜지션 시 날개 형태 전환 장치)	15000	1
GT2 타이밍벨트	트랜지션 날개 형상 전환 장치에 사용	1500	1
PolyLite LWPLA	경량 PLA	36500	1
KH0824	리니어 부상 (선형 조인트, 날개 형태 전환 장치 부품)	2810	4
MR148ZZ	베어링 (날개 형태 전환 장치 부품)	200	2
Radiomaster ER8	RC 수신기	58000	1
DJI O3 AirUnit	FPV 영상 송신 장치	230000	1
각종 M3 하드웨어	M3 스크루 + 너트		
총합		764880	
총합	O3 Airunit 미포함	537880	

BoM

기대효과 및 활용 방안

이 기체는 날개가 접혀야 한다는 제약조건으로 인해 날개 Sweep 각도가 커져 일반 기체에 비해 고정익 효율은 나오지 않아 대부분의 기체를 대체하지는 않겠지만, 휴대가 간편하고 멀티로터 및 고정익에서 높은 기동성을 보장할 수 있다는 점에서 취미용 또는 촬영용으로 쓰임을 찾을 수 있을 것이라고 생각합니다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

창작활동부문



팀명
섬식 승강장

작품명
골무

작품내용요약

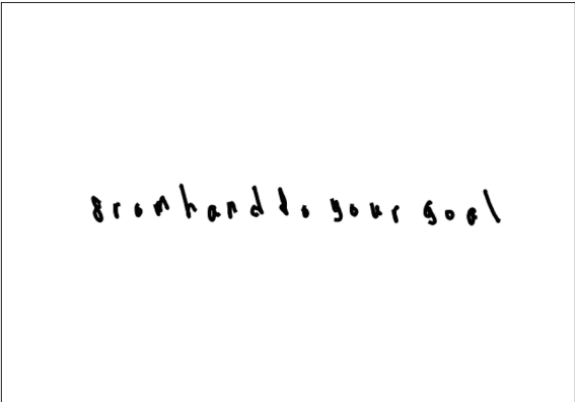
본 과제에서 제작한 ‘GOALMU’는 사용 환경의 제약 없이 공중에서 메모가 가능한 웨어러블 펜이다. 사용자가 골무를 착용한 채 허공에서 그림을 그리거나 글씨를 작성하면, 실시간으로 자동 저장되고 클라우드 드라이브에 업로드되어 언제든 확인할 수 있다. 또한, 여러 획을 구분하여 작성할 수 있는 기능도 제공한다.

이름 ‘Goalmu’는 한글 ‘골무’와 영어 ‘Goal’을 결합한 것으로, 골무와 유사한 형태에서 착안하여 사용자가 아이디어나 즉각적인 생각을 놓치지 않고 기록함으로써 꿈에 한 발짝 더 다가갈 수 있기를 바라는 염원을 담았다. 인간의 기억은 시간이 지나면 왜곡되거나 사라지기 때문에, 이를 보완하기 위한 기록 수단은 끊임없이 발전해왔다. 현재 상용화된 스마트펜은 특수 종이 위에 글씨를 쓰면 디지털로 변환돼 저장되지만, 펜과 특수 종이를 소지하고 있어야 한다는 한계가 존재한다. 이에 우리는 종지와 펜 모두 없이도 디지털로 기록이 가능한 새로운 형태의 기록 방식을 고안하였다.

‘GOALMU’는 무선 기반으로 높은 자유도를 제공하며, 직관적인 인터페이스와 휴대성을 갖추고 있다. 기록은 자동으로 저장되어 사용자가 별도의 절차 없이 데이터를 관리할 수 있으며, 일상적인 메모뿐만 아니라 교육, 프레젠테이션, 원격 협업 등 다양한 활용이 가능하다. 또한, 기존 모션 트래킹 장치에 비해 저비용·고휴대성을 갖추어, 대중 시장으로의 보급은 물론 산업용 기록 장치, 장애인 보조 기기, 의료 현장 기록 장치 등 특수 목적 분야로의 확장 가능성도 높다. GOALMU는 웨어러블 디바이스 시장의 성장과 맞물려 상업적 잠재력이 크며, 새로운 기록 경험을 제공함으로써 사용자의 아이디어와 기억을 효과적으로 보존할 수 있는 혁신적 솔루션으로 자리매김할 수 있다.



제품 사진



제품 사용 결과

과제의 수행방법

2.1 하드웨어 제작

본 과제의 하드웨어는 Arduino Nano ESP32를 기반으로 제작하였다. 센서 모듈로는 FSR402, MPU6050을 사용했다. 소형 브레드보드 상에서 회로를 구현해, 배터리 전압 조절 모듈을 포함한 안정적인 전원 공급이 가능하도록 설계했다. Wi-Fi 모듈이 내장된 ESP32를 활용해 UDP 통신을 이용해 데이터를 전송할 수 있도록 했다.

전체 시스템은 착용성을 고려해 배터리와 아두이노 보드가 포함된 소형 주머니와 센서가 포함된 골무 파트를 구분해 제작했다. 사람이 공중에 글씨를 쓰는 자연스러운 동작을 분석하며 여러 차례 디자인을 변경한 결과, 중지 골무에는 압력 센서를 부착하여 필기의 시작과 종료를 감지하도록 하였으며, 검지 골무에는 IMU 센서를 장착하여 실제 궤적을 추적할 수 있도록 하였다.

2.2 소프트웨어 개발

수신된 센서 값은 데이터 파싱과 전처리 과정을 거쳐 궤적 추적 알고리즘에 입력된다. IMU로부터 획득한 각도와 가속도 데이터를 2차원 좌표계로 변환하는 알고리즘을 개발했으며, FSR 센서 값을 기반으로 획 단위 분리 기능도 구현했다. 필기 시작 및 종료 시점, 획 구분 기준 등은 실험을 통해 최적의 값으로 설정했다. 최종적으로 생성된 궤적 데이터는 Google Drive API를 통해 클라우드에 업로드되어, 사용자가 휴대전화 등으로 언제 어디서든 접근할 수 있다. 이를 통해 여러 획 쓰기, 자동 저장 및 업로드 기능이 통합된 소프트웨어 파이프라인을 구축하였다.

기대효과 및
활용 방안

본 연구에서 개발한 GOALMU는 기존 필기 도구들이 지니고 있는 종이나 전용 입력 장치 의존성을 제거하고, 어디서나 공중 필기가 가능하다는 점에서 높은 실용성을 갖는다. 별도의 화면이나 특수 종이가 필요하지 않기 때문에 사용 환경의 제약이 없으며, 소형 센서와 무선 통신 모듈만으로 구현되어 제작 단가 또한 낮게 책정 가능하다. 따라서 일상 메모, 교육, 프레젠테이션, 원격 협업 등 다양한 활용 분야로의 확장이 가능하며, 웨어러블 디바이스 시장의 성장세와 맞물려 상업적 잠재력 또한 크다.

특히, 기존 모션 트래킹 장치 대비 비용이 저렴하고 카메라 입력을 필요로 하지 않으므로, 손끝 움직임 추적이 필요한 의료 산업, 장애인 보조 기기, 산업 현장 기록 장치 등 다양한 분야로 확장 가능하다.



팀명
로소타

작품명
HH2R :
Human Hands to Robots

작품내용요약

본 연구는 HMD 기반 camera hand-tracking으로 취득한 인간 손 SE(3) joint pose를 실시간 로봇 joint-space 명령으로 변환하는 end-to-end teleoperation-dataset 파이프라인을 제안한다. 과제의 필요성은 고가 장비(모캡-데이터 글러브)와 복잡한 시뮬레이터 의존을 줄이고, 누구나 직관적으로 고품질 demonstrations를 대량 생성하려는 데 있다. 해결방안은 (1) HoloLens 2/Quest 3에서 marker-less hand tracking 수집, (2) Unity에 URDF를 임포트해 EE 목표를 정의하고 Analytical IK+Jacobian-DLS로 q-vector를 계산, (3) TCP 30 Hz로 ROS 2 joint_trajectory_controller에 전달해 실기 로봇을 구동하는 방식이다.

좌표계 정합·joint limits-collision을 Unity에서 선제 검증해 sim-to-real 일관성을 확보했고, low-pass filtering과 slew-rate 제한으로 실시간 안정성을 높였다. Quest 계열 hand tracking의 ≈ 1 cm 위치오차 $\approx 10^\circ$ 관절오차 ≈ 45 ms 지연을 고려해 주기·보간을 설계했다. 결과물의 특징점은 컨트롤러/장갑 없이 구동되는 pure hand-tracking teleop, URDF single-source 기반의 기기·로봇 범용성, 표준 ROS 2 인터페이스로 인한 통합 용이성이다. 기대 효과로는 BC/Dagger/RL-VLA 학습용 대규모 데이터 생성, 의료·제조 원격보조·교육 적용, SDK 패키징을 통한 사업화 가능성을 제시한다.



Quest 3 기기를 통한 로봇 제어



Hand Tracking을 통한 로봇 EE 제어

과제의 수행방법

전체 과정은 (1) hand-pose acquisition & frame alignment $\rightarrow$ (2) IK computation $\rightarrow$ (3) Unity-side modeling & verification $\rightarrow$ (4) ROS 2 communication & control로 구성된다. 먼저 HoloLens 2/MRTK3에서 wrist/palm/finger 3D joint poses 스트림을 수집하고 [5], Quest 3는 Horizon OS Hand-Tracking SDK로 palm-center pose 및 finger curl/pose를 얻는다[6][7]. 얻어진 포즈는 HMD world frame에 정의되므로, fiducial-based initial alignment와 Procrustes-based frame refinement로 로봇 base frame과 정합한다. 이렇게 Hand SE(3) $\rightarrow$ Robot EE SE(3) 매핑의 기준계를 통일하고, MRTK3/XR Hands의 palm normal, wrist orientation, joint indexing 규약은 공식 가이드라인을 따른다[5].

IK는 구조적으로 해가 닫힌 구간에는 Analytical IK를, 특이점 근방·상충 제약에는 Jacobian-based DLS를 혼합 적용한다.

DLS는 singularity 및 near-unreachable targets에서 divergence/oscillation을 억제하는 고전적 방법으로 널리 검증되었으며, selective damping과 priority weighting 등 실용 변형이 보고되어 있다[8]. 실시간 안정화를 위해 EE 목표에 first-order low-pass filter($\tau \approx 0.2-0.3$)를 적용하고, slew-rate limit으로 joint velocity를 제한한다.

Unity 모델링은 URDF-Importer로 URDF를 PhysX ArticulationBody 그래프로 변환(kinematic constraints, rigid-body dynamics, collision)하고, URDF에서 파싱한 joint names/axes/limits, tool offset, base-tool transform을 JSON config로 캐시하여 IK/브리지 모두가 single source of truth를 참조하게 했다. ROS 연동-검증은 Unity Robotics Hub의 예제를 준수하되, ROS-TCP-Connector(또는 동등 브리지)로 메시지 I/O를 시각화하고 network QoS를 점검한다[1][2].

ROS 2 측에서는 Unity가 계산한 q를 TCP (30 Hz)로 수신해 trajectory_msgs/JointTrajectory로 구성, joint_trajectory_controller에 게시한다. 컨트롤러는 waypoint-based trajectory를 time interpolation하며, transition continuity, feedback requirements, constraints (velocity/acceleration, goal tolerances)가 문서화되어 있다. 실행 중 상태는 sensor_msgs/JointState와 /tf로 피드백·시각화한다[3][4].

기대효과 및
활용 방안

본 과제는 (1) dataset productivity를 크게 향상시킨다. 사람 손 동작을 즉시 JointTrajectory 데이터로 기록해 Behavior Cloning / Dagger / RL 및 VLA 학습에 투입할 수 있으므로, 고가 장비 없이 large-scale demonstrations를 생산할 수 있다[2][3][4]. (2) practicality & marketability 측면에서 의료·제조 remote assistance / training 시나리오에 직결되며, non-sterile zone teleop이나 surgical training data capture처럼 현장 제약이 큰 응용에서도 equipment burden이 낮다. (3) education & research 장비로서 HMD + generic robot만으로 teleop/learning 실험이 가능해 랩·교육 시장에 확장성이 크다. (4) commercialization 측면에서 URDF $\rightarrow$ Unity automation, IK tuner (weights/damping auto-tuning), teleop $\rightarrow$ datalogging module을 SDK로 패키징할 수 있다. 한편 Isaac Sim/Lab XR teleop은 CloudXR runtime dependency와 device-centric support policy 등 환경 요구가 문서로 반복 명시되어 operational complexity가 커질 수 있는데[9], 본 파이프라인은 Unity-OpenXR / MRTK3 / XR Hands 생태계를 활용하여 adoption barrier와 maintenance cost를 낮춘다[1][2][5]. 요컨대 hand-tracking-based control은 no-additional-wearables 상태에서 자연스러운 인간 동작을 로봇 데이터로 전환한다는 점에서, 향후 teleoperation $\times$ robot learning 융합의 core enabling technology로 자리매김할 잠재력이 크다[5][6][7].



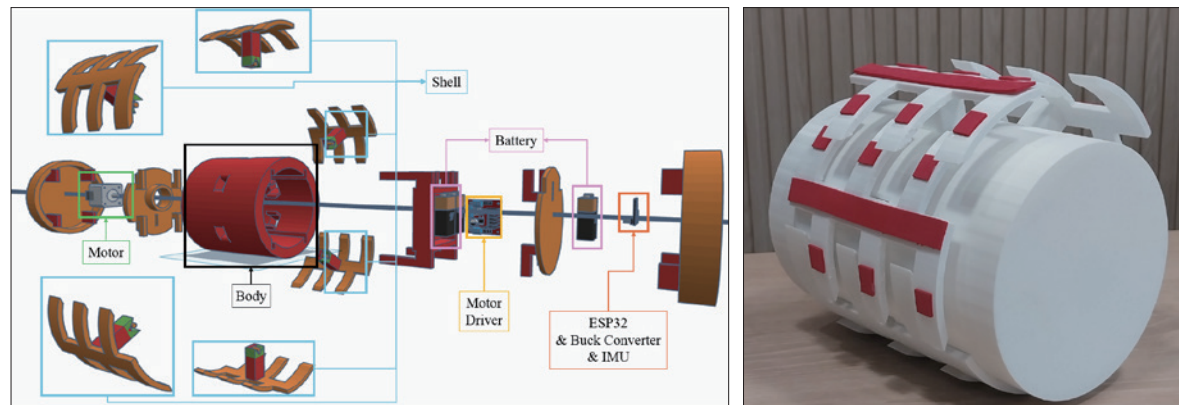
팀명
스파이크

작품명
방사형 엔진을 기반으로 한
안정적인 단일 바퀴 운송수단 : 스파이크

작품내용요약

본 과제는 radial engine 피스톤 운동을 역이용해 안정성과 조작성 모두 확보한 단일 바퀴 운송수단 ‘SPIKE’를 개발하는 데 목적이 있다. 기존 monowheel vehicle은 사람의 높은 속련도나, 복잡한 전자제어 기술을 요구한다는 한계가 있다. 특히 monowheel vehicle에 의한 연평균 168건의 부상, 32.9% 골절·52.9% 사지 부상 위험이 지적된 바 있다. SPIKE는 복수의 Shell을 방사형 크랭크에 기계적으로 동기화함으로써 전자센서나 복잡 제어 없이 기계적 시스템만으로 안전한 자동 균형·추진을 구현한다. 3D 프린터를 활용한 다수의 실험을 통하여 최적의 Shell 구조를 귀납적으로 발견하고, 라그랑주 역학을 활용한 구동원리의 이론적 근거를 제시한다. 더 나아가 스마트폰 앱을 연동한 SPIKE의 PID 튜닝 기반 속도 제어와 python을 이용한 radial engine 운동의 시각화를 구현하여 진입장벽이 낮은 인터페이스의 개발을 수행한다.

SPIKE는 기계적 동기화를 이용해 속도 조절이 간단하고, center-of-mass shift 기술을 활용하면 방향 전환을 자유롭게 할 수 있기에 앞으로의 활용 가치를 더 기대할 수 있다. 그리고 제작·유지비용이 더 낮아 경제적이고, linear actuator 기술의 접목이나 인터페이스의 업그레이드로 화물 운송·재난 구조·군사 정찰 등 다양한 분야에 적용할 수 있어 발전 가능성이 높은 기술이다. 앞으로 SPIKE는 2023년 3.64억 달러에서 연평균 7.0% 성장 중인 개인용 이동시장에 경쟁력 있는 운송수단을 제시할 것이다.



과제의 수행방법

과제는 네 가지 단계로 수행됐다. 첫째, 과제에 적용할 기계적 동기화 시스템(radial engine 등)을 모색했다. 둘째, radial engine에 연결할 shell의 구조를 연구했다. Shell은 본 과제에서 새롭게 제시한 구조였기에 shell의 구조에 관한 선행연구가 없었으며, 귀납적 방법으로 최적의 Shell 구조를 도출했다. 셋째, 결과물을 이론적으로 분석해 본 구조가 구동할 수 있는 물리학적 근거를 밝혔다. 마지막으로 정밀한 조작을 위한 PID 제어를 사용자가 편리하게 사용할 수 있는 인터페이스를 구현했다.

기대효과 및
활용 방안

본 연구에서 개발된 radial engine 기반 monowheel 운송수단은 아래와 같은 실용적·경제적 가치를 지니며, 빠른 사업화가 가능하다.

첫째, 실용성 측면에서 분리형 shell 구조와 기계적 동기화 메커니즘은 전자제어 시스템 고장 시에도 물리적 법칙에 따라 안전하게 균형을 유지하므로, 극한 환경(재난 구조, 군사 정찰)에서도 신뢰성 높은 이동이 가능하다. 또한 모듈화된 설계로 shell 개수 조절이 가능해 화물 운송, 개인 이동, 장비 견인 등 다양한 용도에 유연하게 대응할 수 있다.

둘째, 시장성 측면에서 개인용 운송수단 시장은 2023년 36.4억 달러에서 2030년까지 연평균 7.0% 성장할 것으로 예측되며[4], 특히 안정성과 사용 편의성을 중시하는 고령자·장애인 시장의 수요가 급증하고 있다. 연구 결과는 이 시장에서 차별화된 기능으로 강력한 경쟁력을 확보할 수 있다.

셋째, 경제성 측면에서도 큰 이익이 있다. 여러 개의 바퀴와 이를 연결하는 프레임, 그리고 차체로 구성된 일반적인 운송수단과는 달리 monowheel 운송수단에는 필요한 부품의 개수와 종류가 훨씬 적기에 제작비용이 저렴하다.

마지막으로 사업화 가능성도 충분하다. 우선 위 결과물은 개인용·배송용 운송수단 제품으로 활용할 수 있으며, 각 shell에 선행 액추에이터를 장착하면 험준한 지형에서도 이동할 수 있기에 재난 현장이나 화성 탐사 등으로 사업을 확장할 수 있다. 또한, 스마트폰 앱을 통한 운행 모드 제어와 원격 진단 기능을 통해 서비스형 모빌리티(SaaS) 모델로 확장할 수 있다.

이처럼 본 과제는 실용성·시장성·경제성·사업성을 고루 갖춘 차세대 개인 및 특수 목적 지상 운송수단으로서 다양한 산업 분야에서 빠르게 활용할 수 있다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

창작활동부문



팀명

유니버시트

작품명

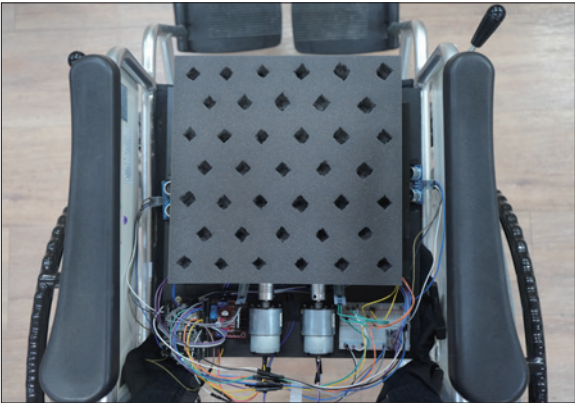
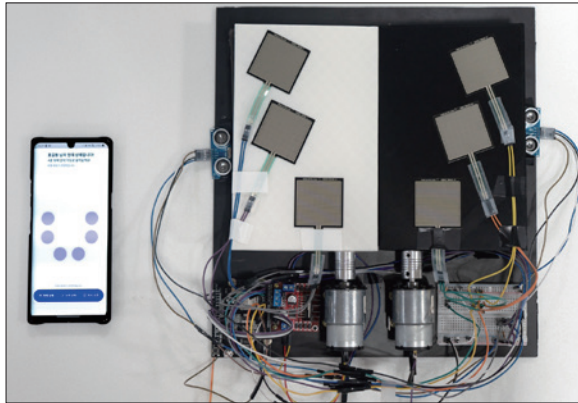
휠체어 사용자의 압박 궤양 방지를 위한 의료용
전동 시트 및 IoT 시스템 설계 : FSR 센서 기반
경사 제어와 시트 표면 형상의 CFD 해석을 중심으로

작품내용요약

고령, 장애, 중증 질환 등의 이유로 휠체어에서 오랜 시간 생활하는 환자들은 압박 궤양(또는 욕창, Pressure Ulcer)에 의해 어려움을 겪는다. 압박 궤양은 장시간 피부에 압력이 가해져 신체 조직에 손상이 발생하는 질환으로, 정도가 심한 경우 신체 조직의 괴사로 이어져 환자들이 극심한 고통에 시달리기도 한다.

이에 본 과제에서는 압박 궤양의 주요 원인인 압력과 온습도 문제를 해결하여 간병인의 역할을 대신할 수 있는 휠체어 시트를 제작하고자 하였다. DC기어모터로 시트 하부 PLA 판의 경사를 제어하여 사용자의 하중 분포를 조절하는 기능을 통해 체중에 의한 압력이 접촉 부위에 교대로 가해지도록 설계하였다. 압력 센서의 측정값을 실시간으로 피드백하여 과도한 압력에 의해 신체 조직이 취약해질 수 있는 상황도 방지하였다. 센서의 측정값을 서버로 전송하여, 보호자나 의료인이 스마트폰 앱을 통해 압력에 대한 실시간, 누적 데이터를 원격으로 확인하는 기능과 센서 측정이 되지 않는 경우 이탈 상황으로 인식하는 기능 등 전반적인 IoT 시스템을 구현하였다. PLA 판 위에는 배치할 품은 온습도에 의한 영향을 완화하는 형상으로 설계하였다. 시트와 좌골의 접촉 부위에서의 열유동해석을 통해 접촉면에서 온도와 습도의 영향을 최소화하는 형상을 제작하였다.

본 과제의 창작물은 고비용, 맞춤형의 기존 시제품에 비해 저비용으로 재사용 가능한 보급형 휠체어 시트를 설계, 제작하였다는 점에서 의미를 가진다. 추가로, 의료기기에 IoT 기술을 접목하여 활용 가능성이 넓다는 장점이 있다. 하드웨어의 보급률을 높여 사용자의 착석 자세에 대한 압력 분포 데이터를 충분히 확보한다면 압박 궤양과 더불어 척추 측만증이나 추간판 탈출증(디스크) 등 착석 자세의 문제로 발생하는 다른 질환에도 적용 가능하다. 더 나아가, 사용자의 데이터를 기반으로 의료용 AI 모델을 개발하여 사용자의 체형이나 습관에 따른 개별 솔루션을 제공하는 서비스 등을 통해 디지털 헬스케어 분야로의 확장을 기대할 수 있다.



과제의
수행방법

본 과제는 크게 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어로 구성되어 있다.

1. 하드웨어

하드웨어는 FDM 방식으로 출력한 PLA 경사 조절 판과 그 위의 폼 시트로 구성되어 있다. 또한 PLA 판과 포맥스 재질의 최하부 판 사이에도 폼을 두어 완충하였다. 시트 상부의 폼 시트를 통해 사용자 편의성과 하중 분산 기능을 동시에 확보하며, 온도 감소와 환기를 위해 형상에 구멍을 내었다. 구멍의 배치와 크기에 따라 경우를 나누고, CFD 열유동해석을 통해 시트 표면의 온도 분포를 비교, 분석하였다. OpenSCAD 프로그램을 통해 형상의 3D 모델링을 하였고, SimScale의 클라우드 기반 시뮬레이션으로 conjugate heat transfer analysis를 진행하여 체온에 의해 열이 가해지는 상황에서 형상 표면의 온도 분포의 변화를 검증하였다.

2. 펌웨어

펌웨어는 아두이노 기반으로 시트 경사의 제어를 구현하였다. FSR406 압력 센서와 ESP32 인터넷 모듈, HC-SR04 초음파 센서와 DC 기어 모터를 보드에 연결하여 압력 센서와 초음파 센서의 측정값으로 모터의 동작 시간과 방향, 각도를 정하였다.

기본적 제어 로직은 다음과 같다. 시트 양쪽에 배치된 압력 센서의 측정값을 그룹화하여 좌측(3개)과 우측(3개)의 압력 합을 계산한다. 좌우의 압력 차가 허용 오차 이상일 경우, 하중이 더 큰 쪽을 위 방향으로 기울임으로써 하중을 완화한다. 이때 초음파 센서를 통해 목표 거리(또는 각도)에 도달할 시 모터 구동을 멈춘다. 특히 사용자의 체형과 체중에 따라 압력 차의 허용 오차를 설정하는 방식을 도입함으로써, 하드웨어의 재사용이 가능한 한편으로 맞춤형 서비스를 제 공한다.

3. 소프트웨어

소프트웨어는 크게 백엔드와 프론트엔드 및 UI로 구분된다. 백엔드 사이드에서는 압력 센서에서 측정 한 값이 ESP 모듈과 FastAPI 서버를 통해 전송된다. 이를 SQLite로 DB화 하였으며, 누적 데이터는 모바일 앱에서 확인할 수 있다. 프론트엔드는 Flutter를 이용해 제작하였다. GUI 프레임워크를 통해 서버의 데이터와 Figma 디자인 프로그램으로 제작된 UI를 연동하였다.

기대효과 및
활용 방안

통계청의 2024년 고령자 통계 보도자료에 따르면, 고령 인구 비율은 점차 증가하고 있으며 2024년에는 19.2%의 비율을 기록하였다. 휠체어 사용자 중 고령층의 비율이 상당 부분을 차지하고 있다는 것을 고려할 때, 압박 궤양을 방지하기 위한 의료기기의 수요가 증가할 것으로 예상된다. 추가로, 건강보험심사평가원에서 압박 궤양 환자의 숫자를 2017년부터 조사한 결과, 2021년까지 4년간 23,354명에서 25,843명으로 약 10.6%의 증가율을 보였다. 해를 거듭할수록 더 많은 환자가 압박 궤양으로 어려움을 겪고 있다는 것은 본 과제의 창작물이 의료기기 시장에서의 가치를 지닌다는 것을 의미한다. 기존의 시트와 달리 저비용의 보급형 휠체어 시트로 새로운 시장에서 이윤을 창출할 수 있으며, 부품 교체나 유지 보수 서비스 비용까지도 확보할 수 있을 것이다.

중장기적인 관점에서도 본 창작물의 센서 측정값을 이용하여 밸류 체인(value chain)을 만들 수 있다. 압력 센서의 측정값은 사전에 입력된 환자의 체형과 성별, 나이 등의 입력 정보에 따라 분류되며, 데이터의 수가 많아질수록 압박 궤양 예방 및 치료를 효과적으로 제공할 수 있을 것이다. 더 나아가, 착석한 상태에서 발생하는 다른 질환(예. 척추 측만증, 추간판 탈출증 등)을 예방하는 분야에도 활용될 수 있다. 의료진과 환자에게 예방과 치료, 재발 방지를 위한 솔루션을 제공하는 SaaS를 구축하고 매달 유료 구독 형태로 수익 모델을 확립할 계획이다. 초기에 시장 생태계 장악에 성공한다면 안정적인 높은 수익과 투자 자본 유치 등을 기대할 수 있으며, 시트의 IoT 기술에 데이터 활용을 접목한 디지털 헬스케어 기업으로 성장할 가능성도 충분하다고 판단된다.



팀명

ByteTheBullet

작품명

다중 해상도 선택 압축 및 초해상도 기반
복원 시스템(MRS3)

작품내용요약

본 과제는 이미지 내 영역별 중요도 불균형을 고려하여 차등적 해상도로 저장함으로써 저장 공간을 확보하는 MRS3 시스템 개발을 목적으로 한다. 기존 PNG, JPEG 등 압축 알고리즘이 모든 픽셀에 균일한 압축을 적용하는 것과 달리, 얼굴과 같은 중요 영역은 원본 해상도로, 하늘이나 나무 등 배경은 저해상도로 저장하여 추가적인 공간 이득을 제공한다.

압축 단계에서는 YOLO 기반 자동 ROI 설정 또는 사용자 수동 선택을 통해 중요 영역을 추출하고, 원본 해상도 ROI와 다운스케일된 배경을 pkg 확장자로 패키징한다. 복원 단계에서는 EDSR 모델을 활용한 Super Resolution으로 배경을 업스케일하고, 원본 ROI와 자연스러운 알파블렌딩을 통해 완전한 이미지를 재구성한다. 본 시스템을 FastAPI 및 ngrok을 통한 공개 웹 기반 인터페이스로 구축하여 사용자 접근성을 극대화했다. 사용자와 서버 간 상호작용을 단계적으로 나타내면 다음과 같다.

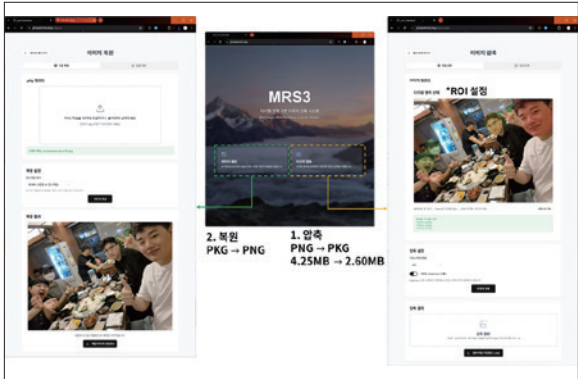
압축 : 이미지 업로드 → ROI(다각형) 설정 → 배율/고압축 옵션 선택 → 서버 처리 → .pkg 반환
복원 : .pkg 업로드 → 복원 모드 선택 → 서버 처리 → 복원 결과 반환

MRS3는 인물 사진에서 기존의 20-40% 로의 용량 감소 효과를 달성하며, 압축-복원 통합 파이프라인을 제공하여 기존 기술 대비 운영 복잡성을 크게 줄였다. 영역별 차등적인 해상도 할당과 지능적 ROI 판별 기능(YOLO)으로 콘텐츠에 최적화된 처리가 가능하며, 웹 기반 서비스로 즉각적인 활용이 가능하다.

의료영상 분야에서 진단 품질 보장과 동시에 PACS 저장비용 절감, 보안 감시 시스템에서 저장용량 절감 등 다양한 이미지 관련 분야에서 활용 가능할 것으로 보인다. 글로벌 이미지 압축 시장의 연평균 8.5% 성장 환경에서 B2C 구독 서비스부터 B2B API 서비스까지 다양한 수익 모델을 구현할 수 있으며, 클라우드 스토리지 비용 상승 압박에 대응하는 실질적 솔루션으로서 높은 시장 가치를 보유한다.



압축 후 복원 예시



웹페이지 구성

과제의 수행방법

본 과제는 서버 내 이미지 처리, Frontend, Backend 의 세 단계로 구성된다.

I. 서버 내 이미지 처리(압축 및 복원)

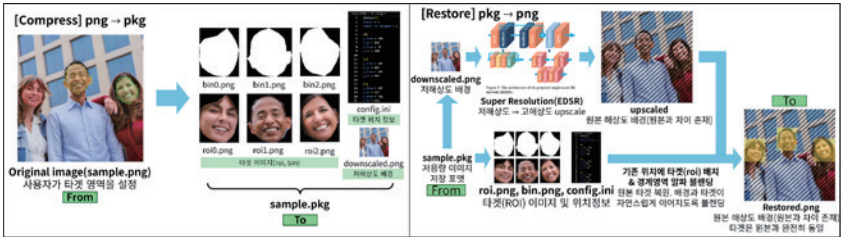
서버는 사용자로부터 전달받은 정보들을 토대로 압축 또는 복원 과정을 수행한다. 기본적인 이미지 크롭 및 저장과정은 OpenCV 라이브러리를 활용한다. 구체적인 압축/복원 과정은 그림3에 소개되어 있다.

압축 : 원본 이미지 및 ROI를 입력받아, 파일 사이즈를 줄여 패키지(.pkg)를 출력한다. ROI 만을 원본으로 보관하고 그

외는 downscale 한 후, ROI의 위치정보와 함께 한데 묶어 패키지(.pkg)를 생성한다.

복원 : 압축의 결과물인 패키지 파일(.pkg)을 입력받아, 원본과 동일한 해상도를 가진 유사 이미지(.png)를 출력한다. 배경 이미지에 대한 Super Resolution 및 타겟(ROI)의 알파블렌딩 작업을 통해 복원된다.

서버 환경 : cuda 가속 OpenCV 4.11 Cmake 빌드. CUDA 12.6 / Compute capability 8.6 / cudnn 9.10.0



MRS3 압축(좌) 및 복원(우) 과정

II. Frontend

본 프론트엔드는 Next.js(App Router) 기반으로 이미지 업로드, ROI(다각형) 주석, 옵션 선택, 결과 다운로드까지의 전 과정을 제공한다. 전환 중 발생하는 시각적 공백은 전역 상태로 관리되는 오버레이 UI로 가려 사용자 경험을 안정화했고, 세그먼트 로딩 화면과 스크롤 전략을 병행해 레이아웃 흔들림을 최소화했다.

- 프레임워크 : Next.js(React, TypeScript)
- 핵심 모듈 : 단일/일괄 업로드 컴포넌트, ROI 다각형 드로어, 배율/고압축 옵션, 결과(패키지) 다운로드, 복원
- 안내 : 조건 정합(단일: 업로드+ROI 필요 / 일괄: 파일 리스트 필요)에 따른 안내 문구 표시

III. Backend

본 백엔드는 FastAPI 기반으로 이미지의 관심 영역(ROI)만을 추출해 패키지(.pkg)로 압축하거나, 역으로 .pkg를 PNG로 복원한다. 단일·일괄 처리 API를 제공하며, 복원 시 EDSR(-1) 또는 OpenCV 보간(0/1/2) 모드를 선택할 수 있다. 파일 업로드는 CORS 허용 도메인에서만 가능하며, 모든 업로드/산출물은 UUID 기반 TEMP 디렉터리에 세션 분리 저장한다.

- 프레임워크 : FastAPI (Python)
- 배포/접속 : 팀원 PC에서 Uvicorn으로 FastAPI 서버 구동, ngrok으로 외부 공개(HTTPS 터널)
- 보안 : CORS를 통한 Frontend와의 통신, 파일명 정규화(디렉터리 제거)와 UUID 기반 세션 디렉터리를 활용하여 디렉터리 트래버설 방지

기대효과 및 활용 방안

MRS3는 이미지 내 중요 영역만 고해상도로 보존하고 배경은 저해상도로 저장하여 용량 절감 효과를 제공한다. 자동 ROI 설정 기능으로 대량 이미지도 별도 수작업 없이 일괄 처리할 수 있어 이미지 관리 및 네트워크 전송 부담을 크게 줄인다.

이로부터 클라우드 스토리지 저장 비용을 절감할 수 있다. 특히, 의료·보안·전자상거래 등 대용량 이미지 아카이빙 시스템에 도입 시 용량 감소에 따른 운영비 절감 효과가 예상된다. 또한, 네트워크 전송 부담 감소에 따라 개인 사용자

도 데이터 과금 부담을 줄일 수 있다. 이를 바탕으로 웹 기반 서비스로 전문가부터 일반 사용자까지 폭넓은 고객층을 확보할 수 있으며, B2C 구독과 B2B API, 엔터프라이즈 SaaS 모델을 통해 다각적 수익 창출이 가능하다.

Next.js-FastAPI 기반으로 빠른 프로토타입 배포가 가능하며, AWS-Google Cloud 연동과 글로벌 CDN 확장, 스마트폰·카메라 제조사 제휴, CMS·커머스 플랫폼 플러그인 제공을 통해 초기 진입 장벽 없이 시장 확산이 기대된다.



팀명

딸기가 좋아

작품명

과일 수확 로봇

작품내용요약

본 창작물 ‘과일 수확 로봇’은 농업 현장의 인력 부족 문제를 해소하고, 소규모 농가에서도 활용 가능한 현실적 자동화 솔루션을 제시하기 위해 개발되었다. 기존 수확 로봇은 주로 미국·유럽의 대규모 농장을 대상으로 고가 장비 중심으로 개발되어 국내 비닐하우스 환경에 적용하기 어려웠으며, 상용화 사례도 제한적이고 가격 부담이 컸다. 이에 본 창작물은 약 100만 원 내외의 제작비와 ROS2 기반 모듈형 아키텍처를 도입하여 경제성과 환경 적응성을 동시에 확보하였다. 하드웨어는 5자유도 로봇 팔과 알루미늄 프로파일 기반 차체, 그리고 줄기 절단과 파지 기능을 결합한 엔드이펙터를 직접 설계·제작하여 이동성과 안정성을 구현하였다. 인식 부문에서는 약 2,500개의 과일 데이터를 활용해 딸기·사과·오렌지를 학습하도록 YOLO-pose 신경망을 훈련하여 과일의 위치와 특징점을 정밀하게 추출할 수 있도록 하였다. 제어 부문에서는 Jetson Orin Nano 기반 ROS2 환경에서 IBVS-PBVS를 결합한 Hybrid Visual Servo 알고리즘을 개발하여 근접 구간에서도 안정적인 위치 제어와 수확 작업을 수행할 수 있었다. 전체 작업 절차는 Behavior Tree 구조를 통해 Ready → Rough Approach → Fine Approach → Pick & Place 단계로 체계적이고 반복 가능한 수확 과정을 완성하였다. 본 창작물은 저비용·고효율 구조를 통해 소규모 농가에서도 도입 가능성을 확보하였으며, 농촌 인력난 해소와 생산성 향상에 기여하는 동시에 스마트 농업 및 농업 자동화 기술 확산의 중요한 기반이 될 것으로 기대된다.



과일 수확 로봇
Fruit Harvesting Robot
(Berry-Good Bot : 권태영, 김민준, 박상원)

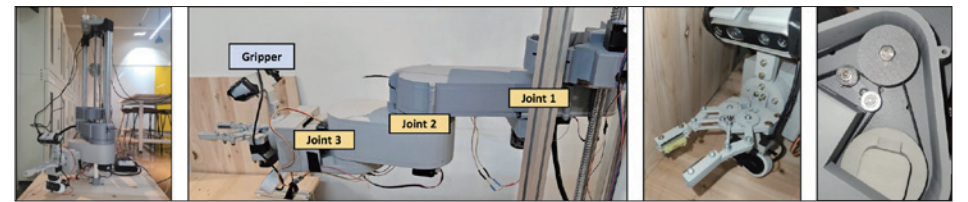
과제의
수행방법

1. Hardware (로봇 팔 로봇 구동부)

과일 수확 로봇의 팔(arm)은 5개의 자유도(DOF)와 엔드이펙터(end-effector)를 갖추도록 제작했다. 로봇의 구동부는 알루미늄 프로파일 기반의 4륜 차체로 제작하여 로봇 팔의 이동성을 확보했다.

로봇 팔은 상하, 평면, 손목 구동부와 엔드이펙터로 이루어진다. 먼저, 상하 구동부는 NEMA23(57각) 스텝모터와 볼스크류를 사용하여 56cm의 수직 구동 범위를 확보했다. 평면 구동부는 4개의 본체(body)를 결합해 3-DOF를 구현했다. 이때 평면 구동부는 저가형 NEMA17 스텝 모터를 사용하였는데, 충분한 토크 확보를 위해 벨트-풀리 감속 방식을 적용하여 1, 2, 3번 조인트에 각각 4:1, 5:1, 5:1의 감속을 적용했다. 이를 통해 각 조인트는 145°, 280°, 180°의 가동 범위를 갖출 수 있었다. 또한 각 바디의 체결부에는 베어링을 통해 마찰 및 축 이탈 방지 문제를 방지했고, 1번 조인트에 가해지는 지나친 벤딩 하중을 해소하기 위해 2kg 무게의 추를 이용해 중력 보상 구조를 적용했다.

엔드이펙터는 MG996R 서보모터를 동력원으로 사용하고, 과일 인식을 위한 RGB, RGB-Depth 카메라를 장착할 수 있는 공간을 마련하였다. 또한 과일 줄기 절단을 위해 그리퍼의 손가락 부분에 칼날과 스펀지를 조합하여 커팅과 그리 동작을 동시에 수행할 수 있도록 설계했다.

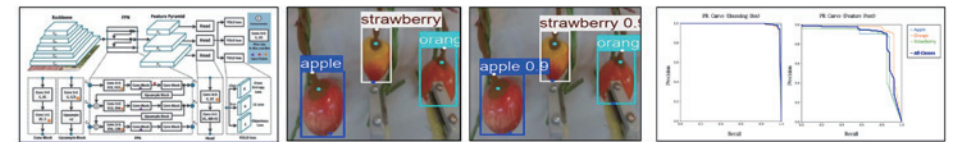


로봇팔 로봇 팔의 평면 구동부 : Body 3개, Joint 3개, Gripper 로봇 그리퍼 벨트-풀리

2. Perception (YOLO-pose 신경망을 이용한 과일 인식)

과일 인식을 위해서는 YOLO-pose (Ultralytics, V11) 모델을 통해 객체 및 키포인트를 검출하여 정밀한 제어가 가능하도록 했다. YOLO 모델 학습을 위해 딸기, 사과, 오렌지 모형을 통해 데이터를 제작하였다. 이때 YOLO 모델은 이미지 속에서 검출한 모든 작물에 대해 (1) Bounding Box : 작물의 이미지상 위치 (2) Classification : 작물의 종류 (딸기, 사과, 오렌지) (3) Feature Point : 작물의 특징점 3가지를 찾도록 설계되었다. 특징점들은 각 작물의 정위(orientation)를 판단하기 위해 사용된다. 이때 3개의 Feature Point는 각 과일의 ‘Bottom(하단부)’, Top(상단부), Pick(줄기)’로 정했다.

모델은 NVIDIA RTX 4070 TI SUPER에서 학습되었다. 학습된 YOLO의 예측 결과는 아래 그림에서 확인할 수 있는데, 라벨링 된 이미지와 예측한 이미지 사이의 오차가 거의 없는 모습을 볼 수 있다. YOLO 모델은 과일 인식 및 분류에는 완벽에 가까운 모습을 보였고, 특징점 검출에서는 대체로 우수한 성능을 보였다. 자세한 모델 성능은 아래 그림과 항목 하단부 링크에서 확인할 수 있다.



[그림 5] Ultralytics YOLO (v8)
본 과제에서는 YOLO v11 아키텍처를 기반으로 훈련을 진행했다. YOLO v11은 위 아키텍처에 C3k2, SPPF, C2PSA 블록을 추가하여 성능을 개선시킨 것으로 핵심 아키텍처는 위를 따른다. (Sapkota, 2024)

[그림 6] 데이터셋 라벨링
과일을 사과, 딸기, 오렌지로 분류했다. 3개의 특징점은 pick(하양), top (민트), bottom(파랑)을 표시하였다.

[그림 7] YOLO 모델 예측 결과
[그림 6]의 사진을 YOLO 모델이 예측하도록 한 결과, 매우 높은 정확도를 보인다. 과일의 이동 방향에는 예측에 대한 신뢰도 값이 적혀있다.

[그림 8] 모델 성능 평가
상단 두 사진은 (좌)Bounding Box와 (우)Feature Point 에 대한 모델의 성능을 평가하는 PR(Precision-Recall) 곡선이다. 본 모델은 매우 높은 AUC(Area Under Curve)를 보인다.

3. Control (ROS2를 통한 로봇 제어)

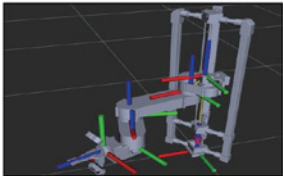
로봇 개발 환경은 Jetson Orin Nano (8GB, JetPack 6.2)에서 ROS2를 기반으로 구축하였으며, 추 후 확장성을 고려하여 전체 시스템을 Serial-Kinematics-Perception-Behavior Tree의 네 단계로 모듈화하였다. 이를 통해 상위 노드가 하위 노드를 체계적으로 관리할 수 있는 구조를 마련하였고, 실제 로봇의 작업 환경은 CAD 기반 URDF 모델을 통해 ROS와 통합하였다. 제어 측면에서는 그리 퍼에 장착된 RGB-Depth, RGB 카메라를 활용하여 비전 서보(visual servoing) 기법을 구현하였다. ROS2 모듈을 통해 역기구학(inverse kinematics)을 계산하고, 엔드이펙터의 목표 속도를 자코비 안(Jacobian) 기반으로 변환하여 제어기에 전달하였다.

로봇 제어를 위한 핵심 알고리즘인 Visual Servo는 “Rough Approach”와 “Fine Approach” 두 단 계로 구분했다. Rough Approach 단계에서는 RGB-D 이미지에서 YOLO 모델을 통해 얻은 목표 과 일의 3차원 좌표를 기준으로, 사용자가 지정한 거리만큼 떨어진 접근점을 정의하고 엔드이펙터의 목표 자세를 함께 설정한다. Rough Approach의 제어는 다음과 같은 형태의 속도 기반 법칙으로 구 성했다.

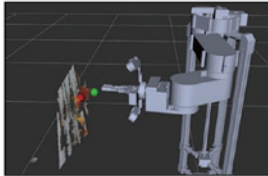
$$V_{PBVS} = K_p(P_d - P) \dots (rough\ approach)$$

Fine Approach 단계에서는 IBVS와 PBVS의 제어 속도를 합성하여 정밀한 위치 제어를 수행한다. 구체적으로, 하단 RGB 카메라 영상에서 그리퍼 ROI 중심과 과일 위치의 중심 x좌표 차이를 특징 오 차 로 정의하고 이미지 자코비안 을 이용해 [1] IBVS 제어량을 계산한다. 동시에 퍼셉션 노드가 산출 한 3차원 줄기점 과 그리퍼 팁 안쪽 기준점 의 차이를 사용하여 [2] PBVS 제어량을 계산한다. 최종 적으로는 [3] 두 제어량을 합성한 후, [4] 의사역행렬 을 사용하여 자코비안 기반의 관절 속도를 계 산하여 다양한 과일을 성공적으로 수확할 수 있었다.

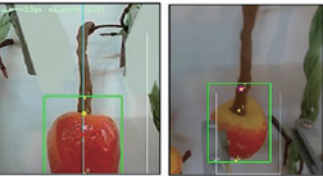
$$[1] V_{IBVS} = -\lambda L^+ e \quad [2] V_{PBVS} = K_p(P^* - P_g) \quad [3] V = V_{IBVS} + V_{PBVS} \quad [4] q = J^+ V \dots (fine\ approach)$$



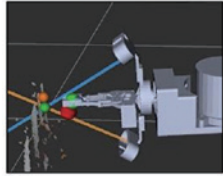
[그림 9] ROS2 시뮬레이션 환경 (RViz2)
본 과제에서 설계한 로봇의 URDF(Unified Robot Description Format) 모델을 ROS2 시각화 도구인 RViz2에 불러온 모습이다. 이를 통해 실제 로봇 없이도 동작을 시뮬레이션하고, 센서 데이터를 시각화하며, 제어 알고리즘을 사전에 검증할 수 있는 가상 환경을 구축하였다.



[그림 10] Rough Approach : 목표 접근점
RGB-D 카메라와 YOLO를 통해 인식한 과일의 3차원 위치(빨간색 구)를 기준으로, 그리퍼가 안정적으로 접근할 수 있는 목표 지점(초록색 구)을 생성한다. 목표물과의 충돌을 피하면서 Fine Approach를 시작할 최적의 위치로 엔드 이펙터를 이동시킨다.



[그림 11] Fine Approach : 특징점(Feature Point) 및 IBVS 오차
하단 카메라 영상(좌)을 이용해 IBVS 제어를 수행한다. 과일 중심과 그리퍼 ROI간 픽셀 오차를 계산하여 실시간으로 자세를 보정한다. 동시에, PBVS 제어에 필요한 3차원 점삭점을 계산하기 위해 하단 카메라(좌)와 상단 카메라 (우) 양쪽에서 YOLO 키포인트를 검출한다. 이는 3차원 위치 추정의 기반이 된다.



[그림 12] Fine Approach PBVS 제어를 위한 3D 점단점 계산
YOLO로 인식한 2D 줄기 좌표에 Ray Intersection 기법을 적용하여 3차원 공간상의 점단점(초록색 구)을 추정한다. 이 3차원 정보는 그리퍼와 목표점 간의 오차로 PBVS 제어량으로 사용된다.

과제 수행 과정에서 사용된 코드와 데이터는 아래 링크에서 확인할 수 있다.

- YOLO 학습 데이터셋 : <https://universe.roboflow.com/berrybot-xzypx/fruit-pose-fdtan>
- YOLO 모델 및 학습 파라미터 : <https://github.com/eric-mjk/berrybot-perception>
- ROS 개발 환경 및 제어 알고리즘 : <https://github.com/sawo0150/berry-good-bot>

기대효과 및 활용 방안

본 과제에서는 약 100만 원 내외의 제작비와 ROS 기반 모듈형 아키텍처를 적용하여 경제성·확장 성·환경 적응성을 동시에 확보한 과일 자동 수확 로봇을 제안하였다. 기존 수확 로봇이 미국·유럽의 대규모 농장을 중심으로 고가 장비를 기반으로 개발된 것과 달리, 본 과제는 국내 소규모 비닐하우스 환경에서도 실질적으로 활용 가능하도록 구현한 점에 차별성을 지닌다.

저비용 구조를 통해 소규모 농가에서도 손쉽게 도입할 수 있으며, 현장에서 즉각적인 효과를 발휘할 수 있다는 점에서 그 의미가 크다. 따라서 본 창작물 ‘과일 수확 로봇’은 농촌 인력난 해소와 소규모 농가의 생산성 향상에 기여할 뿐 아니라, 농업 자동화 기술의 발전 가능성을 보여줄 수 있을 것이라 기대한다.

제14회 창의설계축전 수상 대표작 소개

창작활동부문



팀명
뉴로라이즈

작품명
뇌파알람장치

작품내용요약

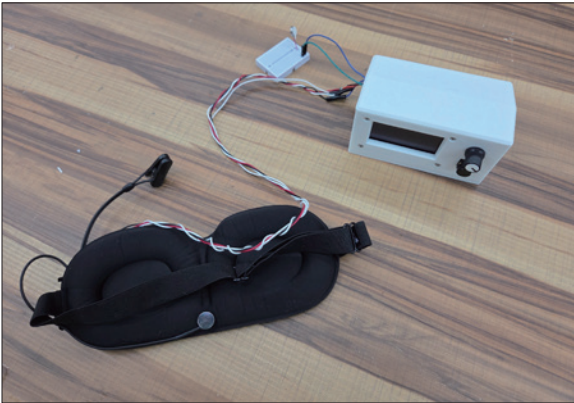
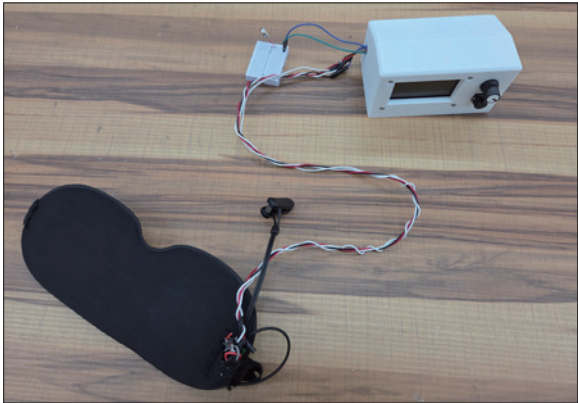
학업, 업무, 디지털 기기 등 여러 요인으로 인해 수면 질이 저하되고, 이에 따른 수면 장애 인 구도 증가하는 추세이다. 현재 시장의 기상 알람 모델은 유저의 수면 단계와 무관하게 설정된 시간에 울리는데, 깊은 수면 단계인 N3나 REM 수면에서 깨어나면 각각 관성 심화, 인지 부조 화를 겪게 된다. 수면 단계를 고려하는 기존 제품들도 있으나, 유저의 움직임이나 호흡 등 간 접적인 지표를 사용하기 때문에 부정확하다는 단점이 있다.

