함어진 Auejin Ham

연락처 vingtee@gmail.com · 경기 성남
웹 페이지 auejin.com · Google Scholar · GitHub

병역 전문연구요원 만기 전역 (2023.02 – 2026.03.15)
어학 영어 TOEIC 930, TOEFL PBT 610

나의 이야기

인간의 의도를 기계의 언어로 번역하는 인터페이스의 진화를 센서 제어부터 다중 인공지능 에이전트 시스템까지 전 영역에 걸쳐 다뤄왔습니다. 인간-컴퓨터 상호작용(HCI) 분야의 정량적 연구와 상용 소프트웨어 서비스의 엔지니어링을 병행하며, 불확실성이 높은 선행 연구를 실효성 있는 프로덕트로 구현하는 데 집중하고 있습니다.

처음으로 다뤄본 연구 범위는 정답이 존재하는 물리적 제어의 영역이었습니다. 중학교 재학 중 사지마비 환자를 위한 시선 추적 인터페이스를 개발하여 2016년 국제과학기술경진대회(ISEF) 국가대표로 선발되었습니다. 이후 DGIST와 KAIST의 연구 인턴으로서 마우스 입력 지연이 조준 수행에 미치는 영향을 8000Hz 기록 환경에서 정량화하여 ACM UIST 2021에 1저자로 논문을 게재했습니다. 또한 NVIDIA Research 인턴십을 통해 웨이블릿에서 착안한 단시간 마우스 서브무브먼트 검출 기법을 제안하는 등, 밀리초 단위의 상호작용을 정밀하게 측정하고 검증하는 역량을 확보했습니다.

이후 저의 연구 범위는 정답이 정해지지 않은 주관적 감각의 영역으로 확장되었습니다. bHaptics에서 전문연구요원으로 재직하며 진동 기반 촉각 인터랙션의 소프트웨어 생태계를 구축했습니다. 20ms 이내의 지연 시간을 갖는 실시간 기기 통신(BLE, TCP) 환경을 설계했으며, iOS, Android, Windows 3개 운영체제의 제어 앱과 SDK를 개발하고 배포 자동화(CI/CD) 파이프라인을 구축했습니다. 이는 센서 데이터를 넘어 인간의 주관적 감각을 시스템으로 정형화하여 실제 상용 프로덕트로 배포한 성과입니다.

현재는 맥락이 넓고 모호성이 큰 거대 언어 모델(LLM) 및 대화형 AI 시스템의 불확실성을 통제하는 엔지니어 겸 기술 PM으로 활동하고 있습니다. Cupix 재직 중, 실시간으로 쏟아지는 프로덕션 버그들을 스스로 분석하고 PR을 생성하는 에이전트 시스템(Issue Fixer)을 구축하여 5개월간 무인 가동시켰으며, 924개의 이슈를 92.2%의 원인 분석 정확도로 처리했습니다. 아울러 자연어 개발 명세를 검증 가능한 상태 머신으로 분할하여 처리하는 에이전트 하네스 워크플로우(Isopod)를 사내 최초로 도입하고, 대화형 AI 제품(Beacon Chat)의 기술 PM을 맡아 언어 모델의 확률론적 출력을 결정론적 엔지니어링 프로세스로 제어했습니다.

결론적으로 저는 물리적 센서 제어, 혼합 방법론 기반의 사용자 연구, 다중 AI 에이전트 오케스트레이션에 이르는 기술 스택 전반을 직접 구현하고 증명해 왔습니다. 선행 연구 기획부터 상용 서비스의 문제 해결 전 과정을 주도한 실무 경험을 바탕으로, 다학제적 환경에서 복잡한 기술적 난제를 기획 및 조율하고 구체적인 결과물로 도출하는 역할을 수행하고자 합니다.

