

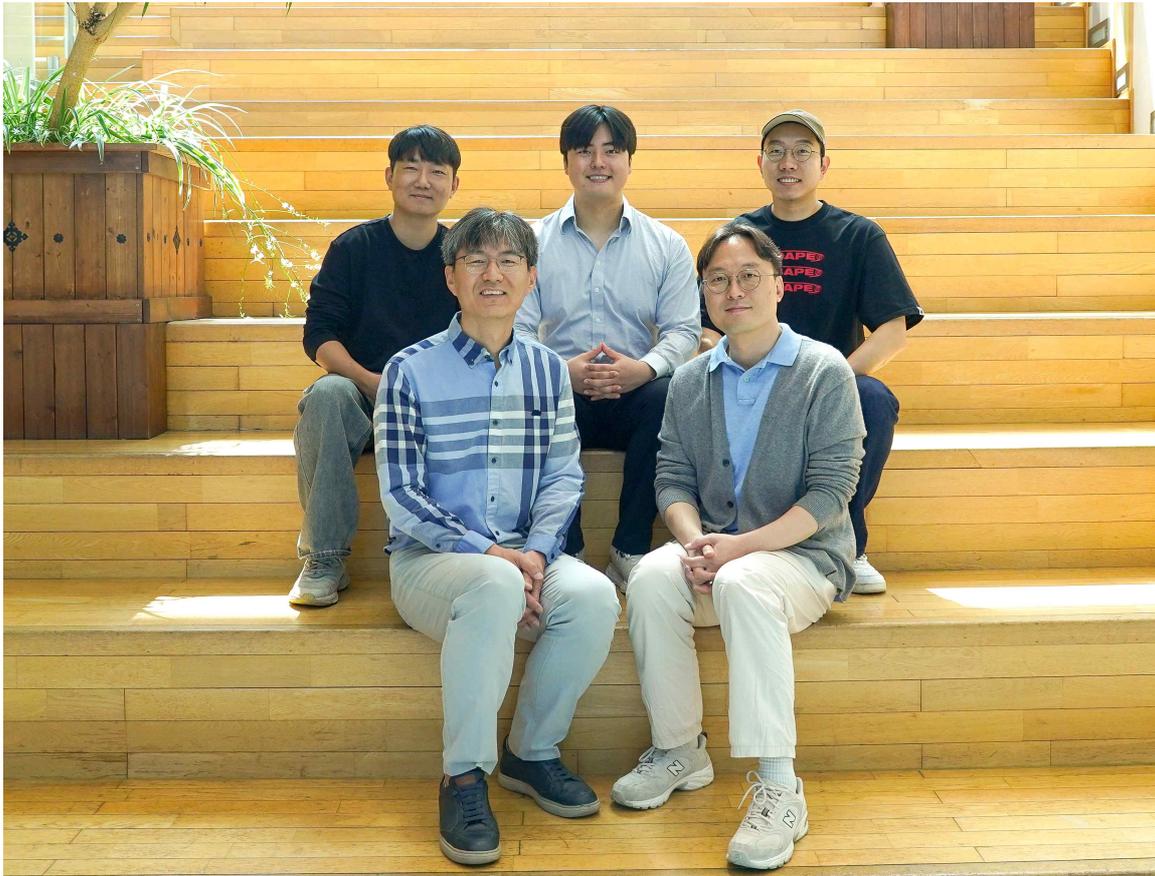
“할머니, 이제 유모차 힘들게 끌고 다니지 않으셔도 돼요!”

GIST-MIT, AI 기반 고령자 보행 보조 로봇

‘적응형 워커’ 개발

팔만 없으면 속도 조절, 경사로도 OK

- AI융합학과 김경중·김승준 교수팀, MIT 및 워싱턴대 연구팀과 촉각·관성 센서로 사용자 의도와 지면 기울기 인식하는 보행 보조 로봇 개발... 안정적이고 직관적인 보행 지원
- 고령자 및 보행 약자 활용 기대... 세계 최대 로봇학회 ‘IEEE ICRA’ 5월 20일 발표



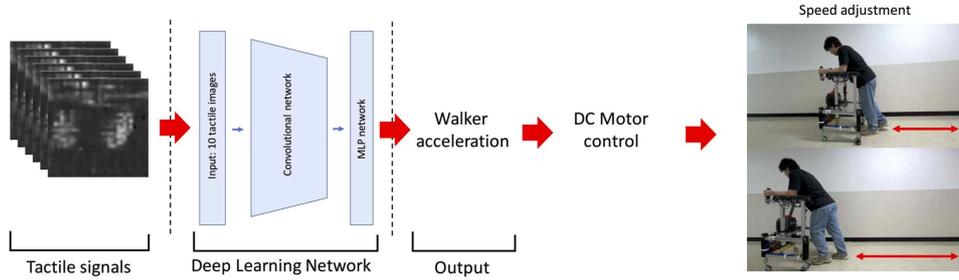
▲ (왼쪽 아래부터 시계 반대방향으로) AI융합학과 김경중 교수, 김승준 교수, 여도현·최윤호·성민우 학생
광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 AI융합학과 김경중 교수와 김승준 교수 연구팀이 인공지능(AI) 기술을 적용한 보행 보조 로봇 ‘적응형 워커(Adaptive Walker)’를 개발했다고 밝혔다.