본 과제에서는 TGAM모델(single-channel EEG)을 활용하여 유저의 뇌파를 직접 측정하고, 얇은 수면 단계인 N2 단계에 이르렀을 때 알람을 울리는 장치를 제작하였다.

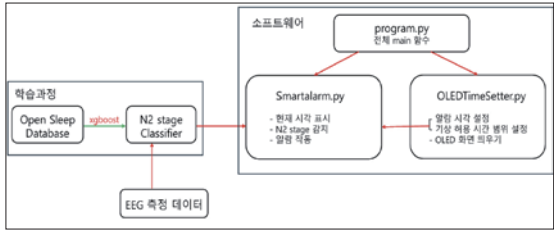
본 알람시계에서 유저는 OLED 화면과 로터리 엔코더(다이얼)를 통해 기상 허용 구간과 기상 시간을 설정한다. 설정 이후 OLED 디스플레이에는 현재 시각이 표시되어 시계로 작동한다. 유저는 TGAM이 연결된 안대를 착용하고 수면을 취하며, 설정한 기상 구간이 시작되면 측정 된 뇌파가 블루투스로 시계 본체에 전송되어 classifier에 입력된다. N2 단계가 감지되면 알 람이 울리고, 구간 내에서 감지되지 않으면 최종 설정된 기상 시각에 알람이 울린다.

N2 classifier 모델은 TGAM을 통해 측정된 뇌파 특징을 분석하여 구현하였다. ANPHY-Sleep 데이터베이스의 데이터를 활용해 spindle 수를 포함한 여러 feature들을 추출하고, 이 를 xgboost 방식으로 학습시켜 모델을 만들었다. 본 과제에서는 TGAM의 signal을 classifier 에 맞게 전처리하여 알람 시계를 구현하였다.

본 작품은 수면의 질 개선을 원하는 모든 사람이 사용할 수 있으며, 연령과 성별에 구애받지 않는다. 수면 장애를 겪는 현대인들에게 주간 졸림 감소, 안정적인 에너지 유지, 집중력 향상, 생산성 증대 및 정서적 안정 효과를 기대할 수 있다. 더불어 이 작품은 EEG 도입을 시도한 첫 모델로서 사업화 시 수면 웨어러블 시장에서 EEG 기반 기술을 선도할 수 있을 것이다.



과제의 수행방법



소프트웨어 구현 방법

소프트웨어는 시간 설정 모듈(OLEDTimeSetter)과 알람 모듈(SmartAlarm)로 구성된다.

OLEDTimeSetter는 사용자가 rotary encoder와 버튼을 통해 기상 허용 구간(wake window)과 알람 시각을 설정하는 기능을 수행한다. 실행 시 입력 감지를 위한 별도 thread와 OLED 화면을 작동시키는 루프가 동시에 동작하며, 사용자가 설정을 완료하면 모든 thread는 종료되고 결괏값이 저장된다.

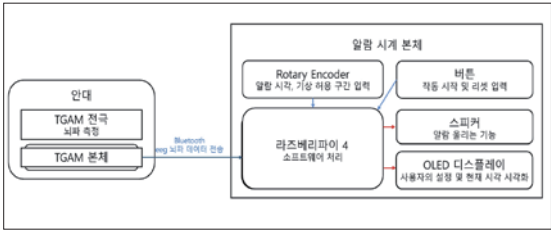
설정된 값은 SmartAlarm 모듈로 전달된다. SmartAlarm은 alarm loop라는 thread를 실행하여 현재 시각이 wake window에 진입할 때까지 대기한 뒤, EEGReader를 통해 시리얼 포트로부터 EEG 신호를 수집한다. 일정 구간의 데이터를 분석하여 노이즈가 아닌 뇌파에서 얇은 수면 단계(N2)가 감지되거나, 사용자가 지정한 알람 시각이 도달하면 알람이 울린다. 알람은 VibrationController를 통해 진동 형태로 제공되며, 최종 모델에서는 소리를 내어 알람을 구현하도록 설계하였다. 동작 중에는 OLEDTimeSetter가 시계 모드로 유지되어 현재 시각을 표시한다.

이와 같은 구조를 통해 사용자는 간단히 알람 시간을 설정할 수 있고, 시스템은 EEG 신호 기반으로 최적의 시점에 알람을 울려 효과적이고 수월한 기상을 돕는다.

기대효과 및 활용 방안

본 작품은 수면의 질을 개선하고자 하는 모든 사람이 착용할 수 있어서 사용자의 연령대 및 성별에 구애받지 않는다. 수면 장애를 겪는 수많은 현대인의 주간 졸림 감소, 안정적인 에너지 유지, 집중력 개선을 통한 전반적인 생산성 향상 및 정서적 안정 등의 효과를 기대한다.

또한 대량 생산 및 커스텀 PCB 전환을 통해 경제성을 확보할 수 있다. 이후 알람 기능을 스마트폰 앱으로 분리하고 EEG를 포함한 안대만을 분리된 더 저렴한 상품으로 제



하드웨어 구현 방법

하드웨어의 경우 라즈베리파이 4를 통해 소프트웨어를 처리하도록 했다. 라즈베리파이의 rx/tx핀과 TGAM 모듈을 연결해서 실시간 데이터를 받아오게 하였고, OLED display는 SDA, SCL핀과 연결해서 I2C (Inter-Integrated Circuit) 방식으로 연결했다. 서로 다른 gpio 핀들을 각 버튼들과 rotary encoder, vibration module을 연결해서 각각의 변화를 감지할 수 있도록 했다. 3d 프린팅을 이용하여 본체를 만들고 각 부품의 위치를 고정했다. 알람시계 전체의 전원은 라즈베리파이의 ctype 포트로 공급받도록 하였다.

수면용 안대에 TGAM 본체와 전극을 부착하였으며, 시계 본체와 안대를 유선으로 연결하여 프로토타입을 제작하였다. 최종 디자인에서는 TGAM 모듈에서 블루투스로 측정된 뇌파 데이터를 시계 본체에 전송하여 처리하도록 설계하였다.

작하여 더 넓은 고객층을 타겟할수 있다. 이와 더불어 수면 데이터 AI 분석 구독 서비스, 건강 관리 앱 연동, 수면 클리닉 및 연구기관 대상 B2B 협업을 통해 시장을 확장할 수 있다.

본 프로젝트는 다양한 고객층, 그리고 수면을 위한 웨어러블 기기에 EEG 도입을 시도한 첫 모델로써 사업화 시 수면 웨어러블 시장에서 EEG 기반 기술을 선도할 수 있을 것이다.

제14회 창의설계축제 수상 대표작 소개

창작활동부문



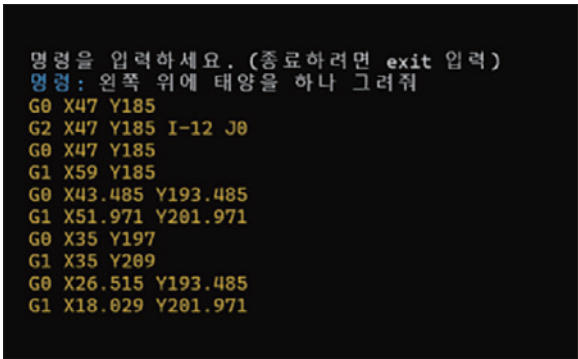
팀명
싱크로

작품명
LLM 기반 인간-기계 인터페이스 구축 - '그림 그리는 기계'를 통한 시연

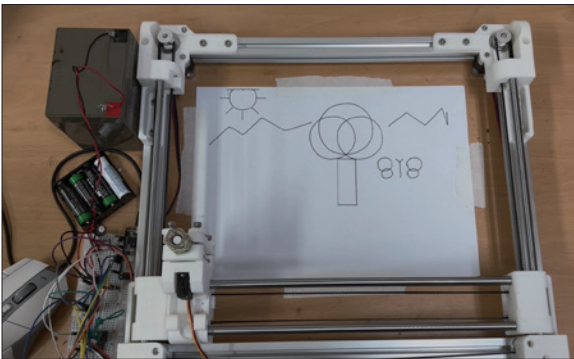
작품내용요약

본 프로젝트는 대규모 언어 모델(LLM)과 기계 산업 간의 접점에 주목하였다. LLM의 본질은 인간의 의도를 자연어로 이해하고 이를 디지털 세계가 실행 가능한 명령으로 변환하는 직관적 인터페이스로서 기능한다고 보았다. 이러한 LLM의 역할을 디지털 환경에만 국한하지 않고, 물리적 세계로 확장해 인간과 기계 간 새로운 인터페이스를 구현하는 것이 본 과제의 핵심이다. 특히 기계는 본질적으로 인간을 돕기 위한 도구이며, 스마트홈이나 휴머노이드 등 복잡한 기계가 일상화될수록 이를 제어하는 진입장벽은 더욱 중요해진다. 이에 본 프로젝트는 LLM을 통해 이러한 장벽을 낮추고, 직관적이고 범용적인 인간-기계 인터페이스의 가능성을 탐색하고자 하였다.

해당 인터페이스를 시연하기 위해 '그림 그리는 기계', 2D Plotter를 활용한 자연어 기반 제어 시스템을 구현하였다. 2D Plotter는 인간의 명령을 기계가 이해할 수 있는 신호로 번역하는 데에 용이하며, 다양한 수준의 지시를 물리적 행위로 구현할 수 있다는 점에서 확장 가능성이 높다고 판단하였다.

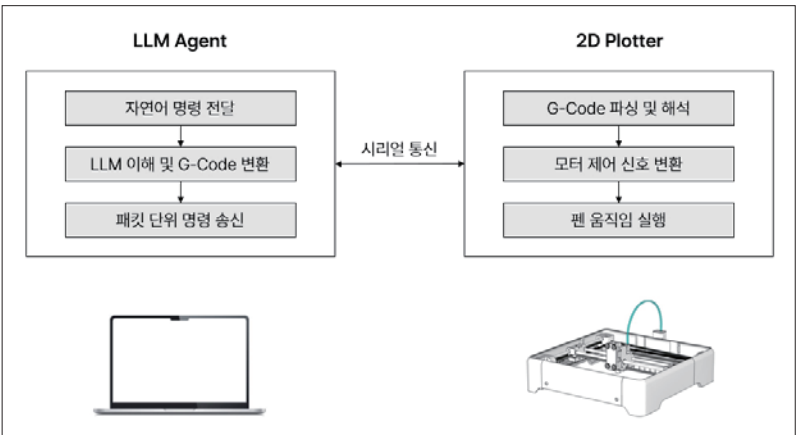


LLM을 통해 명령을 기계어로 바꾼 예시



'그림 그리는 기계'의 모습

과제의 수행방법



Operation

기대효과 및
활용 방안

LLM Agent는 인간의 자연어 명령을 받은 후, LLM을 이용해 이해한 후 3D 프린터에서 자주 쓰이는 G-Code 형식으로 변환 및 송신한다. 2D Plotter는 이를 수신하면 해석하여 모터 신호로 변환한다.

번호	분류	요구조건
1	LLM Agent	자연어 명령을 LLM으로 이해하여 2D plotter에 G-code로 전달할 수 있다
2		구체적이고 정량적인 명령 및 추상적이고 모호한 명령까지 변환 가능하다
3		별도의 상황 설명 프롬프트 입력 없이 자연어 명령을 G-Code로 변환할 수 있다
4	2D Plotter	수신한 G-code를 해석하여 모터 제어 신호로 변환할 수 있다
5		전달받은 명령을 수행한 후에는, LLM Agent에 완료신호를 전송할 수 있다
6		캘리브레이션, 원점 회귀 등 부가적인 기능을 탑재해 정확도를 높일 수 있다

위 표 1은 LLM Agent와 2D Plotter 두 시스템의 요구조건을 나열하였다. 미래형 인간-기계 인터페이스의 ‘시연’이라는 특수한 성격의 시스템임을 고려하였고, 이를 기반으로 개발을 진행했다.

본 프로젝트에서 구현한 시스템은 단기적으로는 그림 그리기에 제약이 있는 사용자(예: 장애인, 비 전문가 등)를 위한 창작 보조 도구로 활용될 수 있으며, 장기적으로는 인간과 기계 간 범용적인 인터페이스 구현을 위한 기반 기술로 확장될 수 있다. 즉, 휴머노이드, 소프트 로보틱스, 스마트홈 등 다양한 물리적 기계와 연결되어, 인간의 목적과 명령을 자연어로 이해하고 자동으로 동작하는 ‘차세대 운영체제(OS)’ 수준의 인터페이스 구축이 가능하다는 것이다.

특히 본 프로젝트에서 2D Plotter를 통해 시연한 시스템은, 구체적인 명령어뿐만 아니라 “나무를 그려줘”와 같은 추상적 표현도 기계어로 해석 및 변환할 수 있다는 점에서, 복잡한 제어 방식과 동작 조건을 가진 다양한 기계에도 적용 가능하다는 가능성을 보여준다. 구글의 Gemini Robotics 사례와도 유사한 맥락으로, LLM과 비전을 결합한 Vision Language Model을 이용해 로봇팔을 제어하고 있다.

또한 본 프로젝트의 인터페이스는 경제성과 논리적 완결성 측면에서 의의가 있다. 예컨대, 삼성 MX 사업부나 애플의 Apple Intelligence 등은 LLM을 스마트폰에 접목시켜 다양한 임무를 수행하는 에이전트를 제공하고 있으나, 이는 스마트폰이 이미 ‘터치’라는 최적화된 인터페이스를 통해 직관성과 속도를 확보하고 있다는 점에서 한계를 가진다. 자연어 기반 LLM 시스템을 별도로 추가하는 방식은 오히려 복잡하고 비효율적일 수 있으며, 사용자 경험 측면에서도 제한적인 효과만을 제공할 수 있다.

반면, 본 프로젝트의 인터페이스는 이러한 기존 플랫폼의 한계를 넘어서고자 한다. 다양한 물리적 기계는 각기 다른 제어 방식과 조작 체계를 요구하며, 일부는 고도의 전문지식이나 자격이 필요하기도 하다. 이러한 상황에서 LLM 기반 자연어 인터페이스는 기계에 대한 진입장벽을 획기적으로 낮출 수 있으며, 복잡한 물리적 시스템을 하나의 통합된 접근 방식으로 제어할 수 있는 가능성을 제공한다. 나아가 이는 인간과 기계의 관계를 재정의할 수 있는 기반 기술로 작용할 수 있으며, 결국 기계가 인간을 돕는 도구라는 본질적 역할을 보다 충실히 수행할 수 있도록 하는 데 기여할 것이다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

창작활동부문

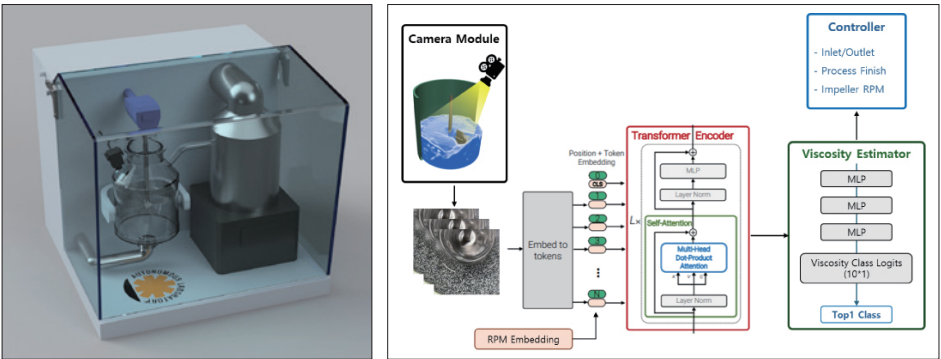


팀명
오토랩스

작품명
컴퓨터 비전 기반 점도 모니터링을 통한
공정자동화 디바이스

작품내용요약

본 과제의 목적은 유체의 점도를 비침습적/실시간으로 모니터링하여 공정 자동화에 활용될 수 있는 AI 믹싱 디바이스를 개발하는 것이다. 기존 점도계는 소량의 샘플 채취와 접촉식 측정이 필요하여 시간, 비용 그리고 공정 연속성 측면에서 매우 불리하였다. 본 연구는 이를 개선하여 카메라 모듈만으로 영상을 촬영하고, 인공지능경망을 통해 점도를 추론하여 경제성과 비접촉성을 동시에 확보한다. 비전 모델 훈련을 위해 실제 물-글리세린 용액의 교반 후 감쇠과정을 촬영하고 데이터셋으로 활용하였으며, SPH 기반 유체 시뮬레이션과 블렌더 렌더링으로 생성한 대규모 합성 데이터 또한 함께 사용하였다. 모델 구조는 Transformer 기반 Vivit 모델을 사용하여 높은 추정 정확도와 강건한 모델 성능을 달성하였고, 이는 단순한 점도계 대체를 넘어 다양한 산업 공정에서 End Point Detection과 안정화에 기여할 수 있으리라 예상한다. 특히 저비용-비침습 방식으로 다수 반응기 모니터링에 적합하여, 정유/석유화학/제약/식품료 등 산업 전반에서 자동화 공정 구현의 핵심 센서로 활용될 것으로 기대된다.



디바이스 설계(좌)와 작동 파이프라인 도식(우)

과제의
수행방법

1. 전체 디바이스 구성과 파이프라인

사용자는 파이프를 통해 믹서 디바이스의 투입구에 유체를 삽입하고, 목표로 하는 점도를 설정한다. 이후 믹서를 가동하면 임펠러가 회전하고, 동시에 카메라 모듈이 연동되어 실시간 영상을 컨트롤러로 전송한다. 중앙 컨트롤러는 제공받은 영상을 기반으로 점도를 추론하여 믹서 각속도 및 공정 완료 여부를 결정하는 구조이다.

2. 대상 유체와 교반 방식

디바이스 훈련과 시험에 사용될 유체는 최대한 다른 특성을 통제하고 점도만의 정보에 집중하기 위해 물-글리세린의 혼합물을 사용하고, 혼합 비율만을 바꾸어 점도를 조작하였다. 0.95~164cP 범위의 점도에서 혼합물 물 분율에 따른 50가지 유체 특성을 데이터 베이스로 만들고 시뮬레이션 및 실험에 사용하였다.

유체를 교반할 때에는 교반기를 특정 각속도로 회전시키다가 순간적으로 정지하여 감쇠하는 과정을 영상으로 촬영하고, 이를 기반으로 점도를 측정하도록 설계하였다. 이는 점성 소산에 의한 유체 계면 변화에 점도 정보가 가장 많이 포함되었을 것이라는 전제 하에 정해진 것이다. 이때 임펠러의 각속도는 270~450 RPM 범위에서 10가지로 대입하고, 실험 조건 또한 조명, 촬영 각도 등을 20가지로 변동시켜서 데이터의 다양성을 확보할 수 있었다.

2.3 가상환경과 데이터셋 생성: Smoothed Particle based Hydrodynamics와 SPLisHSPlasH 시뮬레이션

가상 세계에서 유체를 교반한 시뮬레이션 영상(Digital Twin)을 1차 훈련 데이터로 사용하였다. 본래 인공지능망이 물리량을 추정하도록 훈련하는 과정의 병목은 데이터의 절대적인 수량 부족으로 꼽힌다. 특히 일상적인 대상이 아닌, 세밀한 화학적 특성을 함유하는 대상의 데이터는 쉽게 존재하지 않고, 직접 촬영하여 데이터를 생성하는 데에 많은 시간과 자원이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하고자, 가상환경을 실제 실험 환경과 유사하게 구현하고 현실에 가깝게 렌더링하여 최대 10,000개 영상으로 이루어진 합성 데이터를 생성하였다.

시뮬레이션에는 InteractiveComputerGraphics가 개발한 SPLisHSPlasH 소프트웨어[5]를 사용하였다. 해당 소프트웨어는 다양한 유체 시뮬레이션 기법 중 Smoothed Particle based Hydrodynamics 방식(이하 SPH)을 사용한다. 이는 유체를 작은 입자들의 집합으로 근사한 방식으로, 현실적이면서도 비교적 빠른 연산속도를 제공하여 데이터 생성에 적합하였다. 이렇게 생성된 입자 시뮬레이션은 Marching Cube 방식으로 3차원 곡면으로 만들어지며, 최종적으로 Blender Python API를 활용한 Raytrace 렌더링하여 최종 영상으로 만들어졌다.

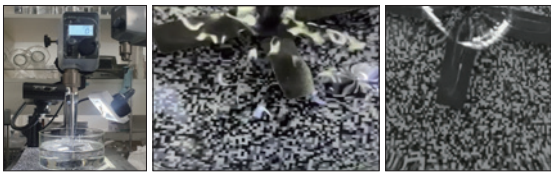
기대효과 및 활용 방안

유체 점도 모니터링 기술은 정유·석유화학, 고분자 화학, 코팅, 제약 및 식음료 산업 전반에서 중요한 공정 제어 요소로 자리 잡고 있다. 이들 산업에서 교반은 공정의 핵심축이며, 점도는 교반 종료 지점(End Point Detection)과 후속 공정 안정화에 중요한 제어 변수로 사용된다. 기존에는 Inline, Online, Atline, Intank 방식의 점도계가 보편적으로 사용되며, 모두 탐침을 삽입해 유체 진동 응답을 측정하는 원리에 기반하고 있다.

본 기술은 기존의 장비 의존적 점도계와 달리, 컴퓨터 비전 기반 유체 점도 모니터로서, 단순히 반응기의 점도계를 대체하는 수준을 넘어 자동화 공정 및 Autonomous

2.4 실험 환경 구성과 현실 데이터셋 제작

가상 세계 데이터셋은 대량 생성 측면에서 매우 유리하지만, 실제 세계와의 괴리가 필연적으로 존재한다. 따라서 현실 유체 교반 영상을 반복적으로 촬영하여, 가상세계에서 훈련된 모델을 추가로 학습시키고 현실과의 간극을 줄일 것이다. 믹서는 산업 현장과 유사하도록 4개의 날개가 달린 임펠러를 장착하고, 유체 저항에 무관하게 모터의 각속도를 통제할 수 있는 컨트롤러를 사용하였다. 실험 데이터는 합성 데이터에 비해 생성이 어려우므로 물리량의 범위는 가상환경과 동일하게 유지하되, 그 간격을 늘려서 총 1,000개의 영상으로 생성하였다.



영상 촬영을 위한 실험 셋업(좌), 실제 영상(중), 시뮬레이션 렌더링 영상(우)

2.5 인공지능망 모델 구조: Vivit+FC

사용된 모델 구조는 크게 2가지 파트로 나눌 수 있다. 우선 인코더 역할을 하는 Video Vision Transformer(Vivit)는 영상정보를 타겟으로 설계된 트랜스포머 계열 모델이다. 해당 모델에서 512*1 크기의 특성벡터를 추출할 것이다. 이후 해당 벡터를 10가지 점도 클래스 예측값으로 축소시키는 Fully Connected Layer를 구성하였다. 이는 물리량 회귀 역문제를 다룬 선행연구들의 예시[6]에서 참고한 것이며, 모델의 활용 방향에 따라 다르게 적용할 수 있으리라 예상한다.

Lab 환경의 핵심 센서 역할을 수행할 수 있으리라 기대한다. 특히 두 가지 측면에서의 시장 우위를 예상할 수 있는데, 첫째로 경제성 측면에서는 값싼 카메라 모듈만으로 구현 가능하며, 기존 반응기에 추가 장비 설치가 필요하지 않다. 이는 대규모 자동화 실험실에서 수십/수백 개의 반응기를 모니터링하는 상황에 적합하다. 둘째로 비침입성(Non-invasive) 측면에서 제약, 식음료, 코팅 산업과 같이 이물질 혼입이 금지되는 환경에서 비접촉식 시각 기반 모니터링을 제공한다. 이는 Autonomous Lab 구축 과정에서 필수적인 장점이다.

제14회 창의설계축전 수상 대표작 소개

창작활동부문



팀명
청설

작품명
청각장애인을 위한
스마트 알림 허브

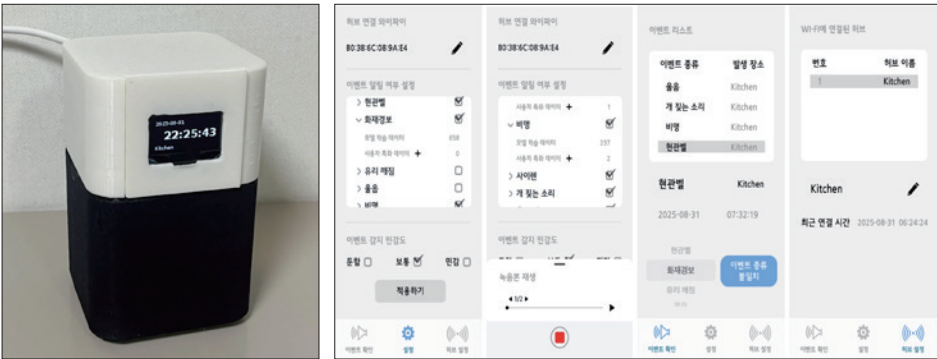
작품내용요약

이 프로젝트는 청각장애인의 가정 내 안전 사각지대를 해소하기 위해 개발된 실시간 소리 분류 기반 안전 보조 시스템이다. 청각장애인은 집에서 보청기를 벗는 경우가 많아 화재나 침입 등 긴급 상황을 인지하지 못하는 위험에 놓이는데, 본 연구는 소리를 자동 감지·분류하고 알림을 제공하는 허브-서버-앱 통합 구조를 제안하였다.

허브는 Raspberry Pi 5 기반으로, 배경 소음을 기준으로 임계값을 설정해 소리를 감지하고, 링 버퍼 방식으로 중요한 구간을 놓치지 않는다. 분류는 BiLSTM-Prototype Network 2단계 구조를 채택해 짧은 충격음부터 긴 소리까지 안정적으로 인식한다. Prototype Network는 프로토타입 벡터 간 거리를 활용해 미지의 소리를 판별할 수 있고, 사용자의 피드백을 반영해 벡터를 갱신함으로써 점진적으로 성능을 개선한다.

모든 음성은 Log-Mel spectrogram으로 변환되어 Multi-Scale CNN을 통해 특징을 추출하고, 데이터 증강을 거쳐 일반화 성능을 강화하였다. UrbanSound8K, Google AudioSet 등 약 1만 5천여 개 데이터를 학습하여 87.46%의 정확도를 달성하였다. 모델은 TensorFlow Lite 기반으로 경량화되어 Raspberry Pi에서 실시간 추론이 가능하며, Firebase 연동을 통해 앱과 허브 간 데이터가 즉시 공유된다.

앱은 이벤트 발생 시간과 장소, 분류 결과를 표시하고, 사용자는 잘못된 분류된 결과에 피드백을 제공하여 모델을 지속적으로 개선할 수 있다. 이를 통해 가정 내 화재경보, 현관벨, 유리 파손, 아기 울음 등 주요 소리를 빠르고 정확하게 감지할 수 있으며, 저렴한 비용으로 개인 맞춤형 안전 보조 서비스를 제공한다. 본 시스템은 향후 복지시설과 공공기관까지 확산될 수 있는 높은 사회적 가치와 상용화 가능성을 지닌다.



과제의
수행방법

이 프로젝트는 집안 곳곳에 설치된 여러 개의 허브가 소리 이벤트를 감지하고, 이 허브시스템이 서버를 통해 앱과 상호 정보전달을 하며 사용자에게 알맞은 이벤트 정보를 제공한다.

가. 허브, 앱 와이파이 연결

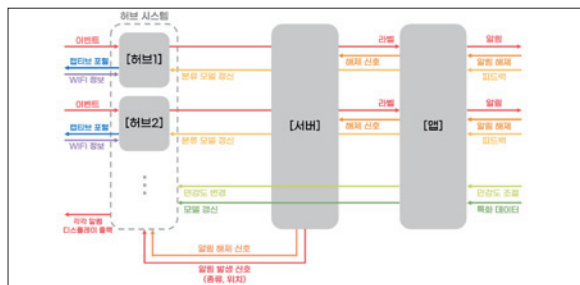
허브와 앱이 소통하기 위해서는 네트워크에 연결돼야 한다. Wi-Fi AP와 캡티브 포털을 활용하여 사용자가 허브를 와이파이에서 손쉽게 연동할 수 있다. 이를 통해 동일한 와이파이에서 연결된 허브들은 하나의 허브 시스템을 구성한다. 사용자는 앱에서 해당 와이파이의 MAC 주소를 입력해 어디서든 허브 시스템과 연결되어 통신할 수 있다.

나. 이벤트 전달 및 피드백 흐름

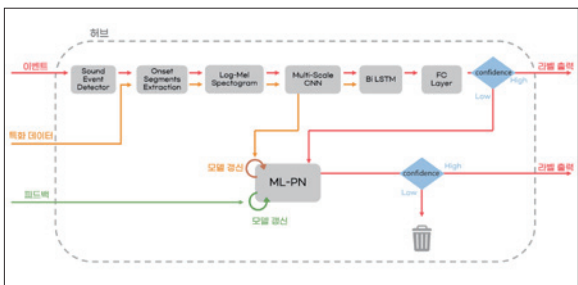
허브는 이벤트를 감지하여 허브 내부의 소리 분류 모델이 이를 분석하고, 사용자에게 필요한 알림을 허브 시스템 내 모든 허브 디스플레이에 이벤트를 표시한다. 동시에 이벤트 관련 데이터를 서버로 전송한다. 앱은 이를 감지해 백그라운드 알림을 만든다. 사용자가 알림을 확인하면 해당 이벤트는 종료된다. 또한, 앱에서 발생한 이벤트의 목록을 확인할 수 있으며 각 이벤트가 정확하게 분류되었는지 피드백을 제공할 수 있다. 이 피드백은 해당 이벤트가 발생한 허브의 소리 분류 모델에 반영되어, 허브별로 사용자 특화 모델이 학습-적용된다.

다. 허브 시스템 관리

사용자는 앱을 통해 허브 시스템의 설정을 관리할 수 있다. 이벤트 감지 민감도를 변경하고, 이벤트 종류별 알림 여부를 설정할 수 있으며, 사용자 특화 데이터를 녹음하여 모델을 갱신할 수 있다.



주요 Work Flow



허브 내 세부 Work Flow

기대효과 및
활용 방안

본 제품은 집안의 위험을 실시간으로 감지하고 알림을 제공하여 청각장애인, 고령자 등 돌봄이 필요한 가정에 직접적으로 기여할 수 있다. 사용자는 허브와 앱을 통해 현관벨, 화재 경보, 비명 등의 이벤트를 빠르고 정확하게 인지할 수 있으며, 구현한 소리 분류 모델은 약 87.46%의 정확도를 달성하였다. 또한, 사용자 특화 데이터와 피드백을 통해 개인 맞춤형 안전 서비스를 제공할 수 있다. 사용자 맞춤형 학습 기능과 실시간 알림 제공 기능은 기존 보청기나 경보 시스템과 차별화된 경쟁력을 가지므로, 민간 가정뿐 아니라 공공기관, 복지시설 등으로의 확장 가능성도 높다.

경량화된 모델을 사용하여 저성능의 하드웨어에서도 높은 실시간성을 보장하며, 현재는 Raspberry Pi 5를 기반으로 구현하였으나, 추후에 보다 저렴한 하드웨어로 대체하여 10만 원 이하의 가격으로 제품을 제작할 수 있을 것으로 예상된다. 나아가, 사용자가 스스로 앱을 통해 모델을 개선할 수 있어 유지보수 비용 부담이 적고, 축적되는 데이터를 통해 자동으로 서비스가 고도화됨으로써 장기적으로 지속적인 가치 창출과 시장 확대가 가능한 시스템으로 발전할 수 있다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

창작활동부문



팀명
MSD

작품명
청각장애인을 위한 소리 안내 장치
(AGD-DHH)

작품내용요약

MSD의 창작물은 청각장애인을 위한 소리 안내 장치(AGD-DHH)이다. 청각장애인을 위한 외부 및 수술로 삽입 가능한 장치들은 시중에 존재하지만, 대부분의 장치들은 고가의 제품들이고 수술의 경우는 위험부담이 존재한다는 점이 이 장치들을 쉽게 접근할 수 없도록 한다. 이에 MSD는 청각장애인들에게 부담이 적고 생활을 효과적으로 보조할 수 있도록 장치를 설계하였다.

MSD는 창작물을 설계할 때 청각장애인의 소통에 중점을 두어 장치를 설계했다. 청각장애인은 주로 수어, 구화, 그리고 필담을 통해 사람들과 소통한다. 하지만 각 소통방식은 치명적인 단점들이 존재한다. 수어를 구사하지 못하는 사람과의 소통하는 상황, 입모양을 사용할 수 없는 (코로나와 같은) 상황, 그리고 신체적 한계가 있는 상대와의 소통이 청각장애인에게 매우 어려울 것으로 생각된다. 소통 문제 뿐만 아니라 위험한 소리를 쉽게 인지하지 못해서 화재나 주변 사고를 빠르게 파악하지 못할 수 있다는 문제도 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 장치 설계 시 다음과 같은 세 가지 기능을 탑재하였다:

첫 번째는 AI Speech-to-Text 기능이다. 이는 수어를 모르는 사람이 말을 할 때 청각장애인을 위해 그 말 소리를 글로 변환하는 기능이다. 두 번째는 화자 구분 기능이다. 여러 사람이 말을 하고 있을 때 현재 글로 변환되고 있는 말소리는 누구의 말소리인지 AI 기술로 구분하여 사람들 간 원활한 소통을 보조한다. 세 번째 기능은 소음 분류 기능이다. 경적소리, 주변에서 유리가 깨지는 소리, 그리고 사람들 대화 소리를 AI가 분류하여 사용자에게 안내한다. 이 기능은 청각장애인이 소리를 듣지 못하여도 위험한 소리를 파악하여 위기상황에 신속하게 대처할 수 있도록 보조한다.

MSD는 이 장치가 청각장애인의 소통과 소리 인지를 보조하여 삶의 질을 향상시킬 수 있을거라고 생각한다. 더 나아가 이 장치가 미래에 더 연구되고 발전되면서 디지털 헬스케어 분야의 발전에 기여할 것으로 기대하고 있다.



과제의 수행방법

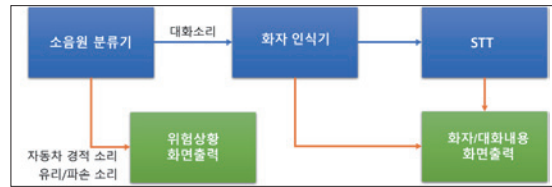


Figure 1: 시스템 설계도

작품 개발 단계는 크게 소프트웨어 제작 단계와 하드웨어 제작 단계로 나누어서 진행하였다. 소프트웨어 개발은 세 명의 조원이 각각 소프트웨어의 한 부분을 개발했다. 김민주 조원은 Speech-to-Text (STT) 기능을, 이동훈 조원은 화자 구분 기능을, 김수아 조원은 소리 구분 기능을 개발했다. Speech-to-Text는 Google Speech-to-Text API를 활용했고, 화자 구분 기능은 RBD (Radial Basis Function)을 이용했고, 소리 구분은 YAMnet Neural Network를 이용했다. 각 프로그램은 Python 서버와 Arduino 프로그래밍을 동시에 쓴 복합적 프로그램이다. Python은 컴퓨터에서, Arduino는 ESP32에서 작동하고, 컴퓨터와 ESP32는 Wifi를 통해 연결되는 구조이다. Arduino에서는 기기 작동 관련 프로그램(마이크를 통한 소리 인식, OLED를 통한 텍스트 표출)을 만들고 Python 서버에서는 지금까지 사용한 AI들을 융합 시켜서 ESP32로 들어오는 외부 신호를 처리하고 다시 ESP32에 전달하도록 설계했다.

하드웨어 면에서는 ESP32와 INMP441 I2S MEMS와 OLED를 다음과 같은 회로로 연결하였다.

기대효과 및 활용 방안

이 시스템의 가장 큰 기대 효과는 소형 임베디드 장치에서도 별도의 고가, 고성능 장비 없이 실시간으로 청각장애인을 위한 여러 언어적인 서비스가 접이다. 사용자는 개인 맞춤형 음성 기반 화자 구별, 빠른 위험 상황 인식, 그리고 대화 추적 등의 기능을 통해 추가적인 언어 보조의 도움을 받을 수 있다. 또한 서버 기반 구조이므로 화자 데이터

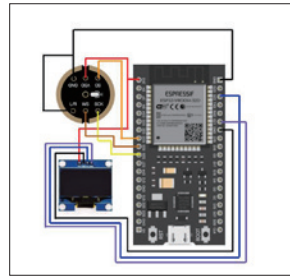


Figure 2: ESP32, INMP441, OLED의 회로 구성

또한, FUSION360으로 시계 모양 장치를 구상했다. 크게 위치페이스 (디스플레이가 있는 부분), 위치 홈 (디스플레이와 마이크를 부착한 부분), 그리고 ESP홈 (ESP32를 보관하는 부분)으로 다음과 같이 설계했다. 설계 후 3D 프린팅으로 하드웨어 구성부분은 만들었다.

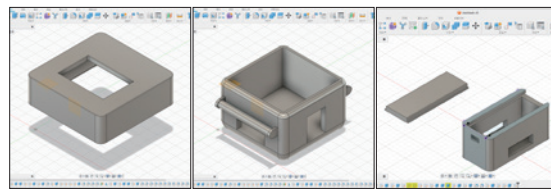


Figure 3: (a) 위치페이스, (b) 위치홈, (c) ESP홈

모델링, 3D 프린팅, 회로연결 등을 거쳐서 전반적인 하드웨어를 완성했다. 이후 ESP32에 Arduino 코드를 업로드 시키고 Python 서버를 컴퓨터로 작동시키면서 작동 여부를 확인했다.

와 모델을 계속 업데이트하면서 정확도를 개선할 수 있고, ESP32 단말은 단순히 녹음과 전송 역할만 담당하므로 확장성도 높다. 이런 특성 덕분에 저비용 저전력 장치에서도 음성 기반 사용자 인식 서비스를 손쉽게 시도할 수 있다는 점이 큰 장점이다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

창작활동부문



팀명
Team 3S

작품명
골목길 사각지대 보행자 안전 시스템

작품내용요약

좁은 골목길 교차로에서 보행자가 달려오는 자동차를 미처 보지 못해 사고가 발생하는 경우가 많다. 특히 스마트폰 사용, 노이즈 캔슬링 착용, 전기차의 저소음 등으로 인해 다가오는 차량을 인지하지 못하면 사고 위험성은 더욱 커진다. 본 작품은 이러한 문제를 해결하기 위해 고안되었으며, 골목길 교차로에서 차량을 감지하고 그 속도를 기준으로 보행자에게 시각적/청각적 경고를 제공하여 보행자와 운전자의 안전을 지키는 것을 목표로 제작되었다.

본 작품은 동일한 장치를 여러 대 설치하여 구성한 시스템이다. 장치는 약 30cm*10cm*10cm 크기의 박스 형태로, 내부에는 ESP32 보드를 기반으로 한 회로가 구현되어 있다. 전면에는 초음파 센서 두 개를 배치해 차량의 속도를 측정하고, 후면에는 초록 및 빨강 LED와 버저를 배치하여 경고 효과를 낸다. 각 장치는 속도 측정과 경고 기능을 모두 수행할 수 있어, 한쪽 장치가 차량을 감지해 속도를 산출하면 반대편 장치는 이를 수신해 적절히 반응한다. 또한 별도의 보드를 컴퓨터에 연결하여 측정된 속도를 기록할 수 있도록 구현하였다.

본 작품은 소형화 설계를 통해 설치 부담을 줄였고, 단순한 회로 구성으로 제작 비용 또한 낮출 수 있었다. 이로써 실제 골목 환경에서 설치와 활용이 용이하다. 또한 기본 구조가 간단하므로 골목 상황에 따라 LED, 센서, 장치 배치 등을 변경하기 쉽고, 기록된 교통 데이터를 활용해 소프트웨어 최적화도 가능하다는 점에서 높은 확장성과 유연성을 지닌다.

따라서 본 작품은, 교통 정책의 사각지대가 되기 쉬운 좁은 골목길에서, 특히 보행자에게 즉각적이고 효율적인 안전 효과를 제공할 수 있다는 점에서 의의가 크다.



과제의
수행방법

- 1. 작품 개발 전 목적 달성을 위한 실현 방법 논의
- 2. 최종 부품 선정을 위한 간단한 시험 설계와 통신 테스트
- 3. 구체적인 시스템 설계와 계획
- 4. 실제 작품에서 활용할 소프트웨어 설계 (ESP 32 보드와 Arduino 코드 활용)
- 5. 실제 작품에서 활용할 하드웨어 설계 및 3D프린터 출력
- 6. 작품 완성 및 테스트
- 7. 추가 보완, 거리 환경에서 활용 테스트, 피드백 과정 반복
- 8. 서울대학교 근처 대학동 골목가에서 실제 활용 및 데이터 수집
- 9. 데이터 분석 및 처리, 이후 활용 가능성 모색

기대효과 및
활용 방안

본 작품은 골목길 사각지대 너머에서 접근하는 차량 등의 고속의 물체를 효과적으로 반대편 보행자
에게 알릴 수 있도록 설계되었다. 반사경을 보는 데 익숙치 않은 보행자들에게는 음성으로 전달되
는 경고가 더욱 효과적일 것으로 기대되며, 소리를 듣기 어려운 상황을 대비해 LED를 함께 사용함
으로써 경고가 실패할 확률은 현저히 낮을 것으로 판단된다. 또한 장치가 가볍고 소형이어서 벽에
부착하거나 케이블 타이로 전봇대에 묶는 등 간편한 방법으로 쉽게 설치할 수 있다는 것 역시 장점
이다. 제작 비용이 2만원 이하로 저렴하고 설치 또한 간단하기 때문에, 다른 대책에 비해 경제적인
이점도 크다고 할 수 있다.

활용 방안 역시 다양하다. 우선 장치는 확장성이 높다. 현재는 LED와 버저가 모두 케이스에 포함된
형태지만, 배선 조정을 통해 LED와 버저의 위치를 변경하여 경고 신호가 더 효과적으로 전달되게
바꿀 수 있다. 특히 LED의 경우 더 큰 LED를 사용하거나 또는 바닥 매립형 경고등을 설치함으로써
시각적 경고 효과를 극대화하는 것도 가능하다. (이 경우 추가적인 비용이 발생할 것이다.) 또한 앞
서 언급한 측정 정보 기록 기능을 활용하면 교통 상황을 파악하고 안전 대책을 수립하는 데 기여할
수 있다. 예를 들어 특정 골목을 지나는 차량의 통행량이 많거나 평균 주행 속도가 높다는 사실이 확
인되면 이를 보행자에게 알려 주의를 강화할 수 있으며, 해당 구역을 사고 위험 구간으로 지정해 추
가적인 안전 조치를 시행하는 등 정책적 활용도 가능하다.

이하는 본 팀이 고안한 측정 결과 분석법 및 예시이며, 필요에 따라 해당 분석법을 조정 및 아예 변
경하여 사용할 수 있다. (실제 측정한 차량의 수가 부족하여, 가상으로 제작한 속도 데이터를 사용
하였다.) 골목길의 위험도를 ‘교통량, 평균 속도, 과속 차량 비율(20km/h 이상)’의 세 가지 요소로
평가하였으며, 각 지표는 미리 설정한 범위(50~1000대, 10~30km/h, 0~30%)에 따라 0~1 사이
로 정규화하였다. 마지막으로 정규화 수치에 가중치(교통량 0.2, 평균 속도 0.3, 과속 비율 0.5)를
곱한 뒤 합산하여 100점 만점의 위험도 점수를 산출하였다. 측정 구역은 총 세 곳이었다.

	골목1	골목2	골목3
총 교통량	267대	209대	1069대
차량의 평균 속도	15.45km/h	14.71km/h	15.65km/h
과속 차량 비율 (기준 20km/h)	29.59%	27.75%	30.03%
위험도 점수	62.1	56.7	78.5

분석 결과, 골목3이 많은 통행량과 높은 과속 차량 비율로 인해 78.5점이라는 높은 위험도 점수를
받았다. 따라서 보행자 안전 확보를 위한 대책(추가 안전 장치 설치, 운전자 경고 표지판 설치)이 마
련되어야 하겠다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

창작활동부문



팀명
사운드 탭핑

작품명
자폐 스펙트럼 아동의 청지각 향상을 위한
다감각 통합형 훈련 완구 개발

작품내용요약

본 과제의 목적은 자폐 스펙트럼 아동의 청지각(소리의 구별·인지·반응 능력) 발달을 돕는 훈련 완
구를 개발하는 것이다. 청지각은 언어 습득과 의사소통 능력과 직결되며, 자폐 아동은 반복적이고
체계적인 훈련이 필요하다. 그러나 현재 널리 쓰이는 ABA(응용행동분석) 치료는 비용 부담으로 장
기간 유지가 어렵고, 기존 훈련 교구는 단순한 음향 자극에 머물러 효과와 흥미 유발이 제한적이다.
따라서 가정과 교육 현장에서 모두 활용 가능한 경제적·접근성 높은 대안 도구가 필요하다. 이를 위
해 본 연구는 다감각 통합, 난이도 조절, 데이터 기록이라는 세 가지 차별성을 제시했다.

LED 조명, 진동, 말랑한 실리콘 캐릭터를 결합해 아동의 시각·청각·촉각을 동시에 자극하고, 난이
도를 네 단계로 구분하여 아동 발달 속도에 맞춘 맞춤형 훈련을 가능케 했다. 또한 반응 시간과 시도
횟수를 자동 기록해 그래프와 표로 제공하고, 토큰 보상 체계와 연계하여 학습 동기를 강화했다. 기
술적으로는 ESP32를 기반으로 DFPlayer mini, RGB LED 모듈, 진동센서를 결합한 독립 모듈을 제
작하였으며, WiFi(WebSocket)와 ESP-NOW 통신을 병행해 교사·보호자가 웹 UI로 쉽게 제어할 수
있도록 했다.

결과물은 네 개의 동물 모듈과 웹 인터페이스로 구성되며, 아동이 소리를 듣고 해당 장치를 터치하
면 즉각적인 빛과 소리 피드백을 제공한다. 이는 ABA 원리에 부합하는 강화 효과를 갖는다. 기대효
과로는 아동이 흥미를 가지고 반복 학습할 수 있으며, 보호자는 정량적 데이터를 통해 발달 과정을
관리할 수 있다. 또한 가정용 보조 훈련 도구, 교육기관 연계 교구 등으로 확장 가능하며, 구독형 서
비스·콘텐츠 팩·기관용 라이선스 등 다양한 수익 모델을 통해 경제성과 사업성도 확보할 수 있다.



과제의
수행방법

자폐 아동들에게 실질적으로 필요한 부분이 무엇인지 조사하기 위해 이든 ABA 아동발달센터를 방문하여 내혜선 원장과의 인터뷰를 진행했다. 그 과정에서 여러 자폐 아동을 직접 보며 자폐 아동이 청지각 발달을 위해 반복 훈련해야 하는 부분과 훈련을 수행할 수 있는 방법을 확인했다. 자폐 아동과 치료사의 경험과 자료 조사를 바탕으로 자폐 아동에게 가장 도움이 될 수 있는 장치를 고안했다. 그 결과 본 과제에서는 자폐 아동들의 청지각 발달을 위해 게임 형식으로 청각 자극을 구별하고 그에 맞춰 반응하도록 유도하는 방식을 택했다. 장치의 범용성을 넓히기 위해 게임의 난이도를 네 단계로 구성했다. 범용성을 활용하면서 아이의 발달 속도에 맞추어 적절한 수준의 훈련을 진행하기 위해 아이가 각 난이도를 통과하는 시간을 기록하여 적절한 난이도를 제시하도록 개발했다.

작품을 개발하기 위해 4개의 독립적인 장치와 난이도 지정 및 시간 기록을 위한 웹 사이트를 제작했다. 4개의 각 장치는 직육면체 본체 위에 아동의 관심을 유도하는 귀여운 동물 캐릭터가 올라간 형태이고 이는 실리콘으로 캐스팅되었다. 장치의 작동은 통신의 편의를 위해 ESP32를 기반으로 스피커, DFPlayer mini, RGB LED 모듈, 진동 감지 센서, 배터리 등으로 제작했다. 4개의 장치는 WiFi를 이용한 WebSocket과 ESP-NOW 통신을 이용하여 제어했다. 사용자(부모, 교사)가 사용하기 편리하게끔 웹 UI를 개발하여 4개의 장치들을 조종할 수 있게 했다. 웹 개발의 경우 HTML, CSS, JavaScript를 이용하여 개발했다. 그리고 웹에서 WebSocket 통신을 이용하여 메인 허브 장치에 신호를 보내면, 해당 신호를 받아 나머지 3개의 장치와 ESP-NOW 방식을 이용한 통신으로 4개의 장치를 조종하는 방식을 채택했다.

기대효과 및
활용 방안

본 연구 작품은 가정과 교육 현장에서 모두 활용될 수 있는 실용성을 갖춘다. 우선 아동의 입장에서 접근과 사용이 쉽고, 반복을 통해 자연스럽게 학습 경험을 축적할 수 있다. 보호자의 입장에서는 사용 로그와 성취 데이터를 수집·확인함으로써 아이가 어느 부분에서 얼마나 변화했는지 정량적으로 파악할 수 있다. 음성은 여러 버전으로 제공·전환이 가능하므로 아동의 선호와 특성에 맞춘 상호작용을 설계할 수 있으며, 전문 지식이 부족하더라도 보호자가 가정에서 제때 과제를 제시하고 진도를 조절할 수 있다는 장점이 있다.

시장성 측면에서 본 결과물은 이미 기관에서 교육을 받는 아동에게는 가정 내 추가 훈련 도구로, 교육 기회가 제한된 아동에게는 기본 훈련을 스스로 진행할 수 있는 대안으로 기능한다. 장소와 시간의 제약 없이 활용할 수 있어 사용자 저변을 넓히고, 기관·가정 간 연계 교육을 촉진한다. 또한, 높은 범용성과 수준 조절 기능에서 경제성을 확보할 수 있다. 난이도를 단계적으로 올려 장기간 사용할 수 있어 교체·추가 비용을 줄이고, 학습 콘텐츠를 확장해도 동일한 플랫폼에서 운영할 수 있다. 이는 초기 도입비 대비 지속 사용 가치가 큰 구조를 만든다.