학력

한국과학기술원(KAIST) 전산학부 석사 2021.03 – 2023.02
지도교수: Geehyuk Lee · GPA 3.81 / 4.3
학위논문: Fishing Things — 밀집된 스마트 홈 환경 내 오입력을 최소화하는 시계열 기반의 양방향 상호작용 프로토콜

대구경북과학기술원(DGIST) 융복합공학사 2017.03 – 2021.02
GPA 3.44 / 4.3
학위논문: 접수면접 데이터 기반의 감정교류를 위한 대화형 챗봇 개발 및 인터랙션 연구

UC Berkeley 여름학기 방문학생 2017.06 – 2017.08

논문

학회 정규 논문
ACM CHI · UIST는 HCI 분야 최고권위 학회다.

[3] **Lattice Menu: A Low-Error Gaze-Based Marking Menu Utilizing Target-Assisted Gaze Gestures on a Lattice of Visual Anchors**
ACM CHI 2022 정규 논문 (채택률 12.5%) · 공저

[2] **Do We Need a Faster Mouse? Empirical Evaluation of Asynchronicity-Induced Jitter**
ACM UIST 2021 정규 논문 (채택률 25.9%) · 1저자

[1] **Secrets of Gosu: Understanding Physical Combat Skills of Professional Players in First-Person Shooters**
ACM CHI 2021 정규 논문 (채택률 26.3%) · 공저

저널 논문

[1] **TouchWheel: Enabling Flick-and-Stop Interaction on the Mouse Wheel**
International Journal of Human-Computer Interaction (IF 4.92) · 공저

포스터 · 워크숍 · 프리프린트

[4] **Short-time, Wavelet-inspired Mouse Submovement Detection**
arXiv 2026 · 1저자

[3] **Mine Yourself!: A Role-playing Privacy Tutorial in Virtual Reality Environment**
ACM CHI 2022 Late-Breaking Work (채택률 36.0%) · 공동 1저자

[2] **WonderScope: Practical Near-surface AR Device for Museum Exhibits**
ACM SIGGRAPH 2022 Emerging Technologies (채택률 20.0%) · 공저

[1] **Chatbot with Touch and Graphics: An Interaction of Users for Emotional Expression and Turn-taking**
ACM CHI Workshop (CUI@CHI) 2020 · 공저

경력

소프트웨어 엔지니어 @ 주식회사 큐픽스 2025.05 – 현재

건물과 건설 현장을 3D로 촬영해 디지털 트윈으로 만들고 시간에 따른 변화를 되짚어 보게 하는 회사다. 프론트엔드 개발과 기술 PM을 맡고 있다. 현장은 네트워크가 끊기는데 데스크톱 앱은 모든 자료를 서버에서 가져왔고, QA가 올리는 버그는 팀이 감당하는 속도보다 빠르게 쌓였다. 문서 안 모든 엔티티 메타데이터와 이미지를 로컬에 저장하는 오프라인 모드를 구현하고, 호출부를 고치지 않고도 네트워크 상태에 따라 실제 API와 로컬 DB를 오가는 하이브리드 구조를 설계했다. 다시 연결되면 오프라인에서 고친 내용을 자동으로 동기화한다. AI 에이전트가 개발 업무를 직접 수행하는 워크플로를 사내 최초로 제안해 운영했고, 대화형 AI 제품 Beacon 의 기술 PM을 맡았다.

소프트웨어 엔지니어 @ 주식회사 비햅틱스 2023.02 – 2025.04

진동으로 촉감을 전하는 웨어러블 장비를 만드는 회사다. 전문연구요원으로 앱과 SDK를 맡았다. 장비는 있었지만 PC와 PSVR 게임에서 벌어지는 일을 몸으로 옮겨 줄 소프트웨어가 필요했다. iOS(SwiftUI) · 안드로이드(Jetpack Compose) · 윈도우(WPF) 제어 앱을 만들고, BLE와 TCP로 장비와 실시간 통신하며 펌웨어 업데이트(DFU)까지 구현했다. PC 게임의 이벤트를 실시간으로 감지해 촉각 신호로 바꿨다. GitHub Actions 기반 CI/CD를 설계해 세 플랫폼의 배포를 자동화했다.

