

협소공간 구조 탐색을 위한 자율형 자가성장 소프트로봇 기술

자라나는 형태의 신개념 소프트 그로잉 로봇 플랫폼

KAIST 건설 및 환경공학과 유지환 교수 연구팀



1 기술개요

좁고 복잡한 공간에서도 유연하게 자라나는 로봇.

유지환 교수 연구팀이 개발한 팁 확장형 소프트 그로잉 로봇은 공압 제어를 기반으로 팁이 자율적으로 방향을 조절하며 스스로 성장하는 구조다.

비닐, 나일론 등의 유연한 소재를 활용해, 곡선형 통로나 폐쇄된 공간 등 기존 로봇이 진입하기 어려운 환경에서도 정밀하고 안정적인 작업 수행이 가능하다. 이 로봇은 팁의 방향 전환, 구조물 회피, 센서 탑재 등의 기능을 집약해 재난 구조, 배관 점검, 의료, 우주 탐사 등 다양한 분야에서 활용이 기대되는 차세대 소프트 로봇 솔루션으로 주목받고 있다. 특히, 내부 압력 조절을 통한 자가 성장 원리에 팁 제어, 구조 회피, 센서 통합 등 자율제어 기술을 융합함으로써 복잡한 환경에서도 유연하고 정밀한 움직임을 구현할 수 있다.

이러한 기술적 성과는 미국 특허(US 11,731,268) 등록과 국제 저널 게재를 통해 그 독창성과 실용성을 국내·외에서 인정받았다.

2 기술의 핵심 구성

기술영역	내용	대표 성과
다양한 유연 소재 기반 튜브 구조	팁 확장형 자가성장 로봇 구현	미국 특허 등록 (US 11,731,268)
압력 기반 자가 성장 메커니즘	내부 압력 조절로 본체를 생성하며 전진	IEEE RAL, Soft Robotics, ADVANCED INTELLIGENT SYSTEMS 등 주요 저널에 논문 다수 게재
자율 제어 + 조향 시스템	센서 기반 경로 탐색 및 조향	IEEE RAL 논문 다수
공간 적응 탐색 기능	협소공간 구조 적응형 진행 가능	지능형 구조물 탐사 실험 완료

3 기술적 차별성 및 효과

- ✔ **좁고 복잡한 환경을 능동적으로 통과 가능한 유일한 로봇 구조**
→ 기존 로봇이 진입하기 어려운 재난 현장, 배관 내부 등에서 활용 가능
- ✔ **기존 바퀴형·드론형·뱀형 로봇 대비 충돌 안정성과 도달성 극대화**
→ 장애물에 부딪혀도 구조 손상 없이 연속적인 전진 가능
- ✔ **내부 압력만으로 자가전진이 가능한 비전기 구동 시스템**
→ 전력 소모가 적어 장시간·원거리 탐사에 적합
- ✔ **팁 자율 조향 및 구조물 회피 기능 구현**
→ GPS 없이도 복잡한 경로에서 방향을 능동적으로 조절 가능
- ✔ **팁 센서 장착을 통한 실시간 데이터 수집 가능**
→ 온도, 가스, 영상 등 상황 감지 및 분석에 효과적

4 적용 가능 분야

<p>1</p>  <p>재난 구조 탐사 로봇</p> <p>붕괴 구조물 내 생존자 탐색, 위험 감지</p>	<p>2</p>  <p>배관 건축 구조 진단 로봇</p> <p>내부 결함 감지, 보수 전 구조 분석</p>
<p>3</p>  <p>의료 내시경 로봇</p> <p>내장기관 구조를 따라 유연하게 탐색</p>	<p>4</p>  <p>군·우주 분야 정찰 로봇</p> <p>전자파 회피, 구조물 내부 침투 탐색</p>

5 기술이전 및 사업화 전략

산업분류	· 지능형 로봇, 소프트로봇, 구조 탐사, 의료기기, 공정 점검 로봇
특허 가능성	· 미국 등록 특허 확보(US 11,731,268)
이전 방식	· 비독점/독점 기술이전, 공동 개발, 시제품 최적화 협력 등
관련 주요기업	· 재난 구조 장비 업체, 로봇 스타트업, 산업 검사 장비 기업, 의료기기 기업 등
제안 협력	· 로봇 팁 제어 알고리즘 고도화, 현장 실증 환경 연계 개발, 센서 모듈 통합 개발 등
기술성숙도	· TRL 4~5 수준 (시제품 제작 및 실험 검증 완료)

6 요약 정보

- 기술명** 자율형 자가성장 소프트로봇 기술
- 핵심** 자가 전진 + 팁 조향 + 협소공간 적응형 구조 탐사
- 성과** 미국 등록 특허 (US 11,731,268)
- 적용** 구조 탐사, 배관 진단, 의료 로봇, 군·우주용 특수 로봇 등

7 KEYWORDS

#소프트그로잉로봇 #자가성장로봇 #압력기반이동 #자율조향
#재난구조로봇 #배관점검로봇 #의료내시경로봇 #우주탐사로봇
#하이퍼엘라스틱소재 #팁확장기술 #센서탐재로봇 #저전력탐사
#GPS없는자율주행 #비전기구동 #구조회피알고리즘 #미국특허등록
#융합로봇기술 #좁은공간탐색 #다분야응용플랫폼