주 수요층으로는 자폐 스펙트럼을 포함한 발달 특성을 지닌 아동의 보호자가 예상되며, 아동발달센터·치료실·유치원 등 교육기관으로의 확장도 가능하다. 구독형 서비스나 콘텐츠 팩 판매, 기관용 라이선스 등 다양한 수익 모델을 적용할 수 있어 시장 진입과 확장이 가능하다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
김진성

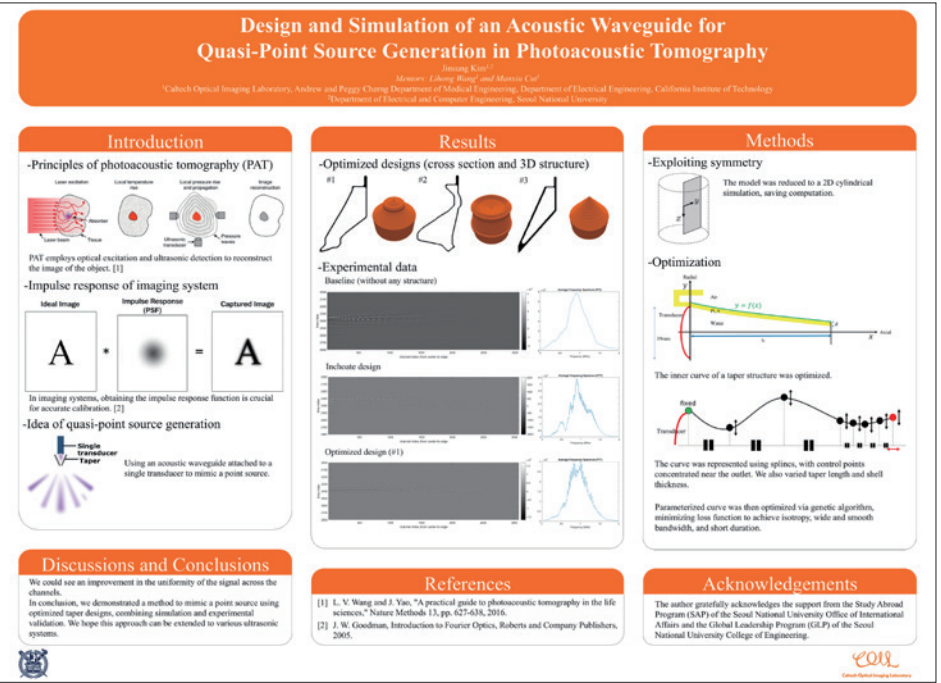
작품명
광음향 영상법에서의 준 점파원 생성을 위한 음향
도파관 설계 및 시뮬레이션

작품내용요약

이 연구의 목적은 Photoacoustic Tomography (PAT) 시스템의 정확한 calibration을 위해 이상적인 point source를 모사하는 것이다. 실제 point tissue를 컨트롤하여 시스템의 응답을 얻기는 어렵기 때문에, 우리는 ultrasonic transducer에 특수한 horn형태의 acoustic waveguide를 부착하여 quasi-ideal point source를 구현하고자 했다. 이를 통해 다양한 각도에서 균일하고 넓은 frequency bandwidth의 signal을 방출하여 시스템의 impulse response를 정밀하게 측정하고 imaging의 quality와 reliability를 높일 수 있다.

접근 방법으로는 MATLAB k-Wave simulator를 이용해 horn geometry를 parameterize 하고 Genetic Algorithm (GA)으로 최적화를 수행하였다. 계산 효율을 위해 axisymmetric approximation (2D cylindrical symmetry)을 적용했으며, taper curve, length, thickness를 주요 design variable로 설정했다. loss function은 isotropy, center frequency, bandwidth, signal duration 등을 종합적으로 반영하도록 구성했다.

그 결과, 최적 설계된 waveguide는 baseline 대비 sensor array 전반에서 signal의 timing과 magnitude가 일정하게 나타나 isotropy가 향상되었고, frequency spectrum이 넓어져 bandwidth 특성도 개선되었다. 본 성과는 간단한 mechanical attachment만으로 calibration precision을 크게 높일 수 있으며, simulation-based design이므로 다양한 환경에 맞춤 적용이 가능하다. 기대 효과로는 PAT imaging의 quantitative accuracy 향상과 biomedical imaging 전반의 reliability 제고가 있다.



과제의 수행방법

For our preliminary design, we introduced an air-gap-based horn-shaped taper (Fig. 2). The taper body was fabricated using PLA, and an air gap was maintained between the inner and outer shells. Due to the large acoustic impedance mismatch between air and PLA, most of the acoustic energy undergoes total internal reflection, confining the wave within the waveguide [5]. This configuration effectively reshapes the transducer's emission into a narrower outlet and promotes broader diffraction.

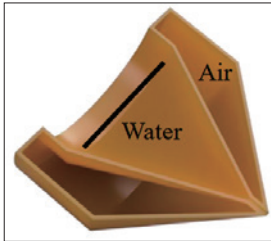


Fig. 2 : Cross-sectional schematic of the horn-shaped taper. The transducer source is positioned as indicated by the black line.

Optimization

The inner curve of the taper was optimized to enhance isotropy while preserving bandwidth. To guide this process, an ansatz for the taper geometry was defined (Fig. 3).

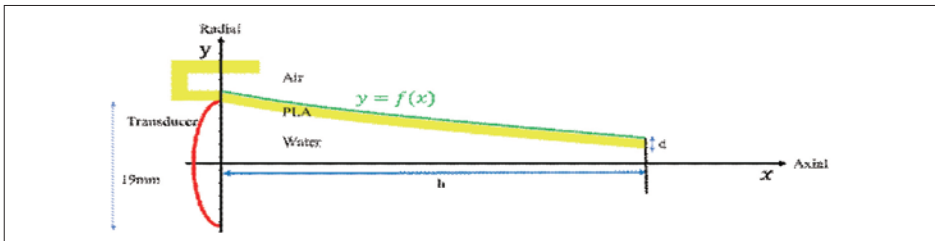


Fig. 3 : Ansatz design. The taper has a height h , and the transition from the input to the output aperture is described by a curve $y=f(x)$. For simplicity, $f(x)$ is assumed to be continuous, though not necessarily differentiable. The height h and thickness d were treated as a design parameter. To minimize energy loss, the input aperture was fixed to match the transducer diameter (19 mm).

The curve $f(x)$ was parameterized using a spline-based representation. Control points were concentrated in the final quarter of the structure, as the outlet geometry significantly influences acoustic performance. The first control point was fixed, while the remaining points were free parameters subject to optimization. The total length and thickness of taper was also parameterized. The optimization aimed to minimize custom loss function via genetic

In conclusion, we demonstrated a method to mimic a point source using optimized taper designs, combining simulation and experimental validation. We hope this approach can be extended to various ultrasonic systems.

기대효과 및 활용 방안

제14회 창의설계축전 수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
박지현

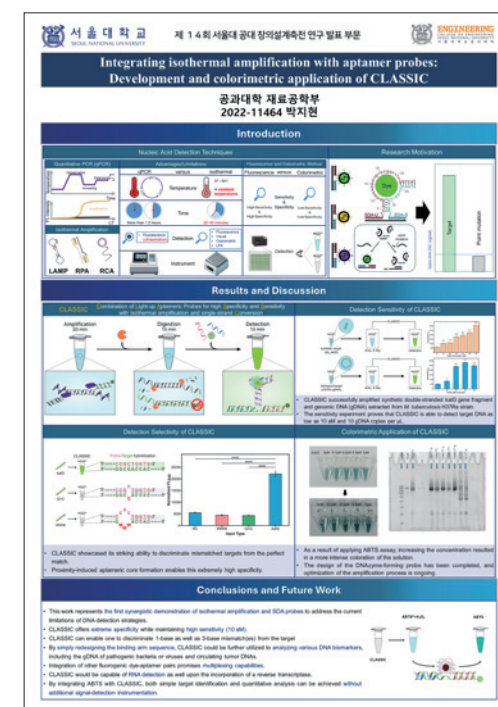
작품명
등온증폭반응법과 압타머 프로브의 융합 :
CLASSIC의 개발과 비색학적 응용

작품내용요약

핵산탐지기술(Nucleic acid detection)은 DNA 등의 유전 물질을 분석하기 위한 기술이다. 대표적인 기술로는 실시간 중합효소 연쇄반응(quantitative polymerase chain reaction, qPCR)이 있다. qPCR은 특정 DNA 서열을 증폭, 검출 및 정량화 할 수 있지만, 고가의 장치와 전문적인 기술이 필요하다는 단점이 존재한다. 등온증폭반응법은 qPCR의 단점을 극복하기 위한 방법으로 여겨진다. 등온증폭반응법은 핵산 특이적 효소 등을 사용하며, 진단에 필요한 시간이 짧고 비교적 낮은 온도에서도 진행할 수 있어 에너지의 사용이 적다는 장점이 있다. 그러나 qPCR에 비해 낮은 서열 특이성을 보여 오류율이 높다는 것이 문제점으로 꼽힌다.

본 연구에서 개발한 CLASSIC(Combination of Light-up Aptameric probes for high Specificity and Sensitivity with Isothermal amplification and single-strand Conversion)은 높은 민감도와 특이성을 보이는 새로운 진단플랫폼이다. CLASSIC은 등온증폭반응법과 형광프로브를 활용해 별도의 라벨이 없는 핵산도 검출할 수 있다.

더 나아가, CLASSIC을 G-quadruplex DNAzyme을 활용한 colorimetric method에 응용하는 기술을 연구 중이다. Colorimetric method는 시료의 색 변화로 target sequence의 존재를 직관적으로 확인할 수 있으나, 민감도와 서열 특이성이 떨어진다는 단점이 있다. CLASSIC의 적용으로 colorimetric method의 낮은 민감도와 서열 특이성을 보완하면서도, 별도의 기기 없이 target을 검출하는 기술을 개발하고자 한다. 현재 probe 설계를 완료하였으며, target sequence의 유무 및 정량분석 또한 가능할 것으로 기대된다.



과제의
수행방법

Materials

Auramine O dye (AO dye)는 MP Biomedicals에서 구매했다. 1M Tris-HCl (pH 7.5)는 SeouLin Bioscience에서 구매했다. DEPC-treated는 Thermo Fisher Scientific에서 구매했다. RPA에 사용하는 TwistAmp® Basic kit는 TwistDx limited에서 구매했다. T7 exonuclease는 New England Biolabs에서 구매했다. PCR tubes는 Corning, 형광 신호 확인을 위한 384-well microplates는 SPL Life Sciences에서 구매했다. 합성 dsDNA targets은 IDT, 그 외의 oligonucleotide 가닥들은 Bioneer에서 구매했다. Mycobacterium tuberculosis H37Ra 균주의 gDNA는 ATCC에서 구매했다. 이외의 시약은 전부 SigmaAldrich에서 구매했다.

CLASSIC Protocol

Amplification 과정은 구매한 RPA kit의 protocol에 따라 진행하였다. Primer, RPA rehydration buffer, target sample, Magnesium acetate, DEPC-water를 vortex-mixing 한 후, 각 sample을 42°C에서 20분, 95°C에서 5분간 반응시켰다. 이때, 각 sample의 증폭은 Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) 및 urea-PAGE로 확인하였다.

Digestion 과정에서는 T7 exonuclease를 각 sample에 첨가한 후, 22°C에서 5분간 반응시켰다. 이후 SDA probe와 AO를 첨가한 sample을 15분간 상온에서 반응시킨 다음, microplate reader를 사용해 544~460 nm의 파장 범위에서 각 sample의 형광 신호를 확인하였다.

ABTS assay

먼저 ABTS 용액과 hemin buffer solution에 target sample과 probe를 혼합한 reaction sample을 95°C 2분, 65°C 5분, 37°C 7분 순서로 열처리하였다. 여기에 hemin을 첨가하여 37°C에서 5분 동안 incubation 해주었다. Hemin을 첨가한 tube에 미리 만들어 둔 ABTS 용액을 넣어준 후, H₂O₂ 용액을 넣어 색 변화를 관찰하였다.

CLASSIC은 높은 민감도와 특이성을 가지면서도 기존의 qPCR보다 시간이 적게 걸리고 조작이 간단하다는 장점이 있다. 이는 질병 진단에 소모되는 에너지를 크게 줄여 실제 병원에서 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 katG sequence를 target sequence로 설정하였지만, probe의 sequence를 필요에 따라 다르게 제작할 수 있다. 병원균, 바이러스의 genomic DNA(gDNA), 암세포의 circulating tumor DNA(ctDNA) 등의 DNA biomarker를 target으로 한다면 다양한 질병의 진단에 사용할 수 있을 것으로 기대된다. 역전사효소를 활용한다면 DNA뿐 아니라 RNA 검출까지도 가능해질 것이다.

또한, 진단 과정을 더욱 간단하게 만들기 위해 microplate reader 대신 ABTS assay를 사용하는 진단 기술을 연구 중이다. 추후 연구를 통해 형광을 탐지하기 위한 별도의 기기 없이 용액의 색 변화를 맨눈으로 판별하여 target sequence의 유무 및 정량분석이 가능한 진단 기술을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

기대효과 및
활용 방안

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
박준성

작품명
BiCQL-ML: 최대우도 기반 역강화학습을 위한
보수적 Q-러닝 프레임워크

작품내용요약

본 연구는 Offline 환경에서 전문가 시연 데이터만을 활용하여 보상 함수를 안정적으로 학습할 수 있는 새로운 Inverse Reinforcement Learning 알고리즘을 제안한다. 기존 기법들은 온라인 상호 작용에 대한 의존성과 분포 외 행동에 대한 Q-value 과대평가 문제로 인해 학습 안정성이 저하되는 한계를 보였다. 이를 극복하기 위하여 본 연구에서는 Bi-level Conservative Q-learning with Maximum Likelihood (BiCQL-ML) 구조를 도입하였다. 본 방법은 상위 단계에서 전문가 행동의 우도를 최대화하도록 보상 함수를 학습하고, 하위 단계에서는 Conservative Q-learning을 통해 Q-function을 보수적으로 학습하는 교대 최적화 방식을 따른다. 이를 통해 정책을 직접 학습하지 않고도 전문가 행동을 설명 가능한 보상 함수와 안정적인 Q-function을 동시에 획득할 수 있다.

실험은 MuJoCo 시뮬레이터의 D4RL offline dataset을 활용하여 진행되었다. 그 결과, 제안한 알고리즘은 Behavior Cloning, DAC, ValueDICE 등 기존 기법 대비 일관되게 높은 평균 리턴을 기록하며 성능의 안정성을 입증하였다. 특히 제한된 데이터 환경에서도 우수한 일반화 성능을 확인하였으며, 기존 Offline IRL 기법을 능가하는 결과를 도출하였다.

이와 같은 성과는 실제 산업적 응용에서도 높은 활용 가능성을 갖는다. 특히 로봇 제어, 자율주행, 헬스케어 등과 같이 새로운 데이터 수집이 비용적·안전적 부담을 수반하는 분야에서 기존에 축적된 offline 데이터를 활용하여 신뢰성 있는 보상 학습을 수행할 수 있다. 따라서 본 연구는 데이터 자산을 기반으로 한 AI 응용의 실용성, 경제성 및 사업화 가능성을 동시에 제시하며, 향후 다양한 offline learning 문제로 확장될 수 있을 것으로 기대된다.

Algorithm 1 BiCQL-ML

Require: Offline dataset $\mathcal{D} = (s, a, s')$, subset of expert demonstrations $\mathcal{DE} \subseteq \mathcal{D}$, discount factor γ , conservatism coefficient α , learning rates η_Q, η_R , update frequencies K_Q, K_R

1: Initialize reward network parameters θ via Xavier initialization

2: Initialize Q-function Q_ϕ ; set target Q-network parameters $\phi^- \leftarrow \phi$

3: **while** not converged **do**

4: **for** $k = 1, \dots, K_Q$ **do**

5: Sample mini-batch $\{(s_i, a_i, s'_i)\}_{i=1}^B \sim \mathcal{D}$

6: Compute soft Bellman targets: $y_i \leftarrow R_\theta(s_i, a_i) + \gamma \log \sum_{a'} \exp(Q_{\phi^-}(s'_i, a'))$

7: Compute Bellman error: $\mathcal{L}_{\text{BE}} \leftarrow \frac{1}{B} \sum_i (Q_\phi(s_i, a_i) - y_i)^2$

8: Compute CQL regularizer:

$$\mathcal{L}_{\text{CQL}} \leftarrow \frac{1}{B} \sum_i \left[\log \sum_a \exp(Q_\phi(s_i, a)) - Q_\phi(s_i, a_i) \right]$$

9: Update Q-function:

$$\phi \leftarrow \phi - \eta_Q \nabla_\phi (\mathcal{L}_{\text{BE}} + \alpha \mathcal{L}_{\text{CQL}})$$

10: **end for**

11: Periodically update target network: $\phi^- \leftarrow \phi$

$$\mathcal{L}_r(\theta) \leftarrow \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B \left(r_\theta(s_i, a_i) - \left(Q_\phi(s_i, a_i) - \gamma \log \sum_{a'} \exp(Q_\phi(s'_i, a')) \right) \right)^2$$

12: **for** $k = 1, \dots, K_R$ **do**

13: Sample mini-batch $\{(s_i, a_i, s'_i)\}_{i=1}^B \sim \mathcal{DE}$

14: Compute soft advantage regression loss:

$$\mathcal{L}_r(\theta) \leftarrow \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B \left(r_\theta(s_i, a_i) - \left(Q_\phi(s_i, a_i) - \gamma \log \sum_{a'} \exp(Q_\phi(s'_i, a')) \right) \right)^2$$

15: Update reward parameters:

$$\theta \leftarrow \theta - \eta_r \nabla_\theta \mathcal{L}_r(\theta)$$

16: **end for**

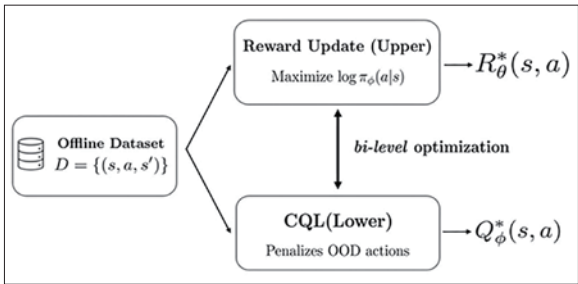
17: **end while**

18: **return** R_θ and Q_ϕ

과제의
수행방법

본 연구는 Offline Inverse Reinforcement Learning 환경에서 전문가 시연 데이터를 기반으로 보상 함수를 학습하기 위하여, MuJoCo 시뮬레이터와 D4RL offline dataset을 활용하였다. 실험 환경으로는 HalfCheetah-v2, Hopper-v2, Walker2d-v2, Ant-v2 등 대표적인 연속 제어 과제를 포함하였으며, 각 환경에서 사전 수집된 상태-행동-전이 데이터셋 을 입력으로 사용하였다. 학습은 NVIDIA RTX 4090 GPU가 장착된 서버 환경에서 수행되었으며, PyTorch 기반으로 알고리즘을 구현하였다.

연구 절차는 크게 보상 함수 학습(상위 단계)과 보수적 Q-function 학습(하위 단계)을 교대로 반복하는 방식으로 이루어진다. 먼저, Offline dataset을 기반으로 Conservative Q-Learning(CQL)을 적용하여 분포 바깥 행동(Out-of-Distribution, OOD)에 대한 과대평가를 억제하면서 Q-function을 학습한다. 이어서 학습된 Q-function을 고정한 상태에서 전문가 시연의 행동 우도를 최대화하도록 보상 함수를 갱신한다. 이와 같은 교대 최적화 절차를 통해 정책을 직접 학습하지 않고도, 전문가 시연을 가장 잘 설명할 수 있는 보상과 이에 정합적인 Q-function을 동시에 얻을 수 있다.



제안한 BiCQL-ML 알고리즘의 전체 구조도

기대효과 및
활용 방안

본 연구에서 제안한 Offline Inverse Reinforcement Learning 알고리즘은 온라인 환경 상호작용 없이, 즉 기존에 수집된 데이터만으로도 안정적이고 신뢰할 수 있는 보상 함수를 학습할 수 있다는 점에서 높은 활용 가능성을 가진다. 이는 실제 산업 현장에서 새로운 데이터 수집이 어렵거나, 비용과 위험이 큰 경우에 특히 강력한 장점을 제공한다.

첫째, 산업적 안정성 확보 측면에서, 로봇 제어·자율주행·의료 보조 시스템과 같이 실제 환경에서 안전성이 중요한 분야에서 기존 데이터를 기반으로 학습할 수 있어 사고 위험을 줄일 수 있다. 예를 들어, 자율주행에서는 수집된 주행 로그 데이터를 통해 보상 함수를 학습함으로써, 실제 도로에서의 위험한 trial-and-error 과정을 피할 수 있다.

둘째, 경제성 및 효율성 측면에서, 온라인 실험이나 추가 데이터 수집이 필요하지 않기 때문에 비용을 절감할 수 있으며, 기존에 축적된 대규모 데이터셋을 활용하여 새로운 정책 설계 및 최적화를 빠르게 수행할 수 있다. 이는 데이터가 풍부하지만 실험 환경 제약이 큰 산업(제조업, 물류, 헬스케어 등)에서 즉시 적용 가능하다.

셋째, 확장성과 일반화 가능성 측면에서, 본 연구는 특정 환경에 국한되지 않고 다양한 로봇 제어 과제에서 우수한 성능을 입증하였다. 따라서 다른 Offline Learning 기반 응용에도 직접 적용할 수 있으며, 향후에는 Human Demonstration Dataset, 시뮬레이션 데이터, IoT 센서 데이터 등 다양한 형태의 offline 데이터에도 확장 가능하다.

마지막으로, 본 연구는 학문적 기여뿐 아니라 사업화 가능성도 높다. 예를 들어, 기존 기업이 보유한 로봇 동작 로그나 생산 공정 데이터를 활용하여 별도의 온라인 실험 없이도 새로운 제어 정책을 설계할 수 있고, 이는 곧 데이터 자산을 활용한 새로운 AI 기반 서비스 모델로 발전할 수 있다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
성하경

작품명
곡면 지형 및 표토층 조건에서의
완전파역산 기반 땅굴 탐지 성능 분석

작품내용요약

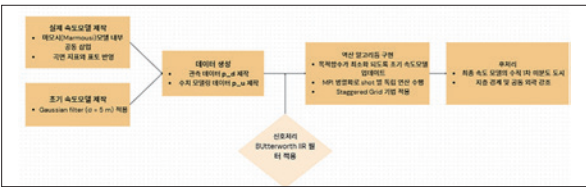
본 연구는 곡면형 지표와 저속 표토층 조건에서 완전파형역산(FWI: Full Waveform Inversion)을 활용하여 소형 지하 땅굴 탐지 가능성과 성능을 평가하였다. 표토층 하부 경계의 임피던스 대비로 인해 발생하는 다중반사파는 지진파 기록의 고주파 성분을 과도하게 증폭시켜 영상화 품질을 저하시킨다. 또한 곡면 지형에서는 파동 산란과 전파 경로가 왜곡되어 탐사 신호 해석을 복잡하게 만든다.

이를 완화하기 위해 본 연구에서는 주파수 점진적 역산(frequency continuation strategy)을 적용하였다. 관측 및 모델링 자료를 저주파에서 고주파로 단계적으로 확장함으로써 역산의 수렴 안정성과 최종 영상 해상도를 동시에 확보하였다. 수치 해의 정확성을 위해 staggered grid 유한차분 기법을 적용하였으며, 배경 매질은 비균질 마모시(Marmousi) 속도 모델을 사용하였다. 또한 인공적으로 공동(cavity)을 삽입하여 합성 데이터를 생성하고 이를 대상으로 역산을 수행하였다.

분석 결과, 완전파형역산 구배(FWI gradient)에서 땅굴과 관련된 속도 이상 신호가 안정적으로 부각되었고, 속도장의 수직 1차 미분(first vertical derivative)을 통해 지층 경계와 공동 외곽이 더욱 뚜렷하게 강조되었다. 특히, 전체 1 km × 150 m 도메인에서 가로 4 m × 세로 8 m 규모의 소형 땅굴을 성공적으로 탐지함으로써 기법의 실효성을 확인하였다.

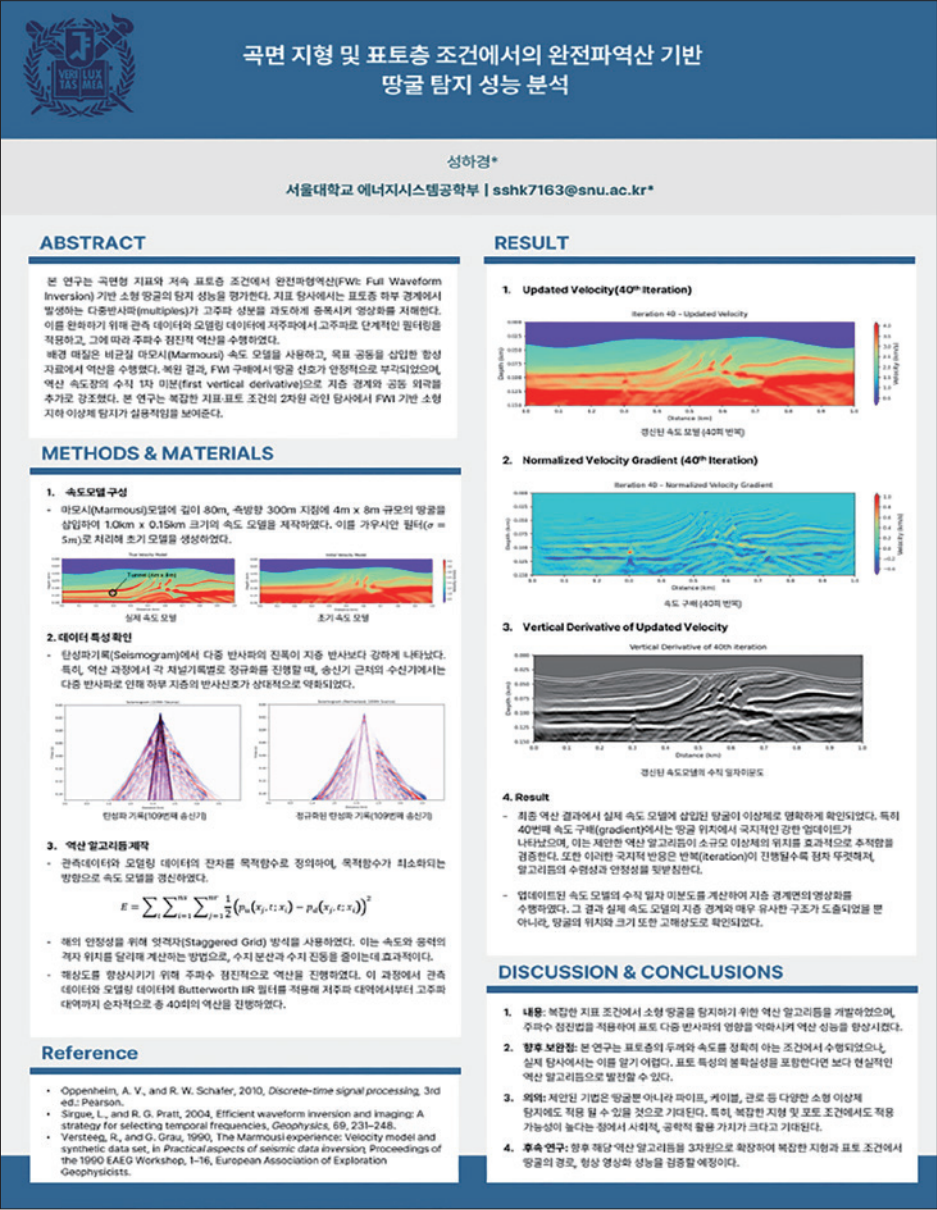
이러한 결과는 군사적 땅굴 탐지뿐만 아니라 도심지 지반 안정성 평가, 싱크홀 및 지하 공동 탐사, 노후화된 배수로와 지하 구조물 모니터링 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다. 나아가 지반 안전 확보가 점점 중요해지는 상황에서, FWI 기반 소형 이상체 영상화 기법은 실질적이고 확장 가능한 지하 탐사 도구로서 큰 잠재력을 가진다.

과제의
수행방법



본 연구에서는 곡면 지표와 저속 표토층을 반영한 실제 속도 모델을 먼저 제작한 뒤, 이를 기반으로 가우시안 필터를 적용하여 초기 속도 모델을 구성하였다. 이후 합성 자료 생성을 위해 관측 데이터 와 수치 모델링 데이터 를 각각 구축하고, 두 자료의 지진파 기록(seismogram)에 Butterworth IIR 대역통과 필터를 적용하여 불필요한 잡음과 다중 반사파 성분을 억제하였다. 역산 과정은 총 40회의 반복(iteration)으로 수행되었으며, 저주파 대역에서 시작해 고주파 대역으로 점진적으로 확장하는 방식으로 구조를 안정적으로 복원한 뒤 세부 고해상도를 확보하였다.

이때 목적 함수는 $J = \sum_i \sum_{j=1}^{m_s} \sum_{l=1}^{m_f} \frac{1}{2} (p_u(x_j, t; x_i) - p_d(x_j, t; x_i))^2$ 정의하였으며, 이를 최소화하는 방향으로 초기 속도 모델을 업데이트하였다. 계산 효율성을 높이기 위해 MPI (Message Passing Interface) 병렬화를 도입하여 샷(shot)별로 독립적인 역산을 수행하였고, 최종적으로 얻어진 속도 모델에 대해 수직 1차 미분도를 계산하여 지층 경계와 땅굴 외곽을 강조하였다.



기대효과 및
활용 방안

본 연구에서 개발한 기법은 군사적 땅굴 탐지뿐 아니라 도심지 지반 안정성 평가, 싱크홀 및 공동 조사, 노후 배수로와 관로 모니터링 등 다양한 분야에서 실용적 활용이 가능하다. 특히 기존에는 땅굴 탐사에 VSP(Vertical Seismic Profiling) 기법이 주로 사용되었는데, 이는 탐사 범위가 좁고 많은 인력과 시간이 요구되어 효율성이 낮았다. 반면 본 연구의 기법은 광역 지역을 대상으로 한 신속하고 효율적인 탐사가 가능하여 경제성과 시간적 장점이 크다. 따라서 국방·건설·공공 안전 관리 분야에서의 적용 및 사업화 가능성이 높으며, 장기적으로는 지하 안전 관리 솔루션 시장에서 경쟁력 있는 기술로 발전할 수 있을 것으로 기대된다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명

이현수

작품명

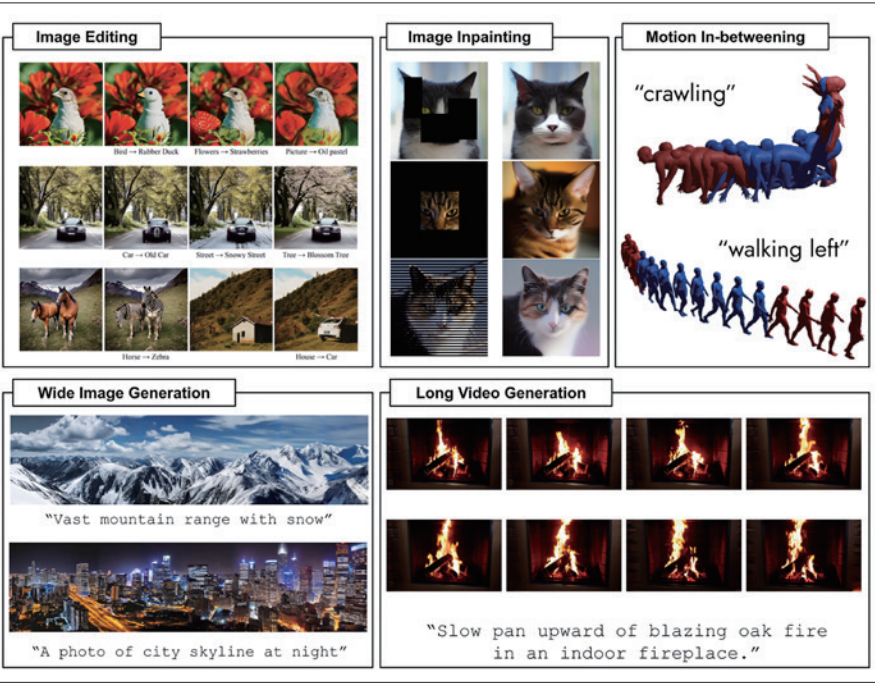
Diffusion Model 을 활용한
Context-aware Content Generation

작품내용요약

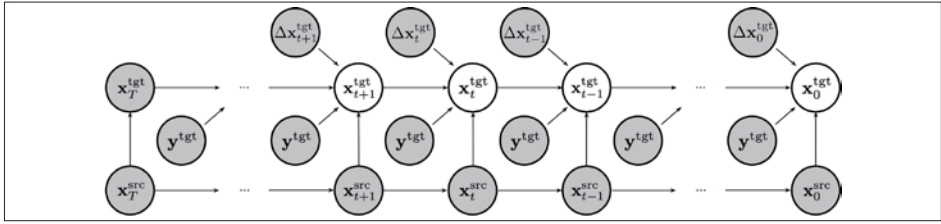
본 연구는 ‘Diffusion model 을 활용한 Context-aware content generation’ 을 위한 새로운 개념인 ‘Conditional Score Guidance’ 와 ‘Accelerated Likelihood Maximization’ 을 최초로 제안한다. 기존 diffusion model 은 image, video, human motion 등 다양한 single modality 생성에서 높은 성능을 보여주었으나, 단순한 modality generation 수준에 머물러 있어 domain-limited 된다는 한계가 존재한다. 반면 그래픽스 분야에서는 image editing, image inpainting, long video generation, 3D motion in-betweening 과 같은 task 가 여전히 해결되지 않은 채 남아 있으며, 이들은 모두 맥락적 이해가 필수적인 context-aware content generation 범주에 속한다.

이에 본 연구는 두 가지 핵심적 기여를 통해 기존 연구와 명확히 차별화된다. 첫째, 다양한 context-aware content generation task 에서 controllable modality generation 을 가능하게 하기 위해, conditional score function 을 수학적으로 유도하고 이를 새로운 guidance 방식으로 활용하였다. 둘째, 주어진 context 와 align 되는 content 를 효과적으로 생성하기 위해 accelerated likelihood maximization 기법을 수학적으로 유도하였다. 더 나아가, 이미지 편집 분야에 특화하여, diffusion sampling 의 각 cross-attention layer 가 생성한 출력력을 adaptive 하게 control 하는 새로운 mixup 기법을 제안하였다.

실험 결과, 본 연구에서 제안한 방법이 다양한 응용 분야에 효과적으로 적용될 수 있음을 보였다.



과제의
수행방법



Graphical model for Diffusion-based context-aware content generation.

본 연구에서는 diffusion 모델을 활용한 context-aware content generation을 위해 새로운 접근법을 제시한다. 우선, Diffusion model의 reverse process는 아래 수식과 같다.

$$\text{이 때, } \mathbf{x}_{t-1}^{\text{tgt}} = \frac{\sqrt{\alpha_{t-1}}}{\sqrt{\alpha_t}} \mathbf{x}_t^{\text{tgt}} - \sqrt{1 - \alpha_t} \gamma_t \epsilon_\theta(\mathbf{x}_t^{\text{tgt}}, t, \mathbf{y}^{\text{tgt}}) \approx \frac{\sqrt{\alpha_{t-1}}}{\sqrt{\alpha_t}} \mathbf{x}_t^{\text{tgt}} + (1 - \alpha_t) \gamma_t \nabla_{\mathbf{x}_t^{\text{tgt}}} \log p(\mathbf{x}_t^{\text{tgt}} | \mathbf{y}^{\text{tgt}})$$
$$\nabla_{\mathbf{x}_t^{\text{tgt}}} \log p(\mathbf{x}_t^{\text{tgt}} | \mathbf{y}^{\text{tgt}}) \approx -\frac{1}{\sqrt{1 - \alpha_t}} \epsilon_\theta(\mathbf{x}_t^{\text{tgt}}, t, \mathbf{y}^{\text{tgt}}) \text{ and } \gamma_t = \sqrt{\frac{\alpha_{t-1}}{\alpha_t}} - \sqrt{\frac{1 - \alpha_{t-1}}{1 - \alpha_t}}$$

가 성립한다. 본 연구는 (1) Conditional Score Guidance (3.1. 절) 와 (2) Accelerated Likelihood Maximization (3.3. 절)을 새롭게 제안함으로써 reverse process를 변화시켜 context-aware content generation 범주에 해당하는 image editing, image inpainting, long video generation, human motion in-betweening 과 같은 task를 성공적으로 해결한다. Reverse process에 해당하는 graphical model은 그림1. 제시되어 있으며, 3. 절에서 구체적인 방법론을 설명한다.

기대효과 및
활용 방안

본 연구에서 제안하는 context-aware content generation 기술은 이미지, 비디오, 3차원 scene 등 다양한 그래픽스 데이터에 적용 가능해 높은 활용성과 확장성을 지닌다. 특히 사용자의 의도에 따라 필요한 영역만 정밀하게 생성·보완하면서도 전체적인 구조적 일관성을 유지할 수 있어, 기존 제작 방식 대비 효율성과 품질을 동시에 확보할 수 있다. 이러한 기술적 우수성은 제조·헬스케어·문화콘텐츠·엔터테인먼트 등 다양한 산업 현장에서 직접적인 시장성을 확보할 수 있다. 구체적으로, 제조 공정에서는 데이터 합성을 통한 anomaly detection 모델 학습에 사용되는 데이터를 만들어 공정 효율성 향상에 기여할 수 있고, 콘텐츠 산업에서는 영상·게임·VR/AR 제작의 비용 절감과 창작 효율성 제고를 가능하게 한다.

경제적 측면에서 본 연구는 데이터 수집 및 학습 비용을 크게 줄이는 training-free 접근 방식을 통해 기업의 전력 및 생산 인프라 부담을 완화하고, 고품질 데이터 생성과 편집을 통해 부가가치를 창출할 수 있다.

또한, 후속적으로 관련 소프트웨어·플랫폼으로의 구현이 용이하여 사업화 가능성이 크게 높으며, 맞춤형 콘텐츠 제작, 산업용 AI 솔루션, 클라우드 기반 생성 서비스 등 다양한 비즈니스 모델로까지 확장이 가능하다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
윤승우

작품명
Extend3D : patch 단위 확장 latent 개선을 통한
비학습 3D scene 생성

작품내용요약

기존의 3D 생성 모델들은 단일 object 생성에는 강점을 가졌으나, 복잡한 3D scene을 표현하는 데에는 한계가 있었다. 이는 대부분의 모델이 object-centric dataset으로 학습되었기 때문에 scene의 구조를 충분히 학습하지 못했기 때문이다. Scene dataset을 구축하는 것에는 큰 비용과 시간이 요구되기에 scene-level 3D 생성에는 제약이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 추가적인 학습 없이, 기존의 pretrained object-centric model을 활용해, 단일 이미지로부터 3D scene을 생성하는 Extend3D를 제안한다.

Extend3D는 pretrained model에서 정의된 latent의 크기보다 넓은 크기의 latent를 통해 넓으면서 디테일한 3D를 표현한다. 이를 위해 latent와 이미지를 patch로 쪼개 각각에 flow matching을 적용한다. 하지만 object-centric 모델은 scene의 각 조각을 잘 만들지 못하기에, depth estimation을 통해 얻은 point cloud로 scene의 structure를 초기화한다. Structure latent를 noising, denoising 하는 것을 여러 번 반복해 structure를 개선하고 patch 단위로 디테일을 생성해 결과를 얻을 수 있다.

Extend3D는 기존의 3D 생성 모델들과 비교했을 때 가장 입력 이미지에 충실하면서도 기하학적으로 디테일한 결과를 생성할 수 있었다. 본 연구는 별도의 학습과 데이터셋 없이 object-centric model을 통해 3D scene을 생성할 수 있다는 점에서 의미를 지니며, 향후 더 발전된 3D 생성 모델과 결합했을 때 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

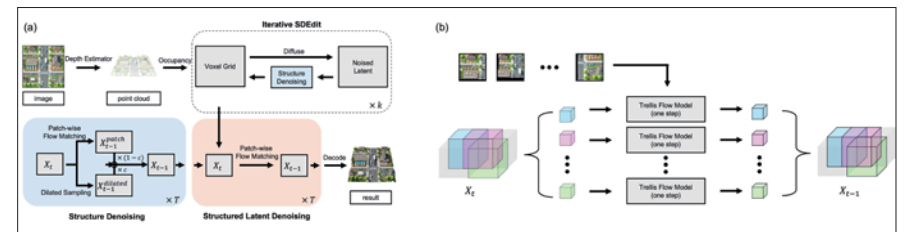


Figure 1. Method

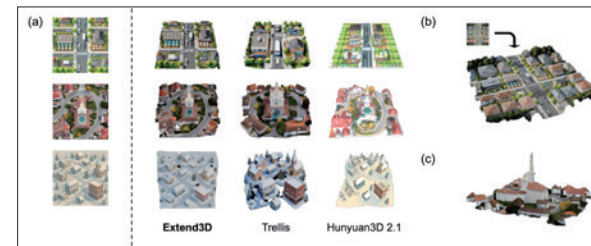


Figure 2. Result

과제의
수행방법

Extend3D는 이미지를 overlapping patch의 diffusion으로 생성하는 이미지 생성 연구인 MultiDiffusion[1]과 그 후속 연구[2, 4, 5]로부터 아이디어를 얻었다. Latent를 조각별로 생성한다는 기본 아이디어를 바탕으로, 2단계(structure generation, structured latent generation)의 flow model을 통해 정해진 크기의 latent를 생성하는 Trellis에 후술할 방법을 적용해 학습 없이 구현할 수 있다. Trellis에서 정의된 크기와 비교할 때 가로가 N배 세로가 M배인 latent noise를 만들고 이미지와 latent를 overlapping patch로 자른 뒤 각각에 Trellis를 적용한다.

하지만 MultiDiffusion은 text to image에서 설계된 방법이기예 위 방법에는 patch 사이의 지면의 높이가 달라지거나 같은 물체가 반복되는 문제가 있다. 또한 Trellis의 sub-scene(scene의 한 조각) 생성 능력도 좋지 않아 scene 내부의 물체의 방향이나 위치가 달라지는 등 여러 문제가 존재한다. 그렇기에 3DTown[11]에서 아이디어를 얻어 monocular depth estimator의 결과를 이용해 structure를 initialize하는 방안을 고안했다. Depth estimator를 통해 point cloud를 만들고, 이로부터 occupancy voxel을 얻는다. 이 occupancy voxel은 depth estimator로부터 얻어졌기에 이미지에 보이지 않는 부분은 비어 있다. 이러한 빈틈을 patch-wise flow matching을 이용한 SDEdit[7]을 통해 해결한다.

한편 SDEdit의 start time(3.4. 참조)에 따라 noise에 의해 structure에 다시 문제가 생기기도 하고 빈틈이 완전히 메꾸어지지 않기도 한다. 일반적으로 structure에 문제가 생기지 않는 선에서 최대한 noise를 넣었을 때, 대부분의 입력에서 여전히 빈틈이 일부 존재함을 실험적으로 확인할 수 있었다. 따라서 SDEdit을 한번만 적용하는 것이 아니라 여러번 반복하는 것으로 이 문제를 해결했다.

이러한 과정으로부터 도출된 Extend3D의 전체 pipeline은 Figure 1.(a)에서 확인할 수 있다.

기대효과 및
활용 방안

Extend3D를 이용하면 object centric 데이터셋만으로 학습된 일반적인 flow 모델을 이용해 고품질의 3D scene을 추가적인 학습 없이 생성할 수 있기 때문에, 현시점에서 3D scene을 어느정도 생성할 수 있을 뿐 아니라, 추후 3D object 생성 모델이 발전한다면 그것을 이용해 더 높은 퀄리티의 3D scene을 만들 수 있을 것이다. 따라서 3D scene 데이터셋을 확보할 필요 없이 3D object 생성 모델만 개선되어도 더 좋은 3D scene을 만들 수 있다는 점에서 데이터셋 제작에 필요한 비용이 절감되는 경제적 효과가 있다. 본 연구에서는 image to 3D scene이라는 task에 한정해 연구를 진행했지만, Extend3D를 변형하거나 추가적인 기술을 이용해 다양한 task를 수행할 수 있다. 예를 들어 LLM과 순차적인 image outpainting을 통해 LLM으로 scene을 설계하고, 그것에 맞춰 topview image를 생성한 뒤, Extend3D를 통해 3D scene을 생성하는 방식으로 대화형 3D scene 생성도 가능할 것이다. 이렇듯 다양한 방식으로 3D scene을 만들어 여러 분야에 응용할 수 있을 것으로 전망한다.

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
신진우

작품명
금융 시계열 데이터에 대한
주파수 단위의 이해와 AI 모델링

작품내용요약

최근 AI의 발전 과정에서 Time Series 데이터를 다루는 연구가 점차 확대되고 있다. 특히 금융 시계열(Financial Time Series)에 대한 관심이 높아지면서, 다양한 모델들이 개발되고 응용되는 흐름이 이어지고 있다. 이러한 배경 속에서, 본 연구는 개인이 직접 수집한 금융 시계열 데이터와 시계열 데이터의 주파수 도메인 특성을 고려한 모델링 기법을 적용했을 때 개인이 얻을 수 있는 성과를 확인하고자 수행되었다. 이를 통해 금융 시계열 데이터에 대한 이해를 심화시키고, 더 나아가 기업과 개인이 향후 어떤 방향으로 발전시켜 나갈 수 있을지 탐구하고자 했다.

연구 방법으로는, 우선 모델에 적용할 금융 데이터를 직접 수집하였다. 이후 모델 학습에 적용하였으며, 기존의 다양한 모델들과의 성능을 MSE와 MAE 지표를 통해 비교하였다. 또한 단순한 예측 정확도를 넘어, 실제 투자 성과를 반영하기 위해 새로운 Metric을 설계하여 예측 결과 기반의 수익률을 평가하였다.

연구 결과, 제안한 모델은 기존 모델들에 비해 MSE와 MAE에서 더 낮은 값을 보여 금융 시계열 데이터 예측에 있어 우수성을 입증하였다. 더 나아가 예측 결과를 바탕으로Long/Short 포지션을 구분하여 예측일 내 매도하는 전략을 적용했을 때, 테스트 데이터셋 기준으로 1년간 약 18~19%의 수익률을 기록할 수 있음을 확인하였다. 이는 기존 대부분의 모델들이 음수의 수익률을 보인 것과 대비되는 성과로, 수집한 dataset에 대해 높은 실용적 가치를 지닌 결과라 할 수 있다. 또한, 직접 수집한 dataset뿐만 아니라 금융 벤치마크 데이터셋인 Exchange Rate에서도 MSE와 MAE 측면에서 우수한 결과를 보이며 모델의 일반화 가능성을 확인하였다.

제14회 창의설계축전 수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명

추상민

작품명

완전 바이오 기반 계층형 복합 발포체의
고성능과 폐루프 재활용성

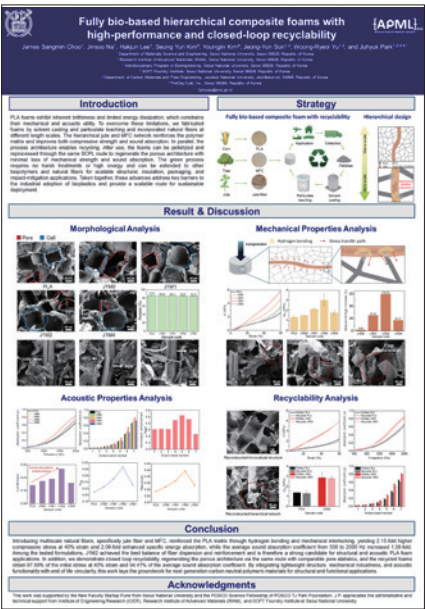
작품내용요약

본 과제는 PLA 매트릭스에 jute fiber(JF)와 microfibrillated cellulose(MFC)를 첨가하여 계층형 섬유 네트워크를 구축하고, SCPL 공정으로 경량 복합 품을 제조하여 압축 성능과 흡수 성능을 동시 향상하는 것을 목표로 한다. PLA 용액에 체분급된 NaCl를 사용해 기공 크기와 연결성을 안정화했으며, 섬유 혼합비 조절로 하중 전달 경로와 점성 손실 경로를 확장했다. 최적 조성 J1M2에서 40% 변형 응력은 115 %, 40% 변형까지의 단위 질량당 에너지 흡수율은 106% 향상되었으며, 시편은 자중의 2,778배 하중을 지지했다.

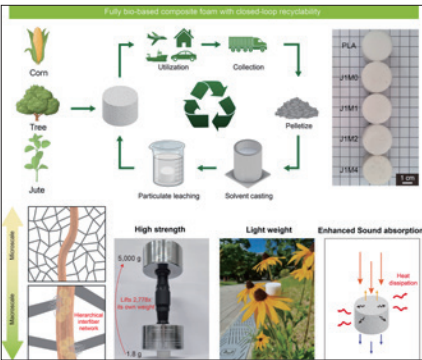
다음으로, 흡음성은 시험은 ASTM E1050과 IEC 61260-1을 준용하여 배치 간 변동을 억제하고 인증 적합성을 확보했다. 500에서 2000 Hz 평균 흡음계수는 38% 가량 향상되었다.

마지막으로 재가공 후에도 40% 변형 응력 97.6%와 흡음 성능 94.4%를 유지해 페루프 재사용 가능성을 입증했다. 특히 상온 압축 공정을 적용해 고온 공정에서의 분자량 저하와 결합 생성을 방지하고, 동일 공정으로 재활용과 재생형이 가능해 품질 편차 없이 반복 사용이 가능하다.

공정과 물성 설계가 연동돼 구조적 강인성과 음향 기능을 동시에 달성하며, 저온 기반의 SCPL은 기존 설비와의 호환성이 높아 생산 규모 확장에 유리하다. 본 연구를 통해 경량 충격 흡수 부품 등으로의 적용 확대와 단계적 대체를 통한 시장 진입 가속, 환경 부하 및 단위 성능 당 비용 절감을 기대한다.



포스터



포스터

Results

Metric/model 50 days	Ours	Transformer	iTransformer	PatchTST	FEDformer
MSE	0.0710	0.1765	0.2180	0.0610	0.3376
MAE	0.2087	0.3743	0.4112	0.1941	0.4551
Our P&L	2.46%	-0.48%	-2.45%	-1.16%	1.29%

Metric/model 20 days	Ours	Transformer	iTransformer	PatchTST	FEDformer
MSE	0.0599	0.205	0.1247	0.0459	0.2551
MAE	0.2	0.4122	0.2956	0.1724	0.4711
Our PSL	1%	-2.3%	-1.2%	-0.57%	-0.5%

Metric/model benchmark	Ours	Transformer	itransformer	PatchTST	FEDformer
MSE	0.0012	0.0045	0.0022	0.0013	0.0517
MAE	0.0261	0.0528	0.0372	0.0265	0.1915

Figure 2. (a)는 직접 수집한 dataset의 50일 결과값, (b)는 20일 결과값, (c)는 exchange rate에 대한 결과값이다. Profit의 경우에는 Ours model이 가장 뛰어나며 다른 metric에서도 우수한 성능을 보이고 있음을 확인할 수 있다.

Discussion & Conclusion

Figure 2의 (a)와 (b)를 보면, 50일 기준 평균 수익률이 2.46%, 250일 기준 평균 수익률이 평균 1년 것임을 알 수 있다. 이를 1년 단위로 365일, 그중 거래일을 제외하고 300일 정도라고 판단하고 계산한다면 50일 투자 기준 1년 수익률은 $1.0246^{365} = 1.1569$ 로 1년 기준 15.69%의 수익으로 기대되며, 250일 기준 수익률은 $1.01^{115} = 1.1609$ 로 1년 기준 16.09%의 수익률이 기대된다. 이를 통해 간단한 평가 metric을 기반으로도 수익률이 나는 것으로 보아 model이 Financial stock data에 대해 단기간 것을 확인할 수 있다.

Figure 2.의 (c)를 보면 Financial benchmark dataset중 하나인 Exchange_rate에 대해서도 MSE, MAE가 다른 model들에 비해 잘 나온 것을 확인할 수 있다. 이를 통해서 Financial dataset의 주파수 특성에 따라 분해하고 다른 block에서 학습하는 것은 타당한 접근이었다.