석사과정 @ 한국과학기술원 HCI Lab 2021 – 2023

지도: Geehyuk Lee

KAIST HCI Lab에서 석사과정을 밟았다. 시선으로 메뉴를 고르는 일과 마우스 휠 위의 터치 상호작용을 연구 주제로 맡았다. 햅틱 액추에이터를 직접 제어하고 무선 메시징 파이프라인을 구현했으며, 촉각 상호작용을 설계하는 도구를 만들었다. ACM CHI 2022와 International Journal of Human-Computer Interaction 에 논문을 실었다.

연구 인턴 @ NVIDIA Research 2022.06 – 2022.11

지도: Joohwan Kim, Ben Boudaoud

NVIDIA Research에서 프로 게이머의 조작을 측정했다. 디스플레이와 입력 장치의 조건이 달라질 때 조준 수행이 어떻게 달라지는지를 알아내는 일이었다. 조건을 바꿔 가며 측정해 비교했고, 웨이블릿에서 착안한 단시간 마우스 서브무브먼트 검출 기법을 제안했다. arXiv 2026, 1저자.

연구 인턴 @ DGIST Smart Input Device Lab 2020.06 – 2021.02

지도: Sunjun Kim

DGIST Smart Input Device Lab에서 학부 연구원으로 일했다. 마우스의 입력 주기와 디스플레이의 렌더링 주기가 어긋나면 커서에 지터가 생기는데, 그것이 조작 능력을 얼마나 떨어뜨리는지는 알려져 있지 않았다. 8000Hz 고주사율 입력을 손실 없이 기록하는 환경을 만들어 실험으로 밝혔다. Oculus Touch 컨트롤러의 햅틱 피드백 API도 분석했다. ACM UIST 2021, 1저자.

연구 인턴 @ KAIST Interactive Media Lab 2019.06 – 2020.07

지도: Byungjoo Lee

KAIST Interactive Media Lab에서 학부 인턴으로 일했다. 행동 측정 장치를 여러 대 함께 돌리면 장치마다 시계가 어긋나 같은 순간을 가리키지 못한다. 시선 추적기 · 동작 추적기 · 웹캠 · 아두이노 등 8종 센서를 하나의 타임스탬프에 맞춰 실시간 기록하는 UDP 프로토콜을 구현했다. Pupil Labs 데이터 직렬화 라이브러리와 CS:GO 녹화 영상의 장면 분석 시스템도 여기서 만들었다. 이 기록 환경으로 모은 데이터가 Secrets of Gosu(ACM CHI 2021)에 쓰였다.

소프트웨어 엔지니어 @ waddleLab(KAIST 창업원) 2018.08 – 2018.12

KAIST 창업원의 스타트업에서 소프트웨어 개발자로 일했다. 시각장애인용 컴퓨터는 수백만 원을 호가하고, 스마트폰의 음성 안내는 옆 사람에게 내용이 다 들린다. 스마트폰 케이스 형태의 점자 입출력 장치와 이를 다루는 iOS 애플리케이션을 만들었다. 블루투스로 기기와 통신한다. KAIST TECH DAY에서 투자자 앞에 시연했다.

World Friends ICT 프로젝트 @ Can Tho University, Vietnam 2018.06 – 2018.08

월드프렌즈 ICT 봉사단으로 베트남 껀터대학교에 한 달을 머물렀다. NFC 태그를 심은 학생증으로 오토바이 주차 공간을 빌리고 반납하는 시스템을 껀터대학교와 함께 만들었다.

부대표 @ Blackwind 전산그룹, DGIST 슈퍼컴퓨팅센터 2017

DGIST 슈퍼컴퓨팅센터 산하 워킹그룹에서 부대표와 홍보팀장을 맡았다. 센터의 연산 자원을 다뤘고, 회원을 대상으로 파이썬 기초를 강의했다.