이 로봇은 기존 보행 보조 장치의 한계로 지적되던 조작의 복잡성과 안정성 문제를 극복해, 고령자에게 보다 안전하고 직관적인 이동 지원을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

기존의 보행 보조 기술은 발전을 거듭해 왔지만, 인지 기능이 저하된 고령자의 경우 조작이 어렵고, 다양한 실내외 환경에 즉각적으로 대응하기 어려운 한계가 있었다. 특히, 경사로에서의 균형 유지나 보행 속도 조절은 실사용에서 큰 장애물로 작용해 왔다.

이에 연구팀은 사용자의 인지 부담을 최소화하고, 환경에 능동적으로 대응할 수 있는 AI 기반의 보행 보조 로봇 개발에 착수했다.

인공지능 기반 속도 제어 소프트웨어



관성 센서 기반 형태 변환 소프트웨어



▲ 개발된 인공지능 보행 보조 로봇의 속도 제어 및 형태 변환 소프트웨어와 그 동작 모습. 촉각 센서 정보를 인공지능 모델로 학습시켜 워커가 의도한 가속을 할 수 있도록 회전 모터를 제어한다. 관성 센서 기반으로 워커가 현재 기울어진 정도를 감지하고 수직 모터를 통해 형태를 변환시켜 워커가 경사로에서도 평행을 유지할 수 있도록 한다.

이번에 개발된 '적응형 워커'는 ▲ 사용자 의도에 따라 속도를 자동 조절하는 기능과 ▲ 경사로에서도 안정적인 자세를 유지하도록 돕는 두 가지 핵심 기능을 탑재했다.

첫 번째는 촉각 센서를 이용한 속도 제어 기능이다.

워커의 팔받침 부분에는 GIST와 MIT의 공동연구로 개발된 고해상도 촉각 센서가 부착돼 있다. 이 센서는 사용자의 팔 움직임을 정밀하게 감지하며, 수집된 데이터를 인공지능 기반의 AI 모델이 분석해 사용자가 의도한 가속도를 예측한다.

예측된 정보는 로봇의 모터 제어에 반영되어 별도의 버튼 조작 없이 사용자의 자연스러운 움직임만으로도 속도 조절이 가능하다.

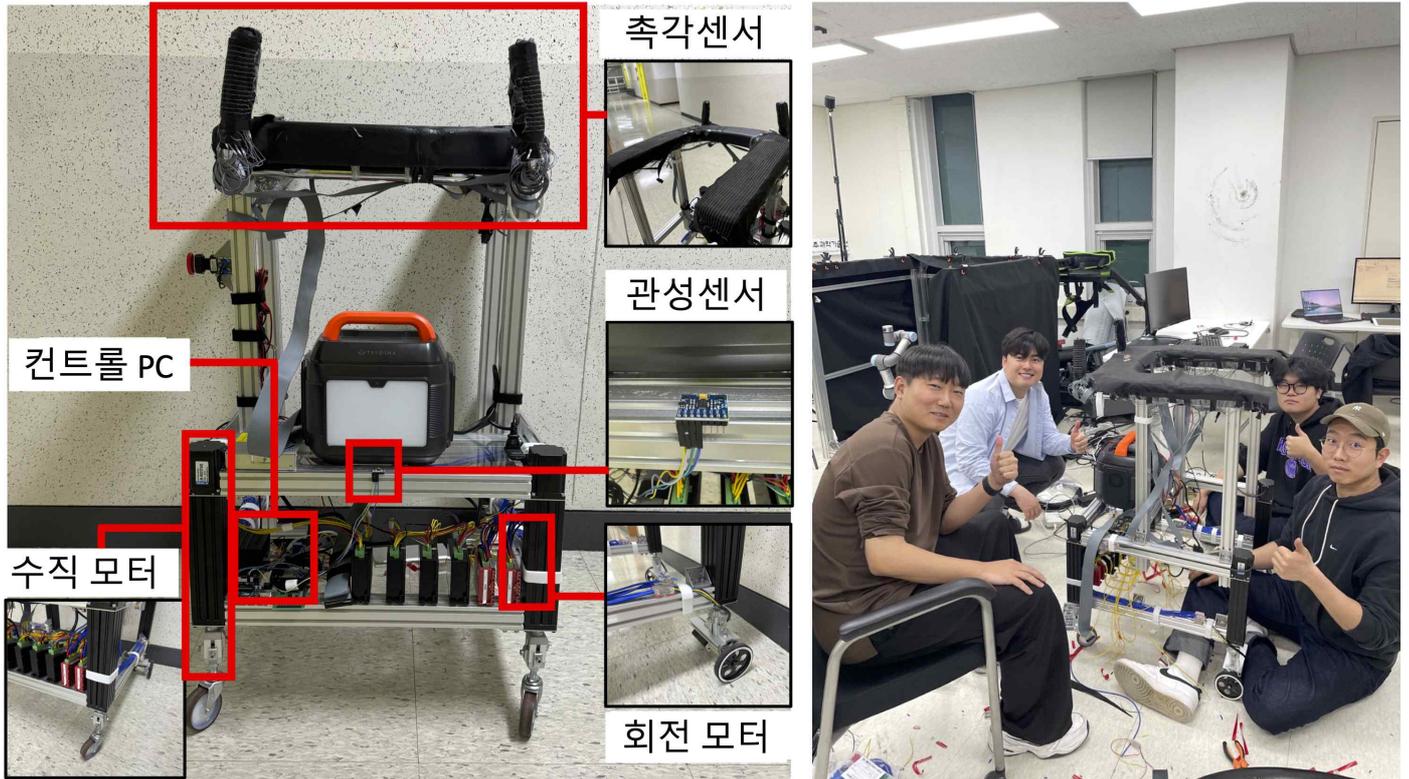
실험 결과, 사용자의 보행 속도를 20% 이내의 오차로 정확히 추종해 직관적인 속도 제어의 유효성이 입증됐다.