수익률이 급감하는 부분이 존재하고 평가 metric에 악영향을 끼치는 구간이 있는 것을 확인할 수 있었는데 이는 event driven하게 발생하는 다양한 문제들에 대해서 시계를 데이터만 가지고는 접근하기 힘들기 때문이었다. 때문에, text data를 input으로 받아들이 수 있는 Language model을 탑재한 multimodal Forecasting 시로의 연구가 필요하며 동시에 인과관계가 존재하는 Financial dataset의 특성상 Causality based(explainable) model 형식의 modeling으로 연구해야할 과제로 보인다.

References

- [10] Hochreiter et al., Long Short-Term Memory, *Neural Computation*, 1997
- [11] Vaswani et al., Attention is all you need, *Nearups*, 2017
- [12] Liu et al., Transformer: Inverted Transformers Are Effective for Time Series Forecasting, *ICLR*, 2024
- [13] Zhou et al., FEDformer: Frequency Enhanced Decomposed Transformer for Long-term Series Forecasting, *NeurIPS*, 2022
- [14] Zhang et al., Crossformer: Transformer Utilizing Cross-dimension dependency for Multivariate Time Series Forecasting, *ICLR*, 2023
- [15] Niu et al., A Time Series is Worth 6 Words: Long-term Forecasting with Transformers, *ICML*, 2023
- [16] Hsiao et al., TimesNet: Temporal 2D-Variation Modeling for General Time Series Analysis, *ICLR*, 2023
- [17] Arsenault et al., A Survey of Explainable Artificial Intelligence in Financial Time Series Forecasting, *ACM surveys*, 2025

DSAIL
Data Science & AI Laboratory

Toward Frequency-Domain Understanding and AI-Driven Modeling of Financial Time Series

Abstract

시계열 분석은 텍스트, 이미지, 오디오, 금융 데이터 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, LSTM과 Transformer 계열 모델(Transformer, FEDformer, Crossformer, PatchTST, TimesNet)로 발전해왔다. 본 연구는 금융 시계열 예측에 초점을 맞추어 자기 리스크 관리에 AI 기반 접근을 적용하였다. 데이터셋은 pykrx 라이브러리를 통해 2021 ~ 2025 년 동안 삼성전자(SK하이닉스) 시가총액, 미국, 한국 국내금리, 환율, VIX 등의 인공-수동 데이터를 수집하였으며, 예측 대상은 일회 FFT 기반 Sparse masking을 적용하고 분해한 2개의 Transformer를 backbon으로 사용하였다. 실험 결과 본 모델은 평균 약 18% 거래 수익률을 보였고 금융 벤치마크 데이터셋에서도 기존 모델 대비 우수한 성능을 확인하였다. 급격한 변동성 대에는 한계가 있어 향후 텍스트 기반 멀티모달 예측으로 확장성 필요함을 제안한다.

Introduction

TimeSeries data에 대한 분석은 health care, Weather, Temperature, Traffic 등 다양한 분야에서 응용되고 발전 중이다. 전통적인 RNN을 비롯하여, 장기 의존성 모델과 기술이 소실 문제를 해결한 LSTM(Hochreiter et al., 1997), 기존의 Neural network 구조가 아닌 attention 구조를 이용한 Transformer(Vaswani et al., 2017), Transformer 기반의 iTransformer(Liu et al., 2023), Fedformer(Zhou et al., 2022), Crossformer(Zhang & Yan, 2023), PatchTST(Nie et al., 2022), TimesNet(Wu et al., 2023) 등 다양한 모델과 기술들 통해서 Timeseries는 발전해왔다.

Finance 분야에서도 시를 사용한 TimeSeries 분석에 대한 관심은 점점 깊어지고 있다. 이를 이용해서 stock price forecasting and risk management 등 산업 현장에서 다양한 방향으로 적용되는 중이다. 이러한 배경 아래에서 개인이 수집한 데이터와 modeling한 model을 바탕으로 수익성을 낼 수 있는지에 대한 여부에 대한 다양한 시도 또한 이어져 가고 있다.

직접 수집한 Data와 Frequency domain에 대한 Sparse masking 방식을 적용한 model을 이용하여 유의미한 수준에서의 수익을 창출하고, Financial Benchmark dataset에서도 Frequency domain에 대한 modeling이 유의미하게 작동하는지 확인하고자 했다.

Methods and Materials

- ### 1. Data 수집
- Stock price forecasting을 하기 위해서 `pyrlx library`를 이용하여 2상세일의 시총, SK hynix의 시총, 미국 코넵과 나스닥 상종 2상(30년, 10년), 국내 급리 주종 상종(3년, 1년)과 공포치수(VIX), 삼성전자가 대한 외국인 순매수, 매도량, 환율등과 각 거래일의 00:00분부터 매초 수집했다. 기간은 2021-01-01부터 2025-06-30이며 한국의 가격 같을 경우는 한국의 시간으로 바꾸어 수집했다.
- ### 2. Modeling 한 model
-
- Figure 1. Frequency stock model
 높은 input 입력값들에 대해서 FFT를 적용한 input, 0-0.05, 0.05-0.1, ..., 0.4-0.5 범위에 Amplitude를 기준으로 sparse masking을 하는 top k를 hyper parametric으로 한다. input backend는 코넵과 나스닥의 transformer를 사용하였으며, Long term (50일)과 Short term (5일)은 $HFQ + 0.4 * LFQ + 0.6 * Low$ 에 더 적용하도록 했다. Low Frequency가 중요한 Time series의 특성 LFQ transformer의 $d_model = 2 * HFQ$ transformer의 d_model 로 구현했다.
- ### 3. Optimizer, Loss, Metric
- Optimizer는, `sam AdamW`를 사용했고, Loss로는 `Maple`를 사용했다. 평가 Metric의 경우로는, 예측한 20일, 50일 거래일의 평균 이하의 가격보다 높다면 long, 낮다면 short position을 No leverage로 잡았고, 예상한 수익률의 80%에 도달하면 판매, 예상한 수익률과 판매도 손해가 5%이상 안된 판매하는 것만만 Metric으로 계산했다.

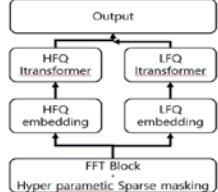


Figure 1. frequency stock model
 We were input 입력값들을 대해서 FFT를
 적용한 이후, 0-0.05, 0.05-0.1, ..., 0.4-0.5
 범위에서 amplitude를 기준으로 sparse
 masking하는 top_k를 hyper parameter하게
 하도록 하였다. 이후 backbone 구조로는
 iTransformer를 사용하였으며, Long term
 (51일) 경우 Output = $H_{FQ} * 0.4 + LFQ * 0.6$
 로 Low에 더 집중하도록 했다. Low
 frequency가 중요한 Time series의 특성 상
 LFQ transformer의 d_model = $2 * H_{FQ}$
 transformer의 d_model로 구현했다.

References

- [10] Hochreiter et al., Long Short-Term Memory, *Neural Computation*, 1997
- [11] Vaswani et al., Attention is all you need, *Nearups*, 2017
- [12] Liu et al., Transformer: Inverted Transformers Are Effective for Time Series Forecasting, *ICLR*, 2024
- [13] Zhou et al., FEDformer: Frequency Enhanced Decomposed Transformer for Long-term Series Forecasting, *NeurIPS*, 2022
- [14] Zhang et al., Crossformer: Transformer Utilizing Cross-dimension dependency for Multivariate Time Series Forecasting, *ICLR*, 2023
- [15] Nie et al., A Time Series is Worth 6 Words: Long-term Forecasting with Transformers, *ICML*, 2023
- [16] Hsiao et al., TimesNet: Temporal 2D-Variation Modeling for General Time Series Analysis, *ICLR*, 2023
- [17] Arsenault et al., A Survey of Explainable Artificial Intelligence in Financial Time Series Forecasting, *ACM surveys*, 2025

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
김민지

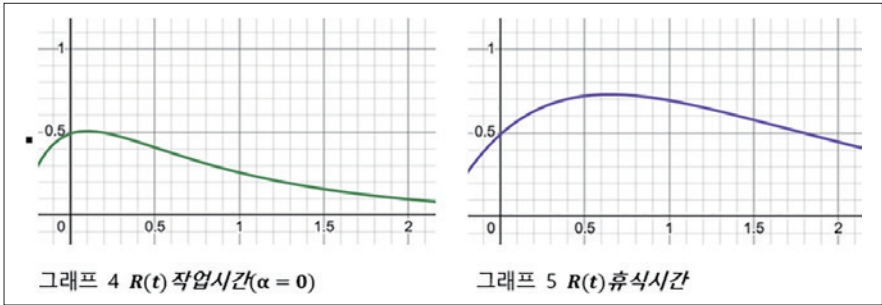
작품명
작업자 행동 기반 실시간 작업 -
휴식 스케줄링 설계

작품내용요약

본 연구는 산업 환경에서 인간의 수행 능력이 시간에 따라 변하는 역동적 특성에 주목합니다. 기존의 공정 스케줄링 연구들은 피로-회복 또는 학습-망각 중 일부 요소만을 고려하거나, 실시간 적용이 불가능한 한계가 있었습니다. 이러한 한계는 생산성 저하와 비효율적인 자원 배분으로 이어집니다. 이에 본 연구는 4가지 요소를 모두 포함하는 통합 모델을 제시함으로써, 혁신적인 작업자의 공정 스케줄을 제공하는 것을 목적으로 합니다.

먼저, 본 연구는 피로-회복과 학습-망각의 네 가지 요소를 통합한 새로운 실시간 작업률 수학 모델을 제안합니다. Li et al.(2020)의 피로-회복 모델에 Wright의 학습 곡선과 Ebbinghaus의 망각 곡선을 결합하여, 작업과 휴식의 연속적인 흐름 속에서 작업률이 어떻게 변화하는지 수리적으로 정의합니다. 특히 작업의 특성에 따라 각 요소의 중요도를 조절할 수 있는 가중치 기반으로 설계하여 유연성을 높입니다. 다음으로, 실시간 작업률에 따른 최적의 작업/휴식 전환 시점을 도출합니다. 이를 통해 작업자가 동적으로 가장 효율적인 스케줄을 설계해나가도록 합니다. 이후 Grid Search, 시뮬레이션을 통해 스케줄링 결과를 도출하고 효율성 및 현장 적용 가능성을 분석합니다.

본 솔루션은 작업자의 피로, 회복, 학습, 망각을 통합 고려하여 생산성을 극대화합니다. 기존의 비효율적 스케줄링을 개선하고, 불필요한 휴식 시간을 줄여 인적 자원 배분 효율을 높입니다. 작업자 상태를 실시간 반영해 최적의 작업-휴식 시점을 제공함으로써 번아웃을 예방하고 안정적 생산성을 유지하며 총체적 인건비 절감합니다. 본 모델은 단순 반복 작업부터 인지 노동까지 폭넓게 적용 가능하며 SaaS, API 형태로 맞춤형 솔루션을 제공해 스마트 팩토리나 스마트オフィ스의 핵심이 될 것입니다. 나아가 원격 근무자의 디지털 헬스 솔루션으로도 활용 가능하며 스포츠 선수 훈련, 군인의 특수 직무 계획 수립 등에 적용하여 인적 자원 관리의 새로운 패러다임을 제시합니다.



포스터

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
박호건

작품명
지도에 의존하지 않는 저고도 지형상대항법
알고리즘 개발 및 검증

작품내용요약

우주탐사선의 착륙선은 Entry, Descent, Landing 과정을 거쳐 목표 지점에 도달하며, 이때 GPS가 제공되지 않는 환경에서는 지형 영상을 사전 지도와 비교하여 상대 위치를 추정하는 지형 상대항법이 활용된다. 그러나 사전 지도가 있다고 해도, 저고도에서는 촬영한 영상의 해상도가 지도보다 높아지기 때문에 지도를 참조하는 것이 무의미해진다. 본 연구는 이러한 한계를 해결하기 위해, 저고도 환경에서 작동 가능한 항법 알고리즘인 LUCY(Landmark-based Unmapped Coordinate Yielding)를 개발하는 것을 목표로 한다.

LUCY 알고리즘은 고고도에서 저고도로 전환되는 시점을 기준으로 동작을 시작한다. 이때 고고도에서는 항법 중심(착륙 지점)에 대한 비행체의 상대 위치를 정확히 파악할 수 있으므로, 해당 시점의 위치를 저고도 항법의 기준값으로 설정한다. 이후 저고도 구간에서는 초기 프레임의 정보를 바탕으로 후속 프레임에서의 상대 위치를 지속적으로 추정한다.

이를 구현하기 위해 초기 프레임만으로도 물체를 지속적으로 추적할 수 있는 CMT(Consensus-based Matching and Tracking) 알고리즘을 선택하였다. 본 연구에서는 이를 변형하여, 복수의 인위적인 마커에 대한 개별 추적 결과를 클러스터링하고, 이를 통해 전체 마커 군집의 평균적인 변위를 기반으로 항법 중심의 위치를 추정하였다.

알고리즘의 성능은 세 가지 방식으로 검증된다. 로켓의 사출형 페이로드와 드론을 이용한 실험을 통해 비행 환경에서 영상 기반 항법과 센서 데이터를 비교하고, 별도로 우주 탐사 착륙선의 영상을 활용하여 검증한다.

LUCY 알고리즘은 단기적으로 저고도에서 지도 없이 작동하는 항법 기술을 구현하는 데 목적이 있으나, 장기적으로는 고고도에서 자연 지형을 인식해 착륙 후보지를 선정하고, 저고도에서는 해당 지형을 추적해 상대 위치를 갱신함으로써, 전체 착륙 과정을 지도 없이 수행하는 자율 항법 체계로 확장하는 것을 목표로 한다. 이는 소행성, 미지의 행성, 전장 및 재난 환경 등 극한 상황에서 유용한 기반 기술로 사용될 수 있다.



LUCY 알고리즘 실행 모습



테스트베드

제14회 창의설계축전
수상 대표작 소개

연구발표부문



팀명
윤정현

작품명
화성 큐브위성 진입을 위한 극초음속 타원형 낙하산의 유체-구조 연성 해석(FSI) 기반 성능 평가

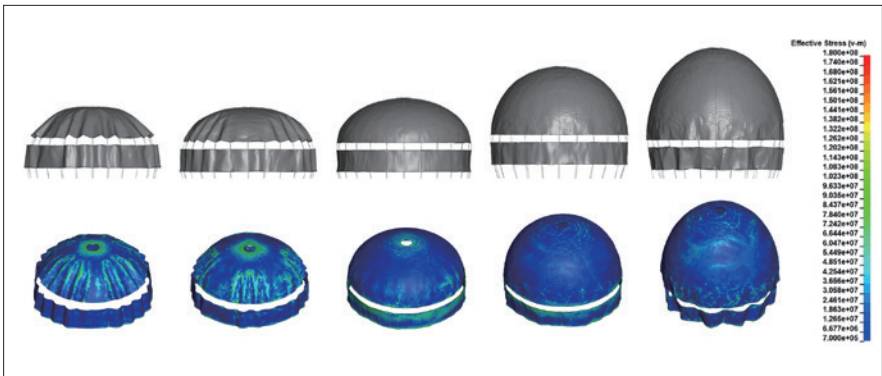
작품내용요약

본 연구는 큐브위성 기반 화성 착륙선의 대기 진입 시 감속 및 안정화를 위한 초음속 낙하산의 형상별 성능을 평가하기 위해, 유체-구조 연성(Fluid-Structure Interaction, FSI) 해석을 수행하였다. 분석 대상은 평면형, 타원형, 반구형 캐노피로 정의하였으며, 5개의 형상에 대해 화성 대기의 특수한 환경 조건과 12U급 페이로드 하중을 고려한 수치 해석을 진행하였다. 해석에는 Arbitrary Lagrangian-Eulerian (ALE) 기법을 적용하여 낙하산 구조와 주변 유동장 간의 상호작용을 정밀하게 모사하였다. 이를 통해 전개 과정에서 발생하는 유동 불안정, 캐노피 표면의 응력 집중, 그리고 낙하산 전체의 변형 특성을 파악하였다.

분석 과정에서는 캐노피에 작용하는 압력 분포와 응력장을 단계별로 추적하였으며, 시간에 따른 항력 계수(Cd) 변화를 계산하여 감속 성능의 안정성을 비교하였다. 또한 유체의 압력, 속도장을 관찰하고, 이를 바탕으로 각 캐노피 형상에서 나타나는 유동 특징을 분석하였다.

해석 결과, 하강 및 감속 과정에서 다섯 가지 낙하산 형상은 평가 항목별로 일정한 경향성을 나타냈다. 항력 계수는 3a=0b 형상에서 가장 크게 증가하였으나, 캐노피 평면 응력 집중은 3a=4b 방향에서 높이가 증가할수록 완화되는 양상을 보였다. 또한 캐노피 높이가 커질수록 질량이 약 5~10 kg 증가하여 미션의 자유도를 일부 제한하지만, 동시에 밴드에 의존하지 않고 고도 안정적인 감속 성능을 발휘하는 장점을 확인할 수 있었다. 분석 대상 형상의 초기 유동 패턴은 유사하나 캐노피 깊이에 따라 충격파 바리 시점과 후류 구조가 달라지는 경향을 보였다. 이러한 종합적인 평가를 통해, 12U 페이로드의 감속 임무에서 가장 유리한 형상을 정의하였다.

본 연구는 큐브위성 기반 소형 화성 착륙선의 낙하산 설계 과정에서 형상 선택을 위한 설계 지침을 제시한다는 점에서 의의가 있으며, 향후 실험적 검증 및 형상 최적화 연구의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.



화성 큐브위성 진입을 위한 극초음속 타원형 낙하산의 유체-구조 연성 해석(FSI) 기반 성능 평가 및 형상 최적화 연구

윤정현, 신효준
서울대학교 항공우주공학과

서론

1. 연구 배경

- 1) 화성 탐사의 경제성을 높이고, 민간 분야에서의 우주 탐사를 도모하기 위해 해외에서는 큐브 위성 규격의 소형 착륙선이 각광을 받고 있음
- 2) 큐브 위성 규격의 착륙선에 사용될 낙하산에 대한 연구는 현재까지 부진한 상태

2. 연구 목적 및 연구 문제

반구 형태에서 장축과 단축의 길이를 조절한 타원형(ellipsoid) 형상을 중심으로 최적 설계점을 탐색

기존 Hemisflo형보다 작은 천 면적으로 더 향상된 항력 성능과 동적 안정성을 확보

연구 방법

1. 큐브위성용 초음속 낙하산 시스템의 조건 설정

- 1) Disk-gap-band 기반 낙하산 형상 설계
시스템의 동적 안정성을 위해 DGB 낙하산을 기본적인 형태로 전제로 하고 Canopy 형태를 변화함.
- 2) 큐브 위성의 질량 조건 및 낙하산의 기하학적 형상
MarCO를 기반으로 하여 폭력은 20cm*20cm*30cm(12U), 질량은 20-24kg 범위로 가정함.
- 3) 낙하산 구성 재료 특성
기존 Viking의 낙하산 시스템의 재료 활용; 낙하산 요소별 다른 물질을 이용함.

낙하산 구성 요소	밀도 (kg/m³)	두께(단면적)	영률 (Pa)	포아송비
천 요소 (Nylon)	1400	0.5mm	4 x 10 ⁹	0.2
낙하산 줄 (Kevlar)	1440	40mm²	1 x 10 ¹¹	-
Bond 재료들	1440	1000mm²	1 x 10 ¹¹	-

2. FSI 분석 형상 및 경계 조건

LS-Dyna 시뮬레이션 알고리즘 중 ALE(Arbitrary Lagrange Eulerian)로 고속 FSI(Fluid-Structure Interaction) 해석 수행함.

1) 낙하산 분석 형상 및 경계 조건



Canopy의 Nominal diameter는 6m로 깊고, Canopy의 최대 높이 n을 매개 변수로 n=0, 1, 2, 3, 4m 로 변화시켜 분석함. (Canopy 형상 이외의 낙하산의 수치는 동일)

① 초기 유체 모델은 정적

② 초기 낙하산의 folding은 구현하지 않음. 완전 전개 이후 양상을 분석

③ 유체는 압력-밀도-에너지 사이의 관계만 모델링,

초기 압력은 600 Pa, 밀도는 0.015 kg/m³ 으로 고도에 따른 대기압, 밀도 변화는 고려 x

$$P = C_1 + C_2 \rho + C_3 \rho^2 + C_4 \rho^3 + P_0 (C_1 + C_2 \rho + C_3 \rho^2) \rightarrow P = \frac{P_0}{\rho_0} \left(\frac{\rho}{\rho_0} - 1 \right)$$

$$\rho = \frac{P}{P_0} - 1$$

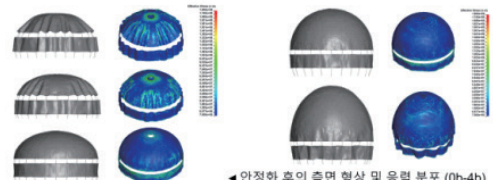
P: 압력, C₁~C₄: linear polynomial 계수, ρ: 밀도, P₀: 단위 부피당 에너지

(C₄ = C₅ = γ - 1 = 0.3, 이외 C₆ = 0 로 이상 기체 가정)
0.015kg/m³ 의 화성 대기 밀도와 1 x 10⁻⁶ 점성 계수 구현, 초기 단위 면적 당 에너지 E₀ = 2000 J/m² 로 정의

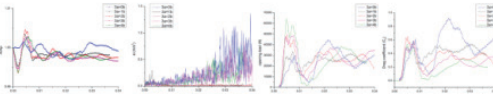
2) 수치 해석 모델 설정

	패널	요소 종류	요소 크기 또는 개	재료 키워드	비고
캐노피 및 낙하산 줄	사각형 shell 선형 Beam	Shell Beam	약 2.5 x 10 ⁹ node 0.05m 요소 (10)	FABRIC CABLE, DISCRET	압축력 무시 임의적 무시
페이로드	육면체 Solid	Solid	1.25 x 10 ⁴ m³ (12U) 요소 (10)	RIGID	강체 가정
유체 영역	육면체 Solid	Solid	약 90만 개 요소 (10)	LINEAR, POLYNOMIAL	이상 기체 가정

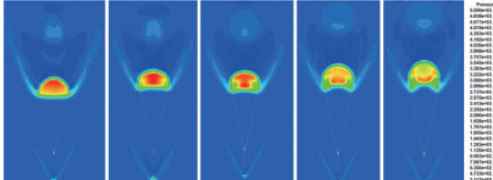
연구 결과



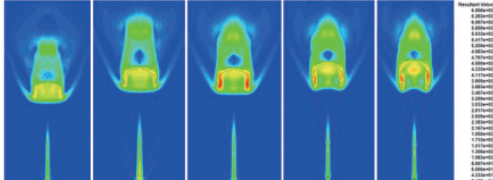
◀ 안정화 후의 측면 형상 및 응력 분포 (0b-4b)



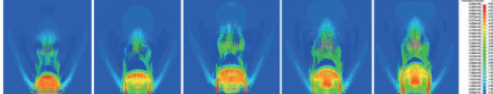
◀ 낙하산 형상에 따른 projected area, payload planal area, opening load, drag coefficient



◀ 낙하산 형상에 따른 초기 낙하 압력 분포



◀ 낙하산 형상에 따른 낙하 초기 유동속도 크기 분포



◀ 낙하산 형상에 따른 낙하 초기 fluid flow vector diagram

결론 및 논의

캐노피 형상	압력장 특성	속도장 특성	항력 계수	중계제 및 추종
3a=0b	캐노피 내부의 평행한 동압의 Gap 주위의 급격한 강압	캐노피 내부의 동속 vector 장 캐노피 근처의 유동 속도 감소	0.4 ~ 0.8 0.91 0.3 ~ 0.5	- 캐노피 주위의 평행한 동압 - 캐노피 근처의 급격한 강압 - 일부 Gap에 의한 유동 발생
3a=2b	Gap 주위의 급격한 강압	캐노피 근처의 유동 속도 감소	0.2 ~ 0.4	- 캐노피 중앙부를 향한 동압 - 일부 Gap에 의한 유동 발생
3a=3b	낮은 압력 분포	유속 증가	0.1 ~ 0.3	- 캐노피 가장자리의 후류
3a=4b	캐노피 내부의 낮은 압력 분포	가장자리와 급격한 유속 증가	0.1 ~ 0.3	- 중앙부로 퍼진 후류 (가속화) - 캐노피 가장자리의 후류

캐노피 형상	평균 Cd	유동 영역	밴드의 평행	패시보드 동향평행
3a=0b	20.1	보통	대수 수준	보통
3a=1b	24.4	보통	대수 수준	대수 수준
3a=2b	31.9	낮음	보통	대수 수준
3a=3b	40.5	낮음	보통	대수 수준
3a=4b	49.8	낮음	가파로 나타내지 않음	대수 수준

◀ 낙하산 형상에 따른 성능평가 지표

연구발표부문



팀명
윤준희

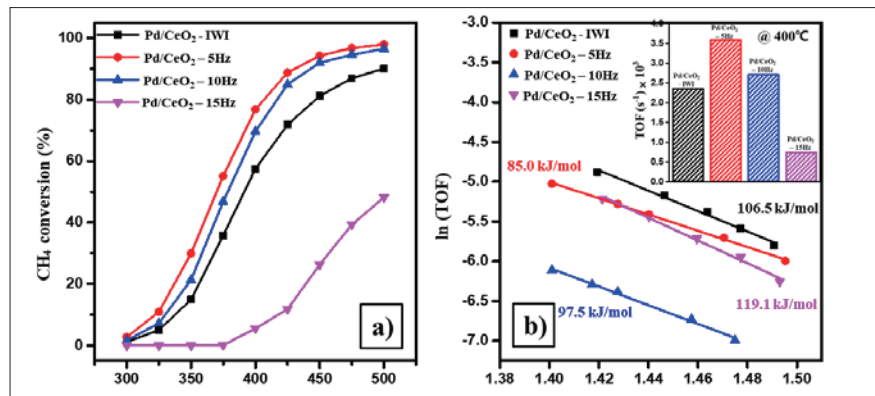
작품명
Ball-milling 방법을 활용한 Pd/CeO₂ 촉매의
메탄 산화반응 활성 향상

작품내용요약

천연가스는 전체 에너지원 중 약 25% 이상을 차지하는 주요 화석연료로, 그 주성분인 메탄(CH₄)은 지구온난화지수(Global Warming Potential, GWP)가 이산화탄소 대비 28배에 달하는 강력한 온실가스이다. 그러나 천연가스의 생산과 이동, 추출 과정에서 발생하는 메탄은 낮은 농도(0.1-1.0 vol%)와 불안정한 유량[1]으로 인하여 배출량 규제에 어려움이 있어 이를 효과적으로 처리할 수 있는 촉매 개발이 필수적이다.

희박 메탄산화 반응(Lean Methane Oxidation, LMO)은 배기가스 내 메탄을 완전 연소시켜 이산화탄소와 물로 전환하는 친환경적인 반응으로, Pd/CeO₂ 촉매가 가장 우수한 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다.[2] 이는 CeO₂의 강한 금속과 지지체 간 상호작용(Strong Metal-Support Interaction, SMSI)과 높은 산소 저장용량[3], 그리고 우수한 산화환원 성질(Ce³⁺ ↔ Ce⁴⁺)[4]에서 기인한다. 선행연구에 따르면[5], Pd/CeO₂ 촉매를 기존의 IW(Incipient Wetness Impregnation) 방법보다 기계화학적 촉매합성법인 볼 밀링(Ball-milling) 방법으로 합성할 때 더 높은 활성과 안정성이 보고된 바 있다. 따라서, 본 연구에서는 볼 밀링 방법을 적용하여 Pd/CeO₂ 촉매를 제조하고, LMO 반응에 대한 활성을 평가하였다. 그 결과, Pd/CeO₂-5Hz 촉매가 가장 높은 메탄 전환율과 TOF(Turn-over Frequency), 가장 낮은 활성화 에너지를 나타내었다.

촉매의 특성 분석에 따르면, 이는 볼 밀링 과정에서 형성된 풍부한 PdCUS(Coordinatively unsaturated Pd sites)가 메탄의 활성화에 중요한 역할을 한 것으로 해석된다. 본 연구는 단순한 합성법을 통해 메탄 저감 촉매를 개발할 수 있는 새로운 가능성을 제시하며, 향후 대기질 개선과 온실가스 저감에 기여할 것으로 기대된다.



제14회 창의설계축전 Photo Gallery



행사장 ①
행사장 ② 행사장 ③



커팅식 ① 커팅식 ②



시상식장 ① 시상식장 ②

제14회 창의설계축전 Photo Gallery



작품소개 ① 작품소개 ② 작품소개 ③
작품소개 ④ 작품소개 ⑤ 작품소개 ⑥



심사현장 ① 심사현장 ② 심사현장 ③
심사현장 ④



시연 ① 시연 ②
시연 ③ 시연 ④



① 동상 ② 은상
③ 금상 ④ 대상



축하공연 ① ②

수상팀 및 참석자 전체



창의설계축전 참가 후기

대 상 창작활동부문



#창의설계축전 2차 출전

저는 어쩌다 보니 창의설계축전에 2번째로 출전하게 되었습니다. 작년에도 출전하고 싶었지만, 한 해 수상하면 바로 다음 해에는 출전하지 못한다는 규정이 있어 2년이 지난 올해에 출전하였습니다.

출전하게 된 직접적 계기는 지난번과 비슷합니다. 직접 개발해서 만드는 프로젝트 하는 것을 중독 수준으로 좋아해서 이미 대회와 상관 없이 하고 있던 프로젝트였는데, 사비를 들여 하기에는 학부생으로서 상당히 버거운 프로젝트였기 때문에, 재료비 지원을 받기 위해 출전하였습니다.

2년 전에 취미로 만든 기계식 시계를 출품했을 때 심사하던 조규진 교수님께서 “좋은데 한번 다음번에 나올 땐 좀 실용적인 것을 만들어 보라”는 말씀을 하셨는데, 그 말씀에 동기부여 받은 것도 있는 것 같습니다.

#개발 동기

원래 비행체, 그 중에서도 멀티콥터 (드론) 와 고정익 (비행기) 를 합쳐 놓은 VTOL (수직이착륙기)을 좋아했습니다. 불나비라는 항공 동아리에 들어가서 VTOL 기체들을 몇 대 정도 개발하였는데, 새로운 것을 시도해보는 것을 좋아하는 제 성격 상 기존 형상에서 벗어나지 못한 점에서 개인적인 아쉬움이 남았고, 기존에 없던, 그러나 어느정도 합리적인 형상의 VTOL 기체를 만들어보고 싶다는 생각을 하고 있었습니다.

그러다가 어느 날 인터넷에서 Boeing 사에서 개발 중인 X-66 Truss-braced Wing Aircraft를 보았고, 평소에 메커니즘 설계를 자주 하는 사람으로서 “만약 저게 트러스가 아니라 회전 조인트였으면 어땠을까?”라는 생각이 들었습니다. 그 생각이 이어지고 수정을 거치며 결국 이번 대회에 출품한 Fold-wing VTOL 이 되었습니다.

#개발 과정 (비행 전까지)

동아리를 다니며 어느 정도 얻은 지식과 경험은 있지만, 항공에 관해 제대로 배운 적은 없는지라 인터넷을 많이 찾아보고 해석 툴도 익히며 기체 형상을 결정했습니다. “충분한 양력이 발생하고 비행에 안정성이 있어야 한다” 외

에도 “형상이 날개 접히는 메커니즘 적용에 적합해야 한다”라는 이 기체에만 붙는 추가적인 제약조건이 있어 어려우면서도 나름 재미있었습니다.

기체 형상을 결정한 이후, 실제 생산이 가능하도록 CAD 설계, 그리고 그 이후 실제 제작을 진행하였습니다. 다른 프로젝트나 학기가 사이에 있어 딜레이가 많았지만, 지금 생각해보면 그 딜레이 덕분에 설계와 잠재적 문제에 대해 생각해보고 미리 몇 번 설계를 바꿀 기회가 생긴 것도 있는 것 같습니다.

그 중에서는 설계와 실제 조립 과정에서 귀찮은 서보모터로 구동하는 조종면을 제외한 것도 있는데, 실험적인 요소를 하나 더 추가하는 거라 지금 보면 미친 짓이긴 했지만, 그래도 결과적으로는 그 덕에 기계적으로 좀 더 간단하고 합리적인 설계가 된 것 같습니다.

첫 기체는 7월 초에 제작이 완료되었습니다. 하지만 기존에 없는 형상이다 보니 이미 있는 제어기 펌웨어들을 그대로 쓸 수 없어 고민하다 어설프게라도 일단 오픈소스 아두이노 제어기 코드 수정해서 해보려던 찰나, 같은 동아리에서 프로젝트 몇 개 같이 하며 친해진 팀원 재원리와 통화하다 이 프로젝트 얘기가 나왔는데, 재원리가 제어, 소프트웨어 부분 맡아준다 해서, 그 때부터 2인 프로젝트로 진행되었습니다. 재원리가 없었더라면 아마 비행 성공까지는 훨씬 더 오랜 시간이 걸렸을 것입니다.



7월 초의 기체

#비행 테스트

제작과 펌웨어 세팅이 완료된 이후 여러 번의 비행 테스트를 진행하였습니다. 일단 제자리에 떠 있을 공간만 있으면 할 수 있는 멀티콥터 테스트와 튜닝을 진행하였고, 그 이후 고정익 테스트를 진행했습니다.



멀티콥터로 비행중인 기체

다행이도 창의설계축전 전에 이뤄낸 성공적인 첫 천이비행 (드론 모드에서 비행기 모드로 변하는 것을 천이라고 합니다.)과 함께 아이디어에 확신을 얻을 수 있었습니다.



고정익 비행중인 기체 (상공 60m)

창의설계축전 이후에도 계속 테스트를 진행하여 제가 설계에서 가장 우려했던 부분인 피치와 롤 기동을 잘 수행할 수 있다는 것을 확인하여 안정적인 고정익 비행이 가능하다는 확인



비행 중인 기체 시점 (카메라를 거꾸로 장착함..)

물론 모든 비행이 잘 된 것만은 아닙니다. 한 번은 비행 중 공중에서 펍 터지는 소리가 났는데, 착륙해서 보니 기체 안에 축전기가 터져있었습니다.. 이상이 생겼을 때 그만뒀어야 하는데, 축전기가 없어도 어떻게 문제없이 돌아와서 다시 한번 비행 시도를 했는데, 그 때 부품이 죽어 추락한 일도 있습니다.

그것 말고도 한번은 기체 설정을 잘못해서 기체가 미친 듯이 회전하다 공중에서 재부팅하며 꺼진 적이 있습니다. 이때 고정익 형상 자체에 의해 스스로 안정을 찾고 활공했습

니다. 아쉽게도 모터에 전원이 돌아오기 전에 추락하긴 했지만, 처음부터 끝까지 혼자 해보았던 제 고정익 설계가 나름 말이 되는, 제어 없이도 안정적인 설계였다는 것을 실제로 보게 된 것이라, 추락해서 기분 나빠야 할 상황이었지만 감격스러웠습니다.

(추가로 눈으로 보기엔 AOA가 20도를 넘는, 보통이면 Stall 이었어야 하는 상황인데, Sweepback Angle 이 매우 커서인지 이 상황에서도 비행이 가능한 듯 합니다. 매우 신기하더군요.)

추락 때문에 리스크가 있고, 무섭고, 위험한 기체 개발이지만, 추락이 있어서 비행이 값지게 느껴지는 것도 있습니다.

#추후 계획

제가 개발한 기체 중 이것을 낭만과 멋으로 이길 수 있는 것은 당분간은 없을 것 같습니다. 나름 실용성도 있다는 점에서 매우 마음에 드는 프로젝트라, 앞으로도 간간히 튜닝과 새로운 버전 개발을 진행할 것 같습니다.

아직 구체적인 사업화 계획은 없지만, 조규진 교수님께서 보고 창업하라고 하셨던 것과, 제가 생각해도 괜찮은 아이디어라고 느껴져서, 현재 특허출원 진행중에 있습니다.

#창의설계축전을 마치며

상금만 있다면 망설여지겠지만, “재료비”를 지원해 주신다는 점이 창의설계축전의 정말 좋은 점 같습니다. 재료비 지원이 없었다면 이런 리스크가 큰 시도를 하기는 어려웠을 것입니다.

그 외에도 일반적인 공학 대회의 경우는 주제, 미션 등이 정해져있고 주어진 시간도 보통 짧아 새로운 시도를 하기가 어려운데, 자유주제에 참신한 아이디어를 높게 평가해 주신다는 점에서 도전적인 아이디어를 시도해보기 더할 나위 없이 좋은 대회라고 생각합니다.

이 자리를 빌어 이런 좋은 대회를 매년 열어주시는 서울대학교 공과대학과 저희 공과대학을 변함없이 지원해주시는 DB 김준기 문화재단에 감사의 말을 전합니다.

창의설계축전 참가 후기

대 상 창작활동부문



#창의설계축전 2차 출전

조규진 교수님께서 창의공학설계 과목 뒷풀이 회식에서 창의설계축전을 추천해 주셔서 창의설계축전에 대해 알게 되었고, 조금 더 시간이 여유로울 때 내 아이디어를 가지고 혼자 참가할 계획이었다.

나는 1학년 2학기부터 항공우주공학과 드론 동아리 불나비에서 활동을 하며 드론 제어 등 주로 소프트웨어와 관련된 부분에서 활동을 하였다. 이때 매번 하드웨어 팀장을 맡았던 곽승표 선배와 많은 일을 같이 하며 친해지게 되었다. 어쩌다 보니 선배가 제작하고 있던 VTOL 기체의 소프트웨어 담당으로 같이 나가게 되었다.

흔히 생각하는 “드론”은 회전익의 종류중 하나인 쿼드콥터로, 상대적으로 제어가 쉬운 편이다. 모터와 프로펠러 4개의 추력이 3차원 속에서 자유도를 어느정도 보장해 주기 때문에 배터리가 방전되거나 심하게 뒤집히는 극단적인 상황 외에는 추락할 일이 거의 없다. 드론이 조금 기울면 제어기(Flight Controller, FC)가 내장된 센서로 바로바로 추력을 제어해 균형을 잡아주며 웬만한 상황에선 안정적인 비행이 손쉽게 가능하다.

이에 비해 “비행기”를 생각하면 연상되는 고정익은 앞으로 가는 추력만 직접적으로 제어하고, 고도, Roll, Pitch 등 나머지 움직임은 바람이 날개에 주는 힘을 통해 제어된다. 고정익 기체는 실속(stall) 등 주위 공기와 관련한 조건이 어긋나게 되는 순간 추락을 하게 된다.

VTOL 드론은 이착륙은 회전익으로, 비행은 고정익으로 나는 “짬뽕”이다. 일반 고정익 기체는 땅에서 속도를 얻어 이륙하기 때문에 이륙에 실패해도 추락하지 않는다. VTOL 기체는 사실상 공중에서 속도를 얻어 “이륙” 하기 때문에 이륙에 실패하면 바로 추락을 하게 되어 회전익으로 다시 역전환을 최대한 빨리 해 공중에 다시 떠있어야 한다.

파라미터 튜닝

시중에 파는 일반적인 VTOL 기체 형상을 직접 만들어서 안정적으로 날리는 것도 어려운 편이다. 기체 특성에 알맞

은 다양한 파라미터(설정값)들을 설정해줘야 한다.

이 프로젝트에 사용된 펌웨어 Ardupilot의 경우 총 파라미터 개수는 5천개가 넘고, 안정적인 비행을 위해 손봐야 하는 파라미터는 약 100개, 비행 외 지상통제나 테스트와 관련된 파라미터도 수십개는 된다. 이중에 하나라도 잘못 설정돼있으면 심하면 추락까지 이어질 수 있기 때문에 꽤 진절머리가 많이 났다.

특히 기체의 제어와 직접적으로 관련된 파라미터는 기체를 날려야 제대로 정할 수 있는데, 기체를 날리려면 파라미터가 얼추 알맞게 설정돼야 하는 모순적인 상황에 직면하게 된다. 그나마 순 고정익 기체면 비행을 못하면 땅에서 못뜨거나 통통 튕기는 정도겠지만, VTOL 기체다 보니 그마저도 못해 파라미터를 구하는 데 정말 애를 많이 썼다. 아슬아슬 할때는 상공 몇m가 돼야 겨우 추락을 멈춘 경우도 있었다.

Firmware 개발

우리가 개발한 기체는 Firmware(펌웨어)에 기본적으로 탑재된 기체 형상과는 작동 방식이 달라 파라미터 변경만으로는 비행이 가능하지 않았다. 펌웨어 자체에 수정을 어느정도 해야만 비행이 가능했다.

정석적인 개발 방법을 따랐더라면 펌웨어에 직접 새로운 기체 형상을 만들고, 그에 알맞은 제어 방식을 다 손수 코딩을 해야했다. 그렇다고 제대로 작동할거란 보장도 없고, 개인 사정상 그정도의 코드를 한두달 만에 개발할 수도 없는 상황이라 다른 접근방식을 찾아야만 했다.

Foldwing VTOL은 천이할 때 기체 형상이 바뀌는 것에서 모자라 심지어 기체 전체가 45도 앞으로 기울는 특이한 형식의 기체다. 그나마 유사한 VTOL 기체로는 Tailsitter를 들 수 있다. 천이할 때 90도 앞으로 기울며 착륙할 때에는 기체의 꼬리에 “앉는” 형상을 가졌기 때문에 Tailsitter라는 이름을 가진다.

그래서 원래 Tailsitter 코드를 변경하는 쪽으로 개발을 진행하여, 천이할 때 기체의 모양을 변형하는 서보모터의 Actuation과 FC 내부의 Pitch를 변경하는 코드를 첨부해

커스텀 펌웨어를 컴파일하고, 이를 Flight Controller에 설치하고 비행을 하여 천이에 가까운 무언가를 얻을 수 있었다.

나중에는 Ardupilot에 있는 Lua Scripting Interface를 사용해 굳이 매번 컴파일을 안해도 천이가 가능하도록 펌웨어 속 돌아가는 하나의 스크립트를 짰다. 스크립트 수정을 매번 안해도 되도록 커스텀 파라미터들도 추가해 파라미터 튜닝이 조금이나마 더 쉽게 되도록 했다.

비행시험

펌웨어를 개발 한 뒤 본격적인 비행시험을 진행했다.

내 현재 상황으로 비행시험이 주말에만 가능했고, 서울에는 고정익 비행기를 마땅히 날릴 곳이 없어 경기도 시흥에 있는 비행장을 주로 사용했다.

비행이 성공하는 만큼 신나는 것도 없지만, 기체가 추락해 잔해를 찾고 동아리방으로 돌아가는 것만큼 슬프고 암울한 일도 별로 없는 것 같다. 특히 비행할 것 같다가 추락해서 튜닝을 더 이상 진행하지 못하고 돌아가야 할 때의 기분은 마치 휴가 후 부대 복귀하는 기분이란 유사하지 않을까 싶다.

추락 원인은 정말 다양했다. 단순 파라미터 튜닝의 잘못이나 배터리가 방전되는 흔한 이유부터 시작해서 서보모터의 기관이 타거나 서보모터 전력사용이 너무 커 FC가 리부팅 하는 등 머피의 법칙을 너무나도 잘 경험할 수 있었다.

재밌게도 기체가 꺼진 상태로도 한번은 활공을 했었다. 아쉽게도 오래가진 못했지만, 적어도 기체 형상 자체가 어느정도 날 수 있다는 검증을 받아서 참 묘한 기분이 든 날이었다.

추후 계획

일단 시간이 넉넉해지면 펌웨어 개발을 제대로 하고 싶다. 사실 Ardupilot에 비해 px4가 훨씬 기능도 많고 개발하기도 용이하지만, 개발 진입장벽이 조금 높기 때문에 이번에는 Ardupilot을 사용했다. px4에서 추가 기체 형상과 비행모드를 넣어 펌웨어를 새로 만들고, 이로 비행을 진행하여 이 기체를 조금 더 세련되게 만들 수 있지 않을까 싶다.

또 혹시나 이 기체를 상품화 해서 판매할 계획이 생긴다면 (가까운 미래는 아닐 듯 하다.) 하드웨어와 소프트웨어 둘다 robust하게 만들며 메인 파워가 끊겨도 활공할 수 있는 기체 제작을 목표로 두고 할 것이다.

창의설계축전을 마치며

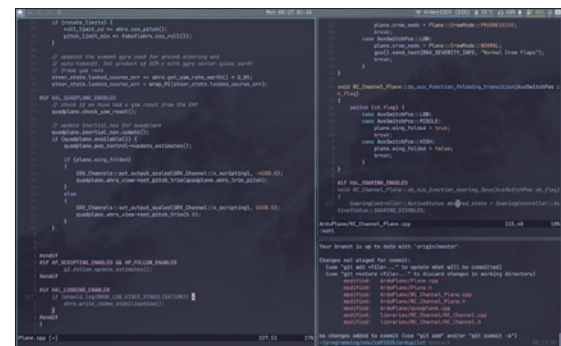
자신이 하고 싶은 프로젝트가 있지만, 동기부여가 부족하거나 재료비 걱정으로 선뜻 하기 어려웠던 분들에게 창 의 설계축전만큼 좋은 기회가 없을 것 같다.

단순히 결과물을 내는 것을 넘어, 아이디어를 실제로 구현해 보고 수없이 실패하고 다시 시도하는 전 과정을 경험할 수 있다는 점에서 이 대회는 공학도에겐 수업에서 결코 배울 수 없는 경험을 안겨준다. 추락과 실패를 반복하는 과정은 분명 힘들었지만, 그만큼 문제를 정의하고 해결하는 능력 또한 크게 성장했다고 생각한다.

무엇보다 창의설계축전은 “완벽한 결과물”보다는 “도전하는 과정”을 존중하며 재료비까지 넉넉히 챙겨주는 대회라, 엉뚱하거나 일반에서 조금 벗어나는 아이디어들을 실현함과 더불어 공학 실력을 늘리고 싶다면 이 대회를 적극 추천한다.



비행시험 후 로그 분석 프로그램



펌웨어 코드 수정 모습

창의설계축전 참가 후기

금 상 창작활동부문

창의설계축전 참가 계기

골무는 원래 전년도 기계공학부 전공 수업에서 팀원, 그리고 다른 두 명의 학우와 함께 제작했던 작품이다. 수업 프로젝트로 기본적인 구조와 트래킹을 구현했지만, 이후 잠시 중단된 상태로 남아 있었다.

나는 2025년 1학기를 미국에서 교환학생으로 보내고 여름방학에 랩 인턴십을 마친 뒤 창의설계축전 예선 마감일에 맞춰 귀국할 예정이었기 때문에, 처음에는 이 대회에 참여할 수 있을 것이라 생각하지 못했다. 당시 일했던 랩이 웨어러블 센서 연구실인지라, 그곳에서 배운 회로 디자인을 적용하면 골무를 더욱 경량화하고 에너지 손실을 줄일 수 있을 거라는 아쉬움이 남아 있었다. 그러던 중 제출 기한이 연장되면서 예상치 못하게 약 일주일의 시간이 생겼고, 이를 계기로 팀원들과 상의 끝에 참가를 결정하게 되었다.

짧은 기간 동안 팀원의 집에 보관되어 있던 골무 시제품을 다시 가져와 회로 상태를 점검하고, 동작이 가능하도록 기능을 복구하였다. 시간적인 여유는 부족했지만, 이전에 만들었던 작품을 다시 꺼내 완성도를 높이고 대회에 도전해 볼 수 있는 좋은 기회라고 판단해 영상 제출까지 마무리하게 되었다.



초기 골무 모습

주제 선정

골무는 아주 단순하게, 그냥 맛있는 걸 만들어보자는 생각에서 출발했다. 과거 팀원들과 여러 아이디어를 던지던 중, 영화 <아이언맨>처럼 공중에 떠 있는 인터페이스를 손짓으로 조작하는 장면을 실제로 구현할 수 있다면 인상적일 거라는 생각이 들었다. 화면이 없는 공간에서 정보를 표현하고 조작한다는 생각은 곧이어 ‘공중에 글씨를 쓸 수 있다면 어떨까?’라는 아이디어로 구체화되어 지금의 골무를 제작하게 되었다.

아이디어를 구체화하는 과정에서 손의 움직임을 어떻게 인식하고 표현할 수 있을지 고민하던 중, IMU와 같은 센서를 활용한 트래킹 방식에 관심을 갖게 되었다. 비교적 간단한 센서만으로도 손가락의 궤적을 정밀히 추적할 수 있다면, 연산 비용이 큰 비전 기반 트래킹을 보완하거나 대체할 수 있는 기술이 될 수 있겠다는 가능성을 느꼈다.

창의설계축전 출품작 개발과정

팀원 모두 창의공학설계 수업을 제외하면 본격적인 개발 경험이 많지 않아, 초기에는 가장 간단한 것조차도 말 그대로 시행착오를 반복하며 개발을 진행하였다. 대회 참가를 결심했을 당시의 시제품은 회로 구성이 불필요하게 복잡했고, 착용 시 안정성과 착용감이 좋지 않았으며, 궤적은 기록되지만 실시간으로 화면에 표시되지 않아 사용자가 필기 결과를 즉각적으로 확인할 수 없는 한계가 있었다.

이런 문제를 개선하기 위해 나는 하드웨어를, 팀원은 소프트웨어를 중심으로 맡아 작업을 진행했다. 하드웨어 측면에서는 회로를 손목에 안정적으로 고정할 수 있도록 케이스를 새로 설계하고, 스마트 워치 스트랩과 결합할 수 있는 구조로 제작하였다. 기존의 골무 형태였던 센서부는 반지 형태로 변경했으며, 센서를 상단에 배치할 수 있도록 구조를 수정하였다. 해당 부품은 모두 3D 프린팅을 활용해 제작했다.

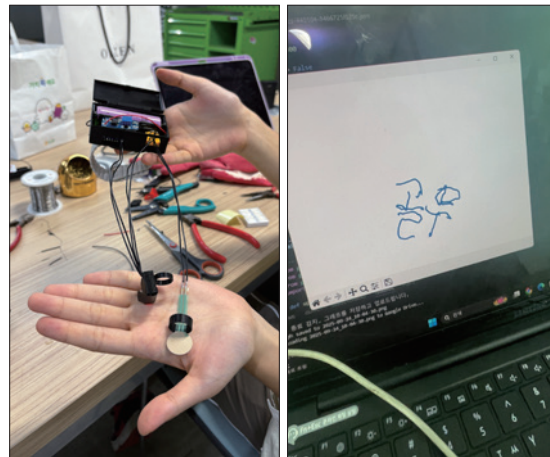
또한 초기 설계에서는 레굴레이션을 위한 회로를 직접 구성하였으나, 회로 구조가 몹시 복잡해지는 문제가 있었다. 제한된 개발 일정 내에서 시스템에 안정적으로 전압을 공급하기 위해 DC-DC 컨버터 모듈을 사용하는 방향으로 설계를 변경했다.



소프트웨어의 경우 초기에는 손의 움직임을 화면에 표현하기 위해 다양한 방법을 시도하며 정확도와 실시간성을 비교했다. 특히나 적분 과정에서 쉽게 발생하는 바이어스를 줄이기 위해 궤적의 평균을 내거나, 특정 평면에 투영시키는 방식을 시도해 보았으나 전자는 실시간성이 부족했고 후자는 구현이 복잡했으며 결과의 정확성이 다소 떨어졌다. 결국 각속도와 각가속도 데이터를 교차해 보정하는 상보 필터를 거친 각속도를 적분하는 것이 가장 실제 궤적과 유사하다는 결론에 도달했다.

추가적으로 사용자가 필기 과정을 직관적으로 확인할 수 있도록 궤적을 실시간으로 시각화하는 기능을 구현하였다. 또한 필기 도중 화면의 경계를 벗어나는 경우 자동으로 화면 크기가 확장되도록 하여 사용자의 편의를 높이고, 스케치를 구글 드라이브에 업로드하는 것에 그치지 않고 텍스트 인식 기능을 추가하고자 하였다.