프로젝트

Beacon Chat 2026.08

건설 현장을 3D로 찍어 관리하는 SaaS 위에 올린 LLM 챗 서버와 패널 UI다. "3층 안전 지적이 몇 건이냐"는 물음에는 숫자 하나로 공사가 멈추고 정산이 갈린다. 검색 결과가 전수인지 표본인지를 코드가 먼저 등급으로 판정하고, 그 등급이 모델이 쓸 수 있는 문장의 형태를 제한한다. 등급이 낮으면 되물어 범위를 좁힌다. 모델이 확신을 흉내 내는 대신 대화로 확신을 얻는다. 표본 인용이 전수 인용으로 승격되는 경로가 대화 안에 있다.

Isopod 2026.08

자연어로 쓴 개발 명세를 다중 에이전트가 끝까지 수행하게 만드는 하네스다. 사람이 쓴 명세는 해석의 여지가 넓어, 어디까지 됐는지를 기계가 판정할 수 없다. 명세를 검사 가능한 상태 머신으로 고정하고 의존 그래프를 가진 작업 카드로 쪼갠 뒤, 그래프가 소진될 때까지 에이전트를 사람 개입 없이 돌려 검증된 커밋을 만든다. 진행도를 에이전트의 보고가 아니라 그래프의 잔량으로 잰다.

Issue Fixer 2026.02

프로덕션 버그 큐를 끝까지 처리하는 에이전트 시스템이다. 버그 하나에 드는 시간의 대부분은 고치는 데가 아니라 무엇이 어떤 조건에서 깨졌는지 알아내는 데 든다. Jira를 스스로 살펴 이슈를 고르고, 첨부 영상을 키프레임으로 잘라 VLM으로 촬영 조건을 복원한 뒤, 실제 브라우저에서 재현하고 고치고 Before/After로 자기 수정을 반박한 다음 PR을 연다. LLM이 끝났다고 말해도 완료 신호로 삼지 않는다. 판정은 열거형으로 강등시켰다. 격주 자체 감사로 자기 코드를 고치는 PR도 스스로 올린다.

프로덕션 무인 가동 5개월 · 처리한 이슈 924 · 자동 생성 PR 571 · 이슈당 평균 30분 내외 · 머지율 50.0% · 원인 분석 정확도 92.2%

AR 사진관 2024.09

전신 코스튬을 입은 사람을 캐릭터 일러스트와 합성해 그 자리에서 인화하는 무인 키오스크다. 행사장 부스는 네트워크가 불안정하고, 털과 장식으로 윤곽이 복잡한 코스튬은 색으로 배경을 지우는 방식이 통하지 않는다. 웹캠 한 대로 SAM2가 인물을 분리하고 Depth-Anything-V2가 깊이를 추정해, 사람을 일러스트 레이어 사이에 끼워 넣는다. 전 과정이 기기 안에서 돈다. 초록 배경도 서버도 없이 부스 하나로 완결된다. 2024–2026년 국내 컨벤션 일곱 행사에서 실제로 운영했다.

VZZK 2024.07

치지직 스트리머가 쓰는 데스크톱 봇 앱이다. 방송을 하면서 채팅을 읽고 후원에 반응하고 화면 효과까지 챙기는 일은 혼자 감당하기 어렵다. 채팅과 후원 이벤트를 소켓으로 받아 열한 종의 봇을 돌리고, 결과를 OBS 화면에 실시간 오버레이로 그린다. Tauri v2와 Angular, Rust(actix-web)로 만든 데스크톱 앱에 NestJS 클라우드 API를 붙였다. GitHub Actions로 세 운영체제 빌드를 직접 배포한다. 상용 배포 서비스를 쓰지 않고 혼자 운영한다.