두 번째는 관성 센서를 활용한 자세 조절 기능이다.

로봇에는 지면의 기울기를 실시간으로 감지하는 관성 측정 센서(IMU)*가 탑재돼 있다. 경사로에 진입했을 때 로봇이 이를 감지하고 앞 또는 뒤쪽 다리 길이를 자동 조절함으로써 사용자의 균형을 효과적으로 유지시킨다.

실제 실험에서도 로봇이 1도 이내의 오차로 수평을 유지하며 경사로에서도 안정적인 자세를 확보할 수 있음이 확인됐다.

* **관성 측정 센서(IMU, Inertial Measurement Unit):** 가속도계와 자이로스코프를 결합한 장치로, 물체의 이동, 회전, 기울기 등 자세 변화를 실시간으로 측정하는 센서이다. IMU는 GPS가 작동하지 않는 실내 환경에서도 움직임과 방향을 정확히 파악할 수 있어 스마트폰, 드론, 자율주행차, 로봇 등 다양한 분야에 활용된다.



▲ (좌) 개발된 인공지능 보행 보조 로봇과 각 부분에 장착된 센서들. 사용자의 팔을 지지하는 부분에 촉각센서가 부착되어 있으며, 워커 몸체에 관성센서가 부착되어있다. 로봇 뒤쪽 바퀴에 부착된 회전 모터로 워커의 속도를 조절하며, 로봇의 네 다리에 부착된 수직 모터를 이용해 워커의 형태를 변형한다. (왼쪽 아래부터 시계 반대방향으로) AI융합학과 성민우·여도현·황석현·최윤호 학생

김경중 교수는 "이번 연구는 **보행이 불편한 고령자에게 실질적인 도움을 줄 수 있는 기술적 해법을 제시한 것**"이라며, "앞으로도 더 많은 기능을 갖춘 **차세대 보행 보조 장치를 개발해 고령자의 이동 편의성을 극대화해 나갈 계획**"이라고 말했다.

이번 연구는 GIST와 미국 MIT 컴퓨터과학·인공지능연구소(CSAIL)의 공동연구 성과로, GIST-MIT 공동연구사업 및 한국산업기술진흥원의 지원을 받았다.

연구 결과는 세계 최고 권위의 로봇 학술대회인 IEEE ICRA(International Conference on Robotics and Automation) 2025년 5월 20일 발표됐다.

연구에는 GIST AI융합학과 김경중·김승준 교수와 박사과정 최윤호·문재영·여도현·성민우 학생을 비롯해, MIT의 다니엘라 루스(Daniela Rus) 교수, 보이체흐 마투스키(Wojciech Matusik) 교수, 워싱턴대(Washington University)의 이유 루오(Yiyue Luo) 교수, 황석현 학생 등 총 11명이 참여했다.

이번 공동연구는 MIT 및 워싱턴대의 첨단 촉각 센서 제작 기술과 GIST의 AI·로봇 기술이 결합된 사례로, 향후 GIST-MIT-워싱턴대는 인간-컴퓨터 상호작용(HCI)과 인간-로봇 상호작용(HRI) 등 다양한 분야로 연구 협력을 확대할 예정이다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : ICRA (International Conference on Robotics and Automation)
- 논문명 : Adaptive Walker: User Intention and Terrain Aware Intelligent Walker with High-resolution Tactile and IMU Sensor
- 저자 정보 : 최윤호(제1저자, GIST AI융합학과), 황석현(제2저자, GIST AI융합학과 졸업, 현 Washington University 박사과정), 문재영(제3저자, GIST AI융합학과), 이호수(제4저자, 국립경상대학교, 제어로봇공학과), 여도현(제5저자, GIST AI융합학과), 성민우(제6저자, GIST AI융합학과), Yiyue Luo(제7저자, Washington University), 김승준(제8저자, GIST AI융합학과), Wojciech Matusik(제9저자, MIT CSAIL), Daniela Rus(제10저자, MIT CSAIL), 김경중(교신저자, AI융합학과)