다만 촉박한 개발 일정으로 인해 계획했던 모든 개선점을 구현하지는 못했다. 특히 전체 시스템의 경량화를 목표로 PCB 설계를 진행했으나, 시간과 비용상의 제약으로 최종 제작까지 이어지지는 못했다. 또한 전력 소모를 줄이기 위해 통신 방식을 변경하는 방안도 고려했으나 적용하지 못했다.



초기 골무 모습

대회 과정

부스 전시는 총 2일간 진행되었으며, 1일차에는 두 차례의 심사 발표가 이루어졌다. 나는 수업으로 인해 첫 번째 발표에만 참여하게 되었다. 당일 아침 부스에 도착해 주변 작품들을 둘러보니 완성도 높은 작품들이 많아 다소 긴장된 상태에서 발표를 준비하게 되었다. 이로 인해 다른 부스의 작품을 충분히 둘러보지 못한 점은 아쉬움이 남는다. 다행히 발표는 준비한 대로 진행했고, 시연도 문제없이 되었다.

전시 과정 중 간헐적으로 골무가 접촉 불량으로 정상 동작하지 않는 상황이 발생해 몇몇 분들에게 자신 있게 데모를 보여주지 못한 점이 아쉬웠다. 그럼에도 불구하고 부스를 방

문한 관람객들께서 격려를 해주시고, 활용방안 등에 대해 다양한 조언을 해주시는 것이 반가웠다. 특히 전기정보공학부 대학원생 한 분께서는 여러 부스를 둘러본 후 골무가 가장 인상 깊었다며, 회로 구성과 관련된 조언을 아끼지 않으셨다. 작품에 대한 자신감을 얻는 동시에, 기술적으로 아직 더 배워야 할 부분이 많다는 점을 실감하게 되었다.



창의설계축전을 마치며

이번 창의설계축전 준비 과정은 창의공학설계, 메카트로닉스 이후로 공학의 즐거움이 무엇인지 다시금 떠올리게 하는 경험이었다. 답답함과 좌절을 느끼는 순간도 적지 않았지만, 시행착오 끝에 의도한 대로 제품이 동작하기 시작할 때의 성취감과 희열은 무엇보다도 견줄 수 없는 것 같다. 매일 틈틈이 아이디어 팩토리에 출석하며 하나에 몰두했던 경험은 공학자로서의 나의 미래에 단단한 발판으로 자리 잡게 될 듯하다.

또 혼자서는 할 수 없었던 일이기에 갑작스러운 참가 제안에 선뜻 응해주었던 현지에게도 고맙다는 말을 전하고 싶다. 예선 영상을 만들던 날이 여름방학의 마지막 날이었는데, 같이 301동에서 골무를 고치다가 결국 막차를 놓쳐버렸던 게 다시 돌아보니 좋은 추억으로 남았다.

창의설계축전 개선할 점

대회의 진행은 매끄러웠으나, 제품을 제작하는 과정에서 작업 공간과 설비에 대해 아쉬움이 있었다. 따로 제작 공간을 보유한 동아리의 소속이 아닌 경우, 우리는 아이디어 팩토리와 박희재 창의공간을 주로 이용했는데, 일부 기본 공구와 장비가 노후화되어 있어 간단한 회로 수정이나 납땜 작업에도 예상보다 많은 시간이 소요되었다. 향후에는 모든 공대생이 원활하게 제작에 참여할 수 있도록 기본 설비에 대한 지원이 함께 강화된다면 더욱 완성도 높은 작품들을 기대해볼 수 있을 것 같다.

창의설계축전 참가 후기

금 상 창작활동부문



창의설계축전 참가 계기

이전부터 창의설계축전에 대해서는 익히 알고 있었으나, 매 방학 다른 학업 일정과 활동이 겹쳐 참가를 미루어 왔습니다. 그러다 작년 2학기 수업 팀 프로젝트로 공중 필기 디바이스를 제작하게 되었습니다. 당시에는 제작비의 한계와 학기 중의 시간적 제약으로 인해 기획했던 기능을 모두 구현하지 못했고, 특히 글씨 인식의 정확도 측면에서 다소 아쉬움이 남았습니다. 프로젝트 종료 후 팀원으로부터 창의설계축전 참가 제안을 받았을 때, 제작비를 지원받아 방학 동안 아쉬웠던 점들을 충분히 보완할 수 있다는 점이 큰 매력으로 다가왔습니다. 기존 제품의 한계를 극복하고 완성도 있는 결과물을 만들어 보고자 하는 생각으로 고민 없이 참가를 결정하게 되었습니다.

#주제 선정 과정

초기 아이디어는 특수 종이가 없어도 사용 가능한 디지털 스타일러스 펜을 개발하는 것이었습니다. 기존 시장의 스마트펜들은 아날로그 기록을 디지털로 전환해주는 편리함이 있지만, 반드시 전용 특수 종이를 사용해야 한다는 제약이 존재했습니다. 이러한 종속성을 해결하여 일반 종이 위에서도 자유롭게 필기할 수 있는 기술을 구현하고자 했습니다.

주제 구체화 과정에서 ‘특수 종이가 필요 없다면 굳이 종이라는 매체에 국한될 필요가 있는가’라는 의문이 생겼고, 이를 통해 기록의 공간을 공중으로 확장하는 발상을 하게 되었습니다. 결과적으로 펜이라는 전통적인 형태에서 벗어나 손가락에 착용하는 골무 형태의 웨어러블 디바이스로 기획을 전환하였습니다. 이는 기록 도구를 최소화하고 공간의 제약 없이 어디서든 기록이 가능한 기록도구를 제시하기 위함이었습니다.

#작품 개발 과정

• 소프트웨어

아이디어 구상 단계부터 늘 가장 걱정되었던 부분은 과연 글씨를 얼마나 깔끔하게 구현할 수 있을지였습니다. 처음 IMU의 각속도 데이터를 바탕으로 손가락 궤적을 추적하려 했을 때에는, 원을 그려도 타원은커녕 일정하지 않은 포물선에 가까운 형태가 그려져 상당히 막막했습니다. 각

속도를 적분하는 방식으로 위치를 추정하다 보니, 센서 노이즈와 시간 오차가 누적되면서 궤적이 자연스럽지 않게 왜곡되는 것이 원인이었습니다. 이 당시 프로젝트 주제를 아예 바꿔야 하나 고민을 하기도 했습니다. 각속도 데이터에 대한 스케일링 계수를 조정하고, 연속적인 입력에서 발생하는 미세한 흔들림을 줄이기 위해 여러 보정 필터와 임계값 기반의 처리 로직을 적용했습니다. 또한 유의미한 손가락 움직임이 발생한 구간에서만 좌표를 누적하도록 조건을 설정함으로써, 점차 손가락 끝의 움직임을 보다 안정적으로 추적할 수 있게 되었습니다. 그 결과, 처음에는 형태조차 알아보기 힘들었던 동그라미가 점차 동그라미에 가까워지기 시작했으며, 이 단계까지가 가장 어려운 과정이었습니다. 이후 글씨의 정확도를 높이는 과정이 비교적 수월하게 진행되었습니다.

글씨가 글씨처럼 보이기 시작한 이후에는 기능적인 확장을 진행했습니다. 여러 획을 나누어 쓸 수 있도록 엄지에 부착된 FSR 센서의 값을 기준으로 필기 상태를 판단하도록 설계했습니다. 일정 압력 이상이 감지되면 쓰는 중으로 인식하고, 압력이 해제되면 쓰지 않는 중으로 전환하는 방식입니다. 이러한 구조를 선택한 이유는, 실제로 공중에 글씨를 쓸 때의 손동작과 필기 의도를 최대한 반영하고자 했기 때문입니다. 그 결과, 획 단위가 자연스럽게 분리되었고 글자 형태 역시 한층 더 명확해졌습니다.

이후에는 작성한 메모를 이미지로 저장하고 자동으로 업로드하는 기능을 추가했으며, 저장된 메모 내용을 실시간으로 확인하거나 텍스트로 변환하는 기능을 구현할 수 있었습니다. 초기에는 단순히 구현 가능성조차 확인하기 어려웠던 글씨가, 여러 시행착오와 보정 과정을 거치며 점차 의도에 가까운 형태로 완성되어 가는 과정을 경험할 수 있었습니다.

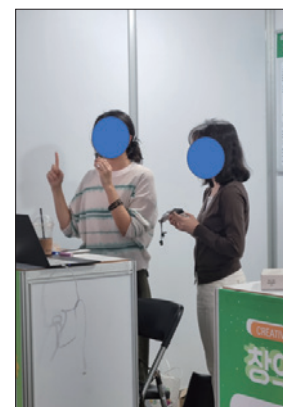
• 하드웨어

창의설계축전 부스에 방문한 많은 분이 이름 Goalmu의 유래를 물어보셨습니다. 처음 디자인했을 당시, 골무 안에 FSR과 IMU 센서를 넣은 형태였기에 이름도 자연스럽게 Goalmu(골무)로 짓게 되었습니다. 손가락에 들어가지 않는 배터리와 같은 커다란 부품들은 별도의 손목 주머니로 뺐습니다. 제품명은 그 형태에서 착안함과 동시에, 사용자가 즉각적인 생각을 놓치지 않고 기록해 goal에 다가갈 수 있기를 바라는 마음을 담은 것이기도 합니다.

하지만 제작 후 직접 사용해 보니 착용하고 벗는 과정이 다소 불편했습니다. 이를 개선하기 위해 손가락 골무 대신 반지 형태를 채택하고, 손목 주머니 대신 3D 프린터로 열고 닫기 간편한 케이스를 제작해 착용성을 높였습니다. 특히 손목 케이스는 배터리 때문에 무게감이 있어 불편했는데, 요즘 많이들 사용하는 스마트워치처럼 편했으면 좋겠다는 생각에 스마트워치 스트랩과 호환되도록 설계했습니다.



#대회과정



대회 전날 최종 테스트 과정에서 네트워크 환경이 조금이라도 불안정하면 드 라이브 업로드가 잘되지 않는 문제가 생겼습니다. 창의설계축전 대회는 야외에서 진행되기 때문에 네트워크 상태가 원활하지 않을 것으로 예상되어 걱정이 컸습니다. Goalmu의

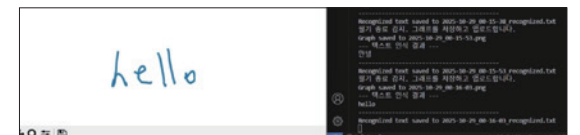
핵심 가치는 단순히 글씨를 저장하는 것에 그치지 않고, 실시간 화면 출력, 로컬 저장, 클라우드 자동 업로드로 이어지는 통합 시스템을 통해 언제 어디서든 기록을 확인할 수 있는 환경을 제공하는 것이라고 생각했기 때문입니다.

실제로 행사장 네트워크가 불안정하여 업로드 속도가 현저히 느려지거나 오류가 발생하는 등 우여곡절이 있었습니다. 그러나 다행히 심사 과정에서는 준비했던 모든 기능이 정상적으로 작동하였습니다. 비록 심사위원분들께서는 눈에 바로 보이는 글씨 정확도에 더 큰 관심을 보이셨

지만, 목표했던 기기 간 경계 없는 기록 체계를 완벽히 시연해 보였다는 점에서 큰 보람을 느꼈습니다. 보여주기 위한 기능에만 타협하지 않고, 기획했던 핵심 기능을 끝까지 구현하여 완성도 있게 대회를 마무리할 수 있어 매우 기쁩니다.

#작품 발전 방향

대회 중 텍스트 인식 기능이 있는지에 대한 질문을 받았습니다. 제품 제작 초기에 ocr 기능을 추가할 계획이 있었으나 제작 과정 중 자연스럽게 잊게 되었던 것이 떠올랐습니다. 대회 종료 후 ocr 기능을 추가해 글씨를 쓰면 글씨 인식 결과가 같이 저장되도록 했습니다.



창의설계축전 수상을 기회로 다녀온 ces에서 추가적으로 두 가지 발전 아이디어를 얻었습니다. 먼저, 돌돌 말리는 형태의 얇은 배터리를 사용해 손목의 케이스 없이 손가락에만 착용 가능한 형태로 만들고 싶습니다. 둘째로, 공중에서 글씨를 쓸 때에는 어떤 필기감도 느껴지지 않기 때문에 사용 시 이질감이 들 수 있었습니다. 기회가 된다면 메모 중에 종이에 쓸 때와 같은 느낌을 받을 수 있도록 햅틱 기능을 추가하고 싶습니다.

#대회를 통해 얻은 점

처음 아이디어를 구상할 당시에는 공중 필기라는 개념이 흥미롭고 혁신적일 것이라는 막연한 기대와 설렘이 컸습니다. 하지만 막상 구현 단계에 접어들자, 과연 공중에서의 움직임을 실제 메모처럼 정교하게 인식해낼 수 있을지에 대한 현실적인 불안감이 엄습하기도 했습니다. 여러 시행착오를 겪었지만, 포기하지 않고 끝내 완성하는 과정을 통해 스스로 무슨 일이든 끝까지 해낼 수 있다는 자신감을 얻었습니다.

또한, 창의설계축전 참여 경험은 팀워크의 의미를 깨닫게 해주었습니다. 평소 저는 혼자 집중해서 결과물을 만드는 독립적인 작업 방식을 선호해 왔습니다. 그러나 팀원과 머리를 맞대어 고민하고, 서로의 부족함을 보완하는 과정에서 개개인의 역량을 단순히 합친 것보다 더 좋은 시너지를 낼 수 있음을 배웠습니다.

창의설계축전 참가 후기

은 상 창작활동부문

창의설계축전 참가 계기

이번 창의설계축전 참가는 저희에게 단순한 공모전 참여가 아니라, 실험실 안에서만 구상하던 아이디어를 실제 시스템으로 구현해볼 수 있었던 전환점이었습니다. 저희는 서울대학교 의과대학 융합과학기술원 MEDISC연구실에서 의료 로봇과 인간-로봇 상호작용을 주제로 연구를 진행해왔고, 의료 인공지능 융합인재 양성 사업단의 지원을 받아 로봇 시스템을 활용한 다양한 실험을 수행하고 있었습니다. 연구를 진행하면서 자연스럽게“의료 환경에 실제로 도입할 수 있는 로봇은 어떤 형태여야 하는가”, 그리고“그 로봇이 실제 현장에서 의미 있게 작동하기 위해서는 어떤 방식으로 데이터를 수집하고 사람과 상호작용해야 하는가”라는 질문을 계속 던지게 되었습니다.

특히 저희는 단순히 로봇팔 하나를 제어하는 수준이 아니라, 앞으로는AMR과 결합된 형태의 하드웨어 폼팩터까지 고려한 시스템을 구상하고 있었습니다. 하지만 이런 구상을 실제로 구현하기 위해서는 로봇 제어와 센서 데이터 처리를 동시에 수행할 수 있는 컴퓨팅 보드가 반드시 필요했고, 당시에는 Jetson Nano와 같은 보드가 필요한 상황이었음에도 가격 부담이 있어 프로젝트를 본격적으로 밀고 나가기 어려웠습니다. 그러던 중 창의설계축전은 단순히 성과를 보여주는 자리가 아니라, 실제 제작과 검증을 위한 재료비와 개발비를 지원받을 수 있는 매우 현실적인 기회로 다가왔습니다. 저희는 이 기회를 통해 그동안 계획 단계에 머물러 있던 하드웨어 구성과 제어 시스템을 구체적인 형태로 구현할 수 있었고, 컴퓨팅 보드를 기반으로 로봇 제어 파이프라인을 실험하고 확장할 수 있는 발판을 마련할 수 있었습니다. 그래서 저희에게 이번 대회는“좋은 결과를 얻기 위한 참가”라기보다, 멈춰 있던 연구 아이디어를 다시 움직이게 만든 시작점에 가까웠습니다.

작품 개발 과정

• 의료 환경에서는 왜‘더 직관적인 제어’가 필요했는가

저희가 주제를 구체화하게 된 계기는 의료 로봇을 실제 현장에 도입했을 때 반드시 마주하게 되는 문제, 즉 데이터 수집과 시연(demonstration)의 어려움이었습니다. 의료 로봇이 정교하게 동작하기 위해서는 사람의 숙련된 작업을 바탕으로 한 시연 데이터가 필요하고, 이후 그 데이터를 바탕으로 제어나 학습이 이루어져야 합니다. 그런데 실제 의료 환경에서는 이 데이터를 모으는 과정 자체가 매우 큰 장벽이 된다는 점을 느꼈습니다. 처음에는XR 기기를 이용해 사용자가 컨트롤러를 손처럼 쥐고 조작하면, 그 움직임을Unity 엔진 기반의 가상환경에 반영하고, 다시 이를 로봇 제어로 연결하는 방식을

실험했습니다. 이 방식은 연구실 환경에서는 비교적 빠르게 프로토타입을 만들 수 있고, 로봇에 원하는 움직임을 매핑하는 데에도 유리한 면이 있었습니다.



XR 기반 텔레오퍼레이션 초기 실험 장면. 사용자가HMD를 착용하고 로봇 조작 인터페이스를 검증하는 모습

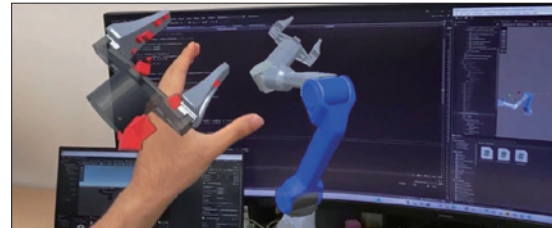
하지만 실험을 거듭할수록 이 접근이 의료 현장에는 적합하지 않다는 점이 분명해졌습니다. 의료 환경은 일반적인XR 데모 환경과 달리 사용자가 장비를 손에 쥐는 것 자체가 제약이 되는 경우가 많고, 특히 멸균성과 작업 흐름을 고려하면 컨트롤러를 별도로 쥐고 조작하는 방식은 자연스럽게 않았습다. 또한 컨트롤러 기반 조작은 손의 미세한 움직임을 직관적으로 반영하는 데에도 한계가 있었고, 사용자 입장에서 로를 “직접 조작한다”기보다는“중간 매개체를 통해 억지로 명령을 전달한다”는 느낌이 강했습니다. 저희는 여기서 중요한 문제의식을 갖게 되었습니다. 의료 로봇이 널리 쓰이기 위해서는 성능 좋은 로봇 자체만으로는 부족하고, 의료진과 연구자가 부담 없이 사용할 수 있는 입력 방식, 즉 더 자연스럽게 더 직관적인 인터페이스가 반드시 필요하다는 점이었습니다.

이 문제의식에서 출발해 저희는 외부 장비를 최소화하면서도 사람 손의 의도를 직접 반영할 수 있는 방식으로 방향을 전환했습니다. 그 결과HoloLens 2를 활용한hand tracking 기반 텔레오퍼레이션 시스템을 설계하게 되었습니다. 사람 손의 관절 정보를 직접 인식하여 가상 공간에 손의 구조를 구현하고, 그 손 움직임을 그대로 로봇 제어로 옮기는 방식은 단순히 새로운 인터페이스를 만든다는 의미를 넘어, 앞으로 의료 로봇 생태계에서demonstration data를 더 쉽고 위생적이며 직관적으로 수집할 수 있는 가능성을 보여준다고 생각했습니다. 저희는 이 프로젝트가 단순히“로봇을 움직이는 재미있는 데모”가 아니라, 장기적으로는 의료진의 업무 부담을 줄이고, 비전문가도 보다 쉽게 로봇 시연에 참여할 수 있도록 하는 기반 기술이 될 수 있다고 보았습니다.



컨트롤러를 내려놓고, 손 자세를 인터페이스로 바꾸는 과정

실제 개발 과정은 생각보다 훨씬 더 많은 시행착오의 연속이었습니다. 초기에XR 컨트롤러를 이용한 조작 방식에서는 사용자의 움직임을Unity 환경에 반영하고, 그 값을 기반으로 로봇의 동작을 계산하는 구조를 구현했습니다. 이 과정에서 Unity 엔진은 가상환경을 빠르게 만들고, 사람의 입력과 로봇의 움직임 사이를 연결하는 테스트베드 역할을 해주었습니다. 그러나 앞서 느꼈던 한계 때문에 저희는 곧바로hand tracking 기반 방식으로 전환했고, HoloLens 2를 이용해 사람 손의joint들을 인식하는 시스템을 구축하기 시작했습니다. 손가락과 손바닥, 손목의 위치와 자세를 가상환경 안에 재현하고, 이를 로봇이 따라오도록 만드는 작업은 겉보기보다 훨씬 복잡했습니다.



Unity 가상환경에서 손skeleton과 로봇 동작 간 매핑을 검증하는 과정. hand joint 정보와robot joint command 변환 구조를 시각화한 화면

사람의 손은 매우 자유도가 높고 유연하지만, 로봇팔은 명확한 관절 구조와 한계를 가진 기계입니다. 따라서 손의 좌표를 그대로 받아오기만 해서는 충분하지 않았고, 실제 로봇이 그 움직임을 따라올 수 있도록joint angle을 계산하고, 그에 필요한command와torque를 전달하는 과정이 필요했습니다. 이때 가장 중요한 과제는“사람 손의 직관적인 움직임”을“기계가 실현 가능한 움직임”으로 바꾸는 것이었습니다. 좌표계 정합, 관절 각도 변환, 추적 오차 보정, 그리고 로봇이 불안정하게 떨거나 비현실적인 자세를 취하지 않도록 조정하는 과정은 생각보다 많은 반복 실험을 요구했습니다. 손의 움직임은 자연스러운데 로봇이 따라오면 어딘가 어색해지는 순간들이 많았고, 아주 작은 오차도 끝단 동작에서는 크게 드러났기 때문에 이를 줄이기 위한 파라미터 튜닝과 구조 조정이 계속 필요했습니다.



HoloLens 2 기반hand tracking 실험 장면

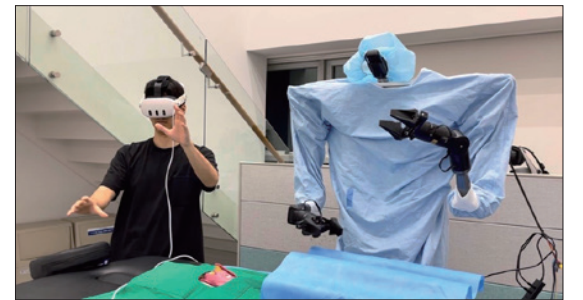
그 과정에서 저희는 단순히 제어 알고리즘만의 문제가 아니라, 도매우크다는점을깨달았습니다. 처음에는 로봇팔이 아래에서 위로 올라오는 일반적인 구성으로 시스템을 구현했지만, 실험을 할수록 이 구조가 사람이 손을 사용하는 방식과 충분히 닮아 있지 않다는 느낌을 받았습니다. 사람은 대개 위에

서 아래 방향으로 작업 공간을 내려다보며 손을 뻗고 조작하는데, 아래에서 위로 올라오는 로봇팔은 그 직관과 다르게 느껴졌고, 의료 환경에서의 활용 장면을 떠올려보아도 적합성이 떨어진다고 판단했습니다. 그래서 저희는 로봇팔의 방향성과 작업 공간 자체를 다시 고민하게 되었고, 결국 로봇팔을 뒤집어 위에서 아래로 내려오는 형태로 재구성해보는 실험을 진행했습니다. 이 변화는 단순한 구조 수정이 아니라 프로젝트 전체의 사용성을 다시 정의하는 결정이었습니다. 실제로 상부 탑재 형태로 바꾸고 나니 사람 손의 움직임과 로봇 동작 사이의 대응 관계가 훨씬 자연스럽게 느껴졌고, 의료 환경의 작업 시나리오와도 더 잘 어울리는 폼팩터가 되었습니다. 그렇게 해서 최종적으로는 이번 대회에서 전시했던 형태에 가까운 시스템 구성이 완성될 수 있었습니다.



의료 환경 적용을 고려해 상부 탑재 형태로 재구성한 로봇 폼팩터. 기존 하부 지지 방식보다 사람의 작업 자세와 더 유사한 구조를 구현

또 하나의 중요한 전환점은 디바이스 선택이었습니다. HoloLens 2는hand tracking 측면에서 강력한 장점이 있었지만, 장비 가격이 매우 높고 접근성이 제한적이라는 현실적인 문제가 있었습니다. 연구용 프로토타입으로는 충분히 의미가 있었지만, 더 많은 사용자가 접근할 수 있는 플랫폼으로 확장하려면 다른 대안이 필요했습니다. 그래서 저희는 최종적으로Quest 3를 활용해hand tracking이 가능하도록 시스템을 확장하는 방향까지 고려하고 구현을 진행했습니다. 이 과정은 단순히 기기를 교체한 것이 아니라, 특정 고가 장비에 종속되지 않는 보다 실용적인 인터페이스로 발전시키기 위한 시도였습니다. 연구실 안에서만 가능한 기술이 아니라, 더 넓은 환경에서 재현 가능한 기술로 옮겨가는 과정이었다는 점에서 개인적으로도 매우 의미 있게 느껴졌습니다.



glove-free teleoperation 최종 데모 장면. 사용자의 손 움직임을 기반으로 의료 환경 시나리오에서 로봇 조작 가능성을 검증한 모습

대회 과정

• 본선 부스에서 확인한 것은 ‘기술’ 보다 ‘방향성’이었다.

본선과 부스 운영 경험은 개발 과정과는 또 다른 의미로 깊이 남았습니다. 연구실 안에서는 늘 성능, 오차, 구현 가능성 같은 기술적 요소를 중심으로 고민하게 되지만, 부스에서는 전혀 다른 질문을 받게 됩니다. “왜 굳이 컨트롤러 없이 하려는가”, “의료 현장에서 정말 쓸 수 있을 것 같은가”, “기존 teleoperation 방식과 어떤 점이 다른가”, “이 방식이 실제로 데이터를 모으는 데 얼마나 도움이 되는가”와 같은 질문들은 저희 프로젝트의 핵심 가치를 다시 생각하게 만들었습니다. 단순히 로봇이 움직인다는 사실보다, 왜 이런 구조가 필요했고 어떤 환경에서 더 의미를 가지는지를 설명하는 과정이 훨씬 중요했습니다.

특히 저희는 부스에서 시스템의 기술적 흐름을 가능한 한 자연스럽게 전달하려고 했습니다. 사람의 손을 hand tracking으로 인식하고, Unity 기반 가상환경에서 이를 해석한 뒤, 다시 실제 로봇의 관절 움직임으로 이어지도록 설계했다는 점, 그리고 그 과정에서 의료 환경에 맞는 폼팩터와 입력 방식을 고민했다는 점을 중심으로 설명했습니다. 그 과정에서 방문자들이 단순히 “신기한 로봇”으로 보는 것이 아니라, “정말 현장에 적용될 수 있는 인터페이스”로 받아들이는 순간이 있었고, 그때 큰 보람을 느꼈습니다. 또한 저희가 구현한 구조가 단순한 시각적 데모를 넘어서, 향후 demonstration data 수집과 모바일 매니폴레이션으로까지 확장될 수 있다는 가능성을 이야기할 수 있었던 점도 뜻깊었습니다.

부스 운영을 하면서 느낀 또 하나의 점은, 연구자가 기술을 만드는 것만큼이나 그것을 전달하는 방식도 중요하다는 사실이었습니다. 저희에게는 너무 익숙한 hand tracking, Unity, joint mapping, torque control 같은 개념도 처음 보는 사람에게는 매우 낯설 수 있습니다. 그래서 기술적 디테일을 그대로 나열하기보다, “사람이 손을 움직이면 로봇이 그것을 자연스럽게 따라오게 만든다”, “의료 환경에서는 손에 다른 장비를 쥐지 않는 것이 중요하다”, “그래서 우리는 손 자체를 입력 장치로 바꾸고자 했다”는 식으로 설명을 정리하게 되었고, 이런 과정이 오히려 저희 스스로 프로젝트의 본질을 더 잘 이해하게 해주었습니다.

#대회를 통해 얻은 점

• 수상은 완성에 대한 보상이라기보다 가능성에 대한 응답이었다

이번 수상은 단순히 결과가 좋았다는 사실 이상으로, 저희가 고민해온 방향이 충분히 의미 있다는 확인처럼 느껴졌습니다. 사실 개발 과정에서는 완전히 매끄럽게 흘러간 순간보다, 계속해서 수정하고 바꾸고 의심했던 순간이 훨씬 많았습니다. 컨트롤러 기반 방식이 적절한지, hand tracking이 실제로 안정적으로 동작할 수 있을지, 로봇의 구조를 바꾸는 것이 맞는 판단인지, HoloLens 2에서 Quest 3로 확장하는 방향이 실

용적인지 등 매 단계마다 다시 생각해야 했습니다. 그래서 수상 소식을 들었을 때 가장 크게 든 감정은 “드디어 잘 끝났다”보다는, “우리가 붙잡고 있었던 문제의식이 틀리지 않았구나”에 가까웠습니다.

특히 이번 프로젝트는 기존에 이미 잘 알려진 방식 하나를 그대로 구현한 것이 아니라, 의료 환경이라는 특수한 제약 조건 안에서 더 적합한 인터페이스와 폼팩터를 찾으려는 시도였기 때문에 더욱 뜻깊었습니다. 화려한 결과물 자체보다도, 왜 이런 방향이 필요한지 꾸준히 고민하고 그것을 실제 시스템으로 설득력 있게 보여주었다는 점에서 더 의미가 있었습니다. 연구를 하다 보면 당장 성능 수치나 짧은 데모에 집중하기 쉽지만, 이번 수상을 통해 장기적으로 어떤 문제를 풀고 싶은지, 그리고 그 문제를 어떤 방식으로 풀어야 하는지에 대한 방향성이 중요하다는 사실을 다시 확인할 수 있었습니다.

이번 프로젝트가 남긴 것, 그리고 앞으로의 확장

이번 창의설계축전을 통해 가장 크게 배운 점은, 좋은 로봇 시스템은 단지 강한 하드웨어나 정교한 알고리즘만으로 만들어지지 않는다는 사실이었습니다. 실제로 쓰일 수 있는 시스템을 만들기 위해서는 사용자가 어떻게 느끼는지, 어느 환경에서 사용되는지, 어떤 제약이 있는지까지 함께 고려해야 한다는 점을 절실히 체감했습니다. 저희 프로젝트 역시 처음에는 제어가 가능하다는 것에 초점을 맞췄지만, 점차 “의료 환경에서 진짜 쓸 수 있는가”, “직관적인가”, “확장 가능한가”라는 질문으로 사고의 중심이 옮겨갔습니다. 그리고 바로 그 지점에서 프로젝트의 방향이 더 분명해졌습니다.

앞으로는 이번에 구현한 glove-free hand tracking 기반 텔레오퍼레이션 시스템을 더욱 안정화하고, 보다 다양한 의료 작업으로 확장해보고 싶습니다. 또한 현재의 고정형 manipulator 제어를 넘어서, 처음부터 구상해왔던 것처럼 AMR과 결합된 mobile manipulation 형태로 발전시켜 실제 의료 공간 안에서 더 유연하게 동작할 수 있는 방향까지 이어가고 싶습니다. 더 나아가 특정 고가 장비에 종속되지 않는 접근 가능한 인터페이스를 구축함으로써, 의료진과 연구자, 나아가 비전문가까지도 보다 쉽게 로봇 시연과 데이터 수집에 참여할 수 있는 환경을 만드는 것이 저희의 목표입니다. 이번 수상은 하나의 마무리라기보다, 그 방향으로 더 깊이 나아가도 된다는 격려처럼 느껴집니다.



창의설계축전 참가 후기

은상 창작활동부문



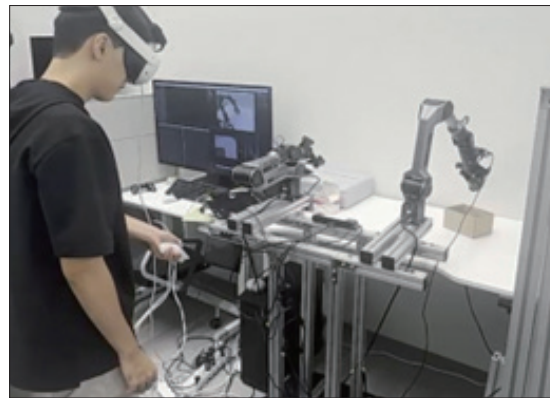
창의설계축전 참가 계기

1학년, 2학년 때는 로봇 동아리에서 모인 조원들끼리 창의설계축전에 참가했었다. 당시에는 아두이노로 제어되는 단순한 로봇을 주제로 잡았는데, 전문적인 연구나 제작 관련 지식이 부족했던 것이 아쉬움으로 남았다.

이번 학년도에는 동아리와 별개로 몇몇 학부생 친구들과 리 로봇 제어와 관련하여 같이 모여 공부하는 자리가 있었다. 그 친구들 중에서 팀을 맺어 여름방학 동안 자연스럽게 창의설계축전 참여를 계획하게 되었다. 과제물에 어떻게 전문성을 부여할지도 몰랐던 예전과는 다르게, 관심 분야가 비슷한 친구와 함께 보다 연구적 가치가 있는 무언가를 만들고 싶었다.

출품작 개발 과정

서로의 연구적 관심과 맞닿아 있으면서도 실물로서 보여주기 좋은 주제를 찾다가, hand tracking에서 출발하는 teleoperation 시스템을 구축해 보기로 했다.



Quest 3 기기를 통한 로봇 제어

제어할 로봇은 연구실에서 PiPER 로봇 팔 한 쌍을 대여받아 사용했다. 해당 로봇 팔은 Ubuntu 22.04의 ROS 2 프레임워크를 통해 제어하는 시스템이 보편적인데, 기본적으로 trajectory 값을 입력해 주어야 했다.

우리가 목표로 한 것은 PiPER 로봇 팔을 손의 움직임만으로 제어하는 것이었다. 오퍼레이터가 양 손을 움직이면 로봇 팔이 손의 위치 및 오드린 정도를 똑같이 모방하도록 기동하는 것이다. 또한 그동안 손 동작을 담당하는 오퍼레

이터는 VR 기기(Quest 3)를 통해 제어 상태를 파악할 수 있도록 했다.

시스템의 흐름을 간략히 설명하자면, 우선 손을 VR 헤드셋의 카메라로 실시간 촬영하여 SE 값을 계산하고, 알고리즘이 해당 손의 상태에 대응되는 로봇의 joint 값으로 변환하는 Inverse Kinematics 연산을 수행한다. 해당 값을 ROS 2에 입력하여 최종적으로 PiPER를 실시간 제어하는 pipeline을 구축한 것이다.



Hand Tracking을 통한 로봇 EE 제어

대회 과정

창의설계축전 본선은 부스를 준비하고 심사위원 및 관람인원 분들께 실시간으로 설명드리는 방식으로 진행되었다.



부스 준비 중 PiPER 로봇 팔 설치

실제로 Quest 3를 착용하고 손 움직임으로 PiPER robot arm 한 쌍을 제어하는 모습을 시연하는 것이 부스의 주가 되었다. 포스터에 설명된 시스템 구조와 원리를 설명하는 것도 중요했는데, 심사위원분들을 제외하면 해당 파이프라인의 구체적인 흐름까지 깊게 질문하시는 분들은 거의 없었던 점이 소소하게 아쉬웠다.

#대회를 통해 얻게 된 점

부스 운영 형태로 대회에 참여하는 것이 꽤 오랜만이라고 느꼈는데, 직접 시연의 즐거움과 어려움을 동시에 느끼는 시간이었다. 우선 많은 시간과 노력을 들여 준비한 시스템을 많은 사람들의 앞에서 당당히 보여주고, 설명하는 시간이 스스로 자신감을 갖게 해주었다. 한편 상시 안정적인 시스템을 설계하는 것이 어렵다는 것을 느끼기도 했다. Quest 3와 Linux 간에 와이파이 통신을 사용했는데, 전시장 와이파이 환경이 개발 환경과 다소 달랐기 때문인지 시연 도중 튕김으로 리셋이 필요한 순간이 예상보다 더 많았다.

또 다른 팀들의 부스를 돌아보면서 다양한 아이디어와 주제를 엿본 것도 소중한 경험이었다. 특히 수중에서 구동하는 드론을 설계해온 팀이 기억에 남는다. 과거 수중 로봇을 설계하다가 방수 부분이 너무 어려웠던 기억이 있어, 관련 전략을 간단하게 물어봤다.

프로젝트 자체에 있어서는, 로봇 제어와 관련해서 산업적/실무적으로 급히 요구되는 요소가 무엇인지 파악할 수 있는 계기가 되었다. 주제를 선정하는 과정에서 로봇 학습 데이터 수집을 위한 teleoperation의 중요성을 체감했고, 개발 과정에서는 해당 분야가 실질적으로 어떻게 연구 및 개발되는지를 다소 파악할 수 있었다.

다만 우리 주제와 같은 pipeline 구축이 개인적인 연구 흥미와는 조금 다르다는 감상도 받게 되었다. 만약 로봇과 연관된 연구 혹은 산업적 활동을 이어간다면, 조금 더 알고리즘적인 측면에서 접근하는 방향으로 시도해 보고 싶다.

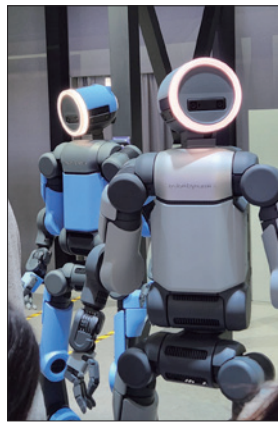
#라스베이가스 CES 2026 참여

개인적인 사정이 겹쳐 해외 연수에는 참여하지 못하게 되었다. 아주 큰 아쉬움으로 남는다. 하지만 CES 2026에는 참여할 여건이 되었기 때문에, 간략하게 3일간 관람한 소감을 기재해 보고자 한다.



NVIDIA Physical AI 세션

첫째로 기억에 남는 것은 Foundry 행사장이었다. NVIDIA가 주가 되어 여러 기술과 제휴사들의 전시가 있었는데, Physical AI의 현황과 미래에 대한 세션도 들을 수 있었다. 패널 형태로 진행되어 각자 서로 다른 시야에서 입장을 전달해주는 점이 유익했다. 전반적으로 사업적 전망을 기대하는 사업가나 주주들을 대상으로 긍정적인 비전을 말한다는 느낌이 강했는데, 개인적으로 Physical AI 분야가 한동안은 다수가 기대하는 것보다는 더 narrow한 방향으로 발전되겠다는 인상을 받았다.

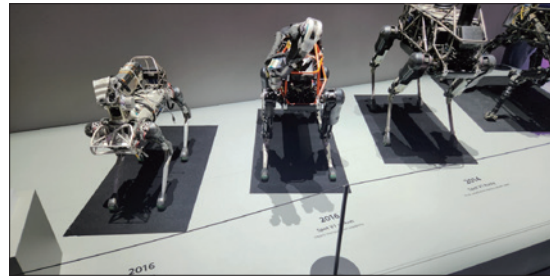


현대모비스 부스의 휴머노이드 Atlas

둘째로 기억에 남는 것은 마지막 날 들었던 현대모비스 부스에서의 Atlas 로봇 기술세션이었다. 유튜브 영상 등을 통해 알고 있던, Boston Dynamics사의 정교한 제어 기술을 직접 볼 수 있어 좋았다. 또 Atlas 2.0을 Teleoperation을 통해 imitation learning 시키는 모습을 실시간으로 보여준 것도 인상적이었다. 발표에서는 현대모비스, Boston Dynamics, Google Deepmind의 협업에 대해 설명했는데, 앞으로 대기업들을 중심으로 Physical AI의 산업구조가 어떤 형태로 형성될지 다소 이해할 수 있었다.



Boston Dynamics사 휴머노이드 로봇 Atlas의 변천사



Boston Dynamics사의 4족보행 로봇 Spot의 변천사

이외에도 Physical AI 혹은 로봇을 내세운 부스들을 관심 있게 보았고, 크게 로봇청소기, 잔디깎이 등의 경로탐색, 혹은 휴머노이드나 사족보행, 이륜구동 구조의 제어 기술을 내세우는 것이 트렌드로 보였다.



단체 동작을 보여주는 휴머노이드 로봇



이륜구동형 Companion 로봇



부표처럼 수면에 부양 및 이동하는 드론

Venetian 호텔 부스는 스타트업 기업들이 주로 참여하는 곳인데, 수면 부양 드론 등 독창적인 아이디어가 몇몇 있었다. 대기업들이 참여한 전시장과 이곳의 분위기를 비교하면서, 독창성과 사업성을 동시에 챙기는 것이 정말 어려운 일이라는 인상을 받았다.

창의설계축전 개선할 점

대회 자체에 대해서는, 개인적으로는 부스를 운영해야 하는 최종평가 일정이 강의시간과 많이 겹치는 점이 아쉬웠다. 물론 평일에 진행하기 위해서는 불가피한 일이겠지만 이 외에는 따로 아쉬움을 표할 만한 부분이 없었던 것 같다.

사소한 편의 개선 의견으로, 본선 기간에 모기가 매우 많아 전날 야간에 부스를 준비하며 애로사항이 있었다. 행사장에 살충제나 전기파리채를 제공한다면 참가자들에게 큰 도움이 될 것 같다.

창의설계축전 참가 후기

은 상 창작활동부문



창의설계축전 참가 계기

정달이 형과 영욱이 형은 군대 동기 사이였다. 당시 영욱이 형은 전기정보공학부 로봇 동아리인 '시그마'에서 활동 중이었으며, 창의설계축전 팀 빌딩을 위해 구글 스프레드시트에 본인의 아이디어를 공지했다. 마침 나 역시 같은 동아리 소속이었고, 시트에서 확인한 영욱이 형의 주제가 매우 흥미로워 컨택하게 되었다. 이것이 우리의 첫 만남이었다. 첫 만남부터 창의설계축전이라는 명확한 목표가 있었기에 우리는 곧바로 대회 준비에 몰입할 수 있었다.

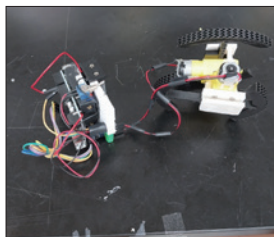
창의설계축전 출품작 개발배경

영욱이 형이 구글 스프레드시트에 적었던 주제는 로봇 강아지가 공의 궤도를 예측해 주워오는 프로젝트였다. 그러나 첫 만남 후 논의 과정에서 사람이 쓰레기를 던지면 그 궤도를 인식해 직접 잡는 '쓰레기통'으로 아이디어가 발전했다. 이어 쓰레기통에서 팔이 나와 주변 쓰레기를 잡는 구조를 고민하다가, 이 팔 구조를 원기둥 형태의 바퀴에 적용하자는 의견이 나왔다.

기존의 차체 위에서 굴러가는 평범한 바퀴가 아니라, 장치 스스로 바닥을 팔로 밀어 이동하는 독특한 메커니즘을 만들기 위해 했다. 특히 구 형태로 자유롭게 움직이면 흥미롭겠다는 의견이 있었으나, 구현 난도가 매우 높아 우선 원기둥에 팔을 달아 바닥을 밀고 나가는 형태로 합의했다. 이후 방학 두 달 동안 치열하게 설계와 제작을 반복했다.

대회 과정

초기에는 모터를 어떻게 달지 막막하여 구조가 매우 초라했다. 가장 큰 문제는 예산상 고가의 선형 액추에이터를 사용할 수 없어, 회전운동으로 병진운동을 얻어야 한다는 점이었다. 이를 해결하기 위해 방사형 엔진 구조를 접목했다. 처음에는 이 엔진 구조를 잘 몰라 마스터 로드의 개념조차 없었고 기어가 헛도는 등 시행착오가 많았으나, 오류를 하나씩 수정하며 동기화된 병진운동을 구현해냈다.

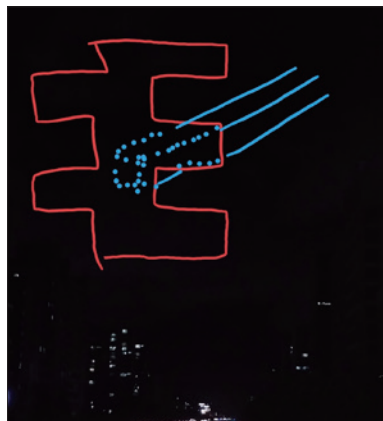


기초적인 수준의 움직임 구현



방사형 엔진을 만들기 위해 가동한 3D프린터

하지만 껍질이 동기화되어 움직여도 껍질끼리 걸리는 바람에 바닥을 제대로 밀지 못했다. 이를 해결하기 위해 손가락을 겹치는 모양에서 아이디어를 얻어 껍질을 재설계했다.

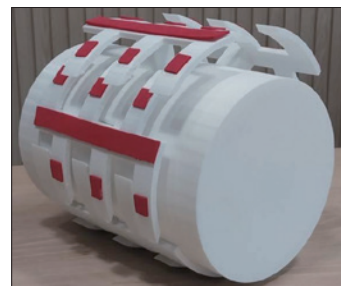


지하철을 타고 이동하던 중 껍질 모양 아이디어가 떠올랐지만 기록할 곳이 없어서 핸드폰 갤러리 속 사진 위에도다가 그렸던 메모

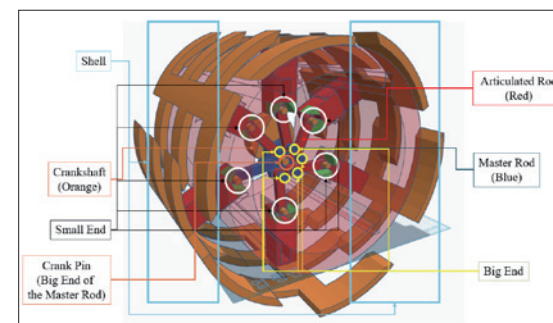
또한 GND 핀과 VCC 핀을 한 번만 헛갈려도 타버리는 ESP32 칩을 처음 사용해보느라 고생이 많았다. 장비를 자꾸 망가뜨리는 바람에 동아리방의 3D 프린터를 수십 번 넘게 가동했고, MCU 칩만 10여 개를 교체했다. 덕분에 팀원들과 돌아가며 밤을 새우고 일정이 끝나자마자 달려오는 등 여름방학 내내 수많은 고생 끝에 작품을 완성했다.

이론적 분석에서도 난항을 겪었다. 워낙 움직임이 변칙적인 구조라 이론적 근거를 대기가 어려웠는데, 운이 좋게도 라그랑주 역학만큼은 적용하기 비교적 간단한 형태여서 제품을 물리적으로 해석할 수 있었다. 최종보고서 작성 며칠 전에 조원과 이야기하며 이론의 허점을 찾아내 상당히 당황했지만, 논리를 보완해 보고서에 녹여냈다. 이러한 이론적 분석은 본 제품의 신뢰도를 높이는 데에 한몫했다고 생각한다.

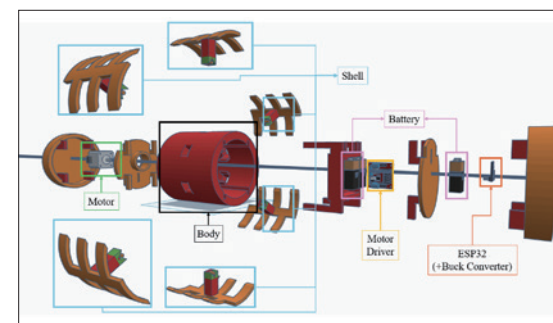
대회 당일, 처음에는 별다른 기대를 하지 않았으나 심사위원분들이 제품에 큰 흥미를 보이시는 것을 보고 정말 뿌듯했다. 열심히 발표와 시연을 진행한 끝에 최종적으로 은상을 수상할 수 있었다. 여담이지만 사진 5, 6과 같이 제품의 모습을 보여주는 그림을 그리는 것만으로도 몇 시간 넘게 소요됐다. 그림을 그리는 것도 오래 걸렸는데, 실제 기어를 만들고, 작동시키고, 세세한 크기를 계산하고 출력하는 데에 다시 생각해도 아찔할 만큼 시간이 소요됐다. 1차 예선이 끝날 때즈음 완성품 제작이 끝나 짐을 정리하고자 했는데, 그동안 출력한 중간 결과들을 계속 버려움에도 넓은 테이블 하나를 꽉 채울 만큼 많은 시도를 했었다. 여름방학 때 창의설계축전만큼은 누구보다 열심히 했다고 생각해 뿌듯했었는데, 실제로 수상하여 그 결과를 인정받아 너무 기뻐다.



완성품 사진



제품 모식도(방사형 엔진 개조를 개조한 모습)



제품 모식도(전체적인 구조를 나타낸 그림)



1차 예선을 준비하며 출력했던 결과물 및 시행착오

#ex. 대회를 통해 얻게 된 점

나도 모르게 이 대회를 위해 수많은 시간을 쏟고 있는 모습을 보며, 이러한 자기 주도형 프로젝트가 적성에 맞다는 것을 느꼈다. 앞으로도 이런 대회에 많이 참가해야겠다는 확신을 얻었다. 또한 팀원들과 역할을 분배하는 법을 배웠고, 대학 입학 후 첫 대형 프로젝트를 수행하며 협력 과정을 익힐 수 있었던 좋은 기회였다. 이후 서울대학교 교수님들과의 캡스톤 멘토링을 진행하고 해외 연수를 다녀오는 등, 창의설계축전을 시작으로 수많은 값진 경험을 쌓을 수 있었다.

#ex. 창의설계축전을 마치며

학창 시절의 대회들은 대부분 입시라는 거대한 동기부여 때문에 최선을 다하는 경우가 많았다. 하지만 대학에 와보니 모두가 목표로 삼는 활동이 무엇인지 명확하지 않아 고민이 많았다. 창의설계축전은 공대 학생들이 대규모로 참여하는 대회인 만큼 참가에 부담이 없었고, 자유 주제에 재료비까지 지원되어 원하는 주제를 제약 없이 연구할 수 있었다.

대학 생활 중 무엇을 해야 할지 고민하던 시기에 본인의 역량을 아낌없이 쏟아부을 수 있는 최적의 환경이었다. 앞으로 설계뿐만 아니라 저학년 학부생 연구까지 분야가 확대된다면 더욱 큰 규모의 흥미로운 경쟁이 가능할 것이라 생각한다. 3학년이 되어서는 연구 부문에도 꼭 참여하여 이 좋은 기회를 다시 한번 잡고 싶다.

창의설계축전 참가 후기

은 상 창작활동부문

창의설계축전 참가 계기

전기정보공학부 소속 동아리인 시그마에서 창의설계축전을 같이 나갈 팀 빌딩 공고를 보고 이번 대회에 대해 알게 되었다. 평소 뜻이 맞았던 군대 동기 동생과 먼저 팀을 꾸렸고, 추가 팀원은 동아리의 팀 빌딩을 통해 만나 서울대입구역 스타벅스에서 첫 미팅을 가졌다. 낯선 조합이었지만 새롭게 무언가를 만들어보자는 열정만큼은 모두 같았다.

첫 회의에서는 자율적인 지능을 가진 로봇에 대한 아이디어가 오갔다. 공을 던지면 공을 찾아서 물어오는 강아지 로봇, 근처에 물체를 던지면 로봇 팔로 잡아 집어넣는 쓰레기통 로봇 등의 아이디어가 나왔다. 하지만 좀 더 근본적인, 패러다임을 바꿀만한 주제를 다루어보고 싶었고 결국 수많은 고민 끝에 바퀴 자체가 본체가 되어 바닥을 밀며 나아가는 단일바퀴 로봇을 개발하기로 최종 결정했다.

#창의설계축전 출품작 개발과정

처음에 주제를 정할 때만 하더라도 자신감이 넘쳤다. 3주 정도면 원기동 형태의 로봇은 충분히 개발을 끝내고 훨씬 구현이 어려운 구 형태의 로봇을 개발할 수 있을 거라 생각했다. 하지만 개발 과정은 예상보다 훨씬 혹독했다. 로봇 내부이 바퀴가 지면을 밀고 그 반작용으로 본체가 굴러가야 하는데, 지면에 충분한 접지력을 전달하면서도 매끄럽게 구동되는 메커니즘을 찾는 것이 핵심 난제였다.