다운로드 56,000+ · 누적 방송 55,600+

bHaptics Player for iOS 2024.04

bHaptics 촉각 조끼와 장갑을 아이폰에서 제어하는 앱이다(SwiftUI). 게임에서 벌어지는 일을 몸으로 느끼려면 PC나 PSVR과 장비 사이를 실시간으로 이어 줄 것이 있어야 한다. 같은 Wi-Fi에 있는 지원 게임을 스스로 찾아 이벤트를 받고, BLE로 장비에 20ms 안에 전달하며, 펌웨어 업데이트(DFU)와 계정 흐름까지 다룬다. 기기 상태와 계정 상태를 SwiftUI 생명주기에 접어 넣은 Swift SDK를 함께 만들어, 앱과 SDK가 같은 상태 기계를 공유하게 했다.

다운로드 8,700+ · 활성 사용자 400+

FastPlot 2022.05

시리얼 포트로 들어오는 값을 실시간 애니메이션으로 그리는 파이썬 라이브러리다. 아두이노에서 올라오는 값을 눈으로 확인하려면 그때마다 matplotlib 애니메이션 루프를 새로 짜야 한다. 포트와 그릴 항목만 넘기면 갱신 루프와 축 관리를 라이브러리가 맡는다.

TUG 2021.12

KAIST 수업의 팀 편성을 돕는 실시간 웹 플랫폼이다. 팬데믹으로 비대면 수업이 이어지면서 서로를 알 자리가 사라졌고, 믿을 만한 팀원을 찾을 단서가 없어졌다. 퀴즈로 관심사가 맞는 후보를 찾아 주고, 진행자 챗봇이 있는 익명 채팅에서 이야기하게 한 뒤, 이전 팀 프로젝트 참여도를 크레딧으로 보여 준다. React와 Firebase 실시간 데이터베이스로 만들었다. 익명 대화로 사회적 부담을 낮추면서도 크레딧으로 참여 이력을 드러내, 편하게 고르되 근거를 갖고 고르게 했다.

GetSetPress 2021.07

기계식 키의 물리 특성을 흉내 내어 터치 키보드의 입력 활성화 방식을 찾는 장치다. 터치 키보드에는 눌리는 순간의 촉감이 없어 손이 언제 입력됐는지 알 수 없다. 눌림 깊이와 반발력 같은 물리 파라미터를 조절할 수 있게 만들고, 정전용량 감지와 RF 전력 검출로 접촉을 재며 멀티플렉싱으로 키 배열을 읽는다. 제어부는 WPF와 아두이노로 만들었다. 활성화 지점을 설계값으로 고정하지 않고 조절 가능한 변수로 두어, 어느 지점이 나은지를 실험으로 찾을 수 있게 했다.

ICUC 2021.06

증강현실 안경을 쓴 두 사람이 같은 공간에서 서로 어디를 보는지 알 수 있게 한 시스템이다. 멀리 있는 것을 가리켜 설명하기에는 말과 손짓이 부족하고, 손에 든 기기를 보는 순간 현장에서 눈을 떼게 된다. HoloLens 2로 각자의 눈과 머리 방향을 재어 두 사람의 관심 영역이 겹치는 순간을 찾고, 그 대상에 사각 테두리를 양쪽 안경에 함께 띄운다. Unity(C#) 위에서 Azure Spatial Anchors로 좌표계를 공유하고 Photon Unity Networking으로 상태를 복제했다. 시선 표시를 늘 띄우는 대신 두 사람의 관심이 겹칠 때만 띄워, 알림 자체가 합의의 신호가 되게 했다.

Intuitive Sensor Logger 2020.07

여러 대의 행동 측정 장치를 하나의 타임스탬프에 맞춰 동시에 기록하는 툴킷이다. 장치마다 시계가 따로 흐르기 때문에, 따로 기록한 신호는 나중에 겹쳐도 같은 순간을 가리키지 않는다. UDP와 시리얼로 장치를 함께 제어하고, 운영체제 파이프를 거치는 시스템 호출 수를 줄여 클럭 드리프트를 초당 11마이크로초까지 낮췄다. 아두이노와 Processing(Java)으로 만들었다. 시선 추적기와 동작 추적기, 웹캠, 근전도까지 여덟 종을 한 번에 다룬다. 이 툴킷으로 모은 데이터가 Secrets of Gosu(ACM CHI 2021)에 쓰였다.