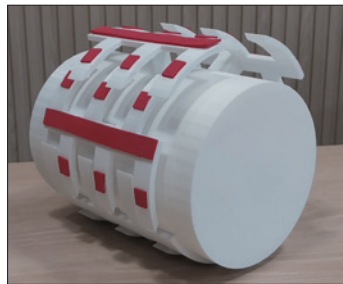


기초적인 수준의 움직임 구현



이 적절한 구조를 찾기 위해 10개 이상의 바퀴 디자인을 고안해야 했다. 디자인마다 6개씩 3D 프린터를 이용해서 출력해 테스트를 거쳤는데, 6개를 뺏는 데만 꼬박 하루가 걸리는 시간과의 싸움이었다. 계속되는 시행착오에 마감 기한이 다가올수록 초조함은 커졌지만 포기하지 않았다. 다행히 출품 직전 주에 드디어 제대로 작동하는 최적의 디자인을 찾아냈고, 이를 기반으로 밤을 새워가며 로봇의 외형을 완성할 수 있었다.

설계에서의 난항 못지않게 제작 과정에서도 수많은 고비가 있었다. 특히 회로를 구성하는 단계에서 멀쩡하던 보드가 갑자기 타버리는 등 원인 모를 파손이 반복될 때는 팀 전체가 멘탈을 유지하기 힘들 정도였다. 대회 전날까지도 배선 하나하나를 다시 점검하고 나서야 겨우 구동이 가능한 출품작을 완성할 수 있었다.



완성된 출품작

#대회 과정

대회가 시작되고 심사위원으로 참석하신 공대 교수님들과 DB 관계자분들을 보니 다시 걱정이 앞서기 시작했다. 주류적인 로봇과는 궤를 달리하는 우리 팀의 실험적인 로봇이 과연 전문가들의 기준에 부합할지 확신이 없었기 때문이다.

화려한 이론이나 뻥뻥한 텍스트로 채워진 포스터는 참관객과 심사위원의 시선을 오래 붙잡지 못할 것이라 판단했다. 그래서 우리는 발표의 무게중심을 직관적인 시연과 시각 자료에 두었다. 복잡한 수식보다는 우리가 왜 이 어려운 단일바퀴 구조를 선택했는지, 그리고 수십 번의 출력 끝에 얻어낸 바퀴 디자인이 어떤 원리로 지면을 차고 나가는지 보여주는 데 집중했다.

드디어 우리 차례가 되어 시연을 시작했을 때, 행사장 내에 흐르던 묘한 긴장감을 기억한다. 겉보기에는 도저히 이동할 수 없을 것처럼 생소하게 생긴 로봇이 매끄럽게 앞으로 나아가기 시작하자, 심사위원분들뿐만 아니라 지나가던 사람들도 걸음을 멈추고 우리 부스에 집중했다. 이론적인 증명을 넘어 실제 구동으로 우리의 논리를 입증했을 때 느꼈던 그 희열은 무엇과도 바꿀 수 없는 것이었다. 모두의 이목이 집중된 순간, 우리의 판단이 옳았음을 직감했고 비로소 수상에 대한 기대감을 가질 수 있었다.



창의설계축전 행사장의 우리 팀 부스

#대회를 통해 얻게 된 점

안정성이 보장된 단일바퀴 로봇이라는 전례 없는 구로를 설계하며, 이론적 계산과 실제 하드웨어 구현 사이의 거대한 간극을 몸소 체험할 수 있었다. 시뮬레이션상으로는 완벽해 보였던 아이디어도 실제 3D 프린팅을 거쳐 지면에 닿는 순간 마찰력과 토크의 불균형으로 인해 무너져 다시 설계를 해야하는 과정을 수없이 반복했습니다. 이 과정을 통해 공학도에게 필요한 것은 화려한 수식이나 완벽한 알고리즘뿐만 아니라, 현장의 불확실성을 인식하고 인내심 있게 수정해 나갈 수 있는 능력이 있다는 것을 깊이 깨달았다.

팀워크의 진정한 의미도 배울 수 있었다. 보드가 타버리는 원인 모를 결함이나 디자인 실패로 마감 직전까지 몰렸을 때, 서로를 탓하기보다 각자의 전문성을 발휘해 돌파구를 찾는 과정이 수상보다 값진 자산이 되었다. 아이디어 제시, 실제 구현, 발표 시연 준비까지 유기적으로 맞물려 돌아가는 팀 프로젝트의 역동성을 경험하며, 혼자서는 도달할 수 없었던 패러다임의 변화가 협력을 통해 가능해짐을 확인했다.

#추후 계획

우리의 출품작은 바퀴의 재발명이라고 생각될 정도로 도전적인 시도였던 만큼, 이를 단순히 대회용 결과물로 남겨두지 않고 기술적 완성도를 높이는 데 집중할 계획이다. 현재는 초기 아이디어를 구현한 수준이지만, 지면의 상태에 구애받지 않고 안정적으로 주행할 수 있도록 제어 알고리즘을 고도화하고 센서 융합을 통한 자율 주행 기능을 탑재해볼 계획도 있다. 대회를 통해 얻은 피드백을 바탕으로 단일바퀴 로봇의 메커니즘을 학술적으로 정리하여 관련 커뮤니티나 학회에 공유하는 기회도 모색하고 있다. 이번 프로젝트에서 겪은 시행착오들은 앞으로 내가 마주할 더 큰 공학적 난제들을 풀어낼 밑거름이 될 것이다.

#창의설계축전을 마치며

은상을 거머쥐며 미국 해외연수 기회를 얻게 되었다는 사실이 아직도 꿈만 같다. 사실 준비 과정에서는 '과연 이게 굴러갈까?'라는 의구심과 싸우는 시간이 더 많았다. 하지만 포기하지 않고 시연장에서 우리 로봇이 나아가는 모습을 증명해 보였을 때의 전율은 그간의 밤샘 작업과 고생을 한순간에 보상해 주었다. 저학년 때 이런 기회를 더 일찍 만났더라면 좋았겠다는 아쉬움도 잠시 들었지만, 지금 이 시점에 팀원들과 함께 최선을 다해 얻어낸 결과이기에 더없이 만족스럽다.

창의설계축전 참가 후기

은상 창작활동부문

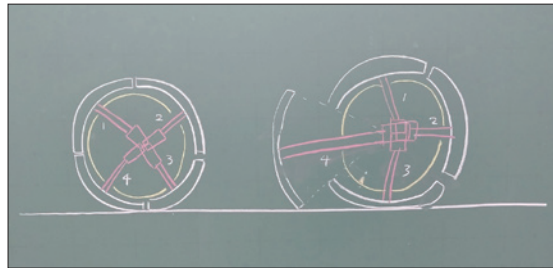
창의설계축전 참가 계기

유영욱 팀원과는 군대에서 동기로 만나 같이 복학을 앞둔 상황이었고, 정동영 팀원은 유영욱 팀원과 동아리에서 만난 인연으로 세 명의 팀이 결성되었습니다. 세 명 모두 설계 경험이 없다시피 했지만, 일단 부딪히고 경험하면서 배우자는 마음가짐으로 참가했습니다.

#출품작 아이디어 디벨롭 과정

주제 선정을 위한 첫 팀 회의부터 최종 결정까지 아이디어의 수많은 변화가 있었습니다. 처음 제시된 아이디어는 던져진 공을 물어오는 로봇이었습니다. 그러던 것이 던져진 쓰레기의 궤적을 계산해 낙하지점으로 이동하는 쓰레기통 로봇으로 발전하였다가, 쓰레기의 수거 반경을 늘리기 위해 점착성 있는 로봇팔을 장착하면 좋겠다는 생각에 이르렀습니다. 그런데 그 팔에 달라붙은 물체를 통 안으로 떨어뜨리는 방식이 문제였는데, 소재의 점착성을 조절하는 방식은 예산 내에서 구현하기 어려워 보였습니다.

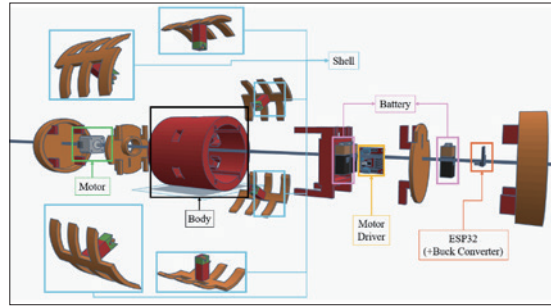
그 대신 고안해낸 것이 구 껍질 형태의 본체에 뚫린 여러 구멍 사이로 점착성이 있는 막대가 왕복 운동하는 ‘스파이크’ 구조였습니다. 각 방향으로 튀어나온 막대에 쓰레기가 달라붙은 상태에서 막대가 본체 내부로 들어가면 구멍을 통과하지 못한 쓰레기가 팔에서 떨어지는 방식이었습니다. 이 아이디어 그대로 제작했어도 재미있었겠지만, 저희는 이 스파이크 구조를 활용해 더 재밌는 것을 만들어보고자 브레인스토밍을 이어나갔습니다. 결과적으로, 스파이크 구조의 막대가 순차적으로 땅을 밀면서 굴러가는 일종의 새로운 바퀴를 구현하는 것을 주제로 결정하였습니다.



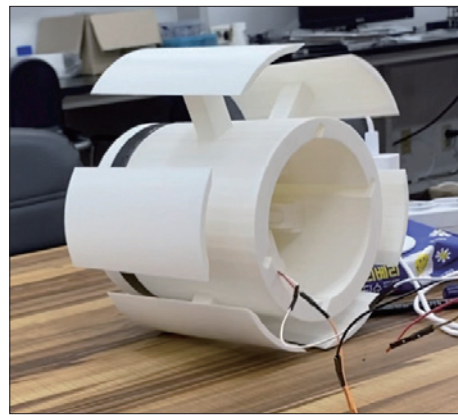
#디자인 수정 과정

지면을 미는 막대의 움직임을 구현하는 것이 주요한 과제였습니다. 굴러가는 본체의 속도에 맞추어 적절한 시점에 적절한 길이만큼 돌출이 되어야 막대가 지면과 벗어나지 않으면서 추진력을 얻을 수 있기 때문입니다. 리니어 액추에이터를 막대마다 달아서 각 막대의 움직임을 각각 제어하는 방식을

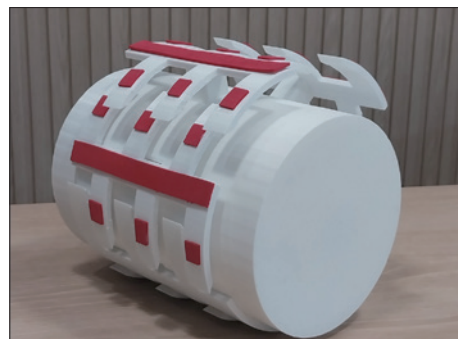
시도했지만, 저희가 필요로 한 속도, 가동 범위, 출력을 갖춘 액추에이터를 시중에서 찾을 수 없었습니다. 직접 액추에이터를 제작하는 것까지 고려하던 와중에, 항공기 프로펠러에 쓰이는 방사형 엔진(Radial Engine)에서 돌파구를 찾았습니다.



방사형 엔진을 적용하면서 제어의 복잡도를 크게 줄일 수 있었습니다. 막대들의 순차적인 움직임은 구조적으로 구현하고, 각 막대의 이동 범위, 속도, 출력을 중심에 위치한 하나의 모터만 활용하여 구현할 수 있었습니다.



또한 부드러운 움직임을 위해 막대의 끝에 호 모양의 쉘을 추가했고, 지면과 접하는 쉘의 연속적인 교체가 가능하도록 쉘의 디자인을 서로 맞물리는 형태로 수정했습니다.



#대회 과정

메인보드를 여러 번 태우고, 실험 중 쉘이 부러지고, 의도한 것과 반대 방향으로 굴러가서 디자인을 처음부터 설계하고, 본체 내부 회로 무게가 한 쪽으로 쏠리는 등, 매일이 새로운 문제의 연속이었습니다. 고백하자면, 보고서를 제출하여 서류 심사를 받고 있던 시점에는 장치가 고장이 나 작동하지 않고 있었습니다. 그래도 마주한 문제들을 어떻게든 하나씩 해결하나가다 보니 최종 발표일에는 만족스럽게 시연을 할 수 있었습니다.

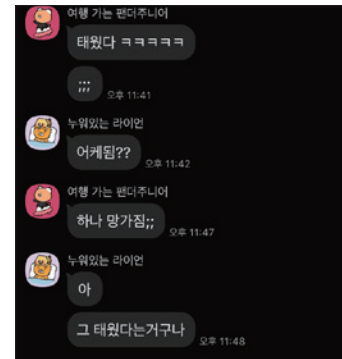
#대회를 통해 얻게 된 점

팀원들과의 우정이 돈독해졌다는 점이 가장 소중한 수확으로 느껴집니다. 정동영 팀원과는 대회를 통해 처음 만났지만 많은 시간을 함께하며 빠르게 친해질 수 있었습니다. 유영욱 팀원과는 군대 동기였지만 각자 학교 생활에 바쁘게 적응하다 보면 서서히 멀어질 수도 있겠다는 걱정이 있었는데, 대회를 계기로 한층 더 가까워질 수 있었습니다. 대회가 끝난 이후에도 단독방은 활발하게 운영되며 꾸준히 교류하고 있습니다.

#개선할 점

전후좌우 모두 이동할 수 있는 형태로 개선이 필요합니다. 저희 팀의 초기 계획은 운송 수단을 구의 형태로 만드는 것이었습니다. 앞뒤로만 움직이는 실린더 형태의 운송 수단은 스파이크 구조의 실현 가능성을 확인하기 위해 빠르게 데모로만 만든 후, 구형 운송 수단의 설계로 넘어가고자 했습니다. 그러나 실린더 형태의 데모를 만드는 단계부터 여러 난관이 있었고, 구형 디자인은 다음을 기억하게 되었습니다.

회로의 안정성 측면에서도 개선이 필요합니다. 최종 발표일에는 윤이 일부 따라서 문제없이 시연할 수 있었지만, 개발 단계에서 메인보드가 타는 일이 여러 번 발생했던 원인을 명확히 파악하진 못했습니다.



#시상식

최종 발표일 전날까지만 해도 수상은 언감생심, 대회를 통해 좋은 경험하며 많이 배워간다는 생각뿐이었습니다. 그러나 부스 운영 중 예상에 없던 영상 인터뷰 요청이 들어오면서 동상 정도 수상할 수도 있겠다는 기대를 가지고 시상식에 갔습니다.

기대와는 달리, 창작활동 부문 동상 수상팀으로 호명된 11개의 팀에 저희 팀은 없었습니다. 아쉬운 마음을 삼키고 잠깐이나마 들었던 감정을 정리하며 나머지 수상팀 발표를 기다렸습니다. 잠시 후 은상 수상팀으로 스파이크가 호명되자, 3초 정도 멍하니 있다가 방방 뛰며 팀원들과 기쁨을 만끽했습니다. 상금도 좋았지만, CES를 탐방하는 해외 연수 기회가 주어진다는 것이 가장 기뻐했습니다.



#창의설계축전 개선할 점

창의설계축전 홈페이지 명예의 전당에 현재 팀장의 이름만 올라가있는 상태인데, 팀원들의 이름이 모두 나타나도록 변경이 가능하면 좋을 듯 합니다.

#창의설계축전을 마치며

팀원들과 같이 밤새며 즐겁게 설계한 경험을 얻은 것만으로도 좋았는데, 은상과 해외연수라는 선물을 받게 되어 대단히 감사하게 느껴집니다. 대회 운영을 위해 힘써주신 DB김준기 문화재단, 공대 행정실, 교수님들께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

창의설계축전 참가 후기

대 상 연구발표부문

창의설계축전 참가 계기

나는 2025년 여름방학 동안 학부연구생 인턴으로 참여하며 연구를 수행할 기회를 얻었다. 수업을 통해 배운 이론을 실제 연구에 적용해 보면서, 단순히 지식을 배우는 것을 넘어 스스로 문제를 고민하고 해결해 나가는 과정의 의미를 깊이 느낄 수 있었다. 이러한 경험은 연구에 대한 흥미를 더욱 크게 만들었고, 내가 수행한 연구를 다른 사람들에게 소개하고 공유해 보고 싶다는 생각으로 이어졌다.

특히 올해 창의설계축전에는 연구발표부문이 새롭게 신설되었다. 나는 여름방학 동안 진행한 연구를 정리하여 발표하기에 매우 적절한 기회라고 생각하였고, 학부생의 연구 경험을 공식적인 자리에서 발표할 수 있다는 점에 큰 의미를 느껴 참가를 결심하게 되었다. 또한 이번 대회를 통해 연구 역량뿐만 아니라 발표 능력과 전달 능력도 함께 점검해 보고 싶었다.

창의설계축전 출품작 개발과정

출품작은 여름방학 동안 학부연구생 인턴으로 수행한 연구를 바탕으로 준비하였다. 먼저 연구의 배경과 필요성을 정리하고, 연구 과정에서 얻은 결과와 그 의미를 다시 점검하였다. 연구를 진행할 당시에는 세부적인 과정과 결과 자체에 집중하였다면, 대회를 준비하면서는 이를 발표의 형식에 맞게 체계적으로 재구성하는 작업이 필요했다.

발표 자료를 준비할 때에는 연구의 흐름이 자연스럽게 드러나도록 배경, 목적, 과정, 결과, 의의의 순서로 정리하였다. 또한 짧은 시간 안에 핵심 내용을 효과적으로 전달해야 했기 때문에, 너무 많은 정보를 나열하기보다는 중요한 내용이 분명하게 보이도록 구성하고자 했다. 발표 대본 역시 여러 번 수정하며 보다 자연스럽게 논리적인 흐름이 되도록 다듬었고, 예상 질문에 대한 답변도 스스로 정리하며 준비하였다.

이 과정은 단순히 연구 결과를 정리하는 것을 넘어, 내가 수행한 연구를 다른 사람에게 이해하기 쉽게 설명하는 훈련이 되었다. 이를 통해 연구 내용에 대한 이해도도 더욱 깊어졌고, 어떤 점이 핵심적인 의미를 가지는지 다시 생각해 볼 수 있었다.

대회 과정

대회 당일에는 기대와 긴장이 함께 들었다. 올해 처음 신설된 연구발표부문에 참가하는 만큼, 어떤 분위기 속에서 발표가 진행될지 궁금하기도 했고, 한편으로는 내가 준비한 내용을 잘 전달할 수 있을지 걱정도 되었다. 발표 전까지 자료를 다시 확인하고 발표 흐름을 머릿속으로 정리하며 차분히 준비하고

자 노력하였다.

특히 기억에 남는 점은 옆자리의 참가 학생과 서로 발표 연습을 했던 경험이다. 같은 참가자로서 긴장감을 공유하고 있었기 때문에 자연스럽게 서로의 발표를 들어 주고 간단한 피드백도 나눌 수 있었다. 짧은 시간이었지만 실제 발표 직전에 발표 속도와 전달 방식을 점검할 수 있어 큰 도움이 되었다. 경쟁의 자리이기도 했지만, 동시에 서로 응원하며 배우는 분위기를 느낄 수 있었던 점이 인상적이었다.

실제 발표에서는 연구의 배경과 목적, 수행 과정, 주요 결과를 중심으로 설명하였다. 제한된 시간 안에 핵심을 전달해야 했기 때문에 세부적인 내용보다는 전체적인 흐름과 연구의 의의를 분명하게 전달하는 데 집중하였다. 질의응답 시간에는 발표 과정에서 미처 다 설명하지 못한 부분까지 다시 생각해 볼 수 있었고, 나의 연구를 조금 더 넓은 시각에서 바라볼 수 있는 기회가 되었다.

그 결과 나는 대상이라는 뜻깊은 성과를 얻을 수 있었다. 준비 과정에서 최선을 다했지만 실제로 큰 상을 받게 되어 매우 감사했고, 내가 수행한 연구와 발표 준비 과정이 의미 있게 인정받았다는 점에서 큰 보람을 느꼈다.



창의설계축전 행사장의 우리 팀 부스



대회를 통해 얻게 된 점

이번 창의설계축전을 통해 가장 크게 느낀 점은 연구를 수행하는 능력만큼이나 연구를 전달하는 능력도 중요하다는 사실이다. 좋은 연구를 하는 것 자체도 중요하지만, 그 내용을 다른 사람에게 이해하기 쉽게 설명하고 설득력 있게 전달하는 것 또한 연구자의 중요한 역량임을 깨달았다. 발표를 준비하고 실제 질의응답을 경험하면서 내가 알고 있는 내용을 상대방의 입장에서 풀어내는 연습이 얼마나 중요한지 체감할 수 있었다. 특히 포스터 형식의 발표는 교수준의 학회에서도 흔한 방식이기 때문에 앞으로 연구자로서 성장하는 것에 이번 경험이 큰 밑거름이 되었다.

또한 이번 대회는 나에게 연구에 대한 자신감을 심어 주었다. 학부연구생으로서 수행한 연구가 공식적인 자리에서 좋은 평가를 받고, 대상이라는 결과로 이어졌다는 점은 앞으로도 연구를 계속해 나갈 수 있다는 확신을 주었다. 연구를 하면서 때로는 부족함을 느끼거나 방향에 대해 고민하기도 했지만, 이번 경험을 통해 꾸준히 노력하고 성실하게 준비하면 의미 있는 성과로 이어질 수 있다는 점을 배웠다.

더불어 다른 참가자들의 발표를 보며 다양한 연구 주제와 발표 방식을 접할 수 있었던 것도 큰 배움이었다. 같은 발표라도 구성 방식과 설명 방식에 따라 전달력이 달라질 수 있다는 점을 알게 되었고, 앞으로 발표를 준비할 때 참고할 수 있는 좋은 경험이 되었다.

추후 계획

이번 창의설계축전 수상 특전으로 해외학회 참가 지원을 받게 되었으며, 현재 이를 준비하고 있다. 아직 구체적인 준비는 진행 중이지만, 해외학회 참가는 내가 수행한 연구를 더 넓은 학문적 환경 속에서 바라보고 다양한 연구자들의 발표와 토론을 접할 수 있는 매우 소중한 기회라고 생각한다.

앞으로는 이번에 발표한 연구를 더욱 보완하고 발전시키며, 보다 깊이 있는 관점에서 연구를 이어 나가고자 한다. 또한 해외학회 준비 과정을 통해 학술 발표 능력과 소통 능력도 함께 키우고 싶다. 이러한 경험은 앞으로 연구를 지속하는 데 큰 밑거름이 될 것이라고 생각한다.

나는 졸업 후 대학원에 진학하여 연구를 계속할 계획이다. 이번 창의설계축전 경험은 내가 연구를 지속하고자 하는 진로 방향에 더욱 확신을 갖게 해 주었으며, 앞으로도 꾸준히 연구 역량을 쌓아 나가고 싶다.

창의설계축전을 마치며

이번 창의설계축전은 나에게 단순한 교내 대회를 넘어, 연구자로서의 가능성과 방향성을 확인할 수 있었던 뜻깊은 경험이었다. 여름방학 동안 학부연구생으로 수행한 연구를 가을에 발표하고, 그 결과 좋은 평가를 받아 대상까지 수상하게 된 과정은 매우 큰 보람으로 남았다. 무엇보다 내가 해 온 노력이 하나의 결실로 이어졌다는 점에서 의미가 컸다.

또한 이번 경험을 통해 연구는 혼자만의 작업이 아니라 다른 사람들과 공유하고 소통할 때 더 큰 가치를 가진다는 점을 느꼈다. 발표를 준비하고, 현장에서 다른 참가자와 발표 연습을 하고, 질의응답을 통해 다양한 시각을 접한 모든 과정이 나를 성장하게 만들었다. 이번 창의설계축전은 나에게 자신감과 동기를 심어 준 소중한 경험이었으며, 앞으로의 연구 생활에서도 오래 기억에 남을 것이다.

여담

이번 창의설계축전은 발표와 심사뿐만 아니라 행사장 전체를 즐길 수 있었다는 점에서도 인상 깊었다. 행사장에는 공대 학생회와 공학인재역량센터 등 여러 교내 조직에서 다양한 부스를 운영하고 있었고, 나 역시 발표 준비와 참여 중간에 부스를 둘러보며 여러 체험과 설문에 참여하였다. 이러한 프로그램들은 대회에 참여하는 학생들에게 긴장을 잠시 풀고 행사를 더욱 풍성하게 즐길 수 있는 좋은 기회가 되었다.

특히 음료수와 핫도그를 제공하는 간식 부스가 마련되어 있어 매우 만족스러웠다. 발표 행사 특성상 다소 긴장된 분위기 일 수 있었지만, 이러한 소소한 즐길 거리가 있어 한층 편안한 마음으로 행사를 즐길 수 있었다. 또한 여러 부스를 돌며 스탬프를 모으는 프로그램도 있었는데, 나 역시 행사장을 돌아다니며 스탬프를 모두 모았다. 발표 참가자로서의 경험뿐 아니라 축제처럼 행사장을 체험할 수 있었던 점이 이번 창의설계축전을 더욱 즐겁고 기억에 남는 경험으로 만들어 주었다.

창의설계축전 참가 후기

금 상 연구발표부문



창의설계축전 참가 계기

창의설계축전은 서울대학교 공과대학의 대표적인 축제입니다. 이전까지는 창작물을 제작하는 공학적 설계 위주의 대회로 알고 있어, 제 연구 결과를 창작물의 형식으로 변환하는 것에 어려움을 느껴 참가를 망설이고 있었습니다. 그러나 이번에 '연구 결과 포스터 부문'이 신설되었다는 소식을 접하며 참가를 결심하게 되었습니다. 특히 학회 진출이라는 장기적인 목표를 품고 있는 예비 연구자로서, 인턴십 과정을 통해 도출한 실증적 데이터를 전문가들에게 검증받고 객관적인 피드백을 수렴하는 과정은 제 학술적 직견을 넓히는 결정적인 계기가 될 것이라 여겼습니다. 단순히 결과를 나열하는 것에 그치지 않고 복잡한 연구 논리를 효과적으로 전달하는 커뮤니케이션 역량을 강화하고, 나아가 더 넓은 학문의 장으로 도약하기 위한 기초를 다지고자 창의설계축전에 참가하였습니다.

연구 동기 및 과정

DNA는 단순히 유전정보를 전달하는 유전물질일 뿐만 아니라 무한한 응용 가능성을 지닌 공학적 재료입니다. 이 사실에 흥미를 느껴 재료공학부 학부 인턴 프로그램에 참여하게 되었습니다. 특히 분자 진단의 핵심인 핵산탐지기술에 깊은 흥미를 느껴, 재료공학부 김영은 교수님의 연구실에서 새로운 핵산탐지 플랫폼인 'CLASSIC'을 개발하는 연구를 수행했습니다.

CLASSIC은 aptamer 프로브(Aptamer Probe)를 활용하여, 기존 qPCR의 복잡성과 등온증폭반응이 가진 비특이적 반응의 한계를 동시에 극복한 핵산탐지기술입니다. 여러 실험을 통해 결과적으로 높은 민감도와 정교한 서열 특이성을 동시에 확보한 혁신적인 탐지 기술을 구현할 수 있었습니다. 여기서 한 걸음 더 나아가, 향후에는 고가의 분석 장비 없이도 현장에서 즉각적으로 타겟을 검출하는 'Point-of-Care(현장 진단)' 최적화를 목표로 후속 연구를 계획하고 있습니다.

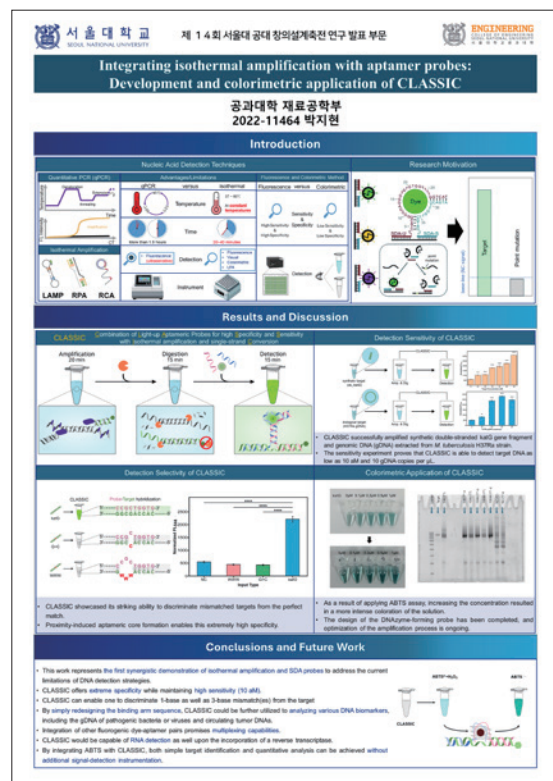
무엇보다 연구의 방향을 잡아주신 교수님의 세심한 지도와, 실험실에서 밤낮없이 열정을 나누어 주신 선배님의 도움 덕분에 이처럼 유의미한 결실을 볼 수 있었습니다. 이 자리를 빌려 깊은 감사의 마음을 전합니다.

포스터 제작 과정

포스터를 제작하며 가장 주력했던 부분은 방대한 실험 자료를 한눈에 파악할 수 있도록 가시화하고, 논리적 흐름에 맞춰 도식화된 데이터를 최적의 위치에 배치하는 과정이었습니다.

텍스트 위주의 설명은 정보 전달력은 높지만, 가독성을 저해하고, 반대로 시각 자료에만 의존하면 연구의 깊이 있는 맥락을 놓칠 수 있다는 점이 가장 큰 고민이었습니다.

따라서 '직관적인 이해'와 '학술적 상세함' 사이의 균형점을 찾는 데 많은 공을 들였습니다. 복잡한 수치 데이터는 그래프와 인포그래픽으로 재가공하여 정보의 응축도를 높였고, 이를 보조하는 설명글은 핵심 위주로 간결하게 배치하여 전체적인 가독성을 확보하고자 노력했습니다. 수차례의 수정 보완 끝에 제 연구의 본질적인 가치를 효과적으로 담아낸 포스터를 완성할 수 있었으며, 이는 데이터 사이의 연결고리를 시각적으로 정리해 보는 소중한 훈련 과정이 되었습니다.



완성된 포스터

대회 과정



포스터가 전시된 부스 모습

이번 대회는 작성한 포스터를 바탕으로 직접 구두 발표를 진행하고 질의응답을 나누는 실전적인 방식으로 이루어졌습니다. 심사위원분들뿐만 아니라 다양한 전공의 참관객들이 제 연구에 관심을 두고 설명을 요청해주시는 모습에 깊은 보람을 느꼈습니다. 스스로 수없이 반복하며 연구하고 연습한 내용임에도 막상 발표 현장에서는 긴장감이 뒤따랐으나, 내가 흘린 땀방울의 결과물을 타인에게 인정받는 과정은 그 무엇과도 바꿀 수 없는 뿌듯한 경험이었습니다.

특히 이번 발표를 통해 '연구 데이터를 산출하는 것'과 '그 가치를 타인이 이해하기 쉽게 전달하는 것'은 전혀 다른 차원의 역량임을 절감했습니다. 발표 직후 심사위원님께서 던지신 기술의 경제성 및 실용화 가능성에 대한 질문은, 순수 연구에 매몰되어 자칫 놓칠 수 있었던 '공학적 관점'의 중요성을 다시금 일깨워 주었습니다.

비록 현장에서는 긴장한 나머지 완벽하게 답변하지 못한 아쉬움이 남지만, 그 질문 덕분에 제 연구가 나아가야 할 보완점과 더 나은 방향성을 명확히 찾을 수 있었습니다.



토크콘서트 및 시상식

#5. 추후 계획

단기적으로는 해당 연구 결과를 국제적 학술 무대(해외 학회)에서 발표하며 전 세계 전문가들과 교류하는 것을 계획 중입니다. 단순히 학술적 성취에 머물지 않고, 장기적으로는 혁신적인 핵산탐지기술의 고도화를 이끌어내어 질병의 조기 진단과 감염병 대응 등 인류가 직면한 보건 문제를 해결하는 데 실질적으로 기여하는 연구자로 성장하는 밑거름으로 삼고자 합니다. 끊임없는 기술적 정교화를 통해 보이지 않는 유전 정보에서 인류의 안전을 지키는 가치를 창출하고, 공학도로서의 사회적 책임을 다하는 연구 여정을 지속해 나가겠습니다.

#6. 창의설계축전을 마치며

이번 '연구 결과 포스터 부문'의 신설은 가시적인 창작물 구현이라는 심리적 부담감을 덜어주는 동시에, 연구 본연의 논리와 가치에 집중할 수 있는 소중한 기회가 되었습니다. 저 또한 이를 계기로 용기를 내어 도전할 수 있었으며, 저와 같은 고민을 하던 많은 학생이 각자의 학문적 열정을 가감 없이 펼쳐 보일 수 있는 장이 마련된 것에 깊은 감사함을 느낍니다. 앞으로도 더 많은 동기와 후배들이 연구실 담장을 넘어 서로의 결과물을 공유하고 의견을 주고받았으면 좋겠습니다. 더 나아가, 창의설계축전을 통해 서울대학교 공과대학의 연구 역량이 한 층 더 높은 곳으로 함께 발전해 나가는 계기가 되기를 진심으로 기원합니다.

창의설계축전 참가 후기

은 상 연구발표부문



창의설계축전 참가 계기

매년 2학기가 되면 38동 1층에서 창의설계축전이 열리는 모습을 지켜보고 했습니다. 공과대학 학생들이 순수 제작한 출품작을 공유하며 자부심을 느끼는 모습이 참 멋진 순수 공학도 같았고, 저 역시 제 연구 내용을 사람들과 나누고 싶다는 생각을 자주 했습니다. 하지만 에너지자원공학, 그중에서도 물리탐사를 전공하는 저로서는 기계나 장치처럼 시각적인 출품작을 만들어내기가 쉽지 않았습니다. 그래서 창의설계축전은 늘 보기 좋은 축제일 뿐, 제가 올 수 있는 무대라는 생각은 하지 못했습니다. 그러던 중 작년에 처음으로 ‘연구 부문’이 신설된다는 공지를 보게 되었고, 평소 간직해 온 바람대로 제 연구를 사람들에게 소개하고 싶어 참가를 결심하게 되었습니다.

연구 주제 선정 과정

이번에 제가 진행한 연구의 주제는 ‘DMZ 지역 내 북한군의 은닉 땅굴 탐지’입니다. 이 연구는 기존 군에서 수행해 온 땅굴 탐사 방식의 비효율성을 개선하고자 하는 문제의식에서 출발했습니다. 기존 방식은 의심 지역에 지하 150m 깊이의 시추공을 직접 뚫고 내부에 탐사 장비를 밀어 넣어 확인하는 구조였기에, 막대한 비용과 시간이 소요될 뿐만 아니라 탐사 범위가 제한적이라는 한계가 있었습니다.

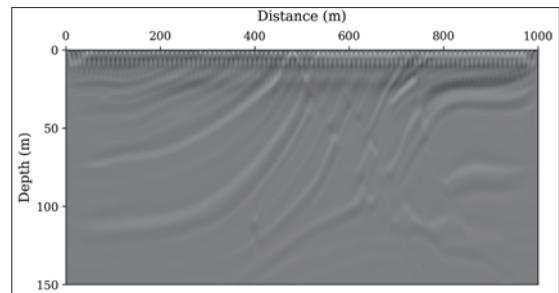
따라서 저는 굳이 땅을 깊게 파내려 가지 않고도, 지표면 위에서 탄성파를 송신하고 수신하여 지하의 빈 공간(땅굴)을 탐지해 내는 ‘지표 기반 물리탐사’ 방식을 제안했습니다. 쉽게 말해, 우리가 병원에서 초음파 검사나 MRI를 통해 피부를 절개하지 않고도 신체 내부의 상태나 종양을 정밀하게 찾아내는 것과 완전히 동일한 원리입니다. 땅속으로 보낸 탄성파가 텅 빈 땅굴에 부딪혀 돌아오는 신호를 분석하여 지하 구조를 그려내는 것입니다.

이 연구를 통해 저는 기존 시추 방식보다 훨씬 경제적이고 시간 효율적으로 넓은 지역의 땅굴을 탐사할 수 있는 방법론을 제시하고자 했습니다. 나아가, 단순히 이론과 모델링에 그치지 않고 현재 발견되어 안보 관광지로 쓰이는 ‘제3땅굴’에서 직접 현장 탐사를 진행하여, 제가 제안한 탐사 기법이 실제 현장에서도 유효하게 작동하는지 검증하는 것을 최종 목표로 삼았습니다.

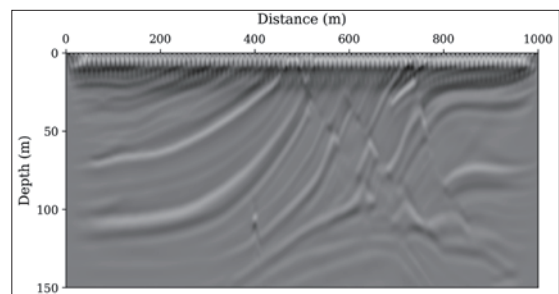
연구 진행 과정

기존에 지표 땅굴 탐사가 제대로 이루어지지 못했던 가장 결정적인 이유는 바로 ‘땅굴의 크기’와 ‘탐사 주파수’ 사이의 불일치 때문이었습니다. 북한의 은닉 땅굴은 보통 지하 70~150m라는 깊은 곳에 직경 2m 남짓한 아주 좁은 규모로 파여 있습니다. 이처럼 깊고 좁은 빈 공간을 지표면에서 정확히 포착해 내려면 해상도가 높은 150~300Hz 대역의 고주파 탄성파를 지표 내부로 송수신해야 합니다.

그러나 문제는 이처럼 정밀한 고주파 탄성파가 천부의 연약한 표토층을 통과하는 과정에서 심각한 에너지 감쇠 현상을 겪게 된다는 점입니다. 매질을 지날 때 파동의 고주파 대역 신호가 우선적으로 소실되며, 결과적으로 심부 땅굴을 탐지하는 데 필요한 핵심적인 정보까지 함께 유실되는 한계가 발생합니다. 저는 이 한계를 극복하기 위해, 표토층에서 손실된 파동의 감쇠 효과를 역으로 계산하여 복원해 주는 정교한 2D, 3D 파동 시뮬레이션 모델링을 연구했습니다. 그 결과 컴퓨터로 구현한 가상의 합성 데이터에서 땅굴의 위치를 정확히 찾아낼 수 있었고, 더 나아가 파주 제3땅굴 현장에서 직접 수집한 실제 탐사 데이터에서도 땅굴의 존재를 성공적으로 탐지해 내는 성과를 거두었습니다.



감쇠 보정 전 영상화 결과



감쇠 보정 후 영상화 결과

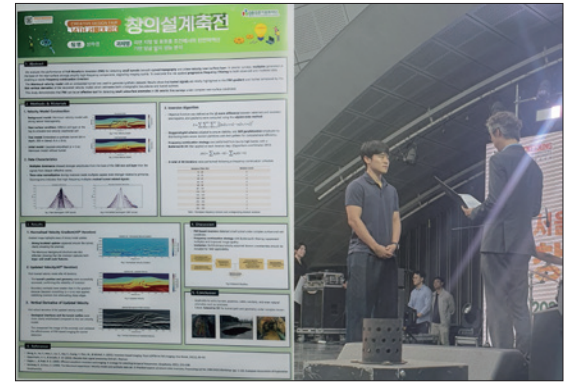
대회 진행 과정 및 느낀 점

이번 축전은 공과대학 38동 1층 필로티에서 열렸습니다. 오전부터 저녁까지 제 연구 내용을 포스터로 요약해 사람들에게 소개했습니다. 물리탐사라는 분야가 생소할 선후배 학우분들을 위해, 제 연구를 그분들이 이해하기 쉬운 언어로 바꾸어 설명해 드렸습니다. 하지만 수개월간 고민하며 수식을 고쳐가며 진행한 전문적인 연구를 비전공자에게 온전히 전달하는 것은 생각보다 훨씬 어려운 일이었습니다. 그래서 처음 부스를 찾아주신 분들에게는 정작 연구의 핵심을 제대로 전달하지 못해 아쉬움이 남았습니다.

이후 저는 조금씩 불필요한 수식과 복잡한 설명을 걷어내고, 제 연구의 진짜 목적이 무엇인지, 어떤 결과와 의미를 지니는지 핵심만 추려 전달하려고 노력했습니다. 그 결과, 행사가 끝날 무렵에는 비전공자에게도 제 연구 내용을 막힘없이 이해하기 쉽게 설명할 수 있게 되었습니다. 방문객이 뜸한 시간에는 다른 참가자들의 포스터와 출품작을 둘러보았습니다. 다양한 분야에서 나온 참신한 아이디어들을 보며 새로운 자극을 받을 수 있었습니다.

발표가 끝난 후에는 학교 축제가 시작되기 전 버들골에서 시상식이 진행되었습니다. 동부재단의 후원 덕분에 작은 공간이 아닌 큰 무대에서 많은 사람들의 축하를 받으며 상을 받을 수 있었습니다. 저는 평소 공학이 좋고 새로운 것을 알아가는 과정이 흥미로워 연구를 해왔지만, 사실 학부 생활 동안 제 연구를 외부에 소개하고 평가받을 기회는 많지 않았습니다.

혼자 연구하며 성과를 내는 과정도 의미 있었지만, 이번 대회를 통해 제 결과를 사람들에게 인정받고 수상까지 하게 되어 훨씬 큰 보람을 느꼈습니다. 특히 해외 학회 지원과 상금 등의 실질적인 혜택은 제가 앞으로 연구를 계속해 나가는 데 큰 동력이 되었습니다. 제 연구 방향이 맞다는 것을 스스로 확인할 수 있었던 이번 창의설계축전을 계기로, 앞으로도 꾸준히 연구의 길을 걸어가야겠다는 확신을 얻었습니다.



감쇠 보정 전 영상화 결과

창의설계축전을 마치며

창의설계축전은 제 연구를 타 분야 사람들에게 소개하며, 향후 방향성과 개선점을 고민해 볼 수 있는 뜻깊은 시간이었습니다. 낯선 이들에게 연구의 의도와 목적을 설명하고 공감을 이끌어내는 과정 자체가 제게는 정말 큰 힘이 되었습니다. 제 연구가 세상에 어떤 방식으로 도움이 될 수 있는지 부스를 찾아주신 분들께 설득하는 것만으로도 무척 큰 보람을 느꼈고, 더 많은 학부 연구생들이 이런 값진 경험을 해보았으면 좋겠다고 생각했습니다.

또한, 비전공자에게 제 연구를 설명하는 과정은 불필요한 장식들을 걷어내고 연구의 진짜 목적, 즉 코어를 단단하게 다지는 계기가 되었습니다. 기존에는 겉보기에 멋진 수식이나 화려함을 쫓다 보니 정작 내가 하려던 것이 무엇인지, 목적지가 어디인지 길을 잃을 때도 종종 있었습니다. 하지만 사람들을 이해시키기 위해 설명을 점차 단순화해 나가다 보니, 제 연구의 진짜 핵심이 무엇인지 깨닫게 되었고 앞으로 나아가야 할 방향성에 대한 스스로의 가이드 라인을 세울 수 있었습니다.

대학원 입학을 앞둔 제게 창의설계축전은 연구의 진정한 보람을 일깨워 주고, 앞으로 연구자로서 지녀야 할 태도를 가르쳐 준 소중한 무대였습니다. 저뿐만 아니라 연구에 뜻이 있고 공학으로 세상을 바꾸고 싶은 많은 학부생들이 이 행사에 참여하여 제가 느꼈던 벅찬 감정과 배움을 얻어갔으면 하는 바람입니다. 끝으로 이런 귀중한 기회를 제공해주신 동부재단에 깊은 감사를 드립니다.

창의설계축전 참가 후기

은 상 연구발표부문



창의설계축전 참가 계기

저는 전기·정보공학부에 재학하며 컴퓨터 분야, 그중에서도 인공지능에 큰 관심을 가지고 꾸준히 공부하고 연구를 이어오고 있었습니다. AI의 여러 활용 분야 중에서도, 특히 컴퓨터 비전과 그래픽스에 대한 응용은 인간의 시각 지능을 인공지능 모델에 구현하고 확장하는 과정이라는 점에서 매력을 느끼게 되었으며, 현실 세계의 복잡한 시각 정보를 해석하고 이를 다시 생성하는 과정이 매우 흥미롭게 다가왔습니다. 이러한 특성은 단순한 데이터 처리나 문제 해결을 넘어, 인간의 인지 과정을 모방하고 확장하는 창의적인 영역이라는 점에서 저에게 깊은 인상을 남겼습니다.

컴퓨터 비전 분야는 이론적인 이해뿐만 아니라 실제 데이터와 모델을 통해 직접 실험하고 결과를 확인하는 과정이 중요하다는 점에서, 학문적 흥미와 실용적인 가치가 동시에 존재한다고 느꼈습니다. 이처럼 ‘이론과 실체가 긴밀하게 연결되는 분야’라는 점은 제가 해당 분야에 지속적으로 관심을 가지게 된 중요한 이유 중 하나였습니다.

관심 분야에 대해 지속적으로 연구를 진행하던 중, 창의설계축전에 ‘연구발표부문’이 새롭게 신설되었다는 소식을 접하게 되었습니다. 평소 연구 활동을 단순히 개인적인 성취에 그치는 것이 아니라, 이를 여러 학생들과 공유하고 다양한 피드백을 받아보고 싶다는 생각을 가지고 있었기에 매우 좋은 기회라고 느꼈습니다. 특히 학부 수업을 통해 배운 이론을 실제 문제에 적용해보고, 나아가 이를 하나의 완성된 형태로 정리하여 발표할 수 있다는 점에서 단순한 학습 이상의 의미를 가진다고 생각하였습니다.

더 나아가, 창의설계축전은 다양한 공학 분야의 학생들이 각자의 문제의식을 바탕으로 연구와 설계를 수행하고 이를 공유하는 장이라는 점에서 더욱 매력적으로 다가왔습니다. 서로 다른 배경을 가진 학생들이 어떠한 방식으로 문제를 정의하고 해결해 나가는지를 직접 보고 경험할 수 있다는 점은, 교과 과정에서는 쉽게 얻기 어려운 소중한 경험이라고 생각되었고 본 대회에 참여하게 되었습니다.

주제 선정 과정

연구 주제의 경우 제가 평소에 관심을 가지고 연구해오던 컴퓨터 비전 및 그래픽스 분야를 기반으로, 최근 활발히 연구되고 있는 생성 모델(generative model), 특히

diffusion model을 결합한 방향을 고민하게 되었습니다. 생성 모델의 경우 비전과 그래픽스 문제를 해결하는 데 필요한 강력한 generative prior를 가지기에, 꾸준히 활용해오고 있었습니다.

기존 diffusion model 기반의 방법들은 특정 문제에 맞추어 설계된 경우가 많으며, 각 문제마다 별도의 guidance mechanism을 수작업으로 설계해야 한다는 한계를 가지고 있다는 점에 착안했습니다. 이는 새로운 문제를 해결할 때마다 구조를 다시 설계해야 한다는 부담으로 이어지며, 모델의 활용 범위를 제한하는 요소로 작용할 수 있다고 생각하였습니다.

이러한 문제의식을 바탕으로, 저는 보다 범용적으로 활용 가능한 접근 방식을 고민하게 되었고, 그 결과 ‘Context-aware Content Generation’이라는 문제를 해결하는 방향으로 연구 주제를 구체화하게 되었습니다. 이는 단순히 결과를 생성하는 것이 아니라, 주어진 맥락(context)을 반영하여 보다 일관된 결과를 생성하는 것을 목표로 하는 문제입니다.

특히 실제 응용 환경에서는 다양한 조건과 제약이 존재하기 때문에, 모델이 이러한 맥락을 유연하게 반영할 수 있는 능력이 중요하다고 판단하였습니다. 따라서 본 연구에서는 diffusion model의 구조를 유지하면서도, 특정 문제에 종속되지 않고 다양한 상황에서 적용할 수 있는 것보다 범용적인 guidance mechanism을 설계하는 것을 핵심 목표로 설정하였습니다.

이 과정에서 단순히 새로운 구조를 제안하는 것을 넘어, 기존 방법들이 가지는 한계를 어떻게 완화할 수 있는지, 그리고 제안하는 방법이 어떠한 측면에서 더 일반적인 해법이 될 수 있는지를 함께 고민하였습니다. 이러한 점에서 본 주제는 기술적인 도전뿐만 아니라 문제 정의 측면에서도 의미 있는 과정이었다고 생각합니다.

연구 과정

연구를 진행하는 과정에서 가장 중요하게 고려했던 점은, 제안하는 방법이 단순한 경험적 접근이 아니라 수학적으로도 타당하게 설명될 수 있는 구조를 가지도록 하는 것이었습니다. 이를 위해 가능한 한 모델의 동작 원리를 수식적으로 정리하고, 각 구성 요소가 어떤 역할을 하는지를

명확히 이해하고자 노력하였습니다.

그 과정에서, 직관적으로는 타당해 보이는 아이디어가 수학적으로는 완전히 정당화되지 않는 경우도 존재했습니다. 이러한 상황에서는 가설을 다시 세우고, 이를 검증하는 과정을 반복해야 했습니다. 때로는 기존에 세웠던 접근을 과감하게 수정하거나, 전혀 다른 관점에서 문제를 다시 바라보는 것이 필요하기도 했습니다.

하지만 이러한 반복적인 탐색 과정은 단순한 시행착오를 넘어, 문제를 보다 깊이 이해할 기회를 제공해 주었습니다. 특히 수식으로 표현하는 과정에서, 모델이 실제로 어떤 방식으로 동작하는지를 더욱 명확히 파악할 수 있었고, 이는 이후 방법을 개선하는 데에도 큰 도움이 되었습니다.

또한 이론적인 설계뿐만 아니라, 실제 실험을 통해 제안한 방법의 성능을 검증하는 과정도 병행하였습니다. 다양한 설정과 조건에서 실험을 수행하며 결과를 비교하고 분석하는 과정에서, 예상과 다른 결과가 나타나는 경우도 많았지만, 이를 통해 방법의 한계와 개선 방향을 동시에 도출할 수 있었습니다.

전체적으로 보았을 때, 수학적 정당성과 실험적 성능을 동시에 만족하는 방법을 설계하는 과정은 분명 쉽지 않은 길이었지만, 그만큼 연구의 본질적인 재미와 성취감을 느낄 수 있는 경험이었다고 생각합니다. 이러한 과정 자체가 저에게는 매우 의미 있는 학습의 기회가 되었습니다.

대회를 통해 얻게 된 점

창의설계축전을 통해 가장 크게 느낀 점은, 하나의 아이디어를 실제 결과물로 구체화하는 과정이 단순한 지식의 적용을 넘어서는 종합적인 사고를 요구한다는 것이었습니다. 문제를 정의하고, 해결 방법을 설계하며, 이를 검증하고 전달하는 전 과정이 서로 유기적으로 연결되어 있다는 점을 직접 체감할 수 있었습니다.

또한 다양한 전공의 학생들이 수행한 연구와 발표를 접하면서, 공학이라는 분야가 얼마나 폭넓고 다양한 문제들을 다루고 있는지를 실감할 수 있었습니다. 각자의 관심사와 배경에 따라 문제를 바라보는 관점이 다르다는 점이 매우 인상적이었으며, 이러한 차이가 다양한 해결책을 만들어낸다는 사실을 직접 확인할 수 있었습니다. 동일하거나 유사한 문제라도 접근 방식에 따라 전혀 다른 결과가 도출될

수 있다는 점을 깨닫게 되었고, 이는 저에게 기존의 사고 방식에서 벗어나 보다 유연하게 문제를 바라볼 수 있는 계기를 제공해 주었습니다.

더 나아가, 연구 결과를 타인에게 설명하고 피드백을 받는 과정에서 제가 생각하지 못했던 관점을 접할 수 있었고, 이를 통해 연구를 더욱 발전시킬 수 있는 방향을 고민하게 되었습니다. 이러한 경험은 단순한 결과 이상의 가치를 지닌다고 생각합니다.

추후 계획

저는 앞으로도 컴퓨터 비전과 그래픽스 분야를 중심으로 연구를 지속해 나갈 계획입니다. 특히 인공지능과 생성 모델(generative model)을 활용하여, 더 다양한 문제를 해결할 수 있는 방향으로 연구를 확장하고자 합니다.

단순히 성능 향상에 초점을 맞추기보다는, 현실 세계와 실제 환경에서 활용할 수 있는 방법을 제안하는 것을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 보다 일반화된 모델 설계와 다양한 응용 가능성에 대해 지속적으로 탐구해 나갈 계획입니다.

궁극적으로는 제가 수행하는 연구가 단순한 학문적 성과에 그치는 것이 아니라, 사회에 긍정적인 영향을 줄 수 있는 방향으로 이어질 수 있도록 노력하고자 합니다. 이를 위해 다양한 문제를 탐색하고, 새로운 아이디어를 적극적으로 시도해 볼 계획입니다.

창의설계축전을 마치며

창의설계축전은 단순한 대회를 넘어, 대학 입학 이후 공학도로서의 방향성을 다시 한번 고민해 볼 수 있는 매우 의미 있는 경험이었습니다. 연구를 기획하고 수행하는 과정부터 이를 정리하여 발표하는 전 과정이 모두 값진 배움의 기회가 되었으며, 특히 다양한 사람들과의 교류를 통해 많은 자극을 받을 수 있었습니다.

연구에 관심이 있는 학생이라면, 창의설계축전 연구발표 부문에 꼭 참여해 보시는 것을 추천해 드리고 싶습니다. 그 결과를 넘어, 과정에서 얻을 수 있는 경험과 배움은 매우 값진 자산이 되리라 생각합니다.

창의설계축전 참가 후기

은상 연구발표부문

창의설계축전 참가 계기

학과 공지사향을 통해 창의설계축전에 대해 알게 되었고, 특히 올해 처음으로 연구 발표 부문이 생겼다는 것을 알게 되었습니다. 공지사향을 보았을 때 교내 연구 참여 프로그램인 UROP에 참여 중이었는데, 그 때 공부했던 내용을 확장해 연구를 진행한 뒤, 창의설계축전에 제출하면 좋겠다는 생각이 들었습니다. 여름 방학 동안 아이디어를 발전시킨 끝에 창의설계축전에 제출할 정도의 완성도를 갖추게 되었다고 생각했고, 제 연구를 제출하게 되었습니다.

연구 과정

제 연구는 기존의 3차원 물체 생성 모델을 확장해 대규모의 3차원 공간을 생성한다는 간단한 아이디어에서 시작했습니다. 대회 이전, 한 학기 동안 여러 가지 시도를 해 보았지만 좋은 결과를 얻지는 못했습니다. 이 과정에서 나온 아이디어로는 연구의 핵심 아이디어인 기존 물체 생성 모델의 잠재 공간을 이어 붙이는 것, 각 조각 사이에 겹치는 부분을 두어 상호작용 할 수 있도록 하는 것 등이 있었습니다.



초기 단계의 실패

그러던 중 여름 방학이 시작될 무렵 다른 논문으로부터 깊이 추정을 통해 공간을 초기화 하는 방법에 대한 아이디어를 얻었고, 이를 제 연구에 적용해보니 원하는 실험 결과를 얻을 수 있었습니다. 놀랍게도 공간을 초기화하는 방법이 고쳐지니 기존에는 잘 통하지 않았던 시도들이 거의 모두 생성의 퀄리티를 향상시키는 것을 확인할 수 있었습니다. 공간을 이어 붙이는 방법과 공간을 초기화하는 방법 중 하나라도 빠지면 성능이 크게 나빠졌고, 두 방법이 모

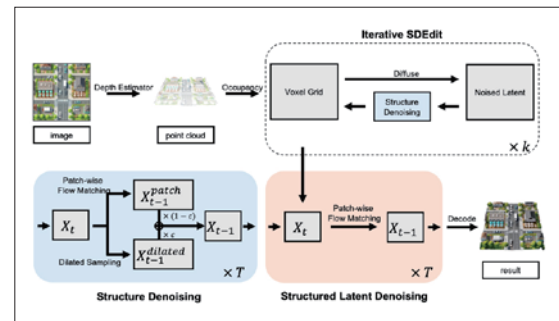


두 적용될 때만 대규모의 3차원 공간을 생성할 수 있었습니다.

그 뒤, 남은 기간의 추가적인 탐구를 통해 생성 퀄리티를 향상시킬 디테일적인 부분을 발전시켰습니다. 3차원 구조를 여러 차례 noising과 denoising으로 개선하는 것 등이 그 예시입니다.



연구를 통해 개선된 결과



최종 pipeline

대회 과정

대회 당일에는 포스터를 통해 심사위원 분들 뿐만 아니라 관심있는 누구든지 제 연구를 보고 질문할 수 있었습니다. 심사를 받기 이전부터 3차원 생성에 관심을 갖고 계신 분들이 찾아 오셨는데, 그 분들께 연구를 소개드리고 이야기를 나누는 시간을 가졌습니다. 특히 3차원 생성 결과는 보고서나 포스터의 사진만으로는 정확히 확인하고 비교하기에는 어렵다고 생각하여 노트북으로 데모를 보여드렸는데, 많은 분들이 눈에 보이는 생성 결과에 대해 좋은 평가를 해주셨습니다.

이후 심사위원 분들이 오셔서 비슷하게 노트북으로 실제 3차원을 보여드리고 포스터에 표현된 기술적인 내용들을 설명드렸습니다. 이때 한 교수님께서 조금만 더 기술적으로 발전시키면 국제 학회에 제출해도 될만하다고 하셨던 말씀이 기억에 남습니다.

아쉬웠던 부분

대회 당일 개인적인 일정으로 바빠 필수 참여 시간 이외의 시간에는 포스터 발표에 참여하지 못했던 것에 아쉬움이 조금 남습니다. 포스터를 보러 오신 분들과 이야기를 나누며 배운 것이 많았는데, 더 많은 분들과 이야기를 나누었다면 새로운 의견을 더 많이 들을 수 있었을 것 같기 때문입니다.

또한 그 당시 제 연구에 실험적으로 부족한 부분이 많았다고 생각합니다. 대회 이후 여러 아이디어를 실험적으로 검증하는 과정을 거쳤으나 대회 시기에는 그것들이 완전히 이루어지지 않았었고, 그러한 부분에서 감점 요인이 있었을 것이라고 생각하기에 약간의 아쉬움이 있습니다.

대회를 통해 얻게 된 점

대회를 통해 제 연구에 대한 자신감과 확신을 갖게 된 것 같습니다. 연구를 하는 과정에서 이 연구가 다른 사람들에게 어떻게 생각될지, 우리의 사회에 긍정적인 영향을 줄 수 있을지에 대한 고민이 항상 있는 것 같습니다. 창의설계축전은 제 연구를 처음보는 사람들에게 발표할 첫 기회였는데, 이 때 심사위원님들 그리고 포스터를 보러온 청중 분들과 대화를 나누며 제 연구의 가치를 확인할 수 있었습니다. 제 연구를 어떤 측면에서 활용할 수 있을지 이야기를 나누었던 것이 큰 도움이 되었던 것 같습니다. 또한 포스터 발표를 하고 질문을 받으며 어떤 부분이 부족인지, 어떤 부분을 개선할 수 있을지 배울 수 있었습니다. 최종적으로 연구를 통해 은상을 수상하며 연구에 대한 큰 자신감을 얻게 되었고, 해당 분야를 계속 공부해나가게 된 계기가 된 것 같습니다.

대회 이후

현재 저는 창의설계축전에서 진행했던 연구에서 시작하

여 확장된 연구를 진행한 뒤, 국제 학회에 논문을 제출중입니다. 해당 연구는 추후 모두에게 공개될 예정입니다. 또한 은상 특전으로 주어진 해외 학회 참여를 준비 중에 있습니다.

제 연구는 대규모의 3차원 공간을 생성하는 연구였는데, 이 분야에서 상당한 흥미를 느꼈고, 앞으로 대학원에 진학하여 관련 분야를 깊게 공부해볼 계획입니다. 대회를 통해 배운 내용과 얻은 자신감이 제 진로 설정에 있어 큰 영향을 주었다고 생각합니다.

창의설계축전을 마치며

사실 처음 대회에 지원했을 때는 큰 기대를 하지는 않았었는데, 은상이라는 좋은 결과를 낼 수 있어 만족스럽습니다. 하지만 비록 은상을 받지 못했더라도 제 연구를 발표하고 피드백을 받아볼 수 있는 기회이기도 했기 때문에 많은 것을 배울 수 있었습니다. 특히 이번엔 새로 생긴 연구 발표 부문에 관심이 있는 분들이 계시다면, 연구를 진행하고 발표하는 경험은 수상과 별개로 가치 있는 일이고 상을 받아 해외 학회까지 가게 된다면 더 좋은 경험을 해볼 수 있는 기회이기에 강력히 추천드립니다. 또한 연구 발표라는 부문을 통해 많은 공과대학 학생들이 자신이 하고 있던 연구를 소개하고 발전시킬 수 있는 기회를 얻은 것 같습니다. 창의설계축전을 지원하고 계시는 서울대학교 공과대학과 DB재단에서 이 부문을 계속 지원해주시고 확대해 나간다면 서울대 학부생들의 연구 역량이 앞으로 더 발전할 것이라고 생각합니다.

창의설계축전 개선할 점

전반적으로 대회 진행에서 크게 불편한 점 없이 만족스러웠습니다. 연구 발표 부문에 참여하며 들었던 생각으로는, 포스터를 분야별로 분류해 모아 놓는다면 관람객의 입장에서 원하는 발표를 찾기 편할 것 같다는 생각이 들었습니다. 예를 들어 저와 같이 시와 관련된 연구를 한 포스터를 한 부스에 모아 놓으면 좋을 것 같습니다. 또한 저는 타 분야의 연구들은 거의 이해하지 못했고 아마 많은 참가자 분들이 비슷할 것 같은데, 비슷한 분야의 논문끼리 같이 배치한다면 서로의 연구에 대해 이야기하며 배울 수 있는 기회가 될 것 같습니다.

CES2026 참가후기



#실리콘 밸리

첫 날 구글, 애플의 Visitor Center 와 Intel 박물관을 관람했습니다. Visitor Center 은 (당연한 것이지만) 일반 관람객들에게는 많이 보여주지는 않고 홍보 내용 정도밖에 없어 다소 아쉬웠습니다. 하지만 구글은 주변 공원, 카페 등도 열려 있어 직접 돌아다니며 구글의 개방된 분위기를 느낄 수 있었습니다.

Intel 박물관이 많은 기억에 남습니다. 반도체는 현대 사회의 기반이 되는 기술인데, 그 반도체가 처음에 어떻게 시작해서 발전해 왔는지, 그리고 실제로 어떻게 제조되는지를 보며, 인텔의 회사 역사에 대한 자부심을 느낄 수 있었습니다. 시간이 없어 다 자세히 둘러볼 수 없던 게 아쉬움에 남습니다.

#샌 프란시스코

두 번째 날은 샌 프란시스코 시내 관광을 했습니다. 트램/전차처럼 생겼는데 이름은 케이블카인 것을 탑승했는데, 케이블이 지상에 매설되어있고 그 케이블에 차량이 연결되어 이동하는 것이라 케이블카라고 한다고 합니다.

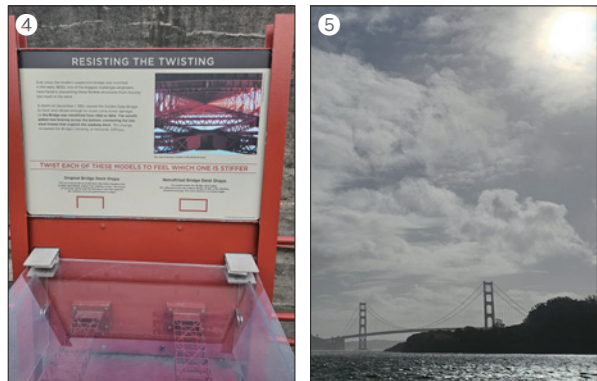
전차에 관해서 하나 더 이야기하자면, 샌 프란시스코에서 버스인데 (버스도 가운데가 기차 마냥 꺾이는 굴절버스입니다.) 전차/지하철 마냥 버스 위의 전선에 연결하여 전력으로 작동하는 것이 있습니다. 원래는 전차가 다니던 길이지만 트랙을 없앤 뒤 그 길을 버스가 대신 다닌다고 합니다. 대신 전선은 없애지 않아 있는 설비를 그대로 활용하는 듯 합니다.

Pier 39에서 기계식 아케이드 박물관에 가볼 수 있었습니다. 현대라면 당연히 전자식으로 구현할 음악 연주, 아케이드 게임 등이 기계식으로 구현되어 있습니다. (그래도 동력원은 전기모터인 듯 합니다.) 예전에 관심 많아서 인터넷으로 찾아보던 주제였는데, 실제로 볼 수 있어서 좋았습니다. 잠깐밖에 있지 못했지만, 여기 하루종일 있었어도 저는 만족했을 것 같습니다.

유명한 금문교도 방문했습니다. 현수교의 원리와 다리의 트위스트를 잡아주는 구조를 이해하기 쉽도록 데모가 있습니다. 트위스트 잡는 구조의 경우, 지금 만들고 있는 기체에도 들어가야 해서, 보면서 많은 생각이 들었습니다. 예전에 경량화를 위해 부품을 깎다가 U beam 모양이 되었는데, 그 때문에 트위스트가 많이 심해졌구나 싶었습니다.



- ① 박물관에 전시된 Monocrystalline Silicon
- ② 샌 프란시스코의 굴절 트램 버스?
- ③ 기계식 아케이드 박물관의 음악 연주 기계
- ④ 형상에 따른 트위스트 Demo
- ⑤ 금문교 (선상 촬영)



다음 날 스탠퍼드 대학교를 방문했습니다. 저희 학교도 넓어서 다니기 힘든데, 여기는 저희 학교보다 몇 배 더 넓다고 합니다.

DB 장학생이시자 현재 스탠퍼드에서 유학중이신 선배가 직접 소개해주셨습니다. 2년 전 창의설계축전 해외연수 같이 간 선배셨는데, 아직 유학 생각은 딱히 없기는 하지만 유학이 생각보다 가까울 수도 있겠다고 느껴졌습니다.

#그랜드 캐니언, 후버 댐

이번 해외연수 프로그램에서 CES를 제외하고 가장 좋았던 부분이었습니다. 제가 표현력이 부족해서 제대로 느낌을 전달하진 못하겠지만, 보는 곳마다 서라운드 뷰로 LG OLED TV 광고를 보는 것 같은, 비현실적으로 아름다운 느낌이었습니다. 공기도 정말 우리나라처럼 멀리 있는 산은 분명히 안 보이는 것도 별로 없이, 멀리까지 보였습니다.

기체 띄워서 비행하면 미친 듯이 재미있을 것처럼 생겼는데, 아쉽게도 드론 비행 금지구역입니다.

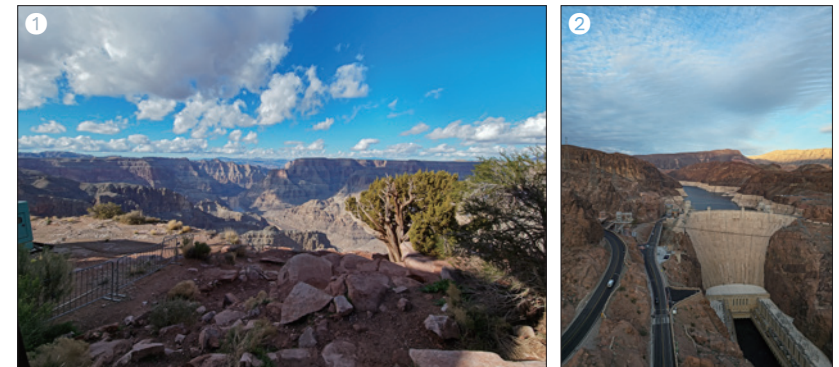
그랜드 캐니언에 이어 후버 댐도 보았습니다. 제가 좋아하는 하프 라이프 시리즈에 있는 듯했습니다. 실제로 보니 화면으로는 느낄 수 없던 스케일을 체감할 수 있었습니다. 이걸 CAD 소프트웨어가 나오기 전에 설계해서 지었고, 아직까지 아무 문제 없이 서있다는것이 놀라울 따름입니다.

#CES

두 번 다 해외연수를 노리고 출전한 것은 아니었지만, 어쩌다 보니 두 번 다 가게 되었고, 운이 좋아 지난번에는 CES, 이번에는 MWC에 가볼 수 있었습니다. MWC 는 소프트웨어나 서비스, 통신, 스마트기기 쪽에 특화된 전시회인 반면, CES 에는 하드웨어, 기계/전자 부품들 위주라 제 관심사에 맞아 더 재미있게 봤습니다.

재원이가 VTOL 한 대 더 만들어서 다른 대회 나가자 그래서 또 다른 프로젝트를 같이 하고 있는데, 그 덕분에 CES 방문에 목적성이 생겨, 저희 프로젝트에 쓸 만한 부품들을 만드는 회사들을 여럿 찾을 수 있었습니다. 그 덕에 박람회장 둘러보는 것이 한층 더 재미있었습니다.

가장 기억에 남는 부스로는 일단 눈으로 보자마자 감탄이 나왔던, 현대 부스입니다. 휴머노이드나 사족보행 로봇 자체는 다른 업체에서도 많이 보았지만, “자연스럽고 안정적이다” 라고 느껴졌던 것은 Atlas 와 Spot 뿐이었습니다. Spot 구경하다 뒤 돌아보면 현대 Wia에서 개발한 얇은 주차 로봇이 자동차 한 대를 가볍게 들어올려 자유롭게 움직이고 있었고... 여러 모로 놀라운 로봇들이 많이 있었습니다.



- ① 4K TV 광고 속에 있는 것 같은 느낌
- ② 하프라이프 생각난다

현대 부스 바로 건너편에는 다른 업체들에서 가전제품 전시할 때 혼자서 원자로 광고하던... 두산 부스가 있습니다.

그 외에도 모터의 효율을 상승시켜주는 Stator을 만드는 회사, PCB 모터를 만들던 회사, CFD로 형상 최적화하는 회사, 평소에 많이 쓰는 비행 제어기를 개발하는 회사, 경량 배터리, 글씨의 음각/양각까지 읽히던 라이다 센서, 그리고 고체 배터리가 기억에 남습니다. Donut lab은 배터리는 실제로 보여주지 않아 잘 모르겠지만, 필름 형태의 배터리를 스위스와 중국의 스타트업에서 만든 것을 볼 수 있었습니다.

전기를 사용하는 비행체에서 현재 가장 큰 제약이 배터리의 에너지 밀도라는 것을 생각해 볼 때, 미래가 기대되게 하는 기술입니다.

저희처럼 VTOL 기체를 개발한 기업도 몇 있었습니다. (물론 저희 것과 달리 사람이 탑승할 수 있는 대형 기체입니다.) 그중 두 기업은 한국 기업이었습니다. 한국에선 일단 비행할 수 있는 공간을 찾는 것부터가 어려운데, 정말 대단합니다. 제가 만든 기체를 타라고 하면, 많이 무서울 것 같은데, 언제쯤 되야 사람도 믿고 탑승할 수 있는 장치를 개발할 수 있게 될지 싶습니다.

#라스 베가스

CES 박람회장이 라스 베가스에 있어서, 박람회 관람이 끝난 뒤에 주변 시내를 둘러보거나 몇 명소를 둘러보았습니다. 심한 담배냄새에, 알고 싶지 않았던 대마 냄새에, 가는 곳마다 있는 카지노에, 명품 샵으로 가득 찬 거리까지, 저에게 첫인상은 좋지 않았지만, 길 가다가 볼 수 있는 착시현상 박물관이나 분수 쇼, 안과 밖이 예쁘게 꾸며진 여러 호텔에 The Sphere 같은 신기한 랜드마크까지, 이런 것들이 카지노가 없어 이 곳이 활성화되지 않았다면 지어지지 않았겠다는 생각을 하니 나쁜 기능만 하는 것은 아니라는 생각이 들었습니다.

The Sphere에서는 안에 들어가서 영화까지 관람했는데, 바람과 연기, 빛 같은 효과는 물론이고, 떨어지는 눈, 낙엽, 사과 모형, 그리고 나비 로봇과 가고일? 모양을 달아놓은 드론까지, 정말 연출이 대단했습니다. 아무 소리 안 내고 조용히 보는 것이 당연한 우리나라 영화관과 달리, 한번 멋진 효과가 지나간 다음 박수치며 환호하는 외국의 관람 문화도 재미있었습니다.

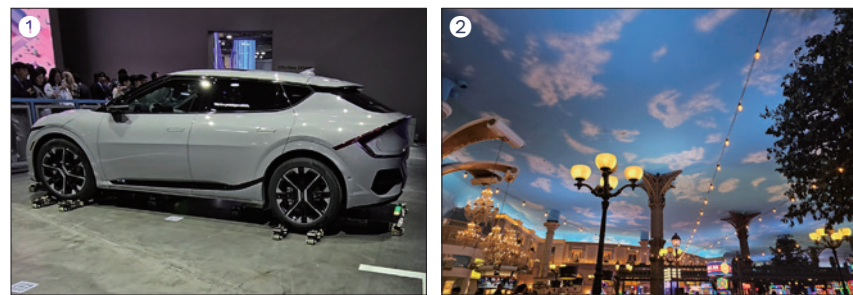
#LA

마지막 날, LAX에서 국제선을 탑승하기 위해 LA로 이동하여 산타모니카 해변, 그리피스 천문대를 둘러보았습니다. 날씨가 좋고 공기도 맑아서, 멀리 바라보고만 있어도 마음이 평온해졌습니다. 한때 천체 관측에도 관심이 있어서 망원경도 만들었는데, 천문대 안쪽이 박물관처럼 되어 있어 망원경에 들어가는 다양한 기술들이 설명되어 있어 재미있었습니다. 해외연수에서의 마지막 일몰을 천문대에서 보며, 아쉬우면서도 이제 관광하러 돌아다니지 않고 한 곳에 박혀 있을 수 있다는 생각을 했습니다.

#연수를 마치며

금액도 금액이지만 여행 가는 것이나 사람 많은 곳에 가는 것에 평소 흥미가 있지 않아서, 제 스스로는 절대로 하지 못했거나 안 했을 경험입니다. 처음 출국할 때는 제 의지와 상관없이 그냥 수상 특전으로 가게 된 것이니 따라간 것이긴 했지만, 다니다 보니 정말 잊지 못할 좋은 경험을 많이 하게 되었습니다.

특히 CES 에 가서 많은 기업들에서 개발한 제품들을 자랑스럽게 전시해두는 것을 보면서, 그리고 각종 로봇들과 액추에이터들을 보면서, 지금 하던 것들을 계속 열심히 해야겠다는, 그리고 몇 달 동안 멈춰있던 로봇 액추에이터 개발도 다시 해야겠다는 강한 동기부여가 되었습니다.



① Hyundai Wia 주차로봇
② 하늘이 아닌 천장입니다. 해가 지지 않는 카지노

CES2026 참가후기



인텔 박물관, 구글 본사, 애플 visitor center 방문

미국에 도착한 첫날, 실리콘밸리에 위치한 인텔 박물관, 구글 본사, 애플 Visitor Center를 방문하였다.

인텔 박물관에서는 초기의 거대한 트랜지스터부터 최신 나노 공정 반도체까지의 발전 과정을 한눈에 살펴볼 수 있었으며, 반도체 기술이 얼마나 빠른 속도로 진화해 왔는지를 실감할 수 있었다. 구글 본사는 넓은 잔디와 개방적인 공간, 곳곳에 비치된 자전거를 통해 자유롭고 창의적인 기업 문화를 느낄 수 있었고, 애플 Visitor Center에서는 AR 기술을 활용해 애플 파크 모형을 체험하며 기술과 디자인이 결합된 애플의 철학을 직접 경험할 수 있었다.

샌프란시스코 관광

둘째 날에는 샌프란시스코 도심을 중심으로 도시 탐방을 진행하였다. 트램을 타고 이동하며 언덕이 많은 도시 구조와 특유의 거리 풍경을 체험할 수 있었고, 도시 곳곳에서 미국 서부 특유의 자유로운 분위기를 느낄 수 있었다.

Pier 39에서는 바닷가에 모여 있는 바다사자들을 가까이서 볼 수 있었다. 이후 작은 배를 타고 이동하며 바다에서 바라본 샌프란시스코의 전경은 도심에서 보았던 풍경과는 또 다른 매력을 지니고 있었다. 금문교(Golden Gate Bridge)는 실제로 마주했을 때 그 규모와 위용이 사진이나 영상으로 보던 것보다 훨씬 크게 느껴졌다.

스탠포드 대학 방문

샌프란시스코 인근에 위치한 스탠포드 대학교를 방문하여 캠퍼스를 둘러보았다. 우리 학교도 꽤 넓다고 생각했는데, 그에 비해서도 엄청나게 넓었다. 캠퍼스 곳곳에 있는 잔디밭과 야자수들 사이에 걸어도니니 캠퍼스보단 마을 속을 돌아다니는 듯한 느낌을 받았다.

DB 드림마스터 장학생으로 박사과정에 재학 중인 기계과 선배님을 만나 직접 이야기를 나눌 수 있었던 경험이 기억에 남는다. 유학 생활, 연구 환경에 대한 현실적인 조언을 들으며, 막연했던 대학원 진학에 대한 생각을 보다 구체적으로 정리할 수 있는 계기가 되었다.



① 구글 본사
② 인텔 박물관에 소개된 옛날 컴퓨터
③ Pier39에서 쉬고 있는 바다사자 무리

그랜드캐년과 후버 댐

연수 일정 중 그랜드캐니언과 후버댐을 방문하며 미국 서부의 웅장한 자연과 대규모 인공 구조물을 함께 체험할 수 있었다. 끝없이 펼쳐진 협곡의 풍경은 자연의 스케일을 실감하게 했으며, 사진이나 영상으로 접하던 장면을 직접 눈앞에서 마주하니 전혀 다른 감동으로 다가왔다.

후버댐은 공대생으로서 특히 인상 깊은 장소였다. 거대한 수력발전 설비와 댐 구조를 직접 보며, 수십 년 전의 기술로 이러한 규모의 인프라를 설계하고 건설했다는 사실에 깊은 감명을 받았다.

CES

CES 2026은 다양한 산업 분야의 최신 기술이 한자리에 모인 전시회로, 현재 기술 발전의 흐름과 방향성을 종합적으로 파악할 수 있는 자리였다. 본 참관에서는 개인적으로 관심 있는 기업과 기술 분야를 중심으로 전시관 전반을 둘러보며 현재 시점에서 무슨 기술이 주목받고 있는지, 그리고 어떤 기술들이 성장할 것인지를 조금이나마 느낄 수 있었다.

CES 중 현대그룹 보스턴 다이내믹스가 가장 인상적이었다. Spot과 Atlas 로봇은 동작의 안정성과 정밀도 측면에서 정말 인상깊은 세련됨을 보여주었다. 많은 회사들이 자신의 로봇이나 휴머노이드를 전시했지만, 보스턴 다이내믹스가 압도적으로 깔끔한 움직임을 선보여 정말 멋있었다.

이외에도 현재 진행 중인 무인비행기 제작 프로젝트와 직접적으로 연관된 신형 모터 및 배터리 기술, CFD 최적화 솔루션 등을 다수 확인할 수 있었다. 몇몇 기업들의 제품은 실제로 프로젝트에 사용해볼 것 같다.

여담으로 CES에서 다양한 기업들에서 펜이나 스티커 등의 굿즈를 엄청 많이 받았다.

Sphere

라스베이거스의 대표적인 랜드마크인 Sphere에서 The Wizard of Oz 공연을 관람하였다. 시야 전체를 감싸는 초대형 디스플레이는 기존 공연이나 영화관과 또 다른 몰입감을 제공했다. 영화 상영으로 부족해 상영중 다양한 소품(종이낙엽, 모형 사과, 나비 드론 등)이나 “4D 영화관”에서 사용되는 좌석 진동 등도 사용되어 흥미로웠다. 영화관에서 영화를 본다는 느낌보단 VR 고글을 쓰고 본다는 느낌이 강했다. 정말 재밌는 경험이었다.

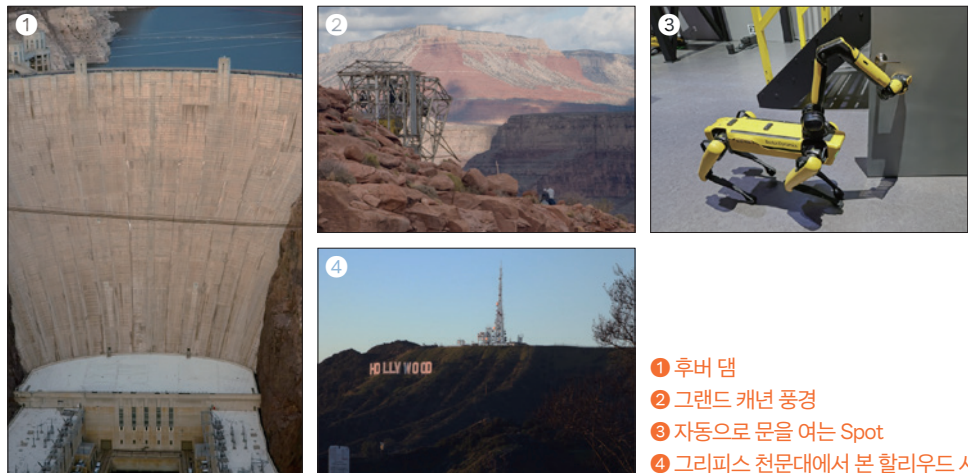
LA 관광

LA에서는 UCLA 대학 캠퍼스와 그리피스 천문대를 방문하였다. UCLA 캠퍼스는 이전에 방문했던 스탠포드 대학교와 달리 도심과 인접해 있어 보다 작았고, 활기차고 현실적인 분위기를 느낄 수 있었다. 스탠포드는 개강 전, UCLA는 개강 후에 방문해 더더욱 그러했다. 넓은 캠퍼스 곳곳에서 학생들이 이동하거나 휴식을 취하거나 동아리 홍보를 하는 모습을 보며 우리 대학의 개강 풍경과도 큰 차이는 없었던 것 같다.

그리피스 천문대에서는 LA 시내 전경을 한눈에 내려다볼 수 있었다. 높은 위치에서 바라본 도시는 생각보다 작게 보였으며, 운 좋게 일몰시간이랑 겹쳐 LA 전역에 해가 지는 모습도 직접 볼 수 있었다. 황혼 때문에 어두운 밤하늘 속 LA 야경을 제대로 보지 못한 점이 조금은 아쉬웠다.

#연수를 마치며

이번 해외연수는 세계적 수준의 기술과 산업 현장을 직접 경험하고, 동시에 미국 서부의 자연과 도시 문화를 체험하며 시야를 넓힐 수 있었던 소중한 기회였다. 단순한 관광이나 견학을 넘어, 앞으로의 진로와 연구 방향에 대해 다시 한번 깊이 고민해볼 수 있는 계기가 되었다는 점에서 정말 의미 있는 시간이었다.



① 후버 댐
② 그랜드 캐년 풍경
③ 자동으로 문을 여는 Spot
④ 그리피스 천문대에서 본 할리우드 사인

CES2026 참가후기



실리콘밸리 견학

오전에 샌프란시스코 국제 공항에 도착하니 첫날부터 여러 일정이 우리를 기다리고 있었다. 테슬라 전시장, 인텔 뮤지엄, 애플 파크, 구글 본사 등을 견학했다. 머릿속으로 그려보았던 실리콘밸리는 더 밀집되고 변화한 모습이었는 데, 막상 방문하니 기업들이 미국답게 부지를 넓고 낮게 사용하는 것이 인상적이었다. 방문했던 기업 중에서는 인텔 뮤지엄이 가장 기억에 남는데, 지난 학기 마이크로 공정 수업에서 배웠던 내용을 MCU의 역사와 함께 돌아볼 수 있어 여러모로 유익한 시간이었다.

샌프란시스코 문화 탐방

이튿날은 샌프란시스코의 명물인 케이블카에 탑승하며 시작했다. 케이블카를 타고 구불구불한 언덕을 넘다 보면 어느 순간 저 멀리 바다가 펼쳐지는데, 그제야 샌프란시스코에 왔구나! 하는 실감이 들었다. 피어39에서 본 물개들과 바람이 많이 불던 주홍빛 금문교까지, 들뜬 마음으로 시내 곳곳을 둘러보았다.

스탠포드 방문

우리가 방문한 날은 연중 내내 날씨가 좋기로 유명한 스탠포드답지 않게 비가 추적추적 내리고 있었다. 짧은 동선으로 캠퍼스의 주요 랜드마크들을 돌아보았는데, 미국 학교 특유의 탁 트인 교정과 높이 솟은 야자나무들, 그리고 독특한 황토색의 벽이 인상 깊었다.

스탠포드 투어는 특별한 분이 가이드를 맡아주셨다. 바로 현재 스탠포드에서 박사 과정을 밟고 계신 2024 창의설계축전 수상자 선배님이셨다. 선배님께서도 유학 과정과

장학금, 연구실 컨택 등 우리의 질문에 아낌 없이 대답해주셨는데, 미국 유학을 꿈꾸는 입장에서 탑스쿨에서 수학 중인 선배께 직접 이야기를 듣는 것은 굉장히 귀중한 자산이었다. 떠나는 길에는 나도 2년 뒤에 후배들에게 내 경험을 나눌 수 있는 선배가 되고 싶다는 바람을 품게 되었다.

웨스트 그랜드 캐년 관광

라스베이거스에서 2시간 반 정도 사막을 달리면 웨스트 그랜드 캐년이 나온다. 높은 곳에 올라서서 사방의 탁 트인 절경을 바라보니 이 대륙의 압도적인 스케일이 실감이 들었다. 산과 빌딩으로 둘러싸인 서울에 살면서는 절대로 느낄 수 없는 광활함에서 나는 기묘한 해방감마저 느끼게 되었다. 저 먼 곳의 깎아지르는 절벽들까지 선명하게 보였다. 연수생들과 서로 사진을 찍어주며, 다시 방문하고 싶다고 재차 말할 만큼 장대하고 멋진 곳이었다.

CES

라스베이거스 공항에서 받았던 출입 뱃지를 목에 걸자 그제서야 내가 CES에 간다는 것이 실감이 났다. 첫날은 세계 유수의 대기업이 자리잡고 있는 센트럴 홀을 둘러보았다. 처음 홀에 들어가자 LG 부스를 둘러싸고 있는 압도적인 인파와 홀의 크기에 놀랐으나, 곧이어 분위기에 적응해 부스 직원들에게 궁금한 걸 물어보며 다닐 수 있었다. 노스홀에 세계 각국의 기업에서 개발한 휴머노이드와 로봇 팔이 줄지어 자리하고 있었던 장면이 특히나 인상 깊었다. 처음에는 다 비슷해 보였지만 부스 별로 어떤 곳은 비전을 활용한 원격 제어에, 다른 곳은 모두 동일한 모터를 사용해 경제성을 높이는 데에 집중하는 등 서로 다른 강조점을 찾아보는 묘미가 있었다.



개인적으로 관심 있던 AR 글래스 분야에도 XReal, Rokid 등의 다양한 기업이 참가해 직접 제품을 착용하고 경험해 볼 수 있었다. AI와의 자연스러운 연동은 아직 아쉬웠던 반면, 전반적으로 기대 이상의 디스플레이를 자랑해 우리 일상 속에 자리잡게 되는 미래를 그려볼 수 있었다. 또한 엑소스켈레톤이 정말 신체 활동의 부담을 줄여줄 수 있을지에 대한 회의가 있었는데, hypershell 부스에서 직접 착용해보니 확연하게 거동에 도움이 되어 놀라움을 금치 못했다.

마지막 날 방문한 현대 모터스 부스에서는 로봇틱스 분야의 선두를 달리는 보스턴 다이내믹스의 스팟과 아틀라스를 직접 눈에 담을 수 있었다. 스팟은 부스 곳곳에서 실제 현장과 같이 움직이고 있었는데, 뛰어난 기술력을 익히 알고 있었음에도 감탄이 나오는 완성도를 자랑했다. 또한 현대 로봇틱스에서 개발한 것으로 보이는 주차 로봇과 자동 주유 로봇, 소형 모빌리티가 눈길을 사로잡았다.

AI 기술의 보편화

이번 CES에서 가장 강하게 느낀 점 중 하나는 AI가 이제 거의 모든 산업에 자연스럽게 스며든 기본 기술이 되었다는 사실이었다. 전시장을 둘러보며 어느 부스를 가든, 가장 먼저 등장하는 키워드는 예외 없이 AI였다. 특히 주의해서 보았던 것은 로봇틱스와 결합된 피지컬 AI의 확산이었다. 이제 하드웨어와 소프트웨어를 함께 설계하고 발전시켜, 로봇이 스스로 판단하는 시스템을 갖추게 하려는 노력을 각종 기업에서 볼 수 있었다.

사실 나는 이전까지 AI가 이곳저곳에 지나치게 자주 등장하는 것에 싫증을 내고, AI 기술의 발전을 외면하고는 했다. 그러나 이번 CES를 통해 이는 더 이상 관심 유무의 문제가 아니라, 어떤 분야를 하든 반드시 이해하고 활용해야 하는 공통 언어에 가깝다는 생각이 들었다. 기술의 중심에 AI가 자리 잡고 있는 현실을 목격하며 앞으로의 공부 방향에 대해서, 그리고 우리의 변화할 미래에 대해서 다시금 고민해보게 되었다.



우리 제품과 연계해서

CES에서 다양한 기업의 제품을 보고 경험하면서 우리 제품인 '골무'를 개선하는 데에 참고할 만한 아이디어를 얻기도 했다. 골무의 가장 큰 한계는 트래킹의 정확성이 다소 떨어지고 지속적인 사용 시 bias가 생긴다는 것이었다. 이를 보완하는 데에 Bosch 부스에서 본, IMU 여러 개를 캘리브레이션해 정확성을 높인 웨어러블 글래스가 큰 힌트를 주었다. 그 외 디지털 헬스케어 구역에서는 다양한 기업에서 제조한 웨어러블 스마트링을 접할 수 있었고, 한 스타트업 부스에서는 AI를 탑재한 스타일러스 펜을 체험해볼 수 있었다.

스피어 쇼 관람기

이번 연수의 세부 일정을 확인했을 때 가장 기뻐던 것이 스피어 쇼를 관람한다는 사실이었다. 작년에 관광 차 라스베이거스를 방문했을 때에도 스피어 내부가 궁금했으나, 가격 부담으로 먼 훗날 돌아오리라 다짐한 기억이 있기 때문이다. 입장했을 때는 내부가 평범한 오페라 홀과 다르지 않았는데, 쇼가 시작되자 홀의 내벽인 줄로 알았던 부분이 순식간에 거대한 화면으로 변모했다. 쇼를 관람하는 내내 거대한 구면 스크린의 위압감에 놀랐고, 몰입을 돕는 여러 무대장치와 음향에 감탄했다. 1시간 반에 달하는 오래된 영화 <오즈의 마법사>가 전혀 지루하지 않게 느껴질 만큼 강렬한 경험이었다.

LA

LA에서 보내는 시간은 단 하루뿐인지라 많은 곳을 돌아보지 못할 것이라 생각했는데, 의외로 가장 알차게 관광을 즐긴 것 같다. 아침에는 산타 모니카 해변의 따스한 햇빛을 쬔고, UCLA 캠퍼스의 교정을 한가롭게 거닐며 학생이 된 기분을 만끽했다. 해질녘에 딱 맞추어 그리피스 천문대에 당도했는데, 건물 옆으로 보이는 LA의 전경이 아름다웠다.

CES2026 참가후기

#실리콘밸리 견학

10시간이 넘는 비행 끝에 샌프란시스코에 도착해, 실리콘밸리 견학으로 연수를 시작했습니다. 테슬라 소룸, 구글 본사, 인텔 뮤지엄, 애플파크를 방문했습니다. 애플파크 비저터 센터에서 증강현실 기기로 본사의 세밀한 설계를 살펴보고, 간결하고 세련된 애플의 건축 미학을 경험했습니다. 인텔 뮤지엄에서는 반도체의 역사와 발전 과정을 살펴보았습니다. 구글 본사는 독창적인 구조가 인상적이었습니다. 기념품샵과 전시관을 제외한 다른 건물 내부를 들어가 볼 수는 없었지만, 곳곳에 놓인 알록달록한 자전거와 개방적인 풍경, 독특한 건물에서 자유롭고 창의적인 분위기가 느껴졌습니다. 세계적인 기업들이 모인 실리콘밸리 현장을 직접 방문해 설렘이었습니다.

#샌프란시스코 문화 탐방

연수 둘째 날은 샌프란시스코의 명소들을 방문했습니다. 샌프란시스코 케이블카 탑승으로 일정을 시작해 피어39, 소살리토, 금문교 등의 장소를 둘러보았습니다. 비 소식이 있어 걱정했지만, 운 좋게도 야외 활동을 할 때마다 비가 그쳐 쾌적하게 이동할 수 있었습니다. 피어 39에서는 바다사자들이 무리 지어 휴식하는 이색적인 풍경을 가까이서 보며 샌프란시스코만의 활기찬 분위기를 느꼈습니다. 이어 페리를 타고 소살리토로 이동했는데, 시원한 바닷바람을 맞으며 바라본 풍경 덕분에 가슴이 뻥 뚫리는 기분이었습니다. 도착한 소살리토의 평화롭고 아기자기한 마을 분위기는 무척 매력적이었고, 언젠가 이런 곳에서 살고 싶다는 생각이 들 정도로 여유로움이 느껴졌습니다. 샌프란시스코를 대표하는 금문교의 웅장한 모습까지 직접 눈에 담으며 즐겁고 알찬 하루를 보냈습니다.

#라스베이거스에서의 밤

연수 셋째 날, 비행기를 타고 샌프란시스코에서 라스베이거스로 이동했습니다. 라스베이거스의 화려한 밤거리를 거닐었던 기억 또한 이번 연수에서 빼놓을 수 없는 소중한 순간입니다. 벨라지오 호텔의 분수쇼를 감상하고 반짝이는 거리를 따라 늘어선 상점들을 둘러보며 도시의 활기를 온몸으로 느꼈습니다. 북적이는 거리를 친구들과 함께 웃고 즐기며 잊지 못할 추억을 쌓을 수 있어 더욱 즐거운 시간이었습니다.

#그랜드캐니언

살면서 꼭 한 번 방문해 보고 싶었던 그랜드캐니언을 이번 연수를 통해 직접 마주하게 되어 무척 설레고 기뻐했습니다. 사진이나 영상으로는 다 담기지 않는 대자연의 압도적인 위용과 웅장함은 기대했던 것보다 훨씬 더 경이로웠습니다. 특히 바위를 타고 가장 높은 곳까지 올라가 내려다본 경치는 아래에서 볼 때와는 또 다른 벅찬 감동을 선사했습니다. 발아래 펼쳐진 풍경을 바라보며 팀원과 서로 사진을 찍어주고 특별한 순간을 기록하는 시간이 매우 즐거웠습니다. 그랜드캐니언의 풍경을 바라보며 점심을 먹는 동안, 나중에 꼭 다시 이곳을 찾겠다는 생각을 마음속에 새기게 되었습니다.



#CES 참관

이번 연수의 하이라이트였던 CES는 압도적인 규모와 열기로 가득했습니다. 전시관이 워낙 넓어 3일 동안 쉬지 않고 돌아다녔지만, 매 순간 마주하는 신기술 덕분에 피로를 잊을 만큼 흥미로운 시간이었습니다. 전시장 곳곳에서 AI와 로봇틱스가 이번 전시의 주된 흐름이라는 것을 체감할 수 있었습니다. AI는 특정 분야를 넘어 일상의 모든 영역에 적용되어 있었고, 로봇 기술 또한 인간과 탁구를 칠 정도로 정교해진 움직임을 보여주며 우리 삶에 더욱 가까워진 모습이었습니다. 특히 현대차 부스에서 본 보스턴 다이내믹스 로봇의 자연스럽고 민첩한 움직임이 놀라웠습니다. 여러 기술을 직접 체험해 볼 수도 있었는데, 그중 가장 신기했던 것은 엑소스켈레톤이었습니다. 착용 후 걷는 동안 힘을 들이지 않아도 저절로 발이 옮겨지는 느낌을 받았는데, 넓은 전시장 일정으로 지쳐 있던 터라 계속 착용하고 다니고 싶다는 생각이 들 정도였습니다. 전시장 사이를 이동할 때 이용한 베가스 루프는 화려한 조명과 지하 터널의 분위기가 어우러져 마치 미래 도시에 온 듯한 기분을 선사했습니다.

또한, 지난 창의설계축전 대회에서의 고민을 해결할 연계 아이디어도 얻을 수 있었습니다. 당시 제품을 제작하며 배터리 부피 문제로 기기 소형화에 한계를 느꼈었는데, 현장에서 본 얇고 유연한 파우치형 배터리를 이용한다면 손목 파우치를 얹어고 손가락에만 가볍게 착용하는 진정한 의미의 웨어러블 기기를 구현할 수 있었겠다는 생각이 들었습니다. 물체에 튕기거나 통과하는 느낌을 전달하는 햅틱 구현 기술도 인상 깊었습니다. 공중에서 글씨를 쓰는 제품을 만들며 평소 태블릿이나 종이에 직접 쓸 때와 다르게 필기감이 없어 아쉬움이 있었는데, CES에서 햅틱 기능 있는 로봇을 보고 종이에 글을 쓰는 듯한 햅틱 기능을 포함하면 사용자 경험을 개선할 수 있겠다는 아이디어를 얻었습니다. 넓은 세상의 기술 흐름을 직접 마주하며 견문을 넓힐 수 있었던 뜻깊은 시간이었습니다.



#스피어 공연 관람

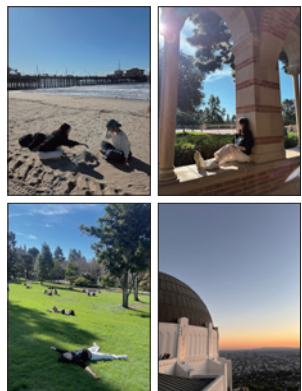
라스베이거스의 새로운 랜드마크인 스피어에서 'The Wizard of Oz'를 관람했습니다. 평소 오즈의 마법사를 좋아해 기대가 컸음에도 불구하고 기대 이상으로 압도적인 경험이었습니다. 영화 장면에 맞춰 낙엽이나 사파가 떨어지고 소품들이 공중에 날아다니는 등 오감을 자극하는 연출이 흥미로웠습니다. 특히 토네이도 장면에서는 실제 폭풍 속에 있는 듯한 생생한 몰입감을 느꼈고, 장면이 끝난 뒤 관객들의 박수가 터져 나왔습니다. 고전 명작을 첨단 기술로 재해석한 기획력이 인상적이었으며 기술과 창의적인 아이디어가 결합한 미래형 콘텐츠의 위력을 실감할 수 있었습니다.

#LA 문화 탐방, 그리고 연수를 마치며

연수의 마지막 날, 로스앤젤레스의 상징적인 장소들을 방문했습니다. 산타모니카 해변 모래사장에 앉아 모래성을 쌓고 창의설계축전 팀명을 모래에 새기며 즐거운 시간을 보냈습니다. UCLA에서는 마침 눈부시게 맑은 날씨 덕분에 푸르른 캠퍼스의 풍경이 더욱 상쾌하게 다가왔습니다. 잠시나마 잔디밭에 누워 현지 학생들처럼 캠퍼스의 낭만을 만끽했던 순간은 여유롭고 행복한 기억으로 남았습니다.

마지막 일정으로 방문한 그리피스 천문대에서 일몰을 보았던 순간은 결코 잊지 못할 것 같습니다. 고즈넉하면서도 웅장한 천문대와 발아래 펼쳐진 시내 전경이 아름다웠습니다. 천문대 루프탑에서 저무는 해를 바라볼 때는 연수가 끝난다는 아쉬움에 만감이 교차하며 마음이 몽클해지기도 했습니다. 아쉬움에 쉽게 발을 떼기 힘들었지만, 이번 연수를 통해 얻은 값진 경험과 소중한 인연들을 오래도록 잘 간직하겠다고 다짐하며, 귀국 후 일상으로 돌아가서도 다시금 정진할 수 있는 에너지를 얻었습니다.

졸업을 앞두고 대학 생활의 마침표를 화려하고 의미 있게 찍을 수 있도록 귀한 기회를 주신 DB 김준기 문화재단과 지도해 주신 교수님, 담당 선생님, 그리고 함께하며 최고의 여행을 만들어 준 연수 동기들에게 깊은 감사를 전합니다.



CES2026 참가후기



늦게 도착했지만, 오히려 더 선명하게 보였던 것들

이번 CES 참가는 저에게 단순히 유명한 전시회를 한 번 다녀온 경험이 아니라, 지금 전 세계 기술 산업이 어디를 바라보고 있는지를 눈으로 직접 확인한 시간이었다. 저는 일정상 조금 늦게 합류하게 되어 CES를 2일차부터 보게 되었지만, 오히려 그 덕분에 이것저것 넓게 훑기보다는 내가 정말 관심을 갖고 있던 분야에 더 집중해서 볼 수 있었다. 실제로 이번 CES는 14만8천 명 이상이 찾고 4,100개가 넘는 기업이 참가한 대형 행사였기 때문에, 짧은 시간 안에 모든 것을 보려 했다면 오히려 아무것도 제대로 남지 않았을 것 같다. 그런 점에서 나는 자연스럽게 내 관심사였던 XR 글래스와 로봇틱스 중심으로 전시를 보게 되었고, 그 선택이 결과적으로는 가장 좋았다고 느꼈다.

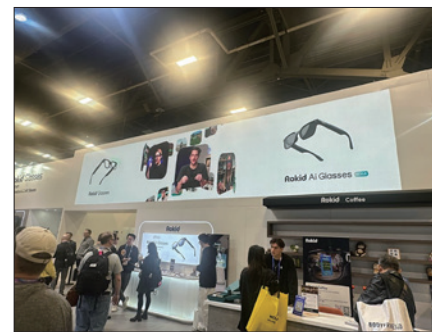
무엇보다 인상 깊었던 것은, 이제 CES가 더 이상 “미래에 나올지도 모를 콘셉트 기술”을 늘어놓는 전시가 아니라는 점이었다. 적어도 내가 본 XR과 로봇 부스들은, 단순히 아이디어를 설명하는 수준이 아니라 “이 기술이 어떤 형태로 시장에 들어오고, 어떤 사용자 경험으로 자리잡을 것인가”를 꽤 구체적으로 보여주고 있었다. 그래서 이번 전시는 신기한 기술을 구경했다기보다, 산업의 방향성과 속도를 체감한 경험에 더 가까웠다.