Chatbot with Touch and Graphics 2020.05

챗봇과 대화하며 감정과 대화 차례를 터치로 전하는 상호작용 기법(TwG)이다. 기존 챗봇은 텍스트 대화를 위한 자연어 처리의 관점에서 다뤄져 왔기 때문에, 사용자의 감정을 고려하고 턴테이킹을 관리하는 수단이 부족했다. 그래픽 인터페이스를 터치해 감정을 보내고 차례를 넘기게 했고, Wizard of Oz 실험으로 사용자 경험을 평가했다. 텍스트만 쓰는 기존 챗봇 상호작용보다 감정 표현이 나아졌고, 대화의 자연스러운 턴테이킹에도 긍정적 영향이 나타났다.

JupilLabs 2020.03

Pupil Labs 시선 추적 안경의 데이터를 Processing(Java)에서 받아 쓰게 하는 라이브러리다. 시선 추적기의 스트림은 ZeroMQ 위에 MessagePack으로 실려 오는데, Processing에는 이를 풀어 줄 것이 없었다. 구독과 역직렬화를 감싸 JSON 패킷으로 넘긴다.

Eagle Eye 2019.05

VR로 크레인을 조종하는 인터페이스다. 크레인 조종에는 어지럼증과 주변 안전, 거리 지각이라는 세 문제가 함께 걸려 있다. HIAB Korea가 이 주제를 과제로 내놓았다. 시점과 조작 방식을 그 셋을 동시에 고려해 설계했다. Junction X Seoul의 물류 · 피지컬 컴퓨팅 트랙에서 우승했다.

ProjectedAssistant 2019.04

인공지능 스피커의 그래픽 인터페이스를 프로젝터로 벽이나 책상에 띄우는 시스템이다. 음성만 쓰는 비서는 목록이나 표를 전할 수단이 없고, 화면을 달면 그 앞으로 가야만 쓸 수 있다. Kinect v2로 사람과 표면을 인식하고 아두이노 PWM으로 프로젝터 방향을 움직여, 보이는 자리에 화면을 띄운다. WPF(C#)로 만들었고 Wizard of Oz 실험과 NASA-TLX로 평가했다. 화면이 사람을 따라오게 해, 비서를 쓰는 자리가 스피커가 놓인 자리에 묶이지 않게 했다.

Pinch & Draw 2019.01

버티컬 마우스를 쥐기 전, 허공에서 하는 손 제스처를 입력으로 받는 기법이다. 버티컬 마우스는 손목을 세워 쥐는 자세라, 손을 올려놓기 전까지는 어떤 입력도 할 수 없다. 손가락을 집는 궤적을 좌 · 우 · 좌상 · 좌하 · 우상 · 우하 · 위 · 아래 여덟 방향으로 인식한다. 마우스에 손이 닿기 전의 시간을 입력 구간으로 쓴다.

Kaimaru Infographic Project 2018.10

점심시간 교내 식당의 대기 줄을 시각화한 인포그래픽이다. 붐비는 시간을 피하려면 직접 가 보는 수밖에 없었다. 시간대별 대기 인원을 모아 그래프로 옮겼다.

Winklick 2016.12

눈만으로 안드로이드 스마트폰을 조작하는 인터페이스다. 사지가 마비된 사람은 화면을 만질 수 없는데, 시선만으로는 어디를 볼지는 정해도 언제 누를지를 정하지 못한다. 웹캠으로 시선 궤적을 좇아 위치를 잡고 윙크를 눌림 신호로 삼은 뒤, ADB로 터치 이벤트를 주입했다. 탭과 롱프레스, 드래그까지 단일 지점 터치의 설계 공간 전체를 눈과 눈꺼풀만으로 덮는다.