안경처럼 쓰는 컴퓨팅, 생각보다 더 빨리 오고 있었다

이번 CES에서 가장 흥미롭게 본 분야는 단연 XR/AI 글래스였다. 특히 Rokid와 XREAL 부스는 내가 한참 머물렀던 곳들인데, 두 회사 모두 “머리에 쓰는 큰 기기”가 아니라 “정말 안경처럼 착용하는 디바이스” 쪽으로 얼마나 빨리 진화하고 있는지를 보여주고 있었다. XREAL 쪽에서는 57도급 시야각을 내세운 제품군과 함께, 자사 spatial computing chip을 중심으로 한 라인업이 전면에 나와 있었고, 게이밍 협업 제품인 ROG XREAL R1도 CES 2026 현장 부스에서 직접 공개됐다. XREAL One/One Pro는 CES Innovation Awards에서도 XR & Spatial Computing 부문 Honoree로 소개되며 최대 57도 FOV, 120Hz, 저지연 3DoF spatial screen experience를 강조하고 있었다. 직접 체험하면서 느낀 것은, 이제는 단순히 “AR 안경이 있다”는 수준이 아니라, 광학계와 칩셋, 착용감, 사용 시나리오가 함께 정리되기 시작했다는 점이었다.

Rokid 부스도 매우 인상적이었다. Rokid는 CES 2026에서 Central Hall 부스에 대형 안경 조형물을 세울 정도로 존재감을 강하게 드러냈고, 새롭게 공개한 은 38.5g의 경량AI 글래스로서 “하루 종일 쓸 수 있는 안경형 디바이스”라는 방향을 분명하게 보여줬다. 동시에 Rokid는 이전부터 이어져 온 AR Spatial 계열 제품을 통해 더 큰 화면 경험과 spatial use case도 함께 밀고 있었기 때문에, 한 회사 안에서도 “일상형 AI 글래스”와 “몰입형 AR 글래스”를 분리해서 가져가는 전략이 보였다. 현장에서 느낀 것은, 이들이 단순히 기술 스펙만 자랑하는 것이 아니라 ‘사람이 실제로 계속 쓰게 될 형태’를 집요하게 고민하고 있다는 점이었다.



그리고 이 분야를 보면서 가장 크게 느낀 감정은, 이었다. 현장 보도에 따르면 CES 2026에서 AI 글래스 브랜드 23개 중 16개가 중국 기업이었고, 중앙 전시 공간에서도 AI 글래스 업체들이 주도권을 잡는 모습이 뚜렷했다. 실제로 나 역시 부스를 돌아다니며 “이 정도로 안경형 스타트업이 많았나?”라는 생각을 계속 하게 되었고, 단순히 회사 수가 많은 것을 넘어 제품 포지션이 매우 세분화되어 있다는 점이 인상적이었다. 누군가는 번역과 teleprompter, 누군가는 촬영과 AI assistant, 또 다른 누군가는 초경량 everyday eyewear에 집중하고 있었다. 그만큼 이 시장이 이미 실험 단계를 넘어 경쟁 단계에 들어섰다는 느낌을 받았다. 우리나라도 분명 디스플레이와 반도체, 제조 기반에서는 강점을 갖고 있는 만큼, 이런 흐름에서 더 많은 기업과 스타트업이 적극적으로 참여했으면 좋겠다는 생각이 강하게 들었다.



여러가지 데모 시연을 하는 Sharpa 로봇

가장 인상 깊었던 로봇은 ‘잘 움직이는 로봇’이 아니라 ‘끝까지 해내는 로봇’이었다

로봇 부스 중에서 개인적으로 가장 강한 인상을 남긴 곳은 Sharpa였다. 많은 로봇들이 사람들의 시선을 끌기 위해 화려한 동작이나 짧은 퍼포먼스를 보여주고 있었지만, Sharpa는 그중에서도 조금 다른 결의 인상을 남겼다. 특히 North가 보여준 데모는 “멋있다”를 넘어서 “이제는 로봇이 실제 작업을 길게 이어서 수행할 수 있는 단계로 가고 있구나”라는 생각을 하게 했다. 회사 측 발표에 따르면 North는CES 현장에서 사진 촬영, 탁구 랠리, 카드 다루기, 풍차 조립 같은 네 가지 완전 자율 데모를 수행했고, 특히 풍차 조립은 30단계가 넘는 연속 작업으로 구성된 long-horizon manipulation 데모였다. 내가 현장에서 느낀 흥미도 바로 그 지점에 있었다. 단순히 한 동작을 성공시키는 것이 아니라, 실패 없이 여러 단계를 이어가며 과제를 마무리하는 모습은 로봇틱스에서 훨씬 본질적인 진전처럼 보였다.

Sharpa를 보면서 든 생각은, 앞으로 로봇의 경쟁력은 “얼마나 사람처럼 보이는가”보다 “얼마나 안정적으로, 오래, 연속적인 태스크를 수행하는가”에 더 가까워질 것 같다는

점이었다. 로봇이 춤을 추거나 과장된 데모를 보여주는 시대에서, 이제는 실제 작업을 반복 가능하게 수행하는 시대로 넘어가고 있다는 느낌을 받았다. 그래서 이번 CES에서 내가 가장 인상 깊게 본 로봇은 가장 화려한 로봇이 아니라, 가장 일을 잘하는 방향으로 가고 있는 로봇이었다.

Unitree와 LG를 보며 느낀, 기술이 시장이 되는 방식

물론 Unitree 역시 빼놓을 수 없었다. Unitree는 이미 사족 보행 로봇과 휴머노이드 분야에서 강한 존재감을 갖고 있었고, CES 현장에서도 G1이 복싱과 댄스 같은 동작으로 관람객을 끌어모으고 있었다. 이런 데모는 겉으로 보기에는 퍼포먼스처럼 보이지만, 현장 인터뷰를 보면 회사는 이를 mobility와 stabilization, 즉 실제 환경에서 버티고 회복하는 능력을 시험하는 방식으로 설명하고 있었다. 나는 이 부분이 꽤 인상적이었다. 단지 ‘보여주기용 로봇’이 아니라, 상용화를 위해 필요한 테스트를 대중에게 이해 가능한 형식으로 제시하고 있었기 때문이다.

LG 부스도 또 다른 의미에서 인상적이었다. 한국 기업이 보여줄 수 있는 완성도와 공간 연출의 수준이 여전히 높다는 점을 분명히 느낄 수 있었기 때문이다. LG는CES 2026에서 “Innovation in tune with you”라는 테마 아래 home, mobility, entertainment를 연결하는 AI 공간 경험을 보여줬고, 그 안에서 LG CLOiD를 통해 이른바 “Zero Labor Home” 비전을 제시했다. 단순히 가전제품을 나열하는 방식이 아니라, AI와 로봇이 집안일을 실제로 어떻게 덜어줄 수 있는지를 시나리오 중심으로 보여준 점이 흥미로웠다. 특히 아침 식사를 준비하고 세탁을 돌리고 옷을 정리하는 등 ‘가사 노동을 줄이는 physical AI’라는 방향은, 로봇이 실제 생활 안으로 들어오는 방식을 꽤 설득력 있게 보여줬다.



국내 LG CLOiD 로봇과 WIROBOTICS사 ALLEX 로봇

다만 전체적으로 보면, 이번CES에서 이었다. XR 글래스 분야뿐 아니라 휴머노이드 로봇 전시에서도 현장 보도 기준38개 전시업체 중21개가 중국 기업이었다. 그래서 내가 체감한 “중국 기술력의 밀도”는 단순한 느낌만은 아니었다. 반면 한국은 LG처럼 매우 완성도 높은 대형 부스를 보여준 기업이 있었음에도, XR 글래스와 로봇틱스 전반의

생태계 층위에서는 상대적으로 얇게 느껴진 것도 사실이다. 내 눈에는 중국은 한 산업에서 부품, 광학, 제품, 소프트웨어, 데모 시나리오까지 한꺼번에 밀어붙이는 인상을 줬고, 우리는 개별 기업의 기술력은 강하지만 산업 전체의 집적감은 아직 부족해 보였다. 그래서 더더욱 앞으로 우리나라가 로봇 산업과 XR 산업에서 더 적극적으로 움직여야겠다는 생각이 들었다. 단순히 ‘좋은 제품 하나’를 만드는 것만으로는 부족하고, 생태계 전체의 참여가 필요하다는 것을 현장에서 실감했다.

라스베이거스 이후, LA에서 기술과 도시를 함께 보다

CES 일정을 마친 뒤LA로 이동해서 할리우드도 보고, 테슬라 햄버거도 먹고, 짧지만 미국 서부의 분위기를 직접 느껴본 시간은 정말 좋았다. 전시장은 말 그대로 기술의 압축본이라면, LA는 그 기술이 실제 도시 문화와 소비 경험 속으로 어떻게 스며드는지를 생각하게 만드는 공간이었다. 특히 길에서 자연스럽게 테슬라 차량들을 보고, 미국의 넓은 도로와 도시 구조를 체감하면서 ‘자율주행이나 모빌리티 기술은 결국 기술만으로 되는 것이 아니라, 도시 인프라와 문화, 규제, 사용자 습관까지 함께 만들어가는 산업이구나’라는 생각을 하게 됐다.

개인적으로는 그 짧은 시간 안에 “미국 캘리포니아의 기술 문화”를 조금이나마 몸으로 체험해본 것이 좋았다. 한국에서는 기술을 볼 때 종종 제품이나 논문, 혹은 데모 중심으로 보게 되는데, 이번에는 기술이 도시의 풍경, 브랜드 경험, 사람들의 일상 이동과 어떻게 연결되는지도 함께 보게 되었다. 그래서 단순히 “미국은 기술이 앞서 있다”라는 막연한 감상보다, 왜 어떤 산업은 그 지역에서 더 빨리 자라고 확장되는가를 생각하게 되었다. 결국 산업 경쟁력



은 좋은 기술 몇 개가 아니라, 그것을 반복해서 실험하고 시장에 붙이고 다시 개선할 수 있는 환경에서 나온다는 점을 느꼈다.

이번CES가 내게 남긴 것

이번CES는 내게 단순한 해외 전시 관람이 아니라, 앞으로 내가 어떤 기술을 만들고 어떤 산업 안에서 일하고 싶은지를 다시 정리하게 만든 경험이었다. XR 글래스 부스들을 보며 “안경형 컴퓨팅”이 생각보다 훨씬 빨리 현실이 되고 있다는 점을 느꼈고, Sharpa와Unitree 같은 로봇 기업들을 보며 로봇틱스가 이제는 과장된 미래 이미지가 아니라 실제 태스크 수행의 경쟁으로 넘어가고 있음을 실감했다. 그리고 LG 같은 한국 기업의 부스를 보며 우리도 충분히 강한 기술을 갖고 있지만, 더 넓은 생태계와 더 과감한 산업적 도전이 필요하다는 생각도 하게 되었다.

짧은 시간이었지만, 이번 미국 일정은 내게 기술을 보는 시야를 넓혀준 시간이었다. 라스베이거스에서는 산업의 최전선을 보고, LA에서는 기술이 스며든 도시의 분위기를 느끼며, 결국 중요한 것은 “새로운 기술을 얼마나 빨리 만들어내느냐”만이 아니라 “그 기술을 사회 안에 어떻게 자연스럽게 안착시키느냐”라는 점을 다시 생각하게 됐다. 그런 의미에서 이번 CES 참가는 단순한 전시 관람이 아니라, 앞으로 내가 연구하고 만들고 싶은 것들의 방향을 더 선명하게 만들어준 소중한 경험이었다.

CES2026 참가후기



#실리콘 밸리

미국에 도착한 후 해외연수의 시작으로 샌프란시스코 문화탐방을 하였다. 먼저 테슬라 쇼 룸, 애플 파크, 인텔 뮤지엄을 방문하였다. 각 기업을 대표하는 제품이나 상징물을 전시하는 공간으로 마치 팝업스토어와 비슷했다. 특히 인텔 뮤지엄에는 그동안 웨이퍼나 칩들이 어떠한 역사 속에서 발전했는지를 생생하게 보여준 점이 인상 깊었다.

#샌 프란시스코

두 번째 날은 샌 프란시스코 시내 관광을 했습니다. 트램/전차처럼 생겼는데 이름은 케이블카인 것을 탑승했는데, 케이블이 지상에 매설되어있고 그 케이블에 차량이 연결되어 이동하는 것이라 케이블카라고 한다고 합니다.

전차에 관해서 하나 더 이야기하자면, 샌 프란시스코에서 버스인데 (버스도 가운데가 기차 마냥 꺾이는 굴절버스입니다.) 전차/지하철 마냥 버스 위의 전선에 연결하여 전력으로 작동하는 것이 있습니다. 원래는 전차가 다니던 길이지만 트랙을 없앴 뒤 그 길을 버스가 대신 다닌다고 합니다. 대신 전선은 없애지 않아 있는 설비를 그대로 활용하는 듯 합니다.

Pier 39에서 기계식 아케이드 박물관에 가볼 수 있었습니다. 현대라면 당연히 전자식으로 구현할 음악 연주, 아케이드 게임 등이 기계식으로 구현되어 있습니다. (그래도 동력원은 전기모터인 듯 합니다.) 예전에 관심 많아서 인터넷으로 찾아보던 주제였는데, 실제로 볼 수 있어서 좋았습니다. 잠깐밖에 있지 못했지만, 여기 하루종일 있었어도 저는 만족했을 것 같습니다.

유명한 금문교도 방문했습니다. 현수교의 원리와 다리의 트위스트를 잡아주는 구조를 이해하기 쉽도록 데모가 있습니다. 트위스트 잡는 구조의 경우, 지금 만들고 있는 기체에도 들어가야 해서, 보면서 많은 생각이 들었습니다. 예전에 경량화를 위해 부품을 깎다가 U beam 모양이 되었는데, 그 때문에 트위스트가 많이 심해졌구나 싶었습니다.

둘째 날에는 샌프란시스코의 명물인 케이블카와, 금문교 등 각 지역을 대표하는 핫플레이스를 방문하였다. 우기였음에도 불구하고 날씨가 너무 좋아 주위 풍경이 그림 같았다.

#스탠포드 대학교 방문

3일차에는 스탠포드 대학교에 방문하였다. 창의설계축전에서 수상하여 해외연수를 다녀오시고, 현재는 박사과정에 계신 선배님과 대화할 기회를 얻었다. 그동안 해외 유학을 가고 싶다는 생각만 막연히 있었지만 비슷한 나이의 아는 분이 없어 답답했다. 이번 기회에 비슷한 나이의 선배님을 뵈고 추후 질문이 생길 때 연락할 수 있는 연락처도 받아 매우 기뻐다.

선배님과 담소를 나눈 뒤에 스탠포드 곳곳을 탐방해 보며 캠퍼스를 구경하였다. 실제 스탠포드 학생들처럼 프로필 사진을 찍기도 하고, 건물 내의 강의실을 들어가보며 내부 시설을 구경하기도 하였다. 세계 최고의 명문대학답게 건물이 모두 아름다웠는데, 특히 Doerr School of Sustainability 단과대학 건물이 기억에 남았다. 평소에 신재생에너지에 관심이 많았는데, 최근에 스탠포드 대학교에 새로운 단과대학이 생긴다는 이야기를 듣고 막연히 “저곳에서 연구할 수 있으면 얼마나 좋을까”하고 생각



① Stanford Doerr School ② 비행기에서 찍는 라스베이거스의 야경 ③ 테슬라 택시를 타고 터널을 지나는 모습 ④ 사람과 싸우는 휴머노이드 로봇

만 했었다. 그런데 여기서 건물을 직접 보니까, 지구의 지속 가능한 발전을 담당하는 최고 연구기관을 마주했다는 생각에 심장이 빠르게 뛰고 설렘다. 원래 Doerr School을 방문할 계획은 없었는데, 내가 관심 있다는 말에 선배님이 경로를 틀어 짧게나마 보여주셨던지라 그 행복감이 배로 느껴졌던 것 같다.

#비행기에서 있었던 일

사실 이날 스탠포드 대학교를 방문했다는 점에서 설렘이 극에 달했던지라, CES 참관을 위해 국내선 비행기를 타기 전까지 기억이 잘 나지 않는다. 정신없는 상황 속에서 비행기가 이륙하고, CES가 열리는 라스베이거스로 이동하고 있었다. 이때 비행기 창문 너머로 보이는 야경이 너무 예뻐서 내 옆자리에 앉은 창가 쪽 분께 양해를 구하고 휴대폰으로 사진을 촬영하고 있었다. 그런데 이왕 말을 톤 김에 스몰 토크를 하고 싶어서, 이것저것 여쭙보았다. 그분도 CES에 참여하러 가는 길이라고 하셨다. 가방에 엔비디아 로고가 있길래 내가 직업을 여쭙봤더니 엔비디아 마케팅 팀에서 일하신다고 하셨다. 그리고 그분은 미국 내에서만 주로 일하셔서 직접 대화한 한국인은 내가 처음이고, CES가 시작되면 구경오라고 해주셨다. 스탠포드에서 먹은 감동이 가시기도 전에 옆자리에 엔비디아 마케팅팀의 첫 한국인 친구가 되었다는 것에 충격을 받았다.

#CES 방문 후기

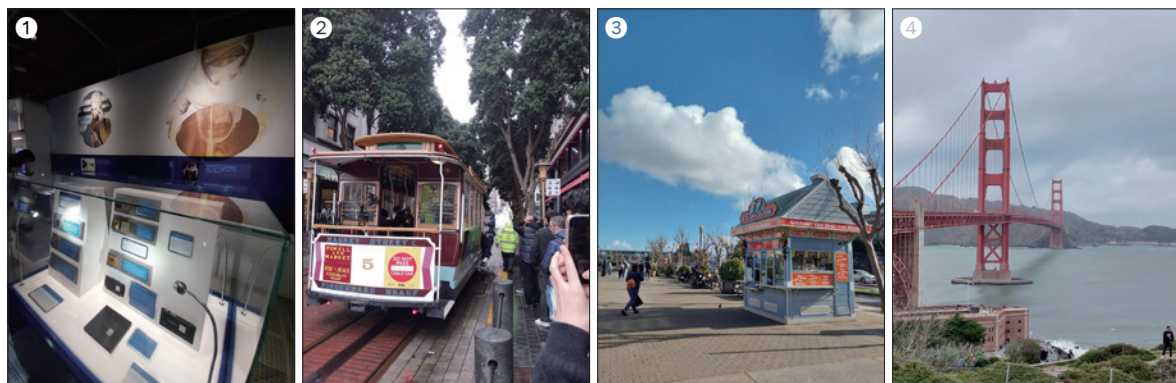
CES는 세계 최대 규모의 전자제품 박람회이자 공대를 다니거나 졸업한 사람들의 꿈의 무대이다. 크게는 North, West, South Hall과 엔비디아/삼성 전용 건물들 등등 한 곳에만 있는 것이 아니라 매우 넓은 곳에 부스가 분포해있다. 3일에 걸쳐 최대한 많이 돌아다녔지만 삼성관을 제외한 나머지 부스를 겨우 한 번씩 찍고 올 수 있을 정도로 넓었다. 각 홀들이나 건물들 사이를 걸어서 이동하기에는 너

무 멀기에, 테슬라 차량 수십 대가 무료 택시 역할을 수행하며 사람들의 편한 이동을 도와준다. 이때 테슬라가 개발 중이라고 하는 지하 터널을 통과하여 이동하는데 이 또한 색다른 경험이었다. CES에 참여하는 수많은 방문객부터 고위인사들까지 편하게 이동하려면 택시를 타야 하는데, 컨벤션홀 간 이동수단을 독점한 테슬라의 자사 제품 홍보 아이디어에 감탄했다.

CES에는 로봇틱스, 반도체, 에너지 등 수많은 분야가 있었다. 각 회사는 저마다 독특한 방법으로 자사 제품을 홍보했다. 어떤 회사는 격투용 휴먼노이드 로봇과 관중이 싸우도록 하여 안정성을 과시하는가 하면, 또다른 회사는 넓은 컨벤션홀을 돌아다니느라 다리가 아픈 관객을 대상으로 다리 마사지를 시연하면서 그 효과를 뚜렷하게 보여주었다.

CES에 참여하며 수많은 회사들의 부스를 방문했다. 여기서 크게 느낀 점은, 글로 적힌 설명은 제3자에게 하여금 임팩트를 주지 못한다는 것이었다. 홀을 돌고 나면 기억나는 것은 제품의 시연이 잘 됐거나 아이디어가 단순함과 동시에 참신했던 것들 뿐이었다. 글씨로 적힌 설명을 읽을 여유가 없기도 하고, 제품의 시연이 원활하게 되지 않으면 나도 모르게 그 기업의 신뢰도가 크게 떨어진다고 느꼈다. 왜 창의설계축전에서도 시연을 평가에 큰 비중을 두었는지 이해되는 대목이었다.

다만 아쉬운 점은 외국 기업들은 제품의 시연에 집중하고, 부스는 글자가 거의 없이 단순한 데 반하여 국내 기업들이나 대학 사업단 부스에서는 글씨가 많고 시연이 적었다. 돌이켜 생각해보면 나도 학우들끼리 수업을 들을 때 자료에 글이나 정보가 많으면 무의식적으로 멍있는 발표, 신뢰할 수 있는 발표라고 생각했던 것 같다. 아무래도 이러한 인식이 기저에 깔려있는지 발표에 사족이 많고, 핵심을 직관적으로 전달한 부스는 몇 없었지 않았을까 싶다. CES에는 한국인이 워낙 많아 행사의 40프로 가까이 차지함에도 불구하고 임팩트가 약했다고 느껴진 점은 조금 아쉬웠다.



① 인텔 뮤지엄에 전시된 칩들 ② 케이블카가 출발하기 직전의 모습 ③ 금문교 방문을 위해 도착한 항구 부근 ④ 안개가 걷힌 금문교의 모습



현대 기업의 사족보행 로봇

하지만 국내 기업이라고 꼭 아쉬운 건 아니었고, 외국 기업이라고 꼭 참신했던 것도 아니었다. 이를테면 프랑스 기업을 모아둔 홀이 있었는데, 각 기업이 좁은 영역만을 할당받은 만큼 정보를 뽁뽁하게 적어두었다. 더군다나 소프트웨어 관련 기업이 많았는데, 행사장 내 와이파이가 제대로 되지 않아 시연도 하지 못해 보는 이로 하여금 기업의 임팩트를 제대로 남기지 못했다고 생각했다. 반대로 현대 기업의 부스는 규모가 다른 부스의 5~6배가 됨에도 불구하고 줄이 워낙 길어 적어도 30분, 길면 1시간 대기해야 볼 수 있었다. 최근에 인수한 Boston Dynamics를 필두로 한 로봇틱스 기술과 발전한 이동수단을 직접 시연했다. 사람이 워낙 많은지라 일대일로 설명해주는 직원이나 제품에 대한 설명이 많이 적혀있지 않은데도 현대가 추구하는 기술력과 발전 방향을 바로 이해할 수 있었다. 이렇듯 참신한 기술도 기술이지만 이를 제삼자에게 어떻게 전달해야 하는지에 대해 많은 생각을 얻고 가는 자리였다.

#CES 방문 여담

CES 1일차에는 내가 신재생에너지에 관련이 많은 만큼 그 분야의 기업들을 더 집중적으로 둘러보았다. 그중에서 ARPA-E라는 기업에서 소개한 냉각장치로부터 자유로운 초전도 모터를 보던 중에 그 기업의 연구원과 만나 이야기를 나누었다. 우연히도 초전도 분야에서 겹치인이 있어 말문을 쉽게 틀 수 있었고, 다른 직원들이 와서 악수를 나누기도 하는 등 정말 친절하게 해주셨다. 그리고 CES 3일차, 마지막 날이 되었을 때 이대로 떠나는 것이 너무 아쉽다는 생각해 그 기업에 인턴으로 일할 수 있을지 물어보자는 심산으로 공책 한 장을 찢어 간단한 이력서를 손글씨로 적고 드리려 했다. 하지만 그 기업에 다시 찾아가 물어보니 미국 정부가 관할하는 기업이다 보니 미국인만 일하고

있고, 외국 국적의 사람들도 미국에 와서 일을 한다고 해서 내가 일하기에는 조금 힘들 것 같다고 정중하게 얘기해주셨고, 대신 다른 선배님을 소개해주셨다. 결과적으로 손글씨 이력서는 보여주지 않았고, 그분이 친절하게 해주셔서 좋게 마무리되었지만, 다음에 CES와 같이 대규모의 행사에서는 나 자신을 효과적으로 PR할 수 있게 이력서와 명함을 미리 챙겨와야겠다는 생각을 하였다.

#CES 이후

CES가 끝난 뒤 Sphere에서 오즈의 마법사를 관람하고, LA로 이동하여 그리피스 천문대를 방문했다. CES를 방문의 여운이 가시기도 전에 너무 행복한 기억을 추가로 얻을 수 있어 기뻐다.

#연수를 마치며

샌프란시스코 공항에 도착하여 스탠포드, 그랜드 캐니언 등 명소들을 방문한 뒤 세계 최대 박람회인 CES에 참여하고, LA에서까지 좋은 경험을 할 수 있었던 이번 연수가 정말 꿈만 같았다. 평소에 이 정도로 알찬 여행은 생각해보지도 않았는데, 서울대 공과대학과 DB의 도움으로 갈 수 있어서 너무 좋았고 두고두고 기억에 남을 것 같다. 연수 기간 중 밤마다 왜 나한테 이런 좋은 기회를 주었을까를 계속해서 고민했다. 미국에 있을 동안에는 긴가민가했는데, 한국으로 되돌아와 결과보고서를 쓰는 동안 그 생각이 정리된 것 같다. 감히 추측하자면, 서울대와 DB의 의도는 학부생으로 하여금 엔지니어로서 성공했을 20년 뒤의 미래를 미리 체험시켜주는 것이었을 거다. 비행기 옆자리에 탄 엔비디아 마케팅팀 직원과 잠깐 친구가 된다던가, 같이 아는 사람이 생기자 세계적 기업의 직원들이 나와 악수하며 대기업의 네트워킹을 경험한다던가, 서울대 미주동창회에서 성공하신 선배님들과 이야기를 나눈다던가 등의 경험은 작년 서울대학교 입시 결과를 걱정하며 초조해하던 때에는 상상도 하지 못했던 것들이다. 10대를 지내오며 가장 큰 산이라고 생각했던 대학입시를 넘은 이후, 동기부여가 약해질 즈음인 지금 학부생들에게 엔지니어로서의 꿈을 심어주어 다시금 열정을 불태울 수 있게 하기 위함이지 않았을까 생각한다. 그래서 나는 그 기대에 부응하기 위해서, 그뿐만 아니라 이번에 느낀 엔지니어로서의 꿈을 실현하기 위해서 노력하고자 한다. 앞으로도 좋은 모습을 보여줄 수 있도록 최선을 다하며 창의설계축전에서부터 시작된 스노우볼을 계속 굴리고자 한다.

CES2026 참가후기

#CES

CES2026에 처음 도착했을 때, -학생이라는 신분으로 세계적인 대기업의 관계자들 사이에서 내가 진지한 대화의 상대가 될 수 있을지 설렘보다는 긴장감이 앞섰다. 하지만 여러 부스를 돌며 평소 관심 있었던 로봇 손과 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술들을 직접 마주하자, 기술적 호기심이 두려움을 압도하기 시작했다. 용기를 내어 던진 질문들에 성의껏 답해주는 엔지니어들을 보며 자신감을 얻었고, 때로는 전문가들조차 답변을 망설이는 날카로운 질문을 던지는 나의 모습을 발견하며 기술 앞에서는 지위보다 논리와 열정이 앞선다는 사실을 깨달았다. 덕분에 주눅 들지 않고 당당하게 최첨단 기술의 향연을 만끽할 수 있었다.

이런 자신감은 평소의 나의 관심사를 넘어 공학 전반에 대한 시야를 확장하는 원동력이 되었다. 전시장 곳곳에서 목격한 기술과 이들의 융합은 어떤 분야가 단독으로 존재하는 것이 아니라, 통신, 신소재, 반도체, 시스템 등 수많은 분야가 유기적으로 연결되어 있음을 시사했다.

#로봇 시대의 시작

CES2026의 키워드는 로봇틱스이다. AI는 지난 몇 해 동안 계속 호황기를 맞이해 왔었고 이제는 생성형 AI만을 사용해 제품을 내놓은 회사들은 조금 식상해져 갔다. 대신에 로봇 관련 스타트업과 대기업들이 자기 회사의 로봇 손과 휴머노이드 로봇을 선보였고 이쪽 분야도 경쟁이 매우 치열해져 가고 있음을 느꼈다. LVCC 노스 홀에는 사람과 격투를 하는 로봇, 사람과 탁구를 치는 로봇, 빨래 개는 로봇(로봇에게는 정말 어려운 작업이다)이 인상깊었고, 웨스트 홀에는 현대차 부스 내에 보스턴 다이내믹스의 새로운



현대 기업의 사족보행 로봇



휴머노이드 아틀라스, 그리고 여러 산업용 로봇, 주차용 로봇이 눈길을 끌었다.

하지만 누군가 나에게 3년 후면 로봇이 실생활에 쓰일 것이라 말한다면 회의적이다. 실제로 로봇 손 또는 휴머노이드 로봇을 선보이는 여러 기업의 관계자와 말을 나누었을 때, 완전 자율적으로 시연을 하고 있는 기업은 없었다. 물론 공개된 환경에서 로봇이 자율적으로 작동하도록 하는 것이 상당한 리스크로 작용할 것이다. 하지만 세계 최대 전자제품 박람회인 CES에서 한 기업의 로봇이 청중과 상호작용하고 예상치 못한 상황에서 어떻게 대처하는지를 선보인다면 전세계인들의 주목을 받을 것이다. CES2026에서 이런 기업이 없었다는 사실은 아직은 자율 지능을 가진 로봇이 세상에 나오려면 멀었다는 것을 의미한다. 그럼에도 불구하고 로봇의 시대는 2026년 이제 막 시작된 것은 분명하다.

#실리콘밸리와 샌프란시스코

라스베이거스에 가기 전 샌프란시스코에서 3일을 지냈다. 첫날 실리콘밸리에서는 구글, 애플, 인텔 등 세계적인 기업들의 본사를 방문했다. 사실 실리콘밸리라는 지역 자체에 대한 판교 테크노밸리랑 비슷하다고 느꼈다. 건물들이 모두 흩어져 있고 건물과 건물 사이를 이동하려면 무조건 차를 타고 이동해야 한다. 그리고 우리와 같은 방문객들이 들어갈 수 있는 비지터 센터는 작은 홍보용 센터와 스토어 정도이기 때문에 볼게 많지는 않다. 그래도 유리창 너머로 본 사무실 환경은 정말 좋아 보였고 여기에서 일을 하면 크게 나쁘지 않을 것이라고 생각했다.



샌프란시스코 pier 39의 물개들

실리콘밸리와 달리 샌프란시스코는 정말 아름다운 도시이다. 서쪽으로는 태평양이, 동쪽으로는 샌프란시스코 만이 위치해있고, 그 사이를金門교가 가로지르는, 신이 주신 자연환경이 따로 없다. 더불어 19세기 중반 골드러시 당시에 지어진 빅토리아 양식, 1906년 샌프란시스코 대지진 이후 지어진 20세기 초반의 에드워드안, 아르데코 양식이 어우러져 도시 전체를 건축적으로 풍부하게 해주어 눈을 즐겁게 해준다.

샌프란시스코를 포함한 베이에어리어는 첨단 기술이 전 세계 어디보다 가장 먼저 도입이 되는 지역이다. 샌프란시스코 공항에서 내려 고속도로에 타자마자 고속도로 주변에 보이는 모든 광고판의 내용이 AI 관련 광고임을 보면서 동네가 전 세계 테크 산업의 중심지임을 실감했다. 샌프란시스코 시내와 근교를 돌아다니다 보면 Waymo에서 출시한 자율주행 택시들이 돌아다니는 것을 드물지 않게 목격할 수 있다.

#스탠퍼드와 UCLA

이번 연수에서 우리는 두 개의 대학교, 스탠퍼드와 UCLA를 탐방했다. 정말 아쉽게도 우리가 스탠퍼드를 방문한 날에 비가 왔는데, 지난 가을학기에 석사과정을 시작하신 선배님 말씀으로는 여기에 있었던 이후로 그 날이 가장 날씨가 안 좋았다고 한다. 그렇지만 처음 방문한 스탠퍼드 대학교 캠퍼스는 스페인의 궁전과 유사할 정도로 아름다운 예술 작품과 같았다. 친구들과 서로 자기는 스탠퍼드 보내주면 공부 진짜 열심히 할 수 있는데 아쉽다라고 농담을 했다.



애플파크 앞에 도착한 Waymo 자율주행 택시

마지막 날, 로스앤젤레스 관광을 하며 UCLA 캠퍼스도 방문했다. 이 날은 햇볕을 받으면 따스하고 그늘 속에 있으면 시원한 완벽한 날씨였던 걸로 기억한다. 빨간 벽돌로 지어진 UCLA의 캠퍼스는 스탠퍼드와는 또 다른 매력이 있었다. 우리는 어느새 공과대학 건물에 들어가 기계과, 전기과 연구실의 포스터를 구경하며 가끔씩 들어본듯한 연구자의 이름이 나오면 반가워했다.

#연수를 마치며

이번 연수는 세계 기술 혁신의 중심지에서 공학도로서의 시야를 한 단계 넓힐 수 있었던 소중한 시간이었다. 특히 CES 2026에서 목격한 로봇 기술의 진보와 다양한 산업의 융합은 내가 가진 로봇 분야에 대한 관심을 구체화하는 동시에, 타 분야에 대해서도 열린 마음을 가지게 해주는 계기가 되었다. 스탠퍼드와 UCLA 방문을 통해 학문적 자극을 받기도 하였고, 샌프란시스코 베이에어리어부터 로스앤젤레스에 이르는 미국 서부 지역의 문화를 경험하며 기술이 실제 인간의 삶에 어떻게 녹아들고 있는지에 대해 깊게 고민할 수 있었던 자리였다.

비슷한 처지의 동료들과 함께하며 얻은 정서적 교감 또한 이번 연수에서 얻은 뜻깊은 수확이다. 빡빡한 일정 속에서도 서로의 관심사를 공유하고 개인적인 고민이나 기술적 담론을 나누며 함께 성장하는 즐거움을 느꼈고, 덕분에 연수 기간 내내 긍정적인 에너지를 유지할 수 있었다. 진로에 대한 인사이트뿐만 아니라 소중한 인적 네트워크까지 쌓을 수 있었던 이번 경험은 앞으로 내가 삶을 살아가는데 있어 든든한 밑거름과 소중한 추억이 될 것이다.



UCLA 캠퍼스와 화창한 LA 날씨

CES2026 참가후기



#CES - 로봇

올해 CES는 Physical AI가 주요 주제였던만큼, 로봇 부스에 대한 기대가 컸습니다. 로봇틱스가 어디까지 발전했는지 직접 눈으로 확인할 수 있는 기회였습니다.

가장 눈길을 끈 곳은 Unitree 부스였습니다. 휴머노이드 로봇 G1이 헤드기어와 글러브를 끼고 사람과 복싱대결을 펼쳤는데, 성인 남성이 G1의 가슴팍을 발로 힘껏 밀었는데, 2m 가량 뒷걸음질 치더니 금방 균형을 잡을 정도로 균형 감각이 뛰어났습니다. 펀치를 날리거나 사람의 움직임에 따라 자세를 바꾸는 동작도 상당히 부드러웠습니다.



로봇손 기업도 여러 곳이 참여했는데, 그중 한국 기업 원익로봇틱스의 Allegro Hand가 가장 섬세한 움직임을 보였습니다. 사진처럼 손가락 끝에 과일을 올려두고, 손가락을 움직이며 과일을 돌리는 정교한 기술이 돋보였습니다.

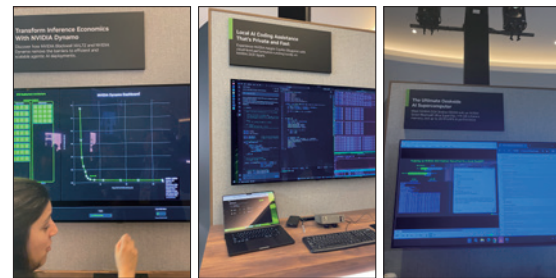
빨래를 개는 로봇을 보면서는 Physical AI의 발전 가능성을 체감할 수 있었습니다. 비록 아직 사람이 직접 빨래를 개는 것만큼 빠르고 깔끔하지는 못하지만, 하드코딩으로 동작하는 것이 아니라 주변의 상황을 실시간으로 인식하면서 동작을 수행하고 있다는 점이 놀라웠습니다.

하루종일 걸어다니다가 막판에는 지친 나머지 팀원들과 잠시 앉아 휴식을 취했습니다. 무엇이든 체력이 중요함을 다시 한 번 느낄 수 있습니다.



#CES - 엔비디아

엔비디아 전시장은 LVCC에서 조금 벗어난 Fontainebleau 호텔에 따로 자리잡고 있었습니다. 올해 CES에서 방문한 기업 중 가장 만족도가 높았습니다. 전시장 내에 엔비디아의 제품이나 활용 사례 등을 각각 설명하는 미니 부스가 10개 넘게 배치되어 있었고, 각 부스에 직원이 한 명씩 상주하였습니다. 처음에는 관심이 가는 주제의 부스만 볼 계획이었는데, 직원들의 친절한 설명과 어떤 질문에도 막힘 없이 답하는 전문성에 매료되어 결국에는 모든 부스를 방문하게 되었습니다.



#샌프란시스코 관광

전날 비가 와서 오전에는 날이 쌀쌀했습니다. 케이블카를 타고 올라갈 때는 샌프란시스코의 경치보다 목도리를 매만지며 보온에 신경을 썼던 기억이 있습니다.

점심 때에는 피어 39에 갔습니다. 여유롭게 일광욕을 즐기는 물개들을 보니 저도 마음에 편해지는 것 같았습니다. 점심으로는 클램 차우더를 아주 맛있게 먹고, 눈여겨봤던 Chocolate-Dipped Frozen Banana를 디저트로 먹었습니다. 초콜릿 코팅을 한 바나나에 견과류를 뿌린 후 통째로 얼린 디저트인데, 조금씩 녹여먹는 재미가 있었습니다.

#스탠포드 캠퍼스 견학

이날도 비가 와서 날이 많이 흐렸습니다. 견학을 이끌어주신 선배는 1년 중 거의 제일 날씨가 안 좋은 날에 찾아와서 아쉽다고 했는데, 한국에서 볼 수 있던 흔한 비 오는 날이었기에 저는 오히려 '이게 최악이라면 다른 날에는 날씨가 얼마나 좋은걸까?'하는 기대가 생겼습니다.

선배는 기계공학과를 졸업한 박사과정 1년차 학생으로, 유학 준비 방법, 학비 마련, 연구실 생활, 미국 생활 등에 대한 이야기를 전해주었습니다. 스탠포드 대학원은 연구

실을 사전에 컨택해서 지원하는 것이 아니라, 박사과정 입학 후에 연구실에 지원하는 방식이라 선택의 폭이 넓다는 점이 특히 인상 깊었습니다.

#그랜드 캐니언

이번 해외 연수 프로그램의 관광 코스 중 가장 좋았던 두 곳 중 하나입니다.

버스를 타고 이글 포인트에 도착한 순간부터 탄성이 나왔습니다. 굽이굽이 이어지는 장대한 협곡과 높은 하늘을 보며 흔히들 말하는 대자연의 경이로움이 무엇인지 여실히 느낄 수 있었습니다. 그렇게 시간 가는 줄도 모르고 눈에 담아두고 사진을 찍었습니다. 이곳에 별장을 짓고 하루종일 경치를 보면서 시간을 보낼 수 있겠다는 생각도 들었습니다. 돌아가야 할 때가 됐을 때는 발걸음이 떨어지지 않았지만 나중에 꼭 다시 와야겠다고 다짐하며 아쉬움을 삼킬 수 밖에 없었습니다.



Sphere - The Wizard of Oz 관람

스피어 관람석에 들어서자마자 오케스트라가 공연할 법한 홀이 보였습니다. 천장에는 스피커가 매달려있었고, 계단식 내벽에는 조명이 은은하게 비춰 나오고 있었습니다. 상영 직전에 천막 뒤에 있던 오케스트라가 일제히 조율을 하며 소리를 내자 설마 영화에 맞춰서 오케스트라가 연주를 하려는건가 싶은 착각이 들기도 했습니다. 그러나 영화 상영이 시작되자, 스피커, 조명, 모니터, 오케스트라 모두 눈속임이었다는 것을 깨달았고, 이후에도 현실감 넘치는 디스플레이에 계속 감탄하며 관람하였습니다.

특히 태풍으로 인해 도로시의 집에 날아가는 장면이 압권이었습니다. 특수효과로 바람과 종이도 같이 날아왔는데, 마치 태풍 한가운데 있는 것 같은 생동감 넘치는 경험이었



습니다. 그렇게 태풍이 잦아든 이후에는 관객석에서 박수 갈채가 나왔습니다.

#LA 관광 - 산타 모니카 해변, 그리피스 천문대



이번 프로그램의 관광 코스 중 가장 좋았던 두 곳 중 다른 하나인 산타 모니카 해변은 이전에도 가본 좋은 기억이 있었는데, 이날 유난히 청명했던 날씨와 버스킹으로 들려온 리조네이터 기타의 선율 덕분에 더 좋은 기억으로 남게 되었습니다. 바다와 산이 어우러진 경치를 바라보고 음악을 들으며 편안한 마음으로 잡념에서 벗어날 수 있는 시간이었습니다.

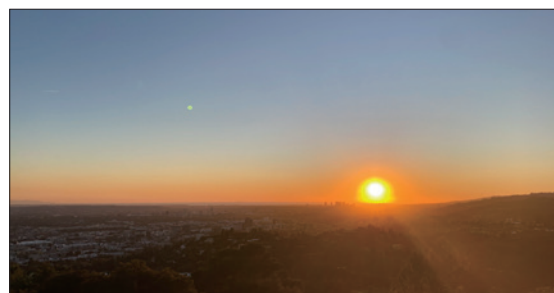
그리피스 천문대에 도착했을 때는 일몰을 얼마 남겨두지 않은 때였습니다. 미국에서 보내는 마지막 날, LA 전역이 한눈에 펼쳐진 곳에서 바라본 일몰은 숨이 막힐 정도로 아름다웠습니다. 해가 지평선에 걸친 순간부터 완전히 넘어갈 때까지, 대화 없이 조용히 순간을 감상했습니다.

연수를 마치며

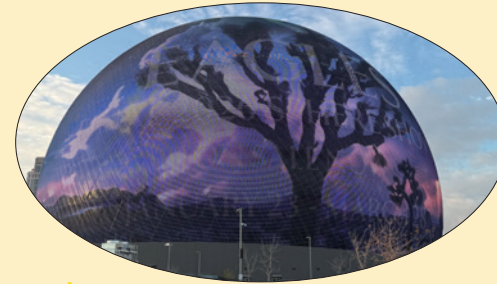
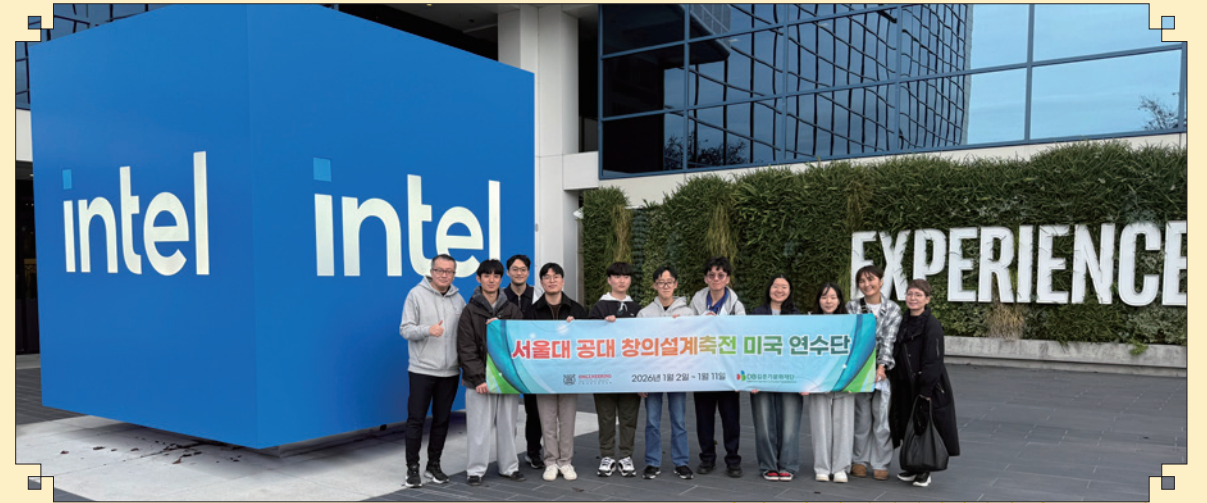
진로에 대한 고민이 많던 와중에, 미국에서 좋은 에너지를 많이 얻을 수 있었습니다. 학부 졸업 이후 미국으로 유학을 가야겠다는 생각이 강하게 들었고, 가능하다면 날씨가 화창한 서부면 좋겠다는 바람도 생겼습니다. 소중한 기회를 제공해주신 DB김준기문화재단과 서울대학교 공과대학에 진심으로 감사드립니다.

해외연수의 개선할 점

첫날 있었던 기업 탐방 프로그램에서 회사 내부 투어를 기대했었는데, 매장 관람 정도에 그쳐서 아쉬움이 남았습니다.



CES2025 해외연수 Photo Gallery



CES2025 해외연수 Photo Gallery



창의의 동반자

DB에게 전하는 감사의 인사말

창의설계축전을 준비하면서 재료비 부담이 컸는데, DB김준기문화재단의 지원 덕분에 걱정 없이 프로젝트에만 집중할 수 있었습니다. 좋은 결과물을 만들 수 있었던 것도, 이렇게 미국까지 와서 CES를 경험할 수 있었던 것도 모두 재단의 후원이 있었기에 가능했습니다.

이번 연수에서 세계 최고 수준의 기술과 엔지니어들을 직접 만나면서, 더 넓은 세상에서 도전하고 싶다는 꿈을 갖게 되었습니다. 대학생이 혼자선 결코 가질 수 없는 기회를 주며 꿈을 키울 기회를 준 DB김준기문화재단에 진심으로 감사드립니다.

이번 해외연수는 단순한 견학을 넘어, 예비 공학도로서 세상을 보는 시야를 바꿔놓는 터닝 포인트였습니다. 특히 창의설계축전부터 해외연수까지 아낌없는 지원을 보내주신 DB김준기문화재단에 깊은 감사를 드립니다. 연수 기간 내내 함께해주신 부사장님과 상무님께서 보여주신 진심어린 격려와 삶에 대한 조언 덕분에 기업의 사회적 책임과 미래 인재 양성에 대한 DB의 진심을 느낄 수 있었습니다. 소중한 기회를 주신 만큼 저 또한 사회에 기여할 수 있는 공학자로 성장하여 DB가 보여주신 나눔의 가치를 이어가겠습니다.



이번 창의설계축전이 의미 있게 진행될 수 있었던 것은 DB의 아낌없는 지원 덕분이라고 생각합니다. 학생들은 이번 행사를 통해 자신의 작품과 연구를 소개하고, 더 큰 꿈을 향해 나아갈 동기를 얻을 수 있었습니다. 저 역시 참가자로서 매우 뜻깊은 경험을 했으며, 이러한 기회를 마련해 주신 DB와 DB김준기문화재단에 진심으로 감사드립니다. 앞으로도 학생들의 도전과 성장을 응원해 주시기를 바랍니다.

든든한 후원과 토크콘서트에서의 값진 말씀 덕분에 이번 대회를 통해 많은 성장을 이룰 수 있었습니다. 특히 업계 선배로서 전해주시는 삶의 지혜들은 앞으로 제가 연구의 길을 걷는 데 있어 든든한 이정표가 될 것 같습니다. 기회를 주신 만큼 더욱 노력하여 실력 있는 연구자가 되는 물론, 많은 사람에게 도움을 줄 수 있는 인재로 성장해 나가겠습니다. 감사합니다!

이번 창의설계축전을 비롯하여 DB 드림 마스터 장학금에 이르기까지, 수많은 공학도들이 현실적인 장벽에 부딪히지 않고 마음껏 꿈을 펼칠 수 있도록 든든한 버팀목이 되어주신 DB김준기문화재단에 진심으로 감사드립니다. 재단의 지원은 단순히 학생들에게 연구 결과물을 공유할 무대를 제공해 주시는 것을 넘어, 그 이면에 담긴 학부생들의 목표와 꿈을 진심으로 믿어주고 응원해 주신다는 느낌을 받게 해주었습니다. 연구를 해나가며 때론 막막함을 느꼈던 제게, 이러한 따뜻한 지지와 인정은 앞으로 주저 없이 연구자의 길을 걸어 나갈 수 있게 하는 정말 큰 힘이 되었습니다. 공학으로 세상을 바꾸고자 하는 학생들의 열정을 믿고 아낌없이 지원해 주셔서 다시 한번 깊이 감사드립니다.

이번 창의설계축전과 CES 연수는 학교 생활 4년을 통틀어 가장 특별하고 소중한 경험이었습니다. CES에 참여할 수 있었던 것만으로도 꿈 같은 기회였는데, 전시 관람뿐 아니라 숙소, 식사, 문화 탐방에 이르기까지 다채로운 일정 덕분에 더없이 행복한 일주일을 보냈습니다. 동시에 저희 학생들을 세심하게 생각해주신 관계자분들의 정성과 노력을 느낄 수 있었습니다. 이런 소중한 경험을 마련해주신 DB 김준기문화재단에 진심으로 감사드리며, 책임감을 가지고 훗날 받은 지원에 걸맞은 인재로 성장해 사회에 기여할 수 있도록 노력하겠습니다.

우선 제가 수행한 연구를 발표할 기회를 주시고 또한 수상자들에게 해외학회 참여의 기회를 주신 DB김준기문화재단에 감사드립니다. 창의설계축전에 참여하기 전에는 DB 재단에 대해 잘 몰랐는데, 대회 참여 후 학생들을 위해 많은 지원을 하고 있다는 사실을 알게 되었습니다. 이렇게 학생들에게 많은 기회를 주셔서 감사드립니다. 이번엔 연구발표 부문이 처음 생겼는데, 대회를 통해 좋은 경험을 하고 많이 배울 수 있었습니다. 앞으로도 연구 발표 부문을 계속 지원해주시고 확대해나간다면 저와 같이 공학 연구자를 꿈꾸는 학부생들에게 큰 도움이 될 것 같습니다.

창의설계축전의 전 과정에 걸쳐 많은 도움을 주신 DB김준기문화재단 측에 감사드립니다. 본 창의설계축전은 학생들이 단순히 배우는 데에 그치지 않고, 스스로 문제를 정의하고 해결해볼 수 있는 소중한 기회가 되었습니다. 이러한 경험이 가능했던 것은 DB 재단의 실질적인 지원을 바탕으로, 산출물 설계와 연구에 온전히 집중할 수 있는 환경이 조성되었기 때문이라고 생각합니다. 앞으로도 많은 학생들이 이러한 기회를 통해 성장할 수 있기를 바라며, 다시 한 번 진심으로 감사의 말씀을 드립니다.

2025
CREATIVE
DESIGN
FAIR

제14회

서울대학교
공과대학
창의설계축전

발행처	서울대학교 공과대학	2025년 제14회 서울대학교 공과대학
발행인	서울대학교 공과대학 학장 김영오	창의설계축전
발행일	2026년 4월	행정지원
발행물	제14회 서울대학교 공과대학 창의설계축전 결과보고서	권진아 공과대학 학생행정실 02-880-7010 pigget@snu.ac.kr
주소	(우)08826 서울시 관악구 관악로 1 서울대학교 공과대학 39동 213호 학생행정실	
문의	02-880-2277	탁애란 공과대학 학생행정실 02-880-2277 subin219@snu.ac.kr
홈페이지	eng.snu.ac.kr	
디자인·인쇄	(주)디자인위드 Tel. 02-6951-0402 www.designwith.co.kr	장현승 공과대학 학생행정실 02-880-8019 jang123@snu.ac.kr