강의 · 멘토링

초청 강연 @ XREAL	2024.05
초청 강연 @ Human-Automated Vehicle Interaction Design (002673), 홍익대학교	2023.10
조교 @ Wearable Interface (CS492), 한국과학기술원	2022
조교 @ Discrete Mathematics (CS204), 한국과학기술원	2021
학부 튜터 @ Introduction to Programming (SE213a), 대구경북과학기술원	2019

학회 활동

ACM UIST 2025 정규 논문 심사위원	2025
ACM CHI 2024 정규 논문 심사위원	2024
ACM DIS 2023 논문·픽토리얼 심사위원	2023

수상

iF Design Award	2023
KAIST 우수 조교상	2022
ACM SIGGRAPH Best In Show Honorable Mention Award	2022
ACM SIGCHI Honorable Mention Award (top 5%)	2021
학부생 연구 프로그램(UGRP) 우수상	2020
Junction X Seoul Track Winner	2019

대통령과학장학금	2018
국제과학기술경진대회(ISEF) 국가대표	2016
대한민국인재상	2016
서울학생탐구발표대회 특상(1등급) (Grade 1)	2015
한국정보올림피아드 공모대회 고등부 은상	2015
한국정보올림피아드 공모대회 고등부 동상	2014
제5회 한국청소년과학창의대회(ISEF-K) 특별상	2014
한국정보올림피아드 수기·미디어 작품공모전 미디어부문 금상	2014
한국정보올림피아드 공모대회 중등부 대상	2013

기술 스택

에이전트 시스템 · 강화학습 — LLM 멀티에이전트 오케스트레이션 하네스 설계 (상태 머신 정형화, 작업 의존 그래프, 실패 분류 체계, 체크포인트 재개) · Model Context Protocol 기반 도구 연동, VLM 기반 화면 판정, 브라우저 자동화 · AX(Agent Experience) 워크플로 설계 — Jira · Slack · GitHub · Azure 연동 기반의 AI-then-Human 개발 절차 · 강화학습 (OpenAI Gym), 컴퓨터 비전 (OpenCV), PyTorch

공간 컴퓨팅 · 제스처 기반 인터페이스 · 행동 센서 — AR/VR (Apple Vision Pro, Oculus Quest, Microsoft Hololens), 신체 추적 (Microsoft Kinect, OptiTrack Motive, LEAP Motion) · 시선 추적 (Tobii Eye Tracker, SMI iViewRED, PupilLabs, FOVE VR), 근전도 (MYO Armband) · 터치 및 압력 (bHaptics TactSuit, Sensel Morph, Wooting Keyboard)

래피드 프로토타이핑 — iOS · Mac · Apple Vision Pro (SwiftUI), Android (Jetpack Compose) · WPF · .NET MAUI · Microsoft Hololens (C#), Unity (C#), React · Electron 또는 Tauri (TypeScript) · Processing 3 (Java), Figma · 펌웨어 개발 (ESP32, Arduino)

사용자 실험 · 데이터 분석 및 시각화 — 혼합 방법 실험 설계 및 운영(피험자 내 · 피험자 간), 수행 지표 측정(수행 시간 · 정확도 · 오류율), NASA-TLX, 반구조화 인터뷰, Wizard of Oz 평가 · SPSS, JASP, Matlab, R, pandas, scipy, pingouin, seaborn, matplotlib, jupyter

실시간 데이터 수집 · 메시징 플랫폼 구현 — 저수준 센서 데이터의 센싱 및 기록 (SPI, I2C, Windows HID) · P2P 무선 네트워킹 프로토콜 설계 (UDP, TCP, RESTful API, BLE UART, Wi-Fi) · 실시간 데이터 통합 시스템 (Photon Unity Networking RPC, ZeroMQ, MessagePack)

신호 처리 · 센서 퓨전 · 시계열 분석 — 고주파 시계열 데이터의 기록 · 노이즈 제거 · 분석 · 예측 모델, 클럭 드리프트 분석, 공분산 기반 다중 칼만 필터